

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	Dependencia	Aprobado		Pág.
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO		1(128)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	LUZ MARY SANTIAGO URIBE MARY ALEJANDRA GUERRERO QUINTERO		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	ROCIO ANDREA MIRANDA SANGUINO		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESCASEZ DEL AGUA SUPERFICIAL NETA EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR.		
RESUMEN (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>LA MICROCUENCA LA ESTANCIA ES UNO DE LOS CUERPOS DE AGUA CON UN ÁREA DE 12 KM², UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR, SUPLIENDO LAS NECESIDADES DE AGUA POTABLE, USO DE RIEGO DE CULTIVOS Y ABREVADEROS DE ANIMALES SIN NINGÚN USO ADECUADO Y EFICIENTE, DE LA CUAL NO SE CONOCEN DATOS Y ESTUDIOS QUE PERMITAN CONOCER EL ÍNDICE DE ESCASEZ DE LA CUENCA.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 128	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 18	CD-ROM: 1



EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESCASEZ DEL AGUA SUPERFICIAL NETA EN LA
MICROCUCENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ,
DEPARTAMENTO DEL CESAR.

LUZ MARY SANTIAGO URIBE
MARY ALEJANDRA GUERRERO QUINTERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL
OCAÑA
2015

EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESCASEZ DEL AGUA SUPERFICIAL NETA EN LA
MICROCUCENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ,
DEPARTAMENTO DEL CESAR.

LUZ MARY SANTIAGO URIBE
MARY ALEJANDRA GUERRERO QUINTERO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniero ambiental

Director
ROCIO ANDREA MIRANDA SANGUINO
Ingeniero ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERIA AMBIENTAL
OCAÑA
2015

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1 EVALUACIÓN DEL INDICE DE ESCASEZ DEL AGUA SUPERFICIAL NETA EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR.	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 General.	15
1.3.2 Específicos.	15
1.4 JUSTIFICACIÓN	15
2 MARCO REFERENCIAL	17
2.1 MARCO HISTORICO.	17
2.1.1 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel mundial.	17
2.1.2 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel nacional.	20
2.1.3 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel local.	27
2.2 MARCO TEÓRICO	28
2.3 MARCO CONCEPTUAL	36
2.4 MARCO CONTEXTUAL	38
2.5 MARCO LEGAL	41
2.5.1 Constitución política de Colombia de 1991.	41
2.5.2 Decreto 0953 de 2013	41
2.5.3 Decreto 1640 de 2012	41
2.5.4 Decreto 2857 de 1981	43
3 DISEÑO METODOLÓGICO	44
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.2 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	45
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	63
3.3.1 Población	63
3.3.2 Muestra:	63
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION	64
4 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS	65
4.1 DETERMINAR LA OFERTA HÍDRICA NETA EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR.	65
4.1.1 Ubicación de la zona estudiada.	65

4.1.2 Características generales de la microcuenca la estancia	66
4.1.3 Tabulación y análisis estadístico de encuestas.	84
4.2 DEMANDA HÍDRICA DE LA DE LA MICROCUENCA LA ESTANCIA	
4.3 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESCASEZ EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA.	93
5 CONCLUSIONES	108
6 RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110
REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS	112
ANEXOS	114

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Área hidrográfica	21
Cuadro 2. Oferta neta (KMS ³ por año)	23
Cuadro 3. Demanda de agua	23
Cuadro 4. Caracterización del Índice de Escasez	37
Cuadro 5. Rangos de pendientes	58
Cuadro 6. Rango de dotación Ras 2000	61
Cuadro 7. Categorización del Índice de Escasez	62
Cuadro 8. Coordenadas de la Quebrada La Estancia.	65
Cuadro 9. Principales características morfométricas de la Microcuenca La Estancia.	66
Cuadro 10. Rango de Edades Habitantes Microcuenca La Estancia	85
Cuadro 11. Extensión de Predios del Área de Influencia	86
Cuadro 12. Usuarios vereda la estancia.	93
Cuadro 13. Demanda total vereda LA Estancia	94
Cuadro 14. Usuarios vereda el oso.	95
Cuadro 15. Demanda total vereda	96
Cuadro 16. Usuarios vereda el potrero	96
Cuadro 17. Demanda total vereda	9
Cuadro 18. Usuarios vereda Bujurama	98
Cuadro 19. Demanda total vereda	100
Cuadro 20. Usuarios vereda el Chamizo	100
Cuadro 21. Demanda total vereda	101
Cuadro 22. Usuarios vereda san Isidro	101
Cuadro 23. Demanda total vereda	104
Cuadro 24. Sumatoria de la demandas de cada vereda	105
Cuadro 25. Dt= Número de estudiantes* requerimiento establecido según el ras 2000	106

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Población colombiana 2011 y disposición de agua en Colombia	21
Gráfica 2. Estructura de la demanda de agua en Colombia.	23
Gráfica 3. Demanda de agua en Colombia según los departamentos.	24
Gráfica 4. Estructura de demanda del departamento del Magdalena.	24
Grafica 5. Estructura de demanda hídrica en el distrito capital.	25
Grafica 6. Comportamiento mensual multianual del caudal en la cuenca del río Barbas.	34
Grafica 7. Tenencia de la Tierra en la Microcuenca la Estancia	84
Grafica 8. Nivel educativo de la población Microcuenca La Estancia	85
Grafica 9. Genero por habitantes Microcuenca La Estancia	86
Grafica 10. Material de Paredes	87
Grafica 11. Material de pisos	88
Grafica 12. Material de Techos	88
Grafica 13. Unidades Sanitarias "Baños"	89
Grafica 14. Abastecimiento de Agua	90
Grafica 15. Uso del Agua	90
Grafica 16. Vertimientos	91
Grafica 17. Disposición Final de residuos Sólidos	92
Grafica 18. Agroquímicos utilizados	92

LISTA DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Ubicación y Límite de la Microcuenca La Estancia	65
Mapa 2. Unidades de Suelos de la Microcuenca La Estancia	68
Mapa 3. Veredas que conforman la Microcuenca La Estancia	69
Mapa 4. Curvas de Nivel en la Microcuenca La Estancia	70
Mapa 4. Red hídrica con su respectivo Orden de Horton de la Microcuenca La Estancia	71
Mapa 5. Estaciones Meteorológicas del IDEAM con Influencia en la Microcuenca La Estancia	72
Mapa 6. Polígonos de Thiessen de la Microcuenca La Estancia	73
Mapa 7. Mapa de Pendientes de la Microcuenca La Estancia	75
Mapa 8. Coberturas con la metodología Corine Land Cover de la Microcuenca La Estancia	76
Mapa 9. Isoyetas de la Microcuenca La Estancia	80
Mapa 10. Isotermas de la Microcuenca La Estancia.	81

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. inventario de las Unidades Familiares de Producción dirigida a los usuarios de la Microcuenca La Estancia del municipio de González, departamento del Cesar	115
Anexo B. Lista de encuestado	120
Anexo C. Evidencias fotográficas	124

RESUMEN

Con el transcurrir de los años se ha buscado un indicador para el estado del recurso hídrico que demuestre el estado del agua y sus tendencias a corto y largo plazo. A mediados de los 90 se propuso que la relación existente entre la demanda y la oferta de agua, podría ser un instrumento válido para administrar de mejor manera el recurso hídrico.

El Instituto Nacional de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) adoptó el Índice de Escasez como una herramienta para aprovechar de mejor manera los recursos hídricos de la nación.

La microcuenca La Estancia es uno de los cuerpos de agua con un área de 12 Km², ubicada en el municipio de González, departamento del Cesar, supliendo las necesidades de agua potable, uso de riego de cultivos y abrevaderos de animales sin ningún uso adecuado y eficiente, de la cual no se conocen datos y estudios que permitan conocer el índice de escasez de la cuenca.

El uso excesivo y los altos impactos que se generan en el área principalmente la expansión agrícola, establecimiento de explotaciones ganaderas, quemadas talas son factores que inciden en la pérdida y disminución de los atributos que mantienen el equilibrio del ecosistema. Por ende es necesario realizar dichos estudios que permitan entender y comprender la situación actual presente en la zona infundiendo conocimientos previos a las autoridades ambientales y la población en general.

INTRODUCCIÓN

La población objeto de estudio se encuentra asentada en el municipio de González, departamento del Cesar; según el censo del SISBEN 2010 el sector rural cuenta con 672 habitantes distribuidos en las seis veredas que conforman la microcuenca.

La elaboración del presente estudio fue necesario ya que se buscó determinar cuál es el estado actual de la microcuenca La Estancia y el acceso que tienen los habitantes frente al uso de dicho recurso; ya que existe una población que demanda para sus necesidades; donde se pudo establecer mecanismos de protección para la microcuenca, teniendo en cuenta los futuros y actuales proyectos que benefician a la comunidad, así como la previsión frente a las posibles necesidades de agua para poder realizar una adecuada utilización de esta.

En cuanto a la metodología la investigación se desarrolló mediante la aplicación del Modelo Gestión del Recurso Hídrico de la Alianza CARDER-UTP, 2007, adaptado de la metodología del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004 con el apoyo de herramienta SIG con enfoque participativo para el análisis de la información cartográfica, lo que permitió la determinación de características morfo métricas de la Microcuenca (factor área) y transposición de caudales por polígonos de Thiessen (factor precipitación), para el cálculo de la oferta hídrica del agua superficial neta y la cuantificación de la demanda hídrica en el área de estudio, insumos necesarios para el cálculo categorización y evaluación del índice de escasez (expresión matemática), basado en el análisis y valoración estadística descriptiva (cualitativa y cuantitativa) de la dinámica hidrológica, comportamiento y respuesta de las características biofísicas del área de la Microcuenca La Estancia.

Con lo que se pudo presentar resultados de la investigación y llegar a unas conclusiones y recomendaciones, que benefician a la comunidad de la microcuenca.

1 EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ESCASEZ DEL AGUA SUPERFICIAL NETA EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente preocupación por el manejo adecuado de los recursos hídricos se ha visto reflejada en la urgente necesidad de establecer parámetros que ayuden a evaluar el comportamiento de la oferta del agua en diferentes escalas territoriales y la manera como ésta puede ser una limitación para el desarrollo sostenible de la población.

La escasez de agua es un problema mundial, y en los meses anteriores, en Colombia, el problema se agravó debido al fenómeno del niño presentado, en el que se pudo constatar la disminución del caudal de muchos cauces a tal punto de quedar sin esté, provocando estados críticos para la población que se abastece de los mismos.

La microcuenca La Estancia es uno de los cuerpos de agua con un área de 12 Km², ubicada en el municipio de González, departamento del Cesar, supliendo las necesidades de agua potable, uso de riego de cultivos y abrevaderos de animales sin ningún uso adecuado y eficiente, de la cual no se conocen datos y estudios que permitan conocer el índice de escasez de la cuenca. El uso excesivo y los altos impactos que se generan en el área principalmente la expansión agrícola, establecimiento de explotaciones ganaderas, quemas y talas son factores que inciden en la pérdida y disminución de los atributos que mantienen el equilibrio del ecosistema. Por ende es necesario realizar dichos estudios que permitan entender y comprender la situación actual presente en la zona infundiendo conocimientos previos a las autoridades ambientales y la población en general.¹

La información sobre el índice de escasez de la microcuenca La Estancia se encuentra desactualizada, por consiguiente se hace necesario realizar un estudio para determinar el índice de escasez, asimismo concluir si es necesaria o no su ordenación, de este modo la información que se obtenga podría ser utilizada por CORPOCESAR para priorizar esta microcuenca que hasta el momento no se encuentra priorizada.²

Por tanto, se hace necesario unir esfuerzos para realizar estudios que determinen la cantidad de agua para tener bases y así plantear alternativas tendientes a conservar el preciado líquido para generaciones presentes y futuras utilizando de manera racional el recurso hídrico para su desarrollo

¹ CORPONOR. Microcuencas en la región. 2013. P 5

² ALZATE PATIÑO, Alberto. 2011. Educación ambiental o nueva educación con sentido de la práctica pedagógica cotidiana. Boletín Ecofondo (Colombia) p 17.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el índice de escasez de agua superficial neta de la Microcuenca La Estancia para responder a las necesidades del consumo humano de la población asentada en dicha microcuenca?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General. Evaluar el índice de escasez del agua superficial neta de la microcuenca la estancia del municipio de González, departamento del Cesar.

1.3.2 Específicos. Determinar la oferta hídrica neta en la microcuenca la estancia del municipio de González, departamento del Cesar.

Estimar la demanda hídrica de la de la microcuenca La Estancia del municipio de González, departamento del Cesar.

Calcular y evaluar el Índice de Escasez de la microcuenca la estancia del municipio de González, departamento del cesar.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Para el municipio de González Cesar, el recurso hídrico es de vital importancia para consumo humano, así como para el desarrollo de las actividades económicas rurales propias de la región, como lo es la agricultura.

En las últimas décadas la humanidad se ha concienciado de la necesidad imperativa de preservar los recursos hídricos, evitando desperdicios y sobre todo la contaminación de los mismos. Se está muy lejos todavía de alcanzar un uso racional de estos recursos naturales que si bien son, en parte, renovables, se corre el peligro de que el incremento de su uso y la contaminación superen la capacidad auto regeneradora de los mismos.³

La elaboración del presente estudio es necesario ya que se busca determinar cuál es el estado actual de la microcuenca La Estancia y el acceso que tienen los habitantes frente al uso de dicho recurso; ya que existe una población que demanda para sus necesidades; donde se puedan establecer mecanismos de protección para la microcuenca, teniendo en cuenta los futuros y actuales proyectos que benefician a la comunidad; así como la previsión frente a las posibles necesidades de agua para poder realizar una adecuada utilización de esta.

³ BARCELÓ, D. Aguas continental. Gestión de recursos hídricos, tratamiento y calidad del agua. CSIC. Madrid. 2008

Es por ello que surge la necesidad de hacer un estudio que nos determine la oferta y la demanda hídrica, y con base en estos valores, establecer la disponibilidad del recurso hídrico, considerando el caudal ecológico y así poder calcular cual es el índice de escasez, ya que este representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).⁴

⁴ IDEAM , metodología del cálculo del índice de escasez Bogotá, D.C, 30 de junio del 2004 Disponible en: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_resoluciones/Rs_0865_Metodolog%C3%ADa_anexo%20.pdf

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO.

2.1.1 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel mundial. Desde sus comienzos el hombre aprovecha el agua superficial como primera fuente de abastecimiento, consumo y vía de transporte, el hombre aprende a domesticar los cultivos y con ello encuentra la primera aplicación al agua lluvia; pero no depende directamente de ella para su supervivencia debido a la presencia permanente del agua superficial. Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente y algunos pueblos debieron ocupar zonas áridas o semiáridas del planeta comenzó el desarrollo de formas de captación de aguas lluvias, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico.

En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 4.000 años o más, estos sistemas consistían en el desmonte de lomeríos para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas. En las zonas altas de Yemen donde las lluvias son escasas, se encuentran edificaciones (templos y sitios de oración) que fueron construidas antes del año 1.000 a.C., que cuentan con patios y terrazas utilizadas para captar y almacenar agua lluvia. Durante la República Romana (siglos III y IV a.C.) la ciudad de Roma en su mayoría estaba ocupada por viviendas unifamiliares denominadas “la Domus” que contaba con un espacio principal a cielo abierto (“atrio”) y en él se instalaba un estanque central para recoger el agua lluvia llamado “impluvium”, el agua lluvia entraba por un orificio en el techo llamado “compluvium”. En Loess Plateau en la provincia de Gansu en China existían pozos y jarras para la captación de agua lluvia desde hace más de 2.000 años. En Irán se encuentran los “abarbans”, los cuales son los sistemas tradicionales locales para la captación y almacenamiento de aguas lluvias. En Centroamérica se conoce el caso del Imperio Maya donde sus reyes sostenían a sus pueblos de modos prácticos, ocupándose de la construcción de obras públicas.⁵

Al sur de la ciudad Oxkutzcab (estado de Yucatán) en el pie de la montaña Puuc, en el siglo X a.C. El abastecimiento de agua para la población y el riego de los cultivos se hacía a través una tecnología para el aprovechamiento de agua lluvia, el agua era recogida en un área de 100 a 200 m² y almacenada en cisternas llamadas “Chultuns”, estas cisternas tenían un diámetro aproximado de 5 m, y eran excavadas en el subsuelo e impermeabilizadas con yeso. En Cerros, una ciudad y centro ceremonial que se encuentra en el actual Belice, los habitantes cavaron canales y diques de drenaje para administrar el agua de lluvia y mediante un sistema de depósitos, estos permitían que la gente permaneciera en la zona durante la estación seca cuando escaseaba el agua potable (año 200 d.C.). En otras zonas de las tierras bajas, como en Edzná, en Campeche, los pobladores precolombinos de esta

⁵ FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina, “Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Experiencias en América Latina, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 13”. Chile, 2000

ciudad construyeron un canal de casi 50 m de ancho y de 1 m de profundidad para aprovechar el agua de lluvia, este canal proporcionaba agua para beber y regar los cultivos.

Siglos después el uso de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias decreció debido a la imposición de métodos y obras para la utilización del agua superficial y subterránea (presas, acueductos, pozos de extracción y sistemas de irrigación). En la península de Yucatán se dejó de lado el aprovechamiento de agua lluvia debido a la invasión española en el siglo XIV, los españoles colonizaron los territorios introduciendo otros sistemas de agricultura, animales domésticos, plantas y métodos de construcción europeos. Una situación similar sucedió en India con la colonización Inglesa, que obligó a los nativos a abandonar las metodologías tradicionales.

En el siglo XIX y XX las ciudades de la mayoría de los países experimentan un gran crecimiento, realizando el suministro de agua a la población por medio de la acumulación de agua superficial para luego ser distribuida por una red centralizada de acueducto. En otras ocasiones se acudió a la explotación del agua subterránea. En cualquiera de los casos se elimina la posibilidad de sistemas de aprovechamiento de agua lluvia u otros sistemas alternativos. A comienzos del siglo XXI la situación es diferente, en muchas regiones semiáridas del mundo se establecieron poblaciones que se desarrollaron de manera vertiginosa, ejerciendo presión sobre las fuentes finitas de agua. En periodos secos el agua no es suficiente para el abastecimiento de estas poblaciones, y se dan conflictos sociales por la escasez de agua y/o sus altos costos.⁶

En el África la problemática del abastecimiento de agua potable es de carácter global, pero es una situación muy crítica en el continente Africano debido a la alta concentración de pobreza que imposibilita la obtención de la cantidad de recursos y la tecnología necesaria para construcción y operación de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado, además la escasez de fuentes apropiadas en cuanto a calidad y seguridad del suministro, ha hecho de este un problema aún mayor. Aunque en algunas zonas de África en los últimos años se ha producido una rápida expansión de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias el proceso de implantación de esta tecnología en el Sur de África ha sido lento. Esto debido en parte a la baja precipitación, el reducido número y tamaño de las cubiertas impermeabilizadas y el alto costo en la construcción de los sistemas en relación a los ingresos familiares. La falta de disponibilidad de cemento y arena, eleva el precio de las instalaciones. Sin embargo, la recolección de agua lluvia es muy difundida en África con grandes proyectos en Botswana, Togo, Mali, Malawi, Sudáfrica, Namibia, Zimbabwe, Mozambique, Sierra Leona y Tanzania.

En la India, el monzón es un diluvio breve, allí se dan aproximadamente 100 horas de lluvia por año. En estas 100 horas debe captar y almacenar el agua para las otras 8,660 horas que constituyen un año. En Bangladesh, la recolección de agua lluvia se ve como una alternativa viable para el suministro de agua segura en áreas afectadas por contaminación

⁶ OJEDA, Aída, “Agua y vida para saciar la sed de desarrollo”. México [En línea] (20 Diciembre 2013), disponible en <<http://www.eng.warwick.ac.uk/DTU/pubs/rwh.html>>

con arsénico. Desde 1977, cerca de 1.000 sistemas de aprovechamiento de agua lluvia fueron instalados en el país por la ONG Forum for Drinking Water Supply & Sanitation. Existen varios tipos de tanques utilizados para el VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junio de 2006, almacenamiento de agua lluvia en Bangladesh: tanques de concreto reforzado, tanques de mampostería, cisternas y tanques subterráneos, estos tienen un costo que varía entre US\$ 50 y US\$ 150.

Singapur cuenta con recursos naturales limitados y una creciente demanda de agua, esto ha llevado a la búsqueda de fuentes alternativas y métodos innovadores para el aprovechamiento del recurso agua. Alrededor del 86% de la población de Singapur vive en edificios de apartamentos. Los techos de estos edificios son utilizados para la captación de aguas lluvias. El agua lluvia es almacenada en cisternas separadas del agua potable, para darle usos diferentes al de consumo humano.⁷

En Tokio el aprovechamiento de agua lluvia es promovido para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y asegurar agua para los estados de emergencia. A nivel comunitario se están implementado instalaciones que están introduciendo a la población en la utilización del agua lluvia, éstas son llamadas “Ronjinson”, se les encuentra la vía pública del distrito de Mukojim. Está instalación recibe el agua lluvia del techo de la casa, la cual es almacenada en un pozo subterráneo, para extraer el agua se utiliza una bomba manual, el agua colectada es utilizada para el riego de jardines, aseo de fachadas y pisos, combatir incendios y como agua de consumo en situaciones de emergencia.

El almacenamiento de agua lluvia proveniente del escurrimiento de los techos en vasijas de arcilla es un sistema apropiado y económico para obtener agua de alta calidad en Tailandia. Las vasijas se consiguen para diferentes volúmenes, desde 1.000 hasta 3.000 litros y están equipadas con tapa, grifo y un dispositivo de drenaje. El tamaño más popular es 2.000 litros, esta vasija tiene un costo de U\$ 20 y puede suministrar agua lluvia suficiente para una casa con seis personas durante el periodo seco.

En la década pasada en Brasil, muchas ONG y organizaciones ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. En la región noroeste de Brasil de clima semiárido, en promedio anual de lluvia varía desde 200 hasta 1.000 mm. Las comunidades nativas tradicionalmente han recogido agua lluvia en pozos excavados a mano en rocas, pero este sistema no logra satisfacer las necesidades de la población, por ello una ONG y el gobierno de Brasil iniciaron un proyecto para construir un millón de tanques para la recolección de agua lluvia en un periodo de 5 años, para beneficiar a 5 millones de personas. La mayoría de estos tanques fueron hechos con estructuras de concreto prefabricado o concreto reforzado con mallas de alambre.

⁷ SEREA - Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junio de 2006. P 1

San Felipe está ubicado en el Estado de Guanajuato, México, a una altura de 2.140 metros sobre el nivel del mar, su clima es templado y seco de tipo desértico. En este municipio el Ingeniero Agrónomo fallecido Hugo Velasco Molina, con el apoyo de la División de Agricultura y Tecnología de Alimentos, del Tecnológico de Monterrey desarrolló su proyecto “Agua y Vida” el cuál comenzó en 1.996 con almacenamientos de agua, ya que en esta población se dan periodos sin lluvia que superan los dos meses, el primer desarrollo tecnológico fue un sistema de aprovechamiento de agua lluvia que cuenta con una cisterna con capacidad de almacenamiento de 500.000 litros y un área de captación cubierta de piedra laja.⁸

2.1.2 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel nacional. Según evaluaciones del IDEAM, cerca del 50% de la población colombiana que vive en las áreas urbanas municipales está expuesta a sufrir problemas de suministro de agua, como consecuencia de la presión sobre las cuencas hidrográficas y las restricciones de uso por contaminación de las aguas superficiales. Como agravante, más del 80% de las cabeceras municipales tienen como fuente de suministro de agua pequeños riachuelos o quebradas que en épocas de estiaje no garantizaran el abastecimiento a la población.⁹

Colombia se caracteriza por tener una gran riqueza hídrica, por esta razón la mayoría de las poblaciones se abastecen de fuentes superficiales de agua (embalses, ríos, lagos y quebradas). La facilidad de acceder al recurso ha dejado de lado el desarrollo de tecnologías alternativas para el suministro de agua, entre ellas el aprovechamiento de agua lluvia. Sólo en algunos casos de comunidades con problemas de abastecimiento de agua potable se utilizan sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia, la mayoría de ellos son poco tecnificados lo cual ocasiona una baja calidad en el agua y baja eficiencia de los sistemas. Este es el caso de la comunidad de la Bocana en Buenaventura, algunos asentamientos de la isla de San Andrés, la vereda Casuarito del municipio de Puerto Carreño (Vichada), el Barrio el Ponzón de Cartagena, el asentamiento subnormal de Altos de Menga en la ciudad de Cali, entre muchos otros.

La demanda asociada a la distribución geográfica de la población en Colombia, no coincide con la disponibilidad de recursos hídricos, por lo anterior, se puede ver como existe una mayor demanda en el área hidrográfica de Magdalena – Cauca, donde se encuentran asentados la mayor parte de los colombianos, la cual no cuenta con la mayor disponibilidad de agua; mientras las zonas de la Amazonia y Orinoquia, donde se concentra la mayor disponibilidad de agua del país, cuenta con una población de apenas cerca del 10% de la población nacional.¹⁰

⁸ *Ibíd.* p 2

⁹ IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) – Abril de 2010

¹⁰ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - Ingeniero Civil – Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola –Unidad de Hidráulica – M. Sc. En Docencia – Candidato a M. Sc. en Recursos Hidráulicos – Director de la Unidad de Hidráulica - Integrante GIREH (Grupo de investigación de Recursos Hídricos) - Bogotá, Colombia

Cuadro 1. Área hidrográfica

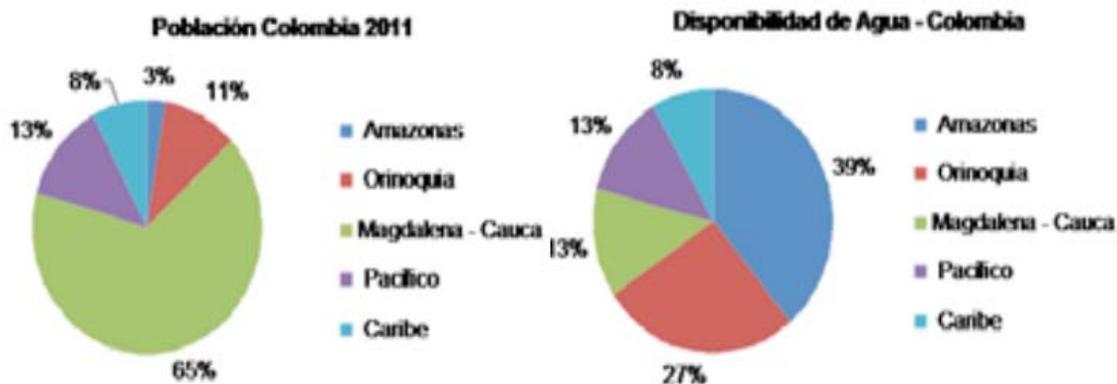
ÁREA HIDROGRÁFICA	POBLACIÓN COLOMBIA 2011	DISPONIBILIDAD HÍDRICA COLOMBIA
	(X 1000 Hab)	(Km3/AÑO)
AMAZONAS	1.153	893
ORINOQUIA	4.848	616
MAGDALENA- CAUCA	30.464	303
PACIFICO	5.941	297
CARIBE	3.564	190
TOTAL	45.971	2.299

Fuente: Elaboración del autor con base en datos de DANE y ENA 2010.

* Población 2011 según proyecciones DANE / ** Disponibilidad Hídrica según ENA 2010

En cuanto a los diferentes sectores y su implicación asociada al consumo de agua, se ha tomado como base la información contenida en el ENA 2010, la cual permite tener una primera aproximación a los sectores de la economía en términos del análisis del consumo del recurso hídrico; resultados que ratifican al sector agrícola como principal consumidor de agua en Colombia. Por lo anterior se centró este primer Estudio Nacional de Huella Hídrica en este sector exclusivamente.

Grafica 1. Población colombiana 2011 y disposición de agua en Colombia



Fuente: https://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/11915/1/101-26%20Arevalo_Huella%20Hidrica.pdf

En el territorio colombiano, cada año, en promedio, precipitan 3400 Kms³, y escurren 2300 Kms³. Si se supone que un país es capaz de retener en sus dispositivos de abastecimiento el 40% de la oferta.

En efectivo Colombia contrataría con 1150 kms³ al año de oferta hídrica superficial, aunque en realidad, la capacidad instalada en sistemas de abastecimiento y suministro de agua, aun no alcanza esta cifra. A su vez, la oferta modal de agua para el territorio colombiano alcanza la cifra de 1910 kms³ al año, mientras que en año seco esta oferta no supera los 1240 kms³ al año. Para entender el problema del agua en Colombia es necesario establecer los niveles anuales de demanda potencial de agua, según los siguientes sectores y según su distribución en el territorio nacional. Solo esta correlación deja en evidencia el conflicto existente por la localización de las altas demandas de agua en territorios con una baja oferta hídrica natural.¹¹

Para las estimaciones proyectadas en el año 2004, la demanda total de agua en los sectores socio- económicos alcanzo los 13.000 millones de metros cúbicos de agua dulce al año. La estructura de demanda de agua en Colombia difiere de la estructura promedio de todos los países del mundo y de la de demanda de los países de altos ingresos. La demanda de agua en Colombia se diferencia de la de un país de altos ingresos en un receso de los requerimientos de agua para la industria, que en países industrializados constituye el 59% de toda la demanda. Adicionalmente, la estructura de la demanda se caracteriza por altos requerimientos de agua para el sector agrícola, los cuales sin embargo resultan inferiores en un 10% a la demanda agrícola promedio mundial y en un 22% con relación a la de un país de bajos a medios ingresos.

El patrón de mayor demanda hídrica por el sector agrícola se mantiene, con diferentes porcentajes, en los departamentos del Atlántico, Bolívar, Cundinamarca, Cesar y Sucre siendo la excepción el distrito capital en cuya estructura el mayor aporte de demanda lo hace el sector domestico. Esta composición de la demanda de agua del distrito capital se puede explicar al considerar el hecho de que Bogotá ocupa el puesto número 31 en la clasificación de las ciudades más grandes del mundo del año 2000.¹²

Esta clasificación registra 381 ciudades todas con un número de habitantes mayor a la millón de personas.

¹¹INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –IDEAM-. “Estudio Nacional del Agua”. Bogotá, D.C., 2000. P 2

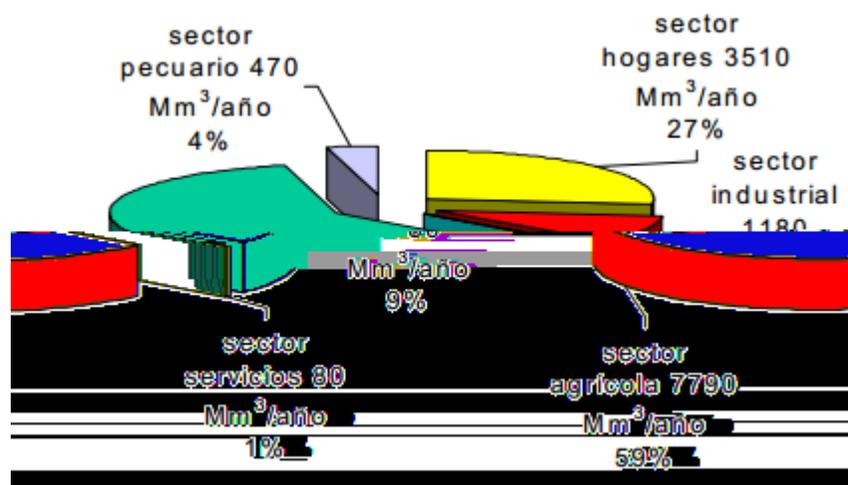
¹² FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina, “Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Experiencias en América Latina, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 13”. Chile, 2000

Cuadro 2. Oferta neta (KMS³ por año)

REGIÓN	OFERTA NETA (KMS ³ POR AÑO)		
	MODAL (OFERTA NORMAL)	CON PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DEL 97,5%(AÑO SECO)	PROMEDIO
ALTO Y MEDIO MAGDALENA	140	80	150
CAUCA	80	50	80
PACIFICO	410	280	440
CARIBE	70	40	80
CATATUMBO	20	10	20
LLANOS ORIENTALES Y AMAZONIA	1190	780	1280

Fuente. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina

Gráfica 2. Estructura de la demanda de agua en Colombia.



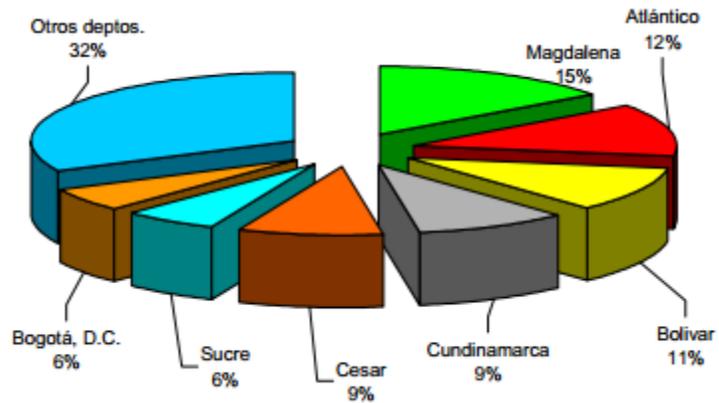
Fuente. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina

Cuadro 3. Demanda de agua

REGIÓN	OFERTA NETA (KMS ³ POR AÑO)		
ALTO Y MEDIO MAGDALENA	140	80	150

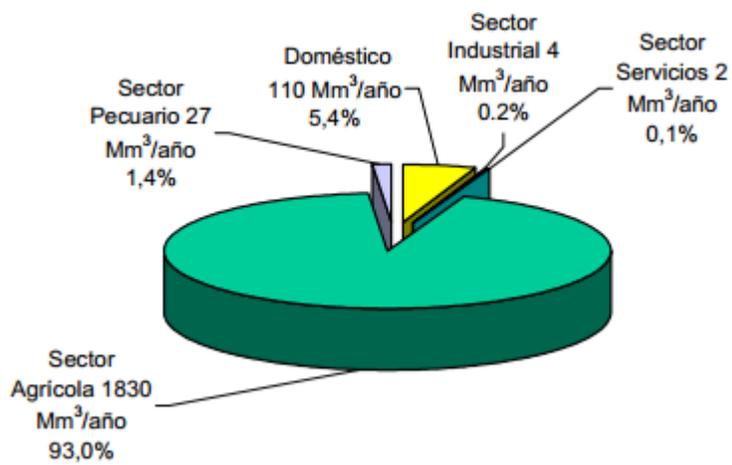
Fuente: Autores del proyecto

Gráfica 3. Demanda de agua en Colombia según los departamentos.



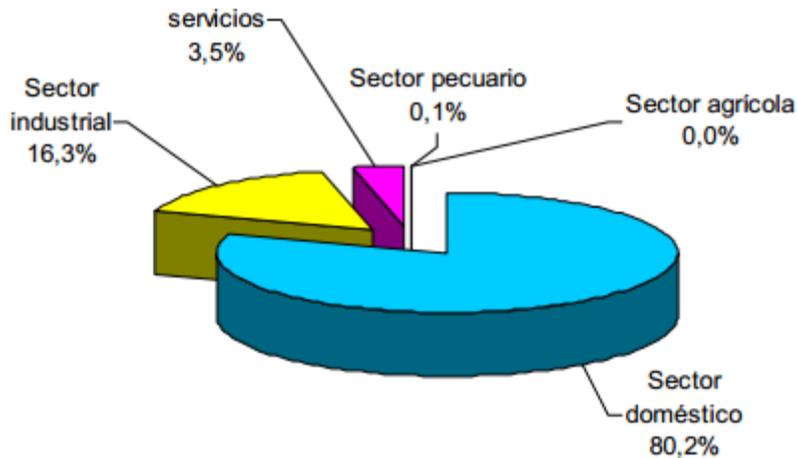
Fuente. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina

Gráfica 4. Estructura de demanda del departamento del Magdalena.



Fuente. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina

Grafica 5. Estructura de demanda hídrica en el distrito capital.



Fuente. FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina

Dentro de la proyección del índice de escasez de agua para el año 2025, se ha utilizado la información de demanda de agua del año 2004 como punto de partida, se estimó la demanda para el año 2025 teniendo en cuenta el crecimiento estimado de los sectores agropecuario e industrial. Las relaciones demanda-oferta de agua para los sectores socioeconómicos de Colombia constituyen un indicador del estado del recurso hídrico en el país. Su expresión mediante el índice de escasez de agua permite vislumbrar un panorama en el que las magnitudes de demanda y de oferta máximas no coinciden con el espacio, ocasionando conflicto y altos niveles de presión sobre el recurso hídrico. Esta situación, que refleja un uso inapropiado de asignación del agua, que en muchos casos, gracias a la ausencia de sistemas de seguimiento del estado del recurso hídrico amplifica la presión sobre el recurso hídrico dada la ausencia de elementos técnicos para la toma de decisiones en sectores de alta demanda hídrica.¹³

La solución ante tal contexto consiste en el fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico, especialmente en las estrategias no solo de protección de la oferta hídrica existente, de la expansión de las redes hidrométricas y de otros mecanismos de seguimiento del recurso, sino también de reducción de la demanda de agua. Lo que se busca es el fortalecimiento de los programas de ahorro y uso eficiente del agua y a la intensificación de los mecanismos limpios de producción. En este sentido es interesante observar y seguir de cerca la experiencia del sector hidrológico alemán que ha logrado significativas reducciones de la demanda de agua sobre fuentes alejadas aprovechando de forma creciente el agua de lluvia para sustituir el agua potable en lavamanos y riego de jardines.

¹³ SARDON, José María. Energía renovable para el desarrollo. Edición Thomson. Primera edición. Madrid España. 2013. P 47

En algunos lugares del país de continuar la tendencia actual de presión sobre el recurso, será de obligación forzada la introducción de medidas estructurales para mitigar el estado de alta presión en que se encuentran las corrientes superficiales. A su vez como estrategia de desarrollo sostenible, se recomienda a los municipios asociarse a fuentes seguras, mediante la implementación de acueductos regionales que presenten una buena relación costo beneficio. En el sector agrícola es necesario implementar programas de innovación tecnológica con el fin de reducir los altos niveles de pérdida de agua en el sector de gran demanda hídrica. Adicionalmente deben desarrollarse estrategias para la reducción de las cargas nutrientes aportadas por este sector, las cuales finalmente afectan a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Aunque puede parecer que el índice de escasez es un indicador muy exigente al generar alarmas a partir del momento en que la demanda alcanza el 20% de la oferta neta, para la actualidad se están utilizando los umbrales recomendados por el programa hidrológico internacional de la UNESCO.

Estos umbrales deben ser conservadores ya que deben tener en cuenta las deficiencias del indicador como: a) la dificultad de considerar adecuadamente todos los factores que reducen la oferta total al estimar la oferta neta (ej. La calidad del agua y las necesidades ecológicas por encima de los caudales mínimos históricos); y b) la incertidumbre asociada a la escala de la información disponible (pocas veces se tiene información primaria a escala local forzando el uso de estimadores de la oferta y demanda). Finalmente, al incrementar la intensidad de uso de agua de las corrientes superficiales se provoca un aumento en las tasas de vertimientos de aguas negras o grises a las mismas y por ende de los niveles de presión por contaminantes. Esto obliga a tener umbrales críticos por demanda más conservadores con el fin de evitar reacciones tardías no solo ante limitaciones en cantidad sino también por restricciones en calidad.¹⁴

En Colombia, de acuerdo con las evaluaciones realizadas por el IDEAM, la disponibilidad de agua en 1985 alcanzaba una cifra aproximada de 60.000 [m.sup.3] por habitante al año. Esta cifra ha evolucionado, principalmente debido al crecimiento poblacional del país, y en el año 2000 se redujo hasta el valor de 40.000 [m.sup.3] por habitante al año. Aunque esta última cifra es mucho mayor que los valores críticos planteados por Falkenmark, es preocupante la tendencia de reducción registrada. En el caso hipotético de que se mantuviese el crecimiento poblacional y sectorial actual y de mantener los hábitos de uso y consumo actuales, en el término de 40 años el país tendría una disponibilidad hídrica anual per cápita igual 1000 [m.sup.3], alcanzando así los valores críticos señalados por Falkenmark para una crisis de facto del agua.

Para el año 2016 el IDEAM realizó estimativos de la demanda y una aproximación al posible agravamiento de las condiciones de desabastecimiento debido tanto a la presión por uso como a las restricciones de la oferta por afectación de la calidad y regulación.

¹⁴ Ibíd. p 48

2.1.3 Antecedentes históricos de la demanda hídrica a nivel local. El ingeniero Ambiental Carlos Mauricio Manzano Pérez de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, realizó su trabajo de grado modalidad pasantía un Inventario detallado de usuarios del recurso hídrico en la cuenca del río algodonol jurisdicción CORPOCESAR.

En el marco de la fase de diagnóstico del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca hidrográfica del Río Algodonal según el decreto 1729 de 2002, y la Guía Técnico Científica para la Ordenación de las Cuencas Hidrográficas del país, se encuentra establecida la información diagnóstica, en la cual el inventario detallado de usuarios del recurso hídrico es uno de los insumos para continuar con el proceso de ordenación.

Por esto la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-Regional Ocaña, implementó la aplicación de encuestas en cada una de las microcuencas que no poseían ningún tipo de información, de tal forma que se elaboró la base de datos con el número de usuarios del agua en la cuenca, los usos principales del recurso y la georreferenciación de la fuente de captación.

De acuerdo al trabajo de investigación que se realizó se identificó la problemática de la población residente en la cuenca, principalmente las limitaciones por acceder al abastecimiento del agua, considerado como el recurso natural más preciado; por otro lado es evidente la necesidad de la organización y administración del agua, para garantizar su sustentabilidad y por supuesto suplir los requerimientos de las actividades productivas, entre las que se destacan el sector agrícola y pecuario.

Igualmente los usuarios del recurso hídrico desconocen en muchos casos que la deforestación de los nacimientos y riberas de las corrientes hídricas en las microcuencas abastecedoras que conforman las cuencas Río de Oro y Limón dentro de la cuenca del Río Algodonal en jurisdicción de CORPOCESAR, causan el deterioro de la estructura ecológica, por ende, los conflictos por el uso y manejo inadecuado de los recursos naturales inician y la calidad de vida de los habitantes va en detrimento.

Por ello, una de las principales actividades en el manejo y administración del agua en la cuenca del Río de Oro y Limón es la concientización de la población a través del trabajo comunitario en el cual el acompañamiento técnico por parte de la Corporación es fundamental, ya que en la práctica realizada para la captura de información se generaron estrechos vínculos con la población de los municipios de la cuenca en jurisdicción de CORPOCESAR, Río de Oro y González, donde los campesinos y demás pobladores comentaban la importancia de la presencia institucional y resaltaban el éxito del proyecto por el trabajo continuo directamente en campo.

Es así como se plasmaron diferentes recomendaciones como el apoyo de las administraciones departamentales y municipales, la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental - Corponor, las organizaciones no gubernamentales, y demás entidades que administren recursos para el mantenimiento del ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades asentadas en la región, se formulen y ejecuten proyectos que permitan asegurar el agua en calidad, cantidad y disponibilidad suficientes a

la población, y que los acueductos y distritos de riego existentes tengan un manejo y uso adecuado que no generen conflictos en el ecosistema ni entre las comunidades.

Los talleres de concientización como un instrumento de la educación ambiental no formal es una de las prácticas que se pueden implementar, ya que en la comunidad es muy común el abuso sobre los recursos naturales, tales como la tala en las áreas de nacimientos y zonas de reserva hídrica, que a su vez son utilizadas como potreros o zonas de pastoreo para la ganadería; el uso inadecuado de sustancias químicas para la producción agrícola, etc.

La economía de la región se basa en la producción de alimentos a partir de la agricultura y la ganadería, sin embargo la comercialización se ve limitada por el mal estado de las vías terrestres, generando que la población recurra al comercio de otros productos como madera, leña, fauna y demás recursos naturales deteriorando el equilibrio de los ecosistemas e impidiendo la capacidad de regeneración natural de muchas áreas, finalmente se genera la desaparición de corrientes hídricas, extinción de especies de fauna y flora, amenazas y riesgos por la ocurrencia de procesos de remoción en masa, como deslizamientos, desprendimientos de roca, erosión, y en definitiva, pérdida de la estructura natural que sustenta todas las actividades humanas. Por lo anterior, valdría la pena gestionar recursos para el mantenimiento y/o mejoramiento de las vías que comunican los municipios de Rio de Oro y González y la región con las veredas y corregimientos productores y facilitar el acceso a un comercio seguro con el fin de que la población tenga la capacidad adquisitiva para satisfacer sus necesidades básicas y de esta forma mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca del Río de Oro y Limón dentro de la cuenca del Rio Algodonal.

En este tipo de proyectos es posible involucrarse de tal forma que se identifique la problemática ambiental que existe en el ambiente y que permite reconocer que el ser humano es el responsable de realizar acciones para mejorar la calidad de vida de la población con el mantenimiento de los recursos naturales, ya que el hombre es el principal transformador de los Recursos Naturales y tiene la posibilidad de la preservación y conservación de la naturaleza.¹⁵

2.2 MARCO TEÓRICO

Uno de los principales factores de presión sobre los recursos hídricos de un país es el crecimiento poblacional. El mundo incrementa anualmente su población total en el equivalente al doble de la población colombiana actual. A la presión poblacional sobre el recurso hídrico se le adicionan las demandas agrícolas e industriales. Esta presión sobre el recurso hídrico tiene consecuencias adversas que se revierten a la sociedad que demandan

¹⁵ MANZANO, Carlos Mauricio. Inventario detallado de usuarios del recurso hídrico en cuenca del Rio Algodonal en jurisdicción CORPOCESAR. Trabajo de pasantías. Corporación autónoma de la frontera nororiental CORPONOR. ocaña.2011. Pág. 64.

el agua. Al crecer la demanda de agua aumentan los vertimientos de aguas residuales que impactan la calidad del recurso hídrico, en algunos casos induciendo los escasos de agua, no por disponibilidad de la misma sino por calidad inadecuada para el consumo humano o para su utilización en las actividades productivas.¹⁶

Claros referentes del mencionado conflicto entre el uso del territorio y la disponibilidad hídrica de las distintas regiones quedan registradas en las relaciones demanda-oferta de agua, las cuales se evalúan para los escenarios de niveles de oferta hídrica más probables (modales) y de año seco (de probabilidad de excedencia del 97,5%) con el trasfondo de los mencionados escenarios el índice de escasez de agua superficial revela en Colombia las zonas con mayor presión sobre el recurso hídrico. En un año normal el 4% de la población colombiana es afectado por índices de escasez altos (la demanda supera el 50% de la oferta hídrica superficial), el 7% medios altos (entre el 20 y el 50%) y el 30% medios (del 10 al 20%). Por otro lado en un año seco el porcentaje de población afectado por un índice de escasez alto es de 23%.

Colombia, un país de precipitaciones generosas, en otrora calificado como el cuarto país del mundo por su disponibilidad hídrica, está enfrentando un conflicto por el uso del espacio para su desarrollo socio-económico y para protección de la oferta hídrica natural. El crecimiento actual de la nación ha congregado la demanda hídrica sobre regiones donde su oferta es escasa y en las cuales los procesos de crecimiento poblacional amplifican la presión sobre un recurso que ya registra altos requerimientos para mantener la estructura socio-económica instalada. Por estas razones, desde 1998, el IDEAM, con el fin de mantener un seguimiento de esta problemática realiza y actualiza el Estudio Nacional del Agua (ENA), una síntesis de los recursos hídricos de Colombia a la luz de las relaciones demanda-oferta de agua.¹⁷

Durante muchos años el estado del recurso hídrico de los países del mundo ha sido evaluado tomando en cuenta la cantidad de agua que escurre por los territorios de las distintas naciones. Estimaciones de esta clase fueron realizadas en la década de los años 70 y es a partir de ellas que surge la idea de una "Colombia-potencia hídrica", la cual compartía los primeros renglones en la clasificación mundial de recursos hídricos con países como Brasil, La Federación Rusa y Canadá.

Este imaginario marcó como abundante e inagotable el recurso hídrico de Colombia y produjo una gran despreocupación por el mismo en los colombianos. Esta huella ha dejado de ser indeleble y en las últimas décadas ha comenzado a borrarse gracias al surgimiento de conflictos hídricos evidentes a escala local y regional, los cuales han puesto en crisis los mecanismos de asignación del agua. Este contexto no es un privilegio de los colombianos y se replica en muchos países, para contrarrestarlo se han producido muchas iniciativas

¹⁶ DOMÍNGUEZ, Efraín Antonio. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Universidad Javeriana. Bogotá. DC. 2011. P 13

¹⁷ IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Análisis de la distribución general de los ecosistemas boscosos del país por cuencas hidrográficas. 1998. P 10

globales para el fortalecimiento institucional de los países en la evaluación de sus recursos hídricos. Entre estas iniciativas se destacan la organización de redes mundiales y los esfuerzos por realizar evaluaciones globales que permitan comparar el estado de los recursos hídricos de distintos países con base en metodologías estandarizadas. Son destacables los recursos ofrecidos por la UNESCO para tal fin, entre ellos: el Programa para la Evaluación Mundial de los Recursos Hídricos y el Programa Hidrológico internacional.¹⁸

En el marco de estos proyectos la aplicación de indicadores ha surgido como una herramienta para cambiar el status quo de las evaluaciones sobre la disponibilidad de agua en el mundo haciendo que todos puedan ser comparables. Entre estos indicadores sobresale el índice de disponibilidad per cápita propuesto por Malin Falkenmark, quien introdujo también sus valores críticos. Este índice es un indicador sencillo que detecta los países con crisis agudas del agua, sólo toma en cuenta la población como factor de presión y por ello no cuenta con la resolución necesaria para divisar la problemática del agua en aquellos países con abundancia aparente del líquido pero con alta concentración de la demanda de agua en polos de desarrollo locales.

La oferta hídrica superficial alcanza 2.112 Km³ por año, cifra resultante después de descontar el volumen total evaporado, en el que un Km³ corresponde a 1 x 10⁹m³. Si esta cifra se distribuye en un año hidrológico medio, y se conecta la población, puede afirmarse que para cada persona en Colombia hay para repartir 53.000m³ por año. Mientras en otros países un habitante no alcanza a tener 1.000m³ por año. Es así como en Colombia aparece una cifra exorbitante que ha llevado al despilfarro de agua y a carecer de una disciplina en el manejo del recurso hídrico.

El país tiene un alto potencial de aguas subterráneas, por lo menos 100 municipios se abastecen de esta fuente para suplir requerimientos ya que no cuentan con aguas superficiales o tienen diferencias de cota para la toma directa del río o el agua que los rodea está altamente contaminada. Existen sistemas con abundante agua subterránea, pero aun no se ha establecido el potencial real de este recurso. El uso de acuíferos se está extendiendo a varias regiones del país así como a grandes sectores de la sabana de Bogotá, valle del Cauca y algunos sitios de la zona Caribe y la Orinoquia.¹⁹

Comparando la información disponible, basado en la estimación global del volumen almacenado con la demanda total acumulada en 25 años, se han categorizado las zonas con buenas y regulares posibilidades de utilización de agua subterránea en condiciones de no recarga.

¹⁸ UNESCO, Balance hídrico mundial y recursos hidráulicos de la tierra/estudios e informes sobre hidrología Madrid. 1979. P 25.

¹⁹ MARÍN R.R. Estadística sobre el recurso agua en Colombia, segunda edición. Edición arte y fotolito. Bogotá. 1992. P 23

En general si la oferta de agua superficial calculada es de 67.000 m³ por segundo, esto quiere decir que la demanda requiere planificarse por que involucra la necesidad básica de la población, especialmente de aquella que no está abastecida suficientemente. Por otra parte la demanda de agua está referida a la cantidad de liquido requerido para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de una comunidad; domestica, agrícola-pecuaria e industrial y servicios.

Colombia hace 50 años era 75% rural y 25% urbano. Hoy la relación porcentual es inversa, un 80% corresponde al sector urbano y un reducido 20% es rural. Las fuentes que abastecen las cabeceras municipales presentan una alta presión por que los sistemas construidos ya cumplieron su vida útil, por eso resulta indispensable estudiar fuentes superficiales alternativas o la posibilidad de abastecimiento subterráneo. Hoy se habla de cosechar la lluvia. Existen países donde se cobra un impuesto por área de captación de agua lluvia de una vivienda; una opción, entonces, será cosechar el agua de lluvia, para su aprovechamiento, práctica que en algunas regiones del país, como el Urabá antioqueño, ya se utiliza aunque sin técnica.

Se han analizado 1.070 municipios que corresponden al 96% del total. De ellos, 540 tienen una cobertura de alcantarillado mayor o igual al 80% y 118 municipios tienen un 18% de cobertura. Estas cifras revelan un déficit en el manejo de agua usada por que la mayoría de las poblaciones no tienen sistemas de tratamiento de aguas servidas y de ahí la problemática de restauración de las condiciones del agua. En el país solo hay 237 plantas de Tratamiento de aguas residuales, de las cuales solo nueve registran un adecuado funcionamiento.

En general, la demanda de agua del sector industrial no supera los 50 m³ por segundo, la producción agrícola demanda potencialmente 1 litro por segundo por hectárea, lo que equivale a 1.000m³ por segundo para irrigar cerca de un millón de hectáreas. Esta cifra es reducida teniendo en cuenta la existencia de 10 millones de hectáreas en suelos productivos sin adecuar. Sumando la demanda de los sectores doméstico, industrial, comercial agrícola y pecuario, etc., no llegaría a requerirse más de 7.000m³ por segundo, quedarían 60.000 m³ por segundo que irían directamente al mar.²⁰

Colombia tiene la urgente necesidad de contar con información actualizada y cada vez más precisa sobre la distribución regional y local de sus disponibilidades de agua y la distribución territorial de sus usos, a fin de precisar y ordenar las áreas con mayor peligro de abastecimiento y adelantar las acciones de planificación y regulación del recurso hídrico. Dentro de esta orientación. El IDEAM elaboro con base en la información y conocimiento que tiene sobre el medio natural y su relación con las actividades de la relación entre la demanda y la oferta de agua a diferentes niveles territoriales.

²⁰ IDEAM. Coautor. Estudio nacional del agua. Balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia. Segunda versión. Bogotá, 2000.

La confrontación y relación entre la demanda y la oferta se hace teniendo en cuenta como factor de reducción de la oferta, la necesidad de agua para mantener un caudal mínimo, la regulación y sostenimiento de los ecosistemas y las limitaciones por alteraciones de la calidad. Con un índice de escasez, relación porcentual de la demanda sobre la oferta, se establece la categorización de las regiones por su mayor a menor grado de vulnerabilidad de acuerdo con el índice de necesidad de ordenar el uso del recurso hídrico en función de la disponibilidad.

Para los análisis de oferta y demanda del sector agropecuario debe tenerse en cuenta una buena parte de la producción es realizada en condiciones de secano lo cual requiere decir que aprovecha directamente el recurso hídrico procedente de la precipitación y tanto su demanda o utilización de agua queda incluida en el balance hídrico en el rubro de evapotranspiración.

En el caso colombiano solo una fracción pequeña de las necesidades hídricas de la agricultura es atendida por distritos de riego que toman el recurso directamente de cursos o cuerpos de agua. Los grandes distritos, pese a que en Colombia constituyen un número y una cobertura relativamente pequeña, se concentran en cultivos agroindustriales de alta significación para la economía nacional.

El agua utilizada por usos domiciliarios e industriales y que constituye una proporción mínima respecto a la empleada por los distritos de riego y consumos pecuarios, a diferencia de estos últimos, retorna los volúmenes usados al sistema hídrico, pero con características de calidad sensiblemente inferiores afectando la disponibilidad del recurso aguas abajo.²¹

Por su parte, aunque algunas industrias intensivas en el uso de agua toman el recurso de agua subterránea y fuentes diferentes a los acueductos urbanos, una parte importante de las industrias utiliza agua potable y tratada suministrada por las empresas de acueducto municipal.

La ubicación geográfica, la variada topografía y el régimen climático que caracterizan al territorio colombiano han determinado que posea una de las mayores ofertas hídricas del planeta. Sin embargo esta oferta no está distribuida homogéneamente entre las diferentes regiones del país y, además, está sometida a fuertes variaciones que determinan la disponibilidad del recurso, razones por las cuales, en el territorio continental de Colombia se presentan desde zonas deficitarias de agua hasta aquéllas con grandes excedentes, que someten a grandes zonas del país a inundaciones periódicas de duración considerable.

²¹ IDEAM. Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia. VI jornadas del CONAPHI- Chile. Disponible en <<http://www.docstoc.com/docs/19690453/OFERTA-Y-DEMANDA-DEL-RECURSO-HIDRICO-EN-COLOMBIA>>

La riqueza hídrica colombiana se manifiesta: en una extensa red fluvial superficial que cubre el País en unas condiciones favorables de almacenamiento de aguas subterráneas, en la existencia de cuerpos de agua lentos, distribuidos en buena parte de la superficie total, y en la presencia de enormes extensiones de humedales. La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita total de Colombia es de 59.000 m³/hab/año; sin embargo, la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales, es de 12.000 m³/hab/año. La oferta hídrica per cápita total es el volumen de agua anual disponible por individuo y se obtiene de dividir el volumen total de agua dulce superficial anual disponible por el tamaño de la población. La oferta hídrica per cápita accesible, en condiciones naturales, es el volumen anual disponible por individuo y equivale aproximadamente al 20% de la oferta per cápita total. Con base en este indicador y en la población actual el volumen de la oferta total accesible equivale a un total estimado de 500 km³ al año.

Las condiciones atmosféricas, geológicas y morfológicas del territorio nacional que explican la abundancia hídrica, configuran condiciones excepcionales que determinan una alta diversidad y productividad biológica. Estas condiciones se convierten en recursos excepcionales para el desarrollo, presentando además un potencial importante hacia el futuro frente a los requerimientos mundiales. Sin embargo, la capacidad de aprovechamiento de esta relativa abundancia hídrica está determinada por las limitaciones temporales y espaciales que presentan los diferentes regímenes hídricos del país.

Si bien se reconoce la riqueza hídrica nacional, tanto en la distribución espacial y temporal, este enorme potencial se restringe en su aprovechamiento por la confluencia de múltiples factores antrópicos que han generado efectos en los componentes del ciclo hidrológico y, en especial, sobre la calidad del agua por la incorporación de residuos a las fuentes que los abastecen. También lo afectan en buena medida los patrones de aprovechamiento caracterizados por mecanismos de uso poco eficientes del recurso hídrico.

En la actualidad existe una creciente demanda por el recurso hídrico en contextos urbanos y rurales a nivel global. El desarrollo económico amenaza constantemente la conservación de los recursos naturales, provocando un deterioro de los mismos, esencialmente el agua, lo que pone en riesgo a las poblaciones que de él dependen. El agua es un recurso vital que se encuentra bajo competencia entre usuarios, por lo que es importante mejorar el conocimiento de la cantidad y distribución del agua en las microcuencas para planificar y hacer uso sostenible del mismo.²²

La mayor parte del agua que utilizamos es captada y distribuida por cuencas hidrográficas. Una cuenca hidrográfica es un área topográficamente delimitada y delineada con un sistema de ríos o tributarios, a través de los cuales todo el escurrimiento generado en la cuenca es drenada en una misma salida, en el punto más bajo. Conocer la oferta de agua de una cuenca, ayuda a conocer su potencial para usos domésticos y de riego. La información de

²² GARCÍA, M; SÁNCHEZ, F; et. al. S.f. El Agua (En línea). Consultado el 2 de julio de 2005. Disponible en <<http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm> >

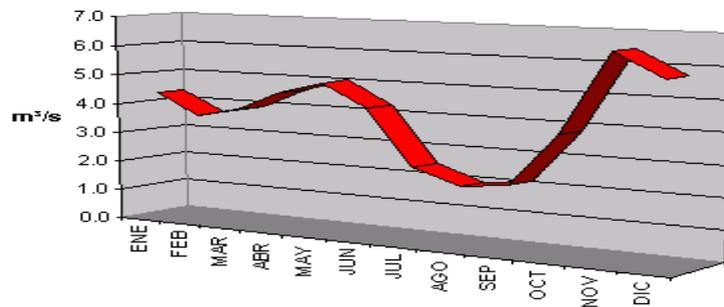
una cuenca específica es importante para la toma de decisiones de manejo, en cuanto a la cantidad de habitantes que la cuenca puede sustentar y el tipo de actividades agrícolas que pueden desarrollarse.

Para la determinación de los rendimientos hídricos en la cuenca, se obtuvo información de 59 estaciones respecto a registros de lluvias diarias. La información fue suministrada por entidades como la CRQ, CENICAFÉ, IDEAM y la CVC, obteniéndose una clara diferenciación de la precipitación desde la zona plana a la montañosa y la variación Norte – Sur de la cuenca.

La longitud del periodo hidrológico considerado para todas las estaciones fue de 20 años, abarcando los registros desde el año 1982 - 83 al 2002 – 03. De igual manera, la ubicación de las estaciones en el área de la cuenca, permitió distribuir el peso del fenómeno de precipitación de acuerdo al trazado de polígonos de Thiessen.

El análisis a nivel mensual multianual en un periodo hidrológico de 20 años para observar el comportamiento en cuanto a la disponibilidad de agua, permitió obtener el régimen bimodal de lluvias imperante en la región andina. La situación anterior, incide directamente mediante la relación lluvia-escorrentía en el comportamiento de caudal, donde se hace evidente el mismo régimen.²³

Grafica 6. Comportamiento mensual multianual del caudal en la cuenca del río Barbas.



Fuente. CARLOS ANDRÉS SABAS R. Ingeniero Ambiental, C.M. Sc. Universidad Tecnológica de Pereira.

Para efectos de la determinación de la disponibilidad de agua en la cuenca del río Barbas, se establecieron once (11) puntos de interés ó de control, los cuales obedecen a la localización de las captaciones de los diferentes usuarios del recurso.

²³ O.F. GÓMEZ, I.C. VELÁSQUEZ and L. Villegas. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el Acueducto Comunitario Tribunas Córcega – ATC. 2005. P 5

Analizando los resultados de los índices de escasez, se observa que las condiciones críticas tiene que ver con la concesiones otorgadas (demanda) en la parte alta de la cuenca (puntos de control 3 y 4), las cuales corresponden al acueducto de tribunas Córcega y superan la disponibilidad hídrica neta en su máxima capacidad (95% CDC y Q ecológico 20% QMM).

Al consultar información sobre el consumo de los usuarios del acueducto en mención, se encontró que del 100% de suscriptores (1620), el 33% registra consumos suntuarios (superiores a 40 m³/mes).

Se ha diseñado entonces, una nueva propuesta de distribución de caudales llevando las condiciones de otorgamiento de la oferta hídrica disponible al máximo posible, respetando las condiciones de análisis para el 95% de la CDC y el 20% QMM para caudal ecológico, lo cual permite establecer que se deben reducir los caudales otorgados en las concesiones de "Barbas-Sonora"(PC 4) y "Charco Negro"(PC 3), de 46.2 L/s a 41 L/s y de 12 L/s a 9 l/s respectivamente.²⁴

Se adelantaron estudios del balance hídrico entre oferta demanda para los puntos de control en la cuenca del río Barbas, encontrando los sitios específicos donde se presentan conflictos respecto al acceso del recurso hídrico. El apoyo y cooperación interinstitucional, permitió tener una línea base de los tres departamentos que conforman esta subcuenca compartida; sin embargo, deberán adelantarse tareas de campo más detalladas para identificar usuarios que captan ilegalmente el recurso.

En cuanto al tema del caudal ecológico, se adelantaron estudios con valores del 20% y 30% del caudal medio mensual multianual (QMM) y se optó por el valor más bajo con objeto de garantizar un mayor valor de oferta hídrica disponible. No obstante, deberán desarrollarse Estudios sobre esta temática en el corto plazo que sustenten los valores estimados.

Respecto a la afectación por calidad del agua, los valores del ICA encontrados para condiciones críticas, fueron superiores a 80, lo cual establece que a la fecha la calidad es buena y no es necesario afectar por este criterio la oferta hídrica, pero la dinámica de ocupación del suelo en la zona, hace pensar que en el mediano plazo se puedan presentar problemas de calidad, por ello un monitoreo periódico debe ser considerado por parte de las Autoridades Ambientales.

Los índices de escasez, permitieron conocer que los puntos de control 3 y 4, sitios donde se encuentran localizadas las captaciones del acueducto de Tribunas Córcega, presentan graves condiciones de déficit, toda vez que el indicador fue mayor al 100%, indicando que la demanda supera la oferta disponible y deberán redefinirse las concesiones otorgadas a este usuario. La situación anterior, requiere la intervención de la Autoridad Ambiental competente, en este caso la CARDER, para que acometa una redistribución del recurso con una nueva propuesta que incluya la modificación de las concesiones existentes.

²⁴ *Ibíd.* p 5

Las nuevas concesiones, deben ser condicionadas a una reducción de consumos a través de instrumentos como los Planes de Ahorro y Uso Eficiente del Agua enmarcados en la Ley 373 de 1997; ó a la suspensión de expedición de nuevas matrículas por parte de la ESP, lo cual debe ir coherentemente respaldado por las políticas de planificación del uso del suelo que está definiendo el ente territorial.²⁵

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Caudal ambiental. Volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas.²⁶

Demanda hídrica. La demanda hídrica, en el marco del Estudio Nacional del Agua ENA 2010, se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos.

Evapotranspiración. Es la pérdida de agua por evaporación y transpiración de una cuenca o microcuenca, tomado como referencia (gramíneas o pastos), debido a condiciones climáticas.²⁷

Escurrimiento superficial. O flujo superficial se define como parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos de agua. Es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. En el balance hídrico se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración en suelo; está en función de las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca, y está íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.²⁸

²⁵ *Ibíd.* p 5

²⁶ DECRETO 3930 DE 2010 (Octubre 25) Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

²⁷ DOORENBOS J., PRUITT W. O. Estudio FAO Riego y Drenaje 24. Las necesidades de agua de los cultivos. 1977.

²⁸ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Estudio nacional de agua. Bogotá, 2000. Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021888/CAP3.pdf>

Evaporación. Es la cantidad de agua que debido a un proceso transforma en vapor. Al tratar la evaporación se considerará la que se produce desde una superficie libre de agua como lagos, embalses y pantanos.²⁹

Índice de escasez de agua: Relación porcentual entre la demanda potencial de agua del conjunto de actividades sociales y económicas con la oferta hídrica disponible, luego de aplicar factores de reducción por régimen de estiaje y fuentes frágiles. (IDEAM, 2008)
 Para las áreas municipales y las áreas que surten de agua las cabeceras municipales, se determinará el Índice de Escasez (relación demanda sobre oferta en porcentaje). Este índice se agrupa en 5 categorías:

Cuadro 4. Caracterización del Índice de Escasez

CATEGORIA	RANGO
No significativo	< 1% demanda no significativa con relación a la oferta
Mínimo	1 - 10% demanda muy baja con respecto a la oferta
Medio	11- 20% demanda baja con respecto a la oferta.
Medio Alto	21- 50% demanda apreciable.
Alto	>50% demanda alta con respecto a la oferta

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVD. Resolución No 0865, por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez. 2004.

Para evaluar la relación que existe entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis seleccionada, se considerará la clasificación citada por Naciones Unidas en la cual se expresa la relación entre aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. En esta relación cuando los aprovechamientos representan más de la mitad de la oferta disponible se alcanza la condición más crítica³⁰

²⁹UNESCO, guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del sur Montevideo Uruguay impreso en 1982 disponible en : http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_999_S_1982.pdf

³⁰ INFORME ANUAL SOBRE EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS RENOVABLES EN COLOMBIA: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. Bogotá. 2008. 162p. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsiaa/fulltext/ideam.pdf>

Infiltración Es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero incrementando el volumen acumulado anteriormente. Superada por la capacidad de campo del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerzas capilares y de la gravedad. Esta parte del proceso recibe distintas denominaciones, como: percolación, infiltración eficaz, infiltración profunda, etc.³¹

Microcuenca. Es una unidad física determinada por la línea divisoria de las aguas que delimita los puntos desde los cuales toda el agua escurre hacia el fondo de un mismo valle, río, arroyo o vegas. Al unirse el caudal y superficie drenada de varias microcuencas, se conforman las cuencas hidrográficas de mayor tamaño.

Oferta hídrica superficial. Se refiere al volumen de agua continental, almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo

Precipitación. Es el volumen de agua que cae por acción de la gravedad sobre la superficie terrestre en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo procedentes de la condensación del vapor de agua. La precipitación es responsable del depósito de agua dulce en el planeta y, por ende, de la vida tanto de animales como de vegetales, que requieren del agua para vivir.³²

Ronda hidráulica. Se entiende la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea de borde del cauce permanente de los ríos, embalse, lagunas, quebradas y canales, hasta de 30 metros de ancho, que contempla las áreas inundables para el paso de las crecientes no ordinarias y las necesarias para la rectificación, amortiguación, protección y equilibrio ecológico de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley 2811 de 1974 (Política de Humedales).³³

2.4 MARCO CONTEXTUAL

González es un pequeño municipio ubicado en el sur oriente del departamento del cesar, en las estribaciones de la cordillera oriental. Con una altitud de 1.260 metros sobre el nivel del mar, tiene una extensión de 75,2 Kilómetros cuadrados y una agradable temperatura promedio de 22 °C, dista 344 Km. de la capital del departamento, Valledupar y de Ocaña (N de S.) 22 Km. por carretera. Según el censo del DANE del año 2005 González cuenta con 1.580 habitantes en la cabecera municipal y en el resto del municipio 7.659 habitantes

³¹ APARICIO Mijares F. J. 1999. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ed. Limusa. México. 303 p.

³² INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Estudio nacional de agua. Bogotá, 2000. Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021888/CAP3.pdf>

³³ PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LA CIENAGA DE MALLORQUÍN, CRA-DAMAB-CORMAGDALENA - CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA disponible en: <http://www.crautonomia.gov.co/documentos/mallorquin/diagnostico/marcojuridico>

para un total de población de 9.239 habitantes. El municipio cuenta con servicios públicos como energía eléctrica en todo el municipio, telefonía fija en el casco urbano, telefonía celular en la mayor parte del municipio, servicio de acueducto sin tratamiento del agua en el casco urbano y acueductos rurales en algunos corregimientos y veredas. Las vías terciarias comunican por medio de carretera destapada casi todos los corregimientos y veredas con el casco urbano. Es el municipio más pequeño del departamento del Cesar, un verdadero paraíso semirural rodeado de verdes montañas aire puro y fresco, inigualable clima, agua abundante y un tranquilo y apacible transcurrir de la vida.

Aunque no se conocen documentos históricos al respecto, la fundación aproximada del municipio fue entre 1.572 y 1.578, luego de la fundación de Ocaña, presuntamente por unos cazadores provenientes de esa ciudad; el asentamiento tomó varios nombres, a saber: Loma de Indígenas, Loma de los Vientos, Loma de los Carates, Loma de González y finalmente González (posiblemente en homenaje a la primera familia colonizadora). Los habitantes aborígenes de GONZALEZ fueron los Búrburas, Bujuriamas y Teuramas (según los historiadores Mario Javier Pacheco y Luís Eduardo Páez García - Revista Hacaritama Academia de Historia de Ocaña) de donde nace la leyenda de la indígena "Leonelda Hernández" la bruja legendaria, según la leyenda, Leonelda fue condenada a la horca por practicar la hechicería y escapó con ayuda de su pueblo aborigen (los Búrburas) en tiempos de la "Santa Inquisición". El municipio de González perteneció al Magdalena Grande hasta el año 1967, año en que pasó a hacer parte de nuevo departamento del Cesar.

Limites y División Política: limita al Norte con el corregimiento de Otaré (Municipio de Ocaña), al Oriente con el municipio de Convención, al Sur con el municipio de Ocaña y al Occidente con el municipio de Río de Oro. Corregimientos y veredas. San Isidro, Cotorreras y Bujuriamas, Vijagual, Salobritos y San Cayetano, El potrero, El Oso, Montera, San Vicente, Bujaravita, Burbuja, Tequendama y Cerro Azul, Mata de Fique, Quebrada Estancia, Culebrita, Paramillo, La Floresta y El Chamizo.

González es un pueblo pacífico de gentes laboriosas y honestas, dedicadas al trabajo agropecuario en su mayoría, esta es su principal actividad económica. Pueblo de tradiciones religiosas predominantemente católico, lleno de leyendas centenarias donde se preservan muchas costumbres de antaño y de arraigada tradición oral, con marcada presencia del talento y gusto por la música, que exaltan la cultura popular a través de sus dos bandas: "27 de Enero" y "Los Especiales" las cuales con sus melodiosos acordes rinden homenaje año tras año al santo patrono "San Juan Crisóstomo" en las festividades de enero, a la virgen del Carmen el 16 de julio y a San Roque el 16 de agosto. La época decembrina y la novena de aguinaldo son una tradición que se mantiene con noches de retreta, paseos con banda musical y juegos pirotécnicos para el deleite de propios y visitantes.³⁴

³⁴ CENSO GENERAL 2005 - Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020». Departamento Administrativo Nacional de Estadística. marzo de 2010. Consultado el 25 de agosto de 2013. Disponible en <http://gonzalez-cesar.gov.co/apc-aa-files/38653938316639336266613839626663/INFORMACION_GENERAL_DEL_MUNICIPIO_DE_GONZALEZ.pdf> p 1

La economía local se basa en la agricultura de minifundio, donde predominan cultivos como la caña panelera, el tomate, fríjol, cebolla, plátano, yuca y café. Además de una ganadería incipiente

El ingeniero Carlos Mauricio Manzano Pérez realizó un estudio que consistía en el inventario detallado de usuarios del recurso hídrico en la cuenca del río Algodonal jurisdicción CORPOCESAR.

En el marco de la fase de diagnóstico del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca hidrográfica del Río Algodonal según el decreto 1729 de 2002, y la Guía Técnico Científica para la Ordenación de las Cuencas Hidrográficas del país, se encuentra establecida la información diagnóstica, en la cual el inventario detallado de usuarios del recurso hídrico es uno de los insumos para continuar con el proceso de ordenación.

Por esto la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-Regional Ocaña, implemento la aplicación de encuestas en cada una de las microcuencas que no poseían ningún tipo de información, de tal forma que se elaboro la base de datos con el número de usuarios del agua en la cuenca, los usos principales del recurso y la georreferenciación de la fuente de captación. De acuerdo al trabajo de investigación que se realizo se identificó la problemática de la población residente en la cuenca, principalmente las limitaciones por acceder al abastecimiento del agua, considerado como el recurso natural más preciado; por otro lado es evidente la necesidad de la organización y administración del agua, para garantizar su sustentabilidad y por supuesto suplir los requerimientos de las actividades productivas, entre las que se destacan el sector agrícola y pecuario.

Igualmente los usuarios del recurso hídrico desconocen en muchos casos que la deforestación de los nacimientos y riberas de las corrientes hídricas en las microcuencas abastecedoras que conforman las cuencas Rio de Oro y Limón dentro de la cuenca del Río Algodonal en jurisdicción de CORPOCESAR, causan el deterioro de la estructura ecológica, por ende, los conflictos por el uso y manejo inadecuado de los recursos naturales inician y la calidad de vida de los habitantes va en detrimento.

Por ello, una de las principales actividades en el manejo y administración del agua en la cuenca del Río de Oro y Limón es la concientización de la población a través del trabajo comunitario en el cual el acompañamiento técnico por parte de la Corporación es fundamental, ya que en la práctica realizada para la captura de información se generaron estrechos vínculos con la población de los municipios de la cuenca en jurisdicción de CORPOCESAR, Rio de Oro y González, donde los campesinos y demás pobladores comentaban la importancia de la presencia institucional y resaltaban el éxito del proyecto por el trabajo continuo directamente en campo.³⁵

³⁵ MANZANO, Carlos Mauricio. Inventario detallado de usuarios del recurso hídrico en cuenca del Rio Algodonal en jurisdicción CORPOCESAR. Trabajo de pasantías. Corporación autónoma de la frontera nororiental CORPONOR. ocaña.2011. Pág. 64.

2.5 MARCO LEGAL

2.5.1 Constitución política de Colombia de 1991. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.³⁶

Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

2.5.2 Decreto 0953 de 2013. Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011. Artículo 4°. Identificación, delimitación y priorización de las áreas de importancia estratégica. Para efectos de la adquisición de predios o la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales por parte de las entidades territoriales, las autoridades ambientales deberán previamente identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica, con base en la información contenida en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, planes de manejo ambiental de microcuencas, planes de manejo ambiental de acuíferos o en otros instrumentos de planificación ambiental relacionados con el recurso hídrico. En ausencia de los instrumentos de planificación de que trata el presente artículo o cuando en estos no se hayan identificado, delimitado y priorizado las áreas de importancia estratégica, la entidad territorial deberá solicitar a la autoridad ambiental competente que identifique, delimite y priorice dichas áreas.³⁷

Parágrafo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible podrá expedir directrices que se requieran para la identificación, delimitación y priorización de las áreas estratégicas para la conservación de recursos hídricos.

2.5.3 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. Artículo 54. Del objeto y la responsabilidad. Planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca. La Autoridad Ambiental competente formulará el plan.

Artículo 55. De las microcuencas objeto de Plan de Manejo Ambiental. En aquellas microcuencas que no hagan parte de un Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, se formulará en las cuencas de nivel inferior al del nivel subsiguiente, según corresponda.

³⁶ REPÚBLICA DE COLOMBIA. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. Actualizada hasta la reforma del 2001, Colombia, edición actualizada 2001. P.33.

³⁷ CONGRESO DE COLOMBIA Decreto 0953 de 2013. Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011. Editorial Littio. P 23

Parágrafo. En los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas se deberá adelantar el mecanismo de consulta previa a las comunidades étnicas cuando a ello haya lugar, de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal efecto.

Artículo 56. De la escala cartográfica. Los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas se elaborarán en escalas mayor o igual a 1: 1 0.000.

Artículo 57. De la selección y priorización. La Autoridad Ambiental competente, elaborará El Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca, previa selección y priorización de la misma, cuando se presenten o se prevean como mínimo una de las siguientes condiciones, en relación con oferta, demanda y calidad hídrica, riesgo y gobernabilidad:

1. Desequilibrios físicos, químicos o ecológicos del medio natural derivados del aprovechamiento de sus recursos naturales renovables.
2. Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca.
3. Amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar los servicios ecosistémicos de la microcuenca, y la calidad de vida de sus habitantes.
4. Cuando la microcuenca sea fuente abastecedora de acueductos y se prevea afectación de la fuente por fenómenos antrópicos o naturales.³⁸

Parágrafo 1. Mesa Técnica de concertación. Cuando los límites de una microcuenca comprendan más de una jurisdicción y no haga parte de una cuenca hidrográfica en ordenación, las Autoridades Ambientales competentes con jurisdicción en ella, concertarán el proceso de planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca.³⁹

Parágrafo 2. Una vez aprobado el Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca el municipio correspondiente deberá tener en cuenta lo definido en el Plan, al momento de elaborar, ajustar y adoptar el Plan de Ordenamiento Territorial.

Parágrafo 3. No obstante lo definido en este artículo, las Autoridades Ambientales competentes impondrán las medidas de conservación, protección y uso sostenible de los recursos naturales a que haya lugar, en aquellas microcuencas que aún no han sido objeto de Plan de manejo Ambiental.

El mencionado Decreto deroga los Decretos 1604 y 1729 de 2002 para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia.

³⁸ Ibid. P 24

³⁹ REPÚBLICA DE COLOMBIA. 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. Editorial Norma. 2013. P 11

2.5.4 Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Artículo 3.- Condiciones del aprovechamiento. El aprovechamiento de los recursos naturales y demás elementos ambientales se realizarán con sujeción a los principios generales establecidos por el Decreto-ley 2811 de 1974 y, de manera especial, a los criterios y previsiones del artículo 9 del mismo estatuto. Toda actividad que por sus características pueda producir un deterioro grave a los recursos naturales renovables de la cuenca, disponga o no ésta de un plan de ordenación, deberá autorizarse por la Entidad Administradora de los Recursos Naturales Renovables, previa elaboración y presentación del respectivo estudio de efecto ambiental.⁴⁰

⁴⁰ CONGRESO DE COLOMBIA. Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Editorial Littio. 2000. P 23

3 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico de la investigación es no experimental *tipo Exploratoria in situ* en el área de la Microcuenca La Estancia, en el municipio de González, departamento del Cesar. El levantamiento de la información (primaria y secundaria) con enfoque participativo, se evaluó mediante análisis estadístico descriptivo en la sistematización y procesamiento de la misma, con apoyo de herramienta SIG utilizando el software de código libre Quantum Gis 2.8, para el análisis de la cartografía base y la generación de información geográfica, en formato vectorial tipo Shape (levantamiento directo) de la Microcuenca La Estancia, que permitió la gestión integral del recurso hídrico en el aprovechamiento de los recursos naturales.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El Proyecto de investigación se caracteriza por ser un tipo de investigación *Empírico Analítico*, basado en el análisis exploratorio bajo la observación in situ en el área de la microcuenca, para la evaluación del índice de escasez como indicador de la disponibilidad del recurso hídrico, teniéndose como prioridad el abastecimiento de agua para consumo humano y demás usos⁴¹.

La investigación se desarrollará mediante la aplicación del Modelo Gestión del Recurso Hídrico de la Alianza CARDER-UTP, 2007⁴² adoptado de la metodología del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004⁴³ con el apoyo de herramienta SIG con enfoque participativo para el análisis de la información cartográfica; lo que permitirá la determinación de características morfo métricas de la Microcuenca (factor área) y transposición de caudales por polígonos de Thiessen (factor precipitación), para el cálculo de la oferta hídrica del agua superficial neta y la cuantificación de la demanda hídrica en el área de estudio, insumos necesarios para el cálculo, categorización y evaluación del índice de escasez (expresión matemática), basado en el análisis y valoración estadística descriptiva (cualitativa y cuantitativa) de la dinámica hidrológica, comportamiento y respuesta de las características biofísicas del área de la Microcuenca La Estancia.

Se resalta que la escala a trabajar es 1:100000, puesto que es la escala de la cartografía base en formato vectorial tipo shp y las imágenes raster de los modelos digitales de elevación usados para determinar propiedades morfo métricas, se trabajaron a 30 metros de rango, el cual se encuentra definido para esta escala. Sin embargo, se debe realizar un ajuste de escala en las salidas gráficas a generarse, puesto que es necesario detallar ciertos elementos de la microcuenca, útiles para el entendimiento del estudio.

⁴¹ República de Colombia, 1978. Decreto N°1541 de 1978, Aguas no Marítimas, Cap IV Art 41-68 y Cap V.

⁴² Convenio Interadministrativo N°040 de 2007. Alianza Corporación Autónoma Regional de Risaralda-Universidad Tecnológica de Pereira.

⁴³ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución N° 0856 de 2004.

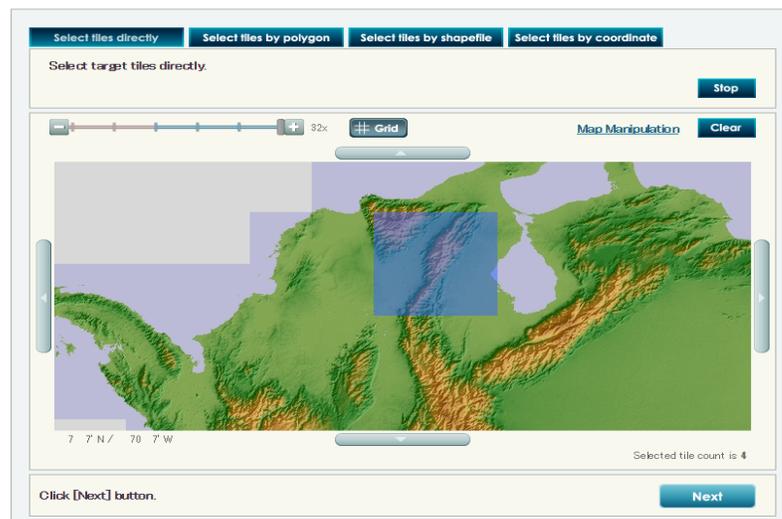
3.2 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

Para efectos de la investigación, el estudio se realizó durante seis meses en la Microcuenca La Estancia del municipio de Gonzales, departamento del Cesar mediante la adopción de la siguiente metodología:

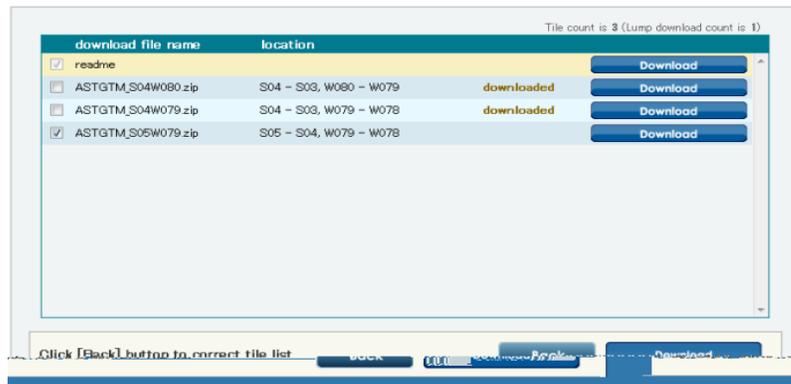
Delimitación del área de la Microcuenca La Estancia y determinación de las características morfométricas de la misma (uso herramienta SIG)

Delimitación del área de la Microcuenca La Estancia: Para la delimitar la Microcuenca La Estancia se utilizó el software ArcGIS Versión 10.3, el cual cuenta con herramientas hidrológicas que permiten modelar el flujo de agua a través de una superficie de un Modelo de Elevación Digital (DEM), a continuación se describe el proceso para delimitar automáticamente la Microcuenca.

1.- Obtención del Modelo de elevación digital DEM. Las imágenes DEM se descargan gratuitamente a través de la página de ASTER GDEM previamente registrado con el nombre de usuario y contraseña, luego de ingresar se procede a explorar por medio de la pestaña Search ubicada en el panel izquierdo.



Determinamos el área de interés seleccionando directamente haciendo clic sobre el mapa, seguidamente clic en Start para empezar con la selección, le damos clic al botón Next, seleccionar el propósito de la descarga y aceptar los términos (Agree), ahora hacer clic en Download para obtener las imágenes satelitales en formato GeoTIFF y usar cualquier descompresor como Winzip.



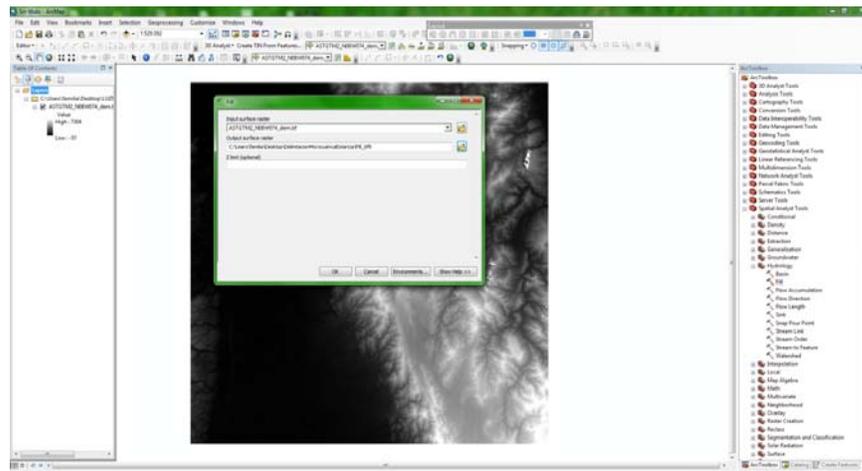
2.-Definir proyección del DEM. Se debe re proyectar el archivo Raster descargado para esto se utiliza la caja de herramientas de ArcToolbox, se define la proyección con el sistema de coordenadas.

ArcToolbox > Data Management Tools > Projections and Transformations > Raster > Project Raster

3.- Eliminar imperfecciones del DEM Para eliminar las imperfecciones en la información del DEM utilizamos la herramienta **Fill**, que nos permite rellenar imperfecciones existentes en la superficie del modelo digital de elevaciones, de tal forma que las celdas en depresión alcancen el nivel del terreno de alrededor.

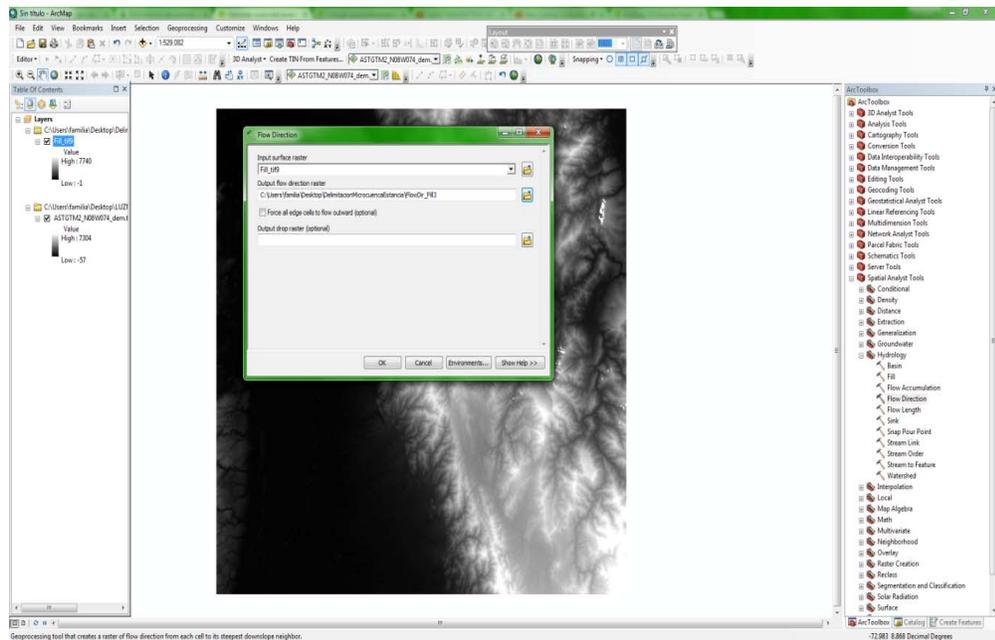
ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill

Como resultado se obtiene un raster denominado Fill_tif9

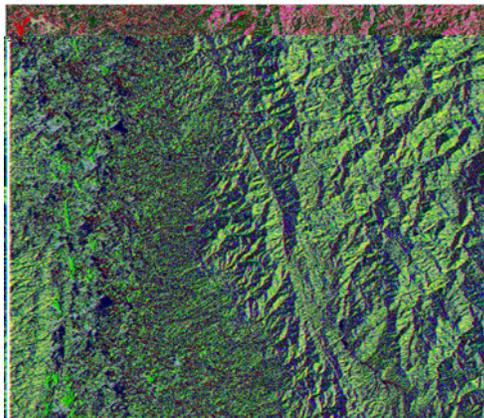


4. Definir la dirección de la red hídrica. Con la herramienta Flow Direction, se define la dirección del flujo de cada una de sus celdas a otra.

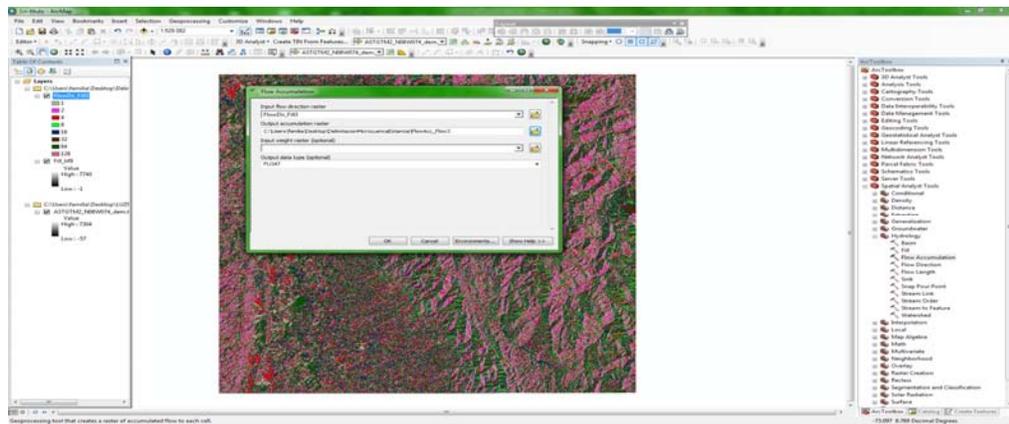
ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction



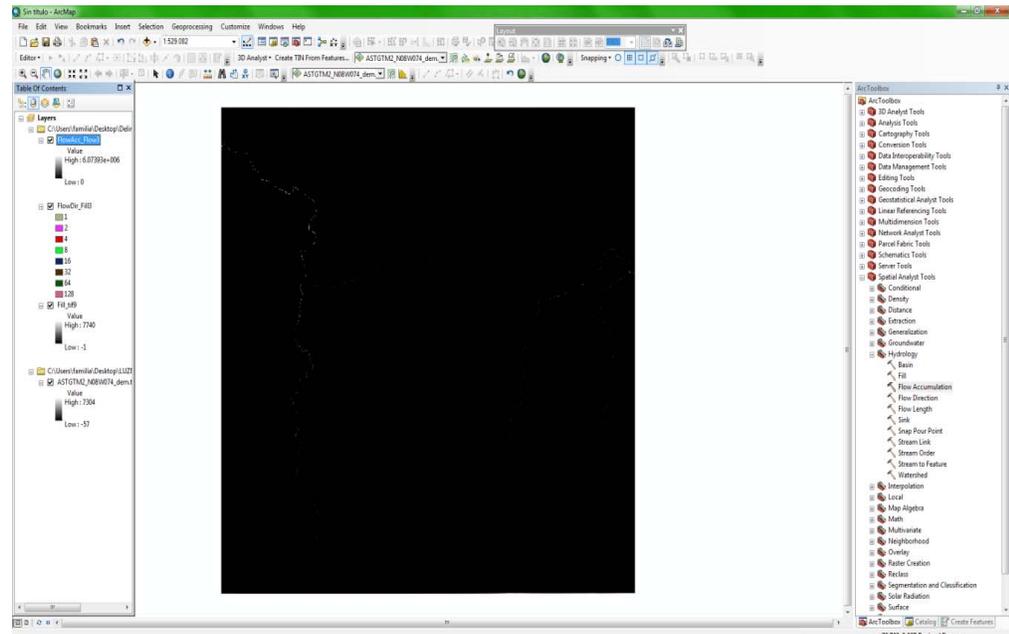
Como resultado se obtiene el raster denominado FlowDir_Fill3



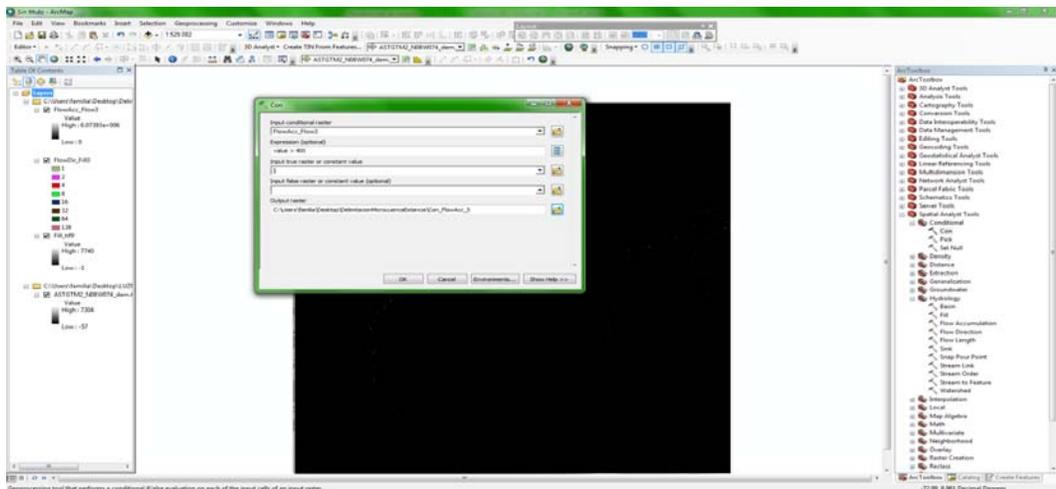
5. Determinar la acumulación la red hídrica Ahora con la herramienta Flow Acumulación, se crea un ráster de acumulación de flujo en cada celda, la entrada de esta herramienta es el archivo ráster generado con la herramienta Flow Direction.



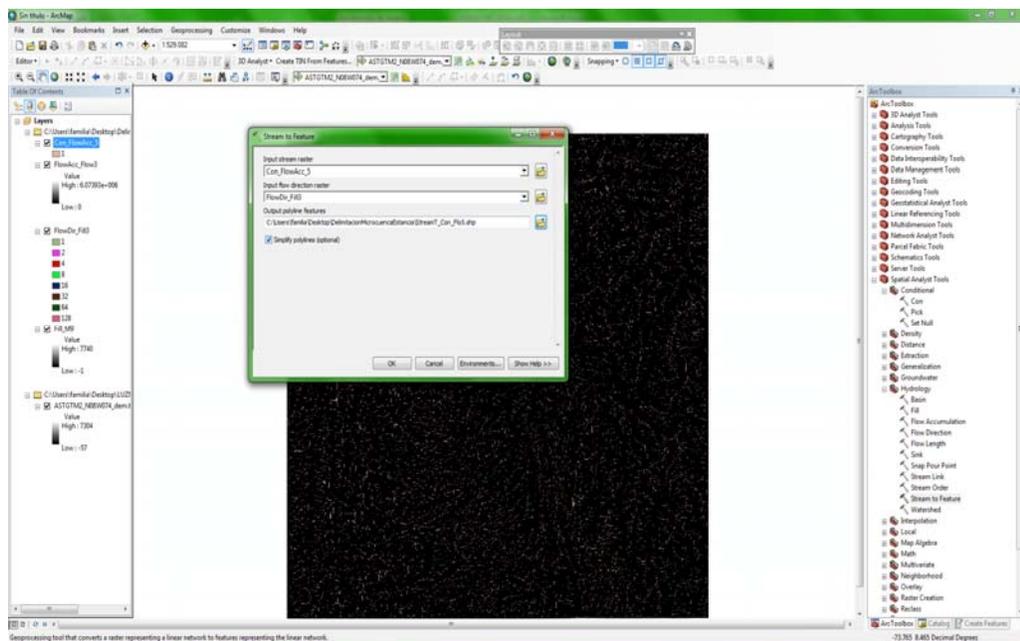
Como resultado se obtiene el raster denominado FlowAcc_Flow3



6.- Construimos la Red Hídrica. Ahora vamos a construir automáticamente la red hídrica por medio de la herramienta Con, es decir esta herramienta permite clasificar las celdas con acumulación de flujo superior a un umbral especificado por el usuario, por ejemplo al ingresar un valor bajo como resultado mostrará afluentes pequeños de la red de drenaje, pero mientras más alto sea el valor se obtendrá la red de drenaje de mayor tamaño.

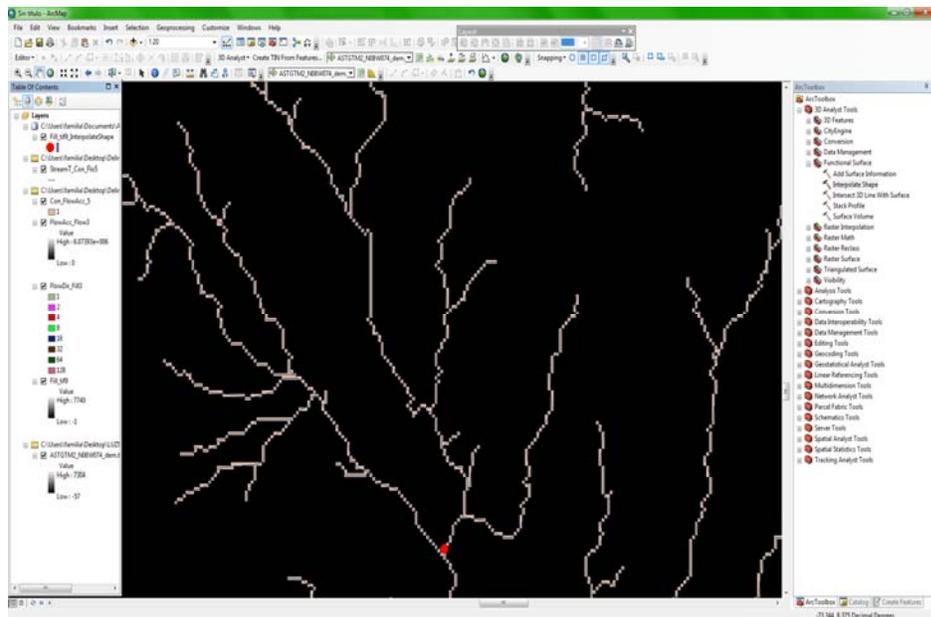


Como siguiente paso generar un vector entre el resultado de los ráster de la acumulación de flujo y el condicional con, con ayuda de la herramienta Stream to Feature.
ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Stream to Feature



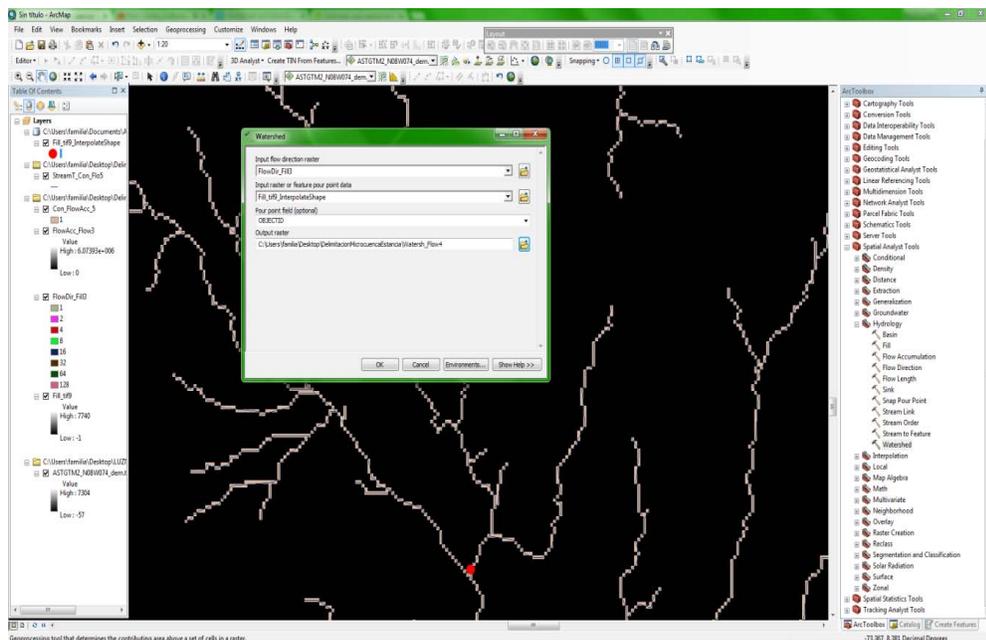
Luego se debe determinar el punto de drenaje de la microcuenca La Estancia, esto se puede hacer creando un shapefile tipo punto, luego interpolarlo con un modelo de elevación digital (DEM) para obtener sus coordenadas en tres dimensiones.

ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Functional Surface > Interpolate Shape



Para culminar con la herramienta **Watershed** usar el ráster creado con Flow Direction y el punto de desfogue interpolado.

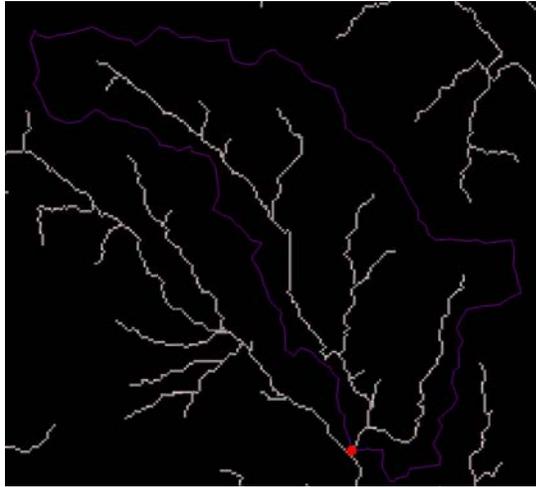
ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology > Watershed



Finalmente para obtener el polígono de la microcuenca tan solo basta en convertir el ráster a shapefile tipo polígono.

ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon

El resultado de la delimitación de la microcuenca La Estancia se muestra en la siguiente imagen:



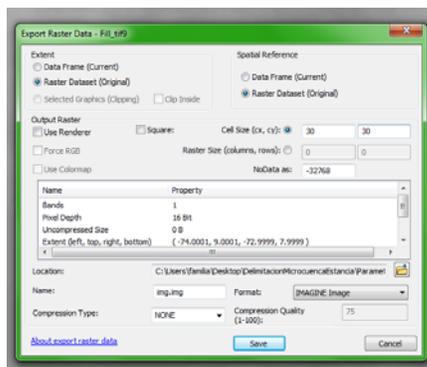
Fuente: Autores, Software ArcMap Versión 10.3

Determinación de las características morfométricas: la morfometría de una cuenca hidrográfica permite evaluar el funcionamiento de un sistema hidrológico en base a un conjunto de estimaciones lineales, de relieve y superficie.

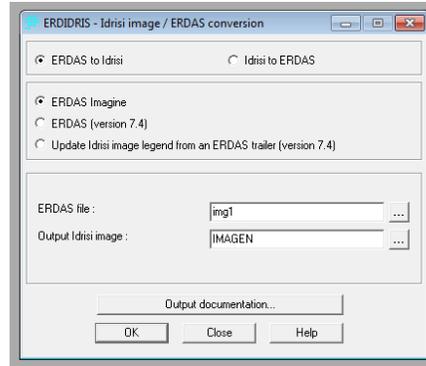
Estas características se pueden calcular de forma automática utilizando el software Idrisi Selva Versión 17 y el módulo enfocado a la Gestión Integrada del Agua. Se debe realizar el siguiente procedimiento:

- 1.- Obtener un modelo de elevación digital (DEM) y eliminar imperfecciones en la información del mismo como se menciono anteriormente.
- 2.- Desde ArcGIS exportar DEM como formato IMG se debe tener en cuenta que la resolución debe estar en números enteros para que lo reconozca el software IDRISI Selva Versión 17

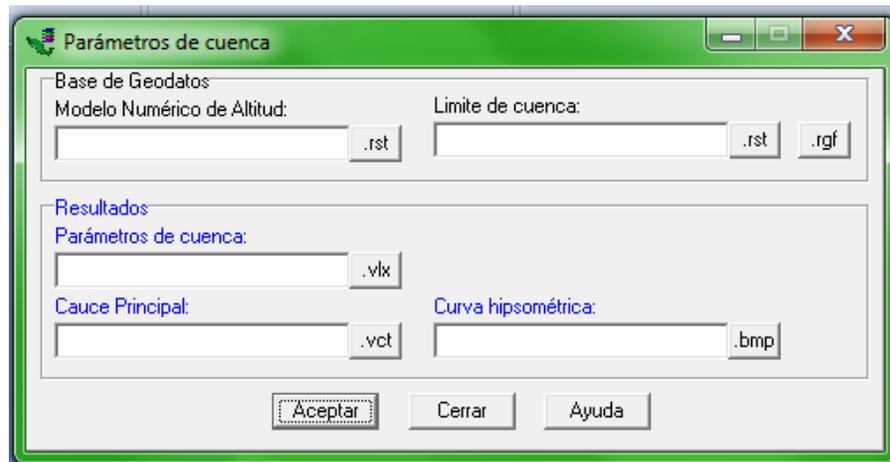
Data > Export Data



- 3.- Determinar la Microcuenca de estudio como se menciono.
- 4.- Crear un nuevo proyecto en Idrisi, importar el archivo DEM
File> Import> Software – Specific Formats > ERDIDRIS (ERDAS)



- 5.- Reproyectar archivo ráster (DEM) en Idrisi
- 6.- Convertir archivo vector a ráster en Idrisi.
- 7.- Calcular los parámetros morfo métricos con Water cycle.
Integrated Water Management > Environmental aspects > Water Cycle > ParametrosCuenca



Luego se guardó la tabla resultante como un archivo Excel.

✓ Definición de las estaciones pluviométricas de influencia en el área de estudio y gestión de la información del registro histórico de precipitaciones (red pluviométrica) para cuantificar la disponibilidad de agua en los puntos de control (captaciones) mediante la transposición de caudales.

Para la ubicación de las estaciones pluviométricas se consultó en el Geovisor institucional del IDEAM, disponible en <http://visor.ideam.gov.co:8530/geovisor/#!/profiles/3/no> del cual se extrajo información de las estaciones más cercanas a la microcuenca La Estancia, con la información obtenida se crea una tabla en Excel que contiene la localización de cada

estación. El archivo contiene una hoja llamada “localización de estaciones” que tiene la estructura que se muestra en la siguiente imagen.

Estacion	lat grad	lat min	lat seg	long grad	long min	long seg
LAGUNA LA	8	17	35	73	23	18
BROTARE	8	24	2	73	25	24
RIO DE ORO	8	20	0	73	21	0
INS AGR CONVENCION	8	18	55	73	21	27
APTO AGUAS CLARAS	8	28	14	73	20	38
UNIV FCO P SANTANDER	8	14	16	73	19	20

Las coordenadas están en grados, minutos y segundos geográficos. Estos valores necesitan ser convertidos en grados decimales, la conversión puede hacerse en el mismo archivo de Excel o en el ArcGIS, para este caso lo realizaremos en Excel utilizando fórmula general.

$$\text{Grados decimales} = \text{Grados} + \frac{\text{Minutos}}{60} + \frac{\text{segundos}}{3600}$$

Como estamos en el hemisferio occidental, la longitud es negativa, es decir para hallar los grados decimales para longitud la formula anterior quedará de la siguiente forma:

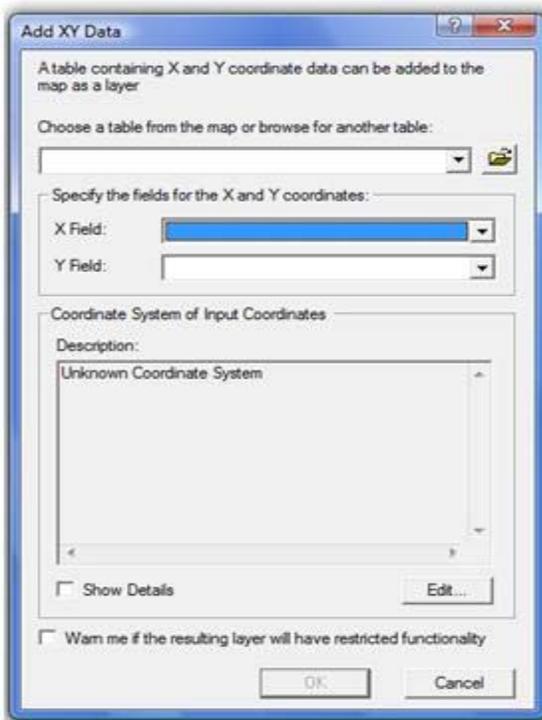
$$\text{Grados decimales} = - [\text{Grados} + \frac{\text{Minutos}}{60} + \frac{\text{segundos}}{3600}]$$

Al aplicar las dos ecuaciones anteriores para calcular la latitud y longitud en grados decimales obtenemos lo siguiente:

Estacion	lat grad	lat min	lat seg	latitud	long grad	long min	long seg	longitud
LAGUNA LA	8	17	35	=1*(B2+C2/60+D2/3600)	73	23	18	-73.38833333
BROTARE	8	24	2	8.40055556	73	25	24	-73.42333333
RIO DE ORO	8	20	0	8.33333333	73	21	0	-73.35000000
INS AGR CONVENCION	8	18	55	8.31527778	73	21	27	-73.35750000
APTO AGUAS CLARAS	8	28	14	8.47055556	73	20	38	-73.34388889
UNIV FCO P SANTANDER	8	14	16	8.23777778	73	19	20	-73.32222222

El siguiente paso es crear y proyectar un Feature Class de las estaciones localizadas Para ello procederemos de la siguiente forma:

Abrir ArcMap y buscar el archivo de Excel creado (Localización de Estaciones) Del menú principal seleccionamos tools, seguido de Add XY Data..., aparecerá una ventana como la que se muestra en la siguiente figura.

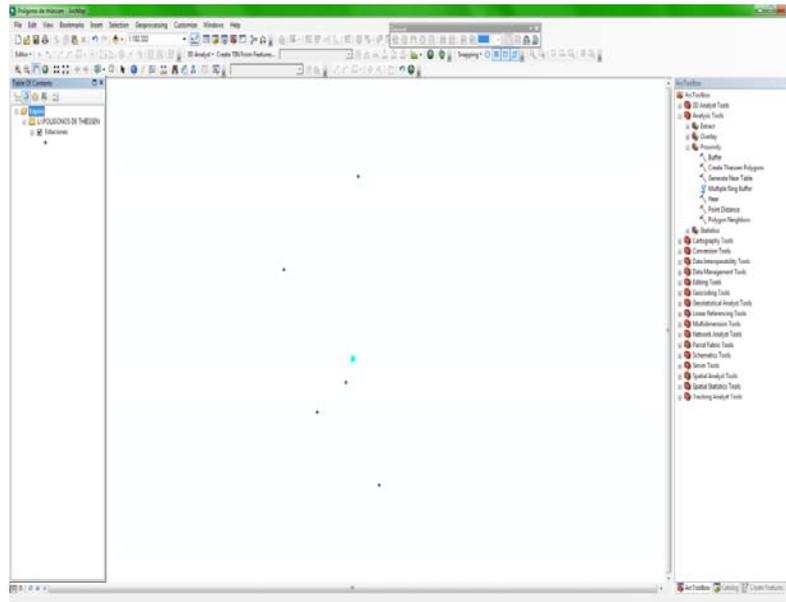


Damos clic en el icono para buscar el archivo de Excel donde tenemos las coordenadas de los puntos (cuyo nombre es Localización de estaciones). Seleccionamos el archivo y clic en **Add**. En la pestaña que está a la derecha de **X Field** se selecciona **Longitud** y en la pestaña a la derecha de **Y Field** se selecciona **Latitud**. El siguiente paso consiste en seleccionar el Datum, como estoy en Colombia, utilizaré el Datum WGS 1984 (este es el Datum con que fueron tomados los datos con el GPS), el cual se selecciona dando clic en el botón Edit, Damos clic en el botón **Select**, Seleccionamos Geographic Coordinate Systems y damos clic en el botón Add. De la ventana que aparece seleccionamos Word y en ella buscamos el datum WGS 1984. Damos clic en **Add** y luego en **Aceptar**.

Presionamos Ok para completar el proceso de transformación de la tabla el Event.**hoja1\$ Events** (un Event es un punto o línea que es visualizada usando coordenadas pero que NO es explícitamente parte de un Shapefile)

El paso siguiente es crear un Shapefile a partir del Events creado. Haga clic derecho sobre **hoja1\$ Events** y presiones **Data/Export** para exportar los datos como shapefile dentro de su carpeta de trabajo. Le colocamos el nombre: **Estaciones**
Damos clic en **Save**, sale un cuadro de dialogo donde se nos pregunta si se quiere agregar el archivo a nuestro mapa, le decimos que sí.

Como resultado se agrega el Shapefile **Estaciones** en el explorador de layers de ArcGis



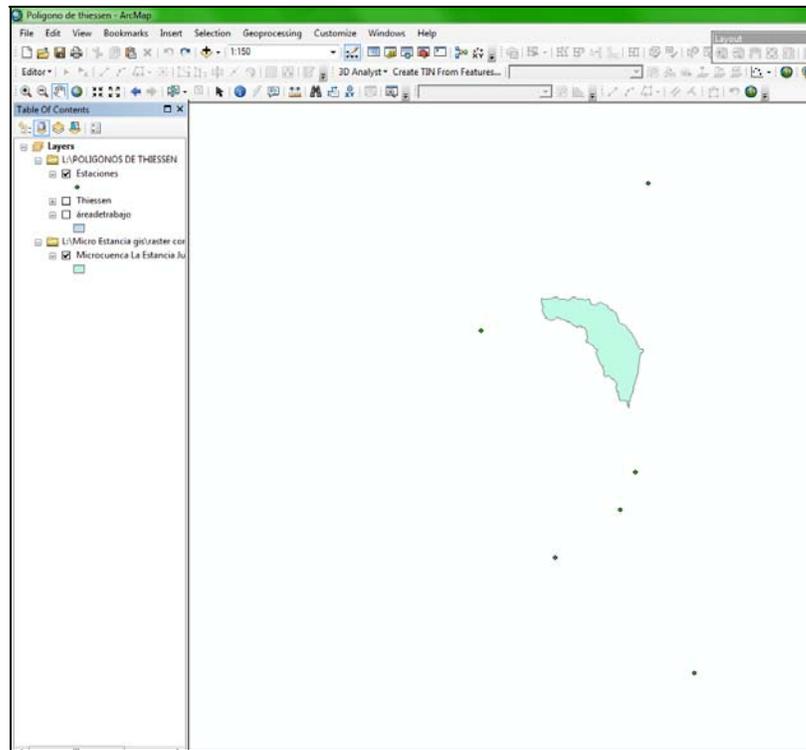
✓ Determinación de los polígonos de Thiessen (factor precipitación⁴⁴) en el área de la Microcuenca La Estancia teniendo como referencia las estaciones meteorológicas de influencia al área con su correspondiente registro histórico de precipitaciones con el objeto de determinar el área de influencia hidrológica para cada estación mediante el uso de la herramienta SIG (factor área), obteniendo de esta manera la precipitación ponderada de la Microcuenca.

El método de los polígonos de Thiessen consiste en delimitar áreas de influencia (unidades discretas) a partir de un conjunto de puntos. El tamaño y la configuración de los polígonos dependen de la distribución de los puntos originales.

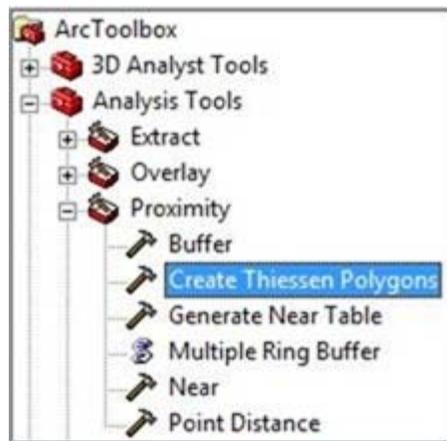
Para realizar los polígonos de Thiessen utilizaremos la precipitación promedio de 10 años atrás desde el año 1995 hasta el 2014 registradas en las estaciones del IDEAM. Como se muestra en la tabla.

En primer lugar se debe realizar un Shape de puntos con los datos registrados en las estaciones. Sobra ilustrar la metodología para crear un Shape de puntos con ArcGis Construido el Shape de puntos, tendremos la vista que se muestra en la siguiente figura

⁴⁴ HENAO S. Jesús, 1995. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomas USTA, Centro de Enseñanza Desescolarizada, Bogotá. Pag.120-125.



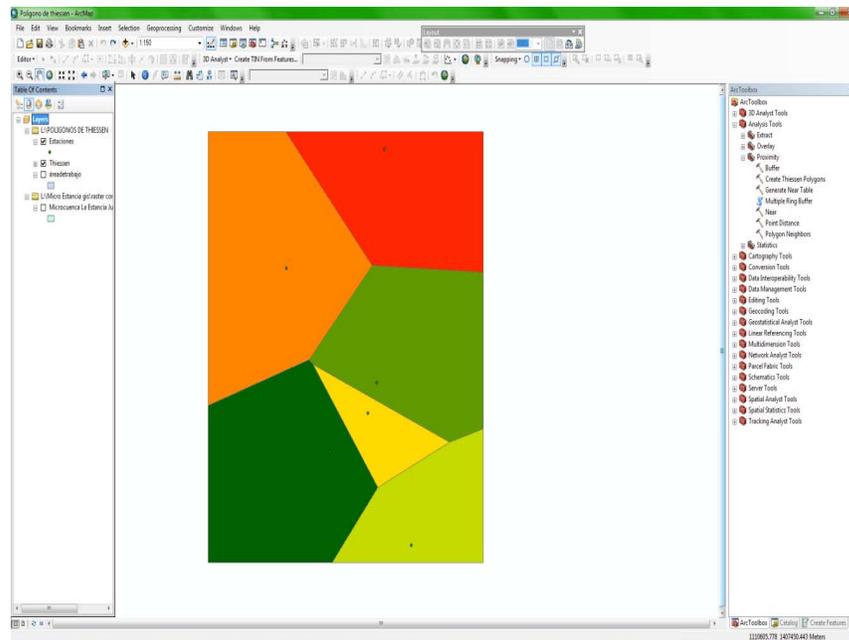
Nos vamos a **ArcToolbox** seguido de **Analysis Tools** luego **Proximity** y por ultimo **Create Thiessen Polygons**.



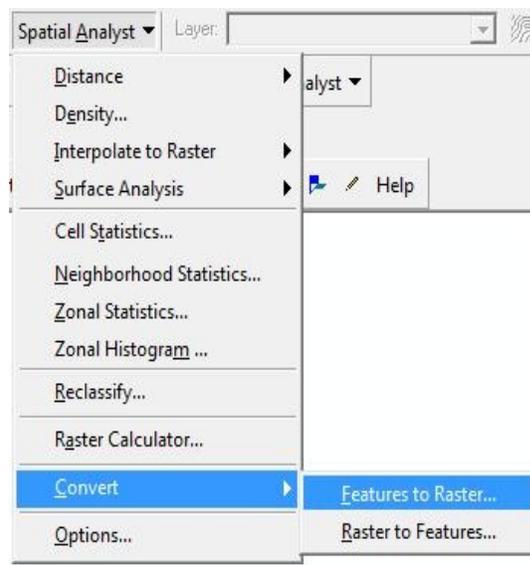
Aparecerá la siguiente ventana donde

- ✓ **Input features:** introducimos el feature que contiene los datos de precipitación
- ✓ **Output feature class:** introducimos el nombre del archivo salida
- ✓ **Output fiels:** indicamos All.

Damos clic en OK para obtener el siguiente resultado



Para obtener los valores de precipitación media de estos polígonos, los tenemos que convertir un raster, para ello seleccionamos **Spatial Analyst** seguido de **Convert** finalmente **Feature to Raster**



En la ventana que aparece, especificamos la siguiente información

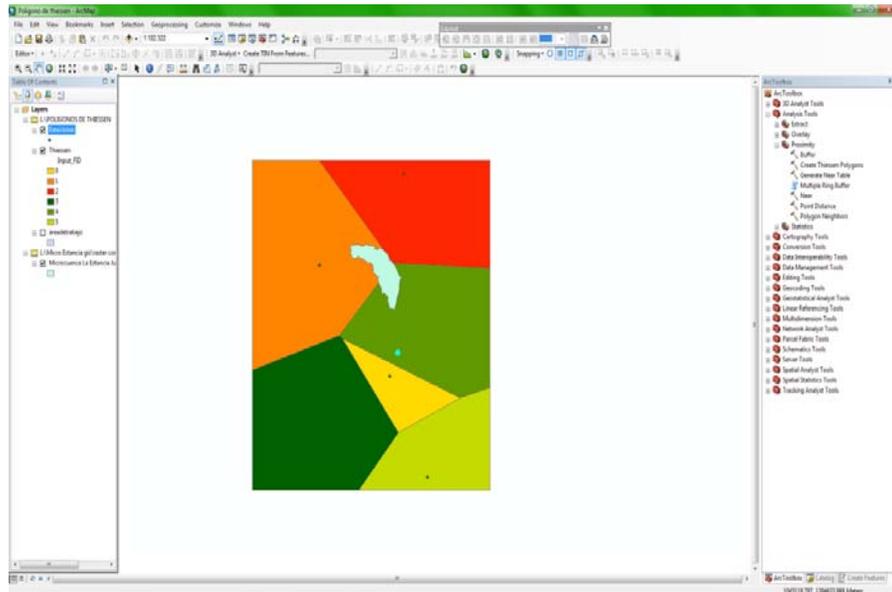
Input Feature: elegimos polígonos de thiessen.

Field: elegimos el campo que contiene los datos de precipitación, en este caso PP1985.

Ouput cell size: especificamos el tamaño de la celda del raster de salida. Colocamos 100.

Oupt raster: colocamos el nombre del archivo de salida. Colocamos thiessen.

Finalmente obtenemos el polígono de thiesen



MAPA DE PENDIENTES

Se debe activar la herramienta 3D analyst, cargar el Shape de curvas, se crea el TIN, una vez creado el TIN se convierte a Raster. Luego se procede a crear la capa de pendientes. En 3D analyst seleccionamos surface analysis y luego clic en slope en input ingresa el Raster; selecciona la pendiente en grados o en porcentajes y por último selecciona el destino del archivo. Para la elaboración del mapa de pendientes deberán utilizarse los rangos de pendientes propuestos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC que se describen a continuación.⁴⁵

Cuadro 5. Rangos de pendientes

SÍMBOLO	GRADIENTE %	DESCRIPCIÓN
a	0-3	Plano
b	3-7	Ligeramente inclinado
c	7-12	Moderadamente inclinado
d	12-25	Fuertemente inclinado
e	25-50	Ligeramente escarpado
f	50-75	Moderadamente escarpado
g	>75	Fuertemente escarpado

Fuente: IGAC, 2013

⁴⁵ <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/Anexo-Fase-diagnostico-Guia-tecnica-para-la-formulacion-de-POMCAS.pdf>

MAPA DE COBERTURAS

Se capturaron imágenes de alta resolución con ayuda del Software SIG SAS Planet, mediante un proceso de reclasificación asistida, se identificaron y clasificaron las firmas digitales de la imagen para establecer cuáles son los tipos de coberturas, para de esta manera acoplarla a la metodología Corine Land Cover. Para posterior verificación de polígonos en campo.

OFERTA HIDRICA

Para determinar de la oferta hídrica superficial de la microcuenca Quebrada La Estancia se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Identificación de Datos. Se crea un Shape de precipitaciones en donde se georreferencia las estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio con su respectivo valor e precipitación promedio anual de 10 años desde 2004 a 2014.

Método de Predicción. En ArcGis se introduce el Shape generado y se realizan los siguientes pasos.

Geostatistical Analyst > Geostatistical Wizard > Input Data/ Atributte > Geostatistical methods seletion > Inverse Distance Weighting > Next.

Búsqueda de Puntos Próximos. Se selecciona la división y ángulo del elipse, en la que se van a distribuir las estaciones vecinas, buscando agrupar en lo posible tres estaciones por cuadrante.

Searching Neighborhood > Sector Type and Smooth Factor> Elipse Angle > Next

Mapa Interpolado. El mapa interpolado fue exportado a un modelo raster (ESRI Grid) con un tamaño en eje X y Y de 30 m.

Cross Validation – Finish > Data export to raster > Cell size > output raster

Como resultado se deben obtener los siguientes mapas:

Mapa de Isoyetas: Se obtiene a partir del shp de precipitaciones, con los datos promedios multianuales. Este mapa determina unas apolíneas con unos rangos de precipitación para toda la zona de influencia de las estaciones seleccionadas

Para la obtención del mapa de isotermas, se utilizó la información media de temperatura recopilada de los registros históricos de datos del IDEAM e interpolarla con la georreferenciación de las estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio, para después, a partir de la utilización de la extensión "spatial analyst" del software arcgis generar las superficies y las isolíneas de temperatura.

Para el cálculo de la evapotranspiración es necesario tener en cuenta los mapas de precipitación y temperatura en formato raster obtenidos en los pasos anteriores, con el fin

de llevar a cabo un análisis espacial y álgebra de mapas, en formatos raster de 30 metros por píxel. Para ello es necesario trabajar con el software ArcGIS – ArcToolbox, herramienta Spatial AnalystTools. Cabe aclarar que no se generará mapa de evapotranspiración, puesto que el cálculo de la misma se obtendrá a partir del uso de la herramienta raster calculator del álgebra de mapas

Para la obtención del valor de escurrimiento superficial total en lámina de agua fue necesario operar los mapas de precipitación y evapotranspiración real, utilizando técnicas de álgebra de mapas en ArcGIS con raster de resolución 30x30 metros.

Para aplicar la fórmula de Oferta hídrica neta, se empleó la siguiente fórmula propuesta en la guía metodológica para el cálculo del índice de escasez establecida por el IDEAM en el año 2004.

$$Y = (Q * t) / (A * 1000) \longrightarrow Q = Y(A * 1000)/t$$

Dónde:

Y = Escurrimiento superficial total expresada en términos de lámina (mm)

Q= Caudal modal para el período de agregación seleccionado (m³/s)

t= Cantidad de segundos en el período de agregación (S)

A= Área de la Microcuenca

Para su aplicación se utilizó la herramienta del software ArcGIS, calculadora raster, de la extensión Spatyal Analys, teniendo en cuenta que esta ópera la totalidad de los valores en lámina de agua obtenidos del cálculo del escurrimiento superficial total.

OFERTA HIDRICA TOTAL = m3 /s

Finalmente aplicando los factores de reducción por régimen de estiaje (25%) y reducción por fuentes frágiles en cuanto a la reducción de la calidad del agua (25%), alternativa metodológica propuesta por el IDEAM, sobre la oferta hídrica superficial total, se estima la oferta hídrica disponible para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$OH_N = OH_T - (OH_T * (R_{FF} + R_{RE}))$$

Donde:

OH_N = Oferta hídrica neta (millones m³/s)

OH_T = Oferta hídrica total (millones m³/s)

R_{FF} = Factor de reducción por fuentes frágiles (%)

R_{RE} = Factor de reducción por régimen de estiaje (%)

OFERTA HÍDRICA NETA= m³/s

Cabe aclarar que es necesario realizar la conversión a m³/año, de la oferta hídrica calculada con el fin de expresar el dato según lo dispuesto por el IDEAM.

La Oferta Hídrica calculada, corresponde a la disponibilidad de agua superficial presente en toda el área de la microcuenca La Estancia la cual por condiciones topográficas y geomorfológicas escurre hacia un Talweg o Cauce Principal.

Aparte de la disposición de agua superficial calculada, la microcuenca cuenta principalmente en su parte media, con afloramientos naturales o nacimientos de agua, los cuales son altamente aprovechados por los habitantes para uso doméstico, agrícola y pecuario principalmente.

La oferta de agua superficial se ve fuertemente alterada y limitada por la calidad del recurso hídrico debido a las descargas puntuales de origen doméstico, así como los vertimientos difusos o esporádicos de origen agrícola y pecuario.

CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA, integrando las actividades socio-productivas de aprovechamiento y uso del agua al interior de la Microcuenca, donde se realizará un inventario de usuarios (población muestra) y aplicación de encuestas para el levantamiento, análisis y evaluación de los diferentes usos, necesidades y requerimientos del recurso hídrico (acueductos, captaciones y demás). Para la determinación de la demanda hídrica, se utilizarán los rangos de dotación estipulados por el RAS 2000 adaptados por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, que a continuación se visualiza:

Cuadro 6. Rango de dotación Ras 2000

TIPO DE USO DEL AGUA		REQUERIMIENTO
HUMANO O DOMESTICO		0.00173L/s
PISICULTURA		0.25L/s/Estanque
PECUARIO	Bovino	0.00052 L/s/ Cab
	Porcino	0.00052 L/s/Cab
	Aves	0.00011L/s
AGRÍCOLA	Caña	1.25L/s Ha.
	Frutales	0.4L/s Ha.
	Plátano	0.4L/s Ha.
	Hortalizas	0.4L/s Ha.
	Yuca	0.175L/s Ha.
	Tabaco	1.8L/s Ha.
	Maíz	1.15L/s Ha.

	Arroz	1.75L/s Ha.
	Pasto de corte	0.9L/s Ha.
	Tomate	0.8L/s Ha.
	Otros	0.45L/s Ha.

Fuente. Adaptación de CORPONOR según Ras 2000

Cada rango será discriminado detalladamente, por veredas con el fin de conocer la demanda por tipo de consumo, que permitirá a su vez calcular la demanda total de agua.

Una vez se obtenga el conocimiento e información técnica en lo que concierne a la oferta hídrica neta y demanda hídrica de la Microcuenca La Estancia, se procederá a calcular el Índice de Escasez a partir de la expresión matemática (relación porcentual entre la demanda hídrica y la oferta hídrica, de la siguiente manera:

$$Ie = (DH/OH) * 100$$

Donde **Ie**= Índice de escasez en porcentaje

DH= Demanda Hídrica (m3)

OH= Oferta hídrica superficial neta (m3)

De acuerdo al resultado arrojado del Índice de Escasez (Ie) se evaluará la disponibilidad del recurso mediante la categorización definida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004) en relación a la demanda.

Cuadro 7. Categorización del Índice de Escasez

CATEGORÍA	RANGO	COLOR	EXPLICACIÓN
Alto	>50%	Rojo	Demanda alta
Medio Alto	21 – 50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11 – 20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1 – 10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demandan no significativa

Fuente: MAVDT, 2004

Finalmente de acuerdo al análisis y evaluación se plantearán conclusiones frente al estado de la Microcuenca en cuanto a la oferta hídrica, insumo para la toma de decisiones en procesos de planificación.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población: Se encuentra asentada en el municipio de González, departamento del Cesar, según el censo del SISBEN 2010 corresponden al sector rural 672 habitantes distribuidos en las seis veredas que conforman la microcuenca.

3.3.2 Muestra: descripción de la muestra (usuarios de recurso hídrico) resultante de la aplicación de la siguiente expresión

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

Donde:

n= Muestra

N= Población dada en el estudio = 672

Zc=Indicador de Confianza = 95% = 1,96

p= Proporción de aceptación = 50% = 0.5

q= Proporción de rechazo = 50% = 0.5

E= Error poblacional dispuesto a asumir 6% = 0.06

$$n = \frac{(672) (1,96)^2 * (0.5) (0.5)}{(672 - 1)(0.06)^2 + (1,96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$n = \frac{(672) (3.8416) * (0.25)}{671 * 0.0036 + (3.8416) (0.25)}$$

$$n = \frac{645.3888}{2.4156 + 0.9604}$$

$$n = \frac{645.3888}{3.376}$$

$$n = 191 \text{ personas a encuestar}$$

Muestra significativa para realizar el inventario de usuarios y aplicación de encuestas para efecto del estudio técnico de la demanda hídrica en la Microcuenca La Estancia

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La técnica a implementar en la investigación es la observación directa para el levantamiento de la información, primaria, consulta de información secundaria,

participación de actores y usuarios para la elaboración del estudio de demanda hídrica con el apoyo de herramienta SIG.

Instrumentos de recolección:

Aplicación de encuestas (inventario de usuarios y estudio de demanda hídrica)

Entrevistas estructuradas

Consulta y Solicitudes de información y del conocimiento a actores institucionales en la Microcuenca (CORPONOR, CORPOCESAR, IDEAM) para el acceso de la información y registros históricos de precipitación de las estaciones pluviométricas de influencia, cartografía base (alcaldía, UFPSO) y demás.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION

La interpretación, análisis y evaluación de la información se basara en los siguientes procedimientos:

Aplicación de herramienta SIG para el análisis de la cartografía base que permita la determinación de las características morfométricas, factor precipitación, y demás.

Generación de cartografía temática de la microcuenca

Aplicación de estadística descriptiva.

Sistematización de la información.

4 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 DETERMINAR LA OFERTA HÍDRICA NETA EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA DEL MUNICIPIO DE GONZÁLEZ, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

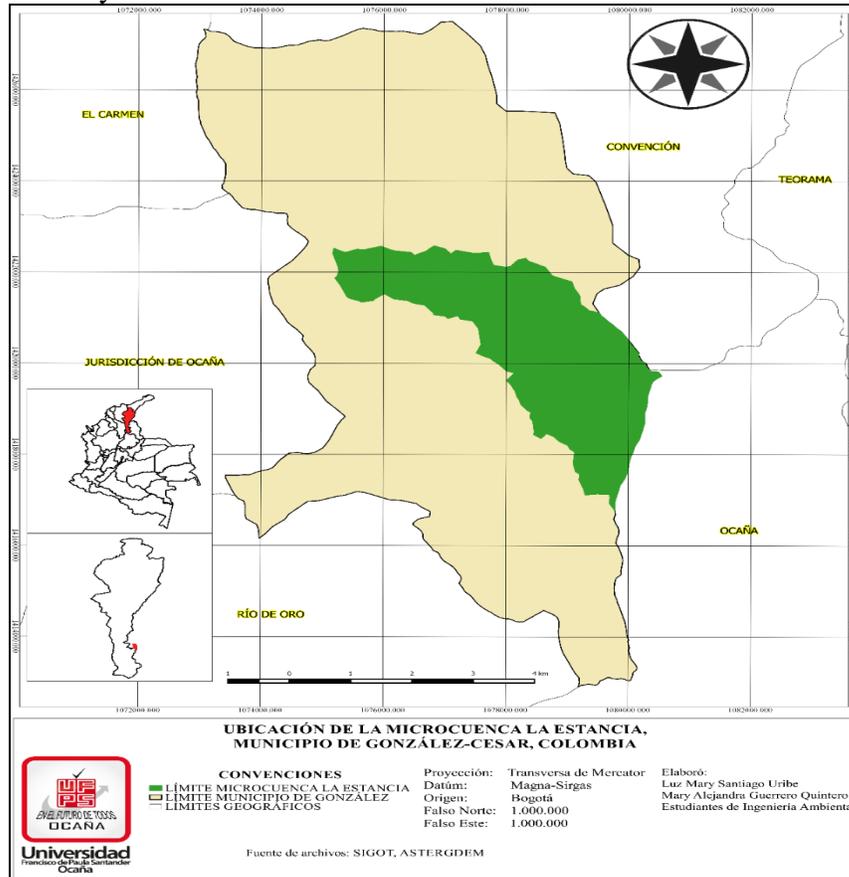
4.1.1 Ubicación de la zona estudiada. La Quebrada La Estancia está ubicada en el municipio de González, Departamento del Cesar. La quebrada en su nacimiento presenta las siguientes coordenadas:

Cuadro 8. Coordenadas de la Quebrada La Estancia.

Quebrada La Estancia	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	altura
Nacimiento	1421440,040	1075953,862	1576m.s.n.m
Desembocadura	1416722,914	1079702,225	1228 m.s.n.m

Fuente. Autores del proyecto.

Mapa 1. Ubicación y Límite de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

4.1.2 Características generales de la microcuenca la estancia. El área de influencia de la Quebrada La estancia abarca una parte de la zona rural del Municipio de González con un área total de 12 km², la cual está comprendida por seis veredas llamadas La estancia, El Oso, El Potrero, Bujurama, El Chamizo y el San Isidro.

Las características morfométricas que se obtuvieron con el software IDRISI Selva Versión 1 se pueden apreciar en la Tabla.

Cuadro 9. Principales características morfométricas de la Microcuenca La Estancia.

Descripción	Parámetro	Registro	Unidad
Superficie de cuenca	<i>A</i>	12	Km ²
Perímetro de la cuenca	<i>P</i>	28.68	Km
Elevación media	<i>Em</i>	1387.92	msnm
Pendiente media (grados)	<i>Pm</i>	15.04	°
Pendiente media (porcentaje)	<i>Pm</i>	26.87	%
Coefficiente de compacidad (Gravelius)	<i>Kc</i>	2.20	
Relación circular	<i>Rci</i>	0.21	
Relación hipsométrica	<i>Rh</i>	1.66	
Longitud del eje del río principal	<i>Lc</i>	8.35	Km
Longitud directa del río principal	<i>LA</i>	6.53	Km
Coefficiente de sinuosidad hidráulico	<i>Sh</i>	1.28	
Altitud inicial	<i>Emx</i>	1611.00	msnm
Altitud media	<i>Emn</i>	1233.00	msnm
Pendiente promedio del río principal	<i>SC_P</i>	7.06	°
Tiempo de concentración Kirpich	<i>TC_KIRPICH</i>	1.11	
Tiempo de concentración de California Highways and Public Works	<i>TC_CHPW_H</i>	1.12	
Índice de forma (Horton)	<i>Rf</i>	0.32	
Relación de elongación	<i>Re</i>	0.78	

Fuente. SOFTWARE IDRISI SELVA VERSIÓN 17

La microcuenca quebrada la estancia de acuerdo al resultados morfométrico analizados presenta una superficie de 12 Km² según la clasificación (Jiménez, 1986) se le da el nombre de sector, con un perímetro de 28,68 km y una elevación media de 1387,92 msnm.

La pendiente media en grados es de 15.04 arrojando una pendiente fuerte y un porcentaje de pendiente media del 26.87% indicando que presenta un moderado peligro de velocidades en el desplazamiento del agua, con una pendiente promedio del río principal de 7, 06°; de acuerdo al coeficiente de compacidad esta micro-cuenca se identifica de forma rectangular oblonga que la ubica en el orden de baja probabilidad de crecida con un factor

de forma moderadamente achatada, así mismo presenta una longitud del eje del río principal larga y una longitud directa del río principal mediana.

De acuerdo a la información recolectada del visor de agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se pudo determinar las Unidades de Suelo presentes en la Microcuenca, las cuales son dos, la Unidad MQGf2 con un área de 7,986 km² y la Unidad LRAe3 con un área de 3.556 km² dentro de la Microcuenca. La unidad MQGf2, se encuentra dentro de la Clase VII, Subclase VIIc, la cual integra suelos de clima medio, con sectores de baja precipitación, que corresponde a la zona transicional húmeda a seca. Estas tierras están afectadas por procesos de erosión laminar, desprendimientos y deslizamientos en grado moderado, sumándose esto a las pendientes fuertes que caracterizan dichas unidades.⁴⁶

Mientras la Unidad LRAe3, se encuentra dentro de Clase VIII, la cual se caracteriza porque los suelos de esta clase se presentan en todos los relieves abruptos de los paisajes de montaña y lomerío, desde altitudes de 300 metros hasta los 4000 metros, en los siguientes climas: cálido húmedo; medio húmedo y seco; frío húmedo y muy húmedo, y muy frío húmedo. Los suelos en su mayoría se caracterizan por ser superficiales y muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas variadas con altos contenidos de arenas. Tienen reacción muy fuertemente ácida y la fertilidad de la mayoría de ellos es baja. Además de las fuertes pendientes, existen otros factores adversos muy severos que limitan notablemente el uso de estos suelos; el clima por exceso o déficit de agua de lluvia constituye un factor determinante en las explotaciones agropecuarias; la escasa profundidad efectiva y la erosión moderada a severa.⁴⁷

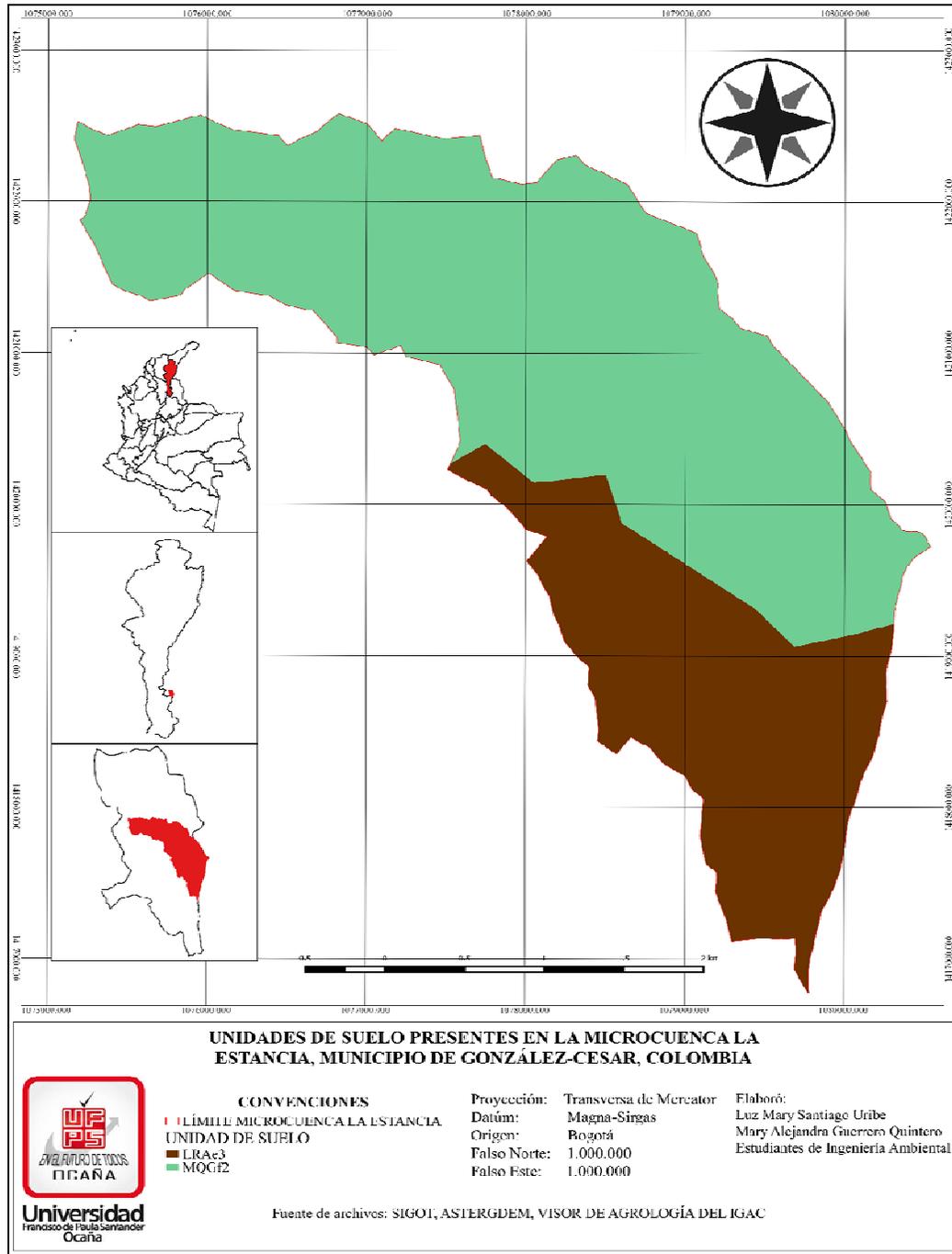
En el mapa 2 se puede evidenciar la distribución de estas Unidades de Suelo, dentro de la superficie de la microcuenca la estancia, entendiéndose que la Clase con mayor área dentro de la microcuenca, corresponde a la clase VII según lo descrito anteriormente. Además, cabe aclarar que las clases VII y VIII, siempre son utilizadas como referencia para conservar suelos, por lo en caso tal de que se formule un Plan de Manejo para esta Microcuenca, todas las acciones descritas deben tender a la conservación de los suelos de la misma.

⁴⁶ Disponible

en:ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/DEPARTAMENTALES_2011_Brayan_Silvia/HUILA/Memoria%20Tecnica/Capitulo%207.pdf

⁴⁷[http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/minerales_abrego_\(52_pag_132_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/minerales_abrego_(52_pag_132_kb).pdf)

Mapa 2. Unidades de Suelos de la Microcuenca La Estancia

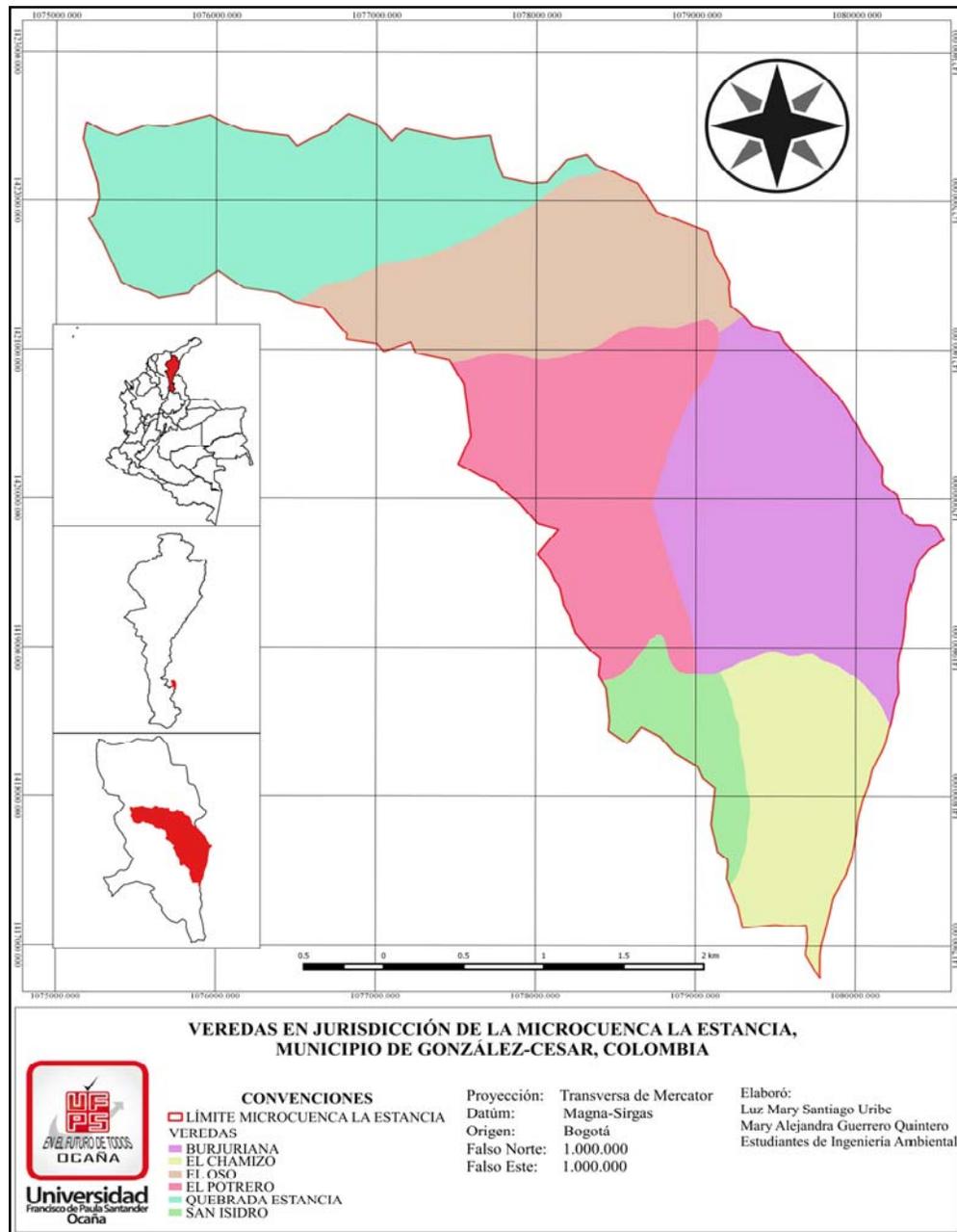


Fuente: Autores del Proyecto, Visor de Agrología del IGAC

Adicionalmente, las veredas que se encuentran dentro de la jurisdicción de La Microcuenca la estancia son las veredas: Bujuriamá, El Chamizo, El Oso, El Portero, Quebrada Estancia

y San Isidro (Mapa 3). Esta microcuenca cuenta con un total de 12 km² de los cuales 2,815 Km² pertenece a la vereda Bujuriana, 1,382 Km² a la vereda El Chamizo, 1,997 Km² a la vereda El Oso, 2,217 Km² a la vereda El Portero, 2,533 Km² a la vereda Quebrada Estancia por ultimo 0,601 Km² a la vereda San Isidro.

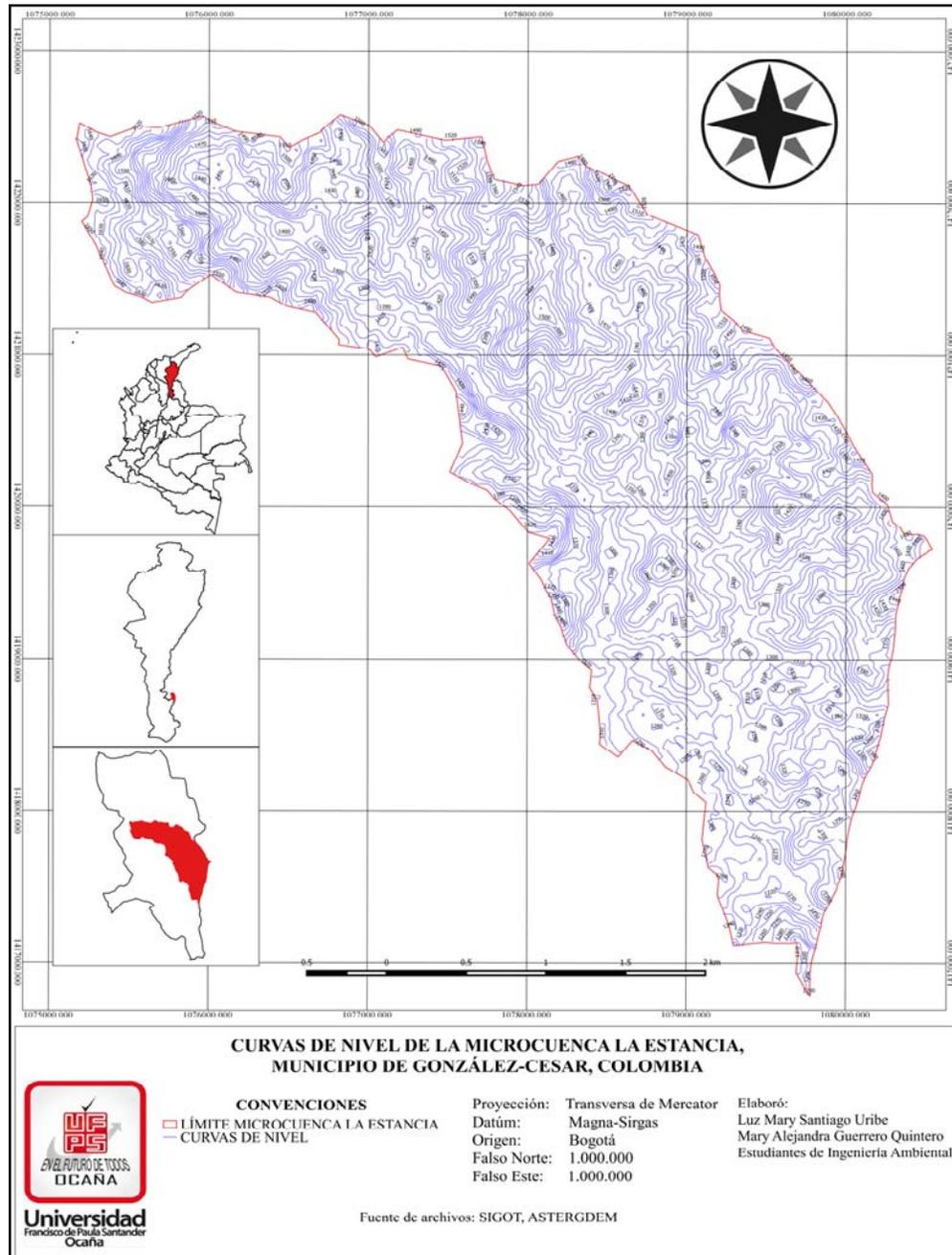
Mapa 3. Veredas que conforman la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

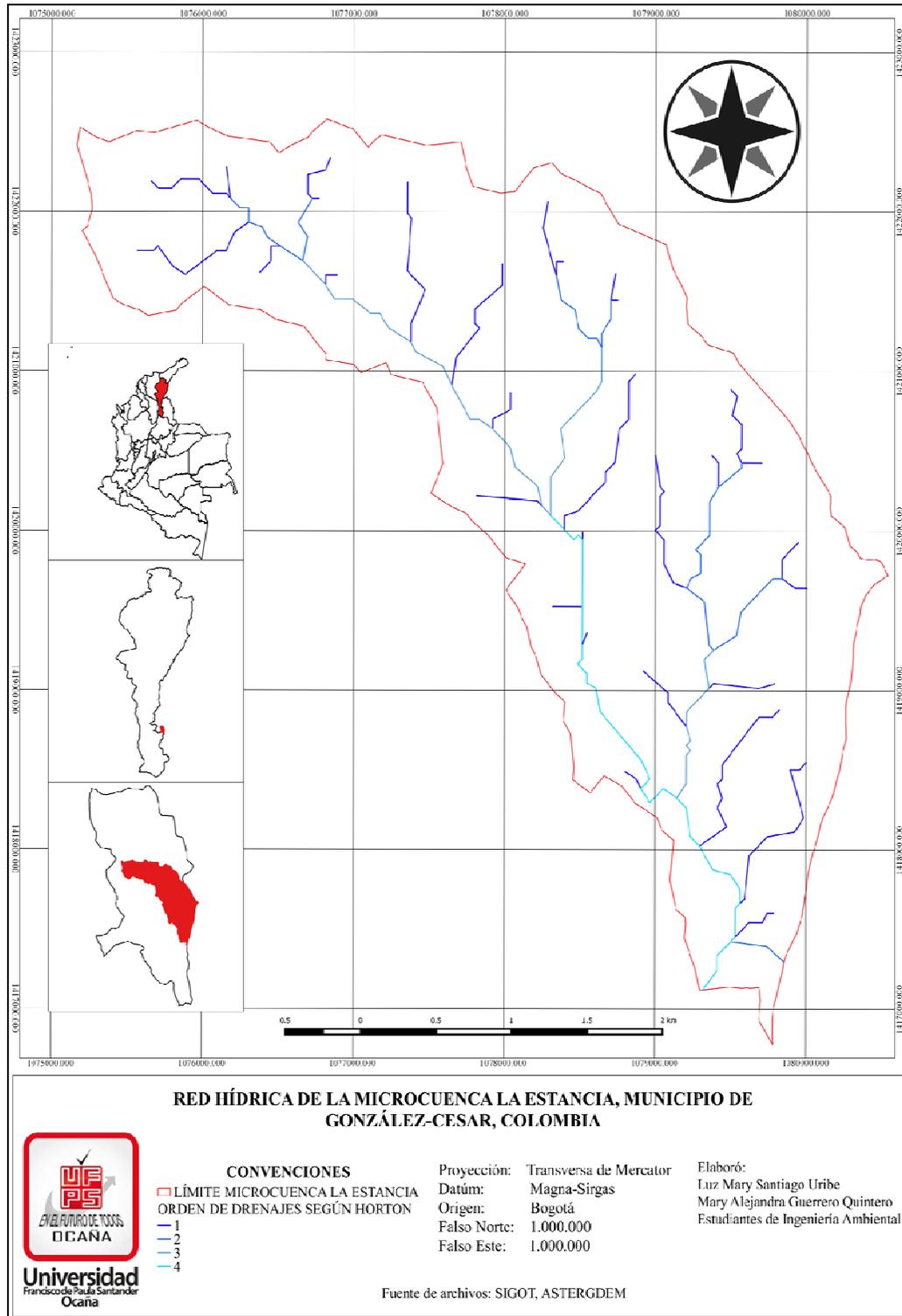
A partir de una imagen satelital se pudo extraer las curvas de nivel del área de estudio. Se puede visualizar en el mapa 4, que las alturas de dichas curvas van desde los 1220 msnm hasta los 1650 msnm.

Mapa 4. Curvas de Nivel en la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto, ASTERGDEM

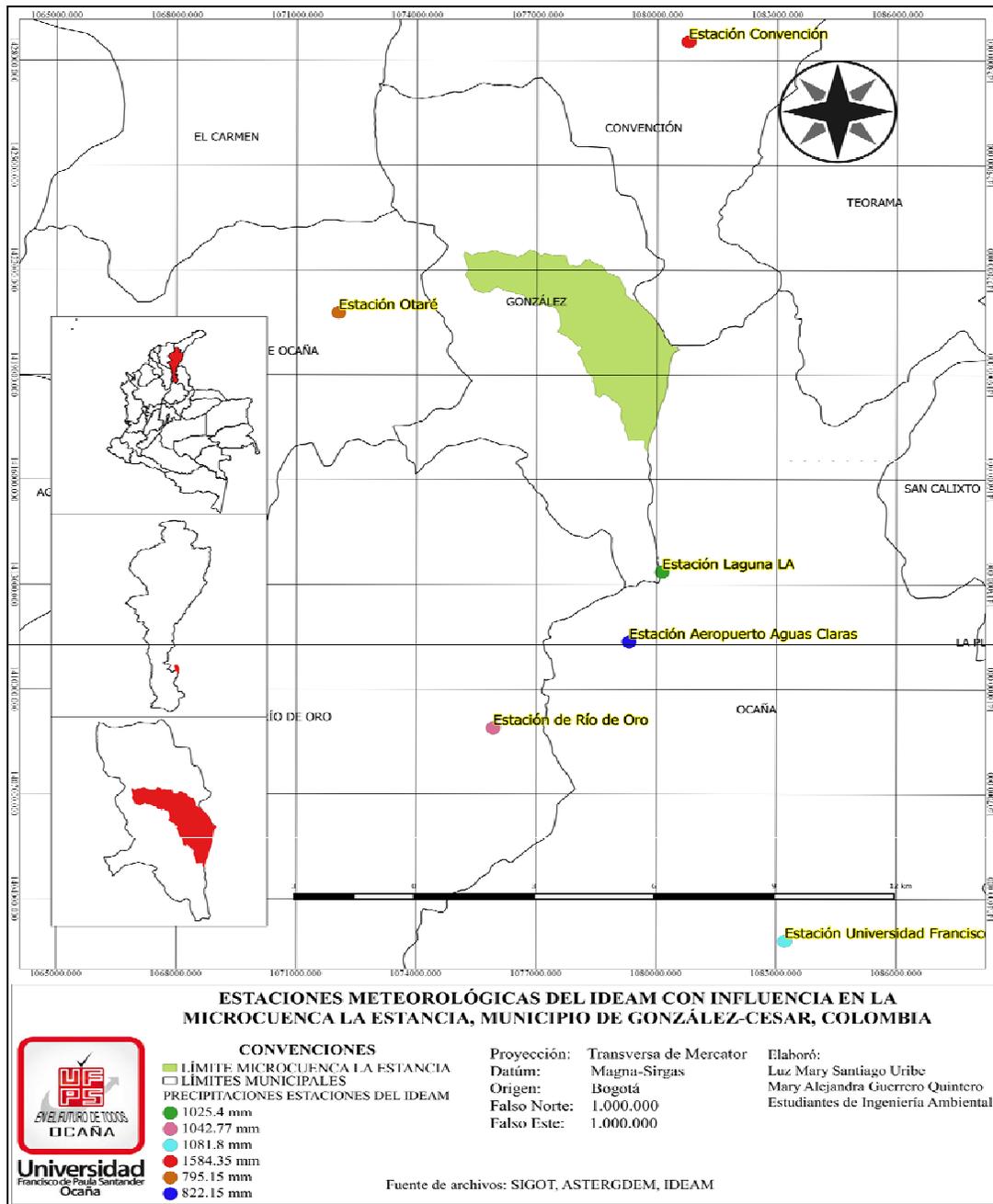
Mapa 5. Red hídrica con su respectivo Orden de Horton de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

En el mapa 4, se puede apreciar los órdenes de drenaje de Horton, en el cual se resalta que existen varios drenajes de orden 1, que corresponden principalmente a afloramientos o nacimientos, algunos que drenan cuando son temporada de lluvias. Adicionalmente el orden la microcuenca es 4.

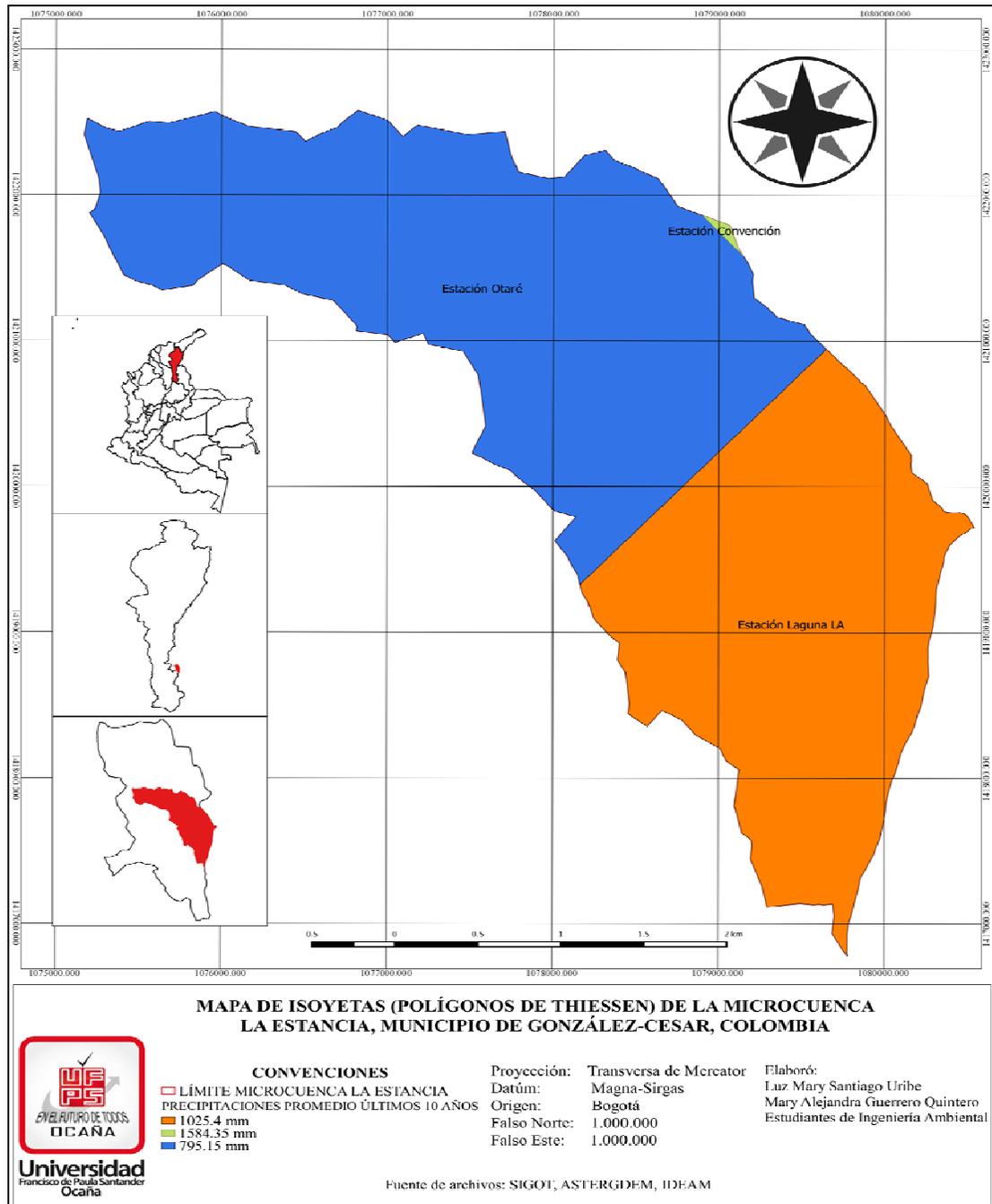
Mapa 6. Estaciones Meteorológicas del IDEAM con Influencia en la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto, Geo visor del IDEAM

El mapa 5 corresponde a la ubicación de las estaciones del IDEAM, según la información suministrada por el catálogo nacional de estaciones. De dicho catalogo se seleccionaron las 5 estaciones más cercanas a la microcuenca, las cuales son: Otaré, Convención, Laguna LA, Aguas Claras y Río de Oro.

Mapa 7. Polígonos de Thiessen de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

Con la información de las precipitaciones promedio en un rango de tiempo de 10 años de cada una de las estaciones, se realizaron por la metodología de polígonos de Thiessen, el mapa de Isoyetas de la microcuenca, como se muestra en el mapa 6.

El mapa de Isoyetas, fue realizado por el software ArcGIS, con la herramienta proximidad, la cual calculó que 3 de las 5 estaciones presentaban influencia sobre el área de estudio y corresponde a la estación otaré, estación convención y estación Laguna LA. Del área total de la microcuenca, 6,588 Km² corresponden a la precipitación de 795,15 mm, siendo la precipitación más baja de la zona, mientras 0,014 Km² corresponde a la precipitación de 1584,35 mm y 4,939 Km² corresponden a la precipitación de 1025,4 mm.

En comparación con la salida grafica de unidades de suelos, la información de precipitaciones por mapa de Isoyetas, confirma la presencia de dichas unidades de suelo, puesto que en el área en donde se encuentra la menor precipitación, también se encuentra la mayor parte de la unidad de suelo MQGf2 que como se mencionó anteriormente corresponde a zonas de con sectores de baja precipitación y transición de zona húmeda a seca. Mientras la unidad LRAe3, presenta distribución en la mayor parte del área de influencia de la precipitación de 1025,4 mm, correspondiendo a una zona un poco más húmeda que la anterior.

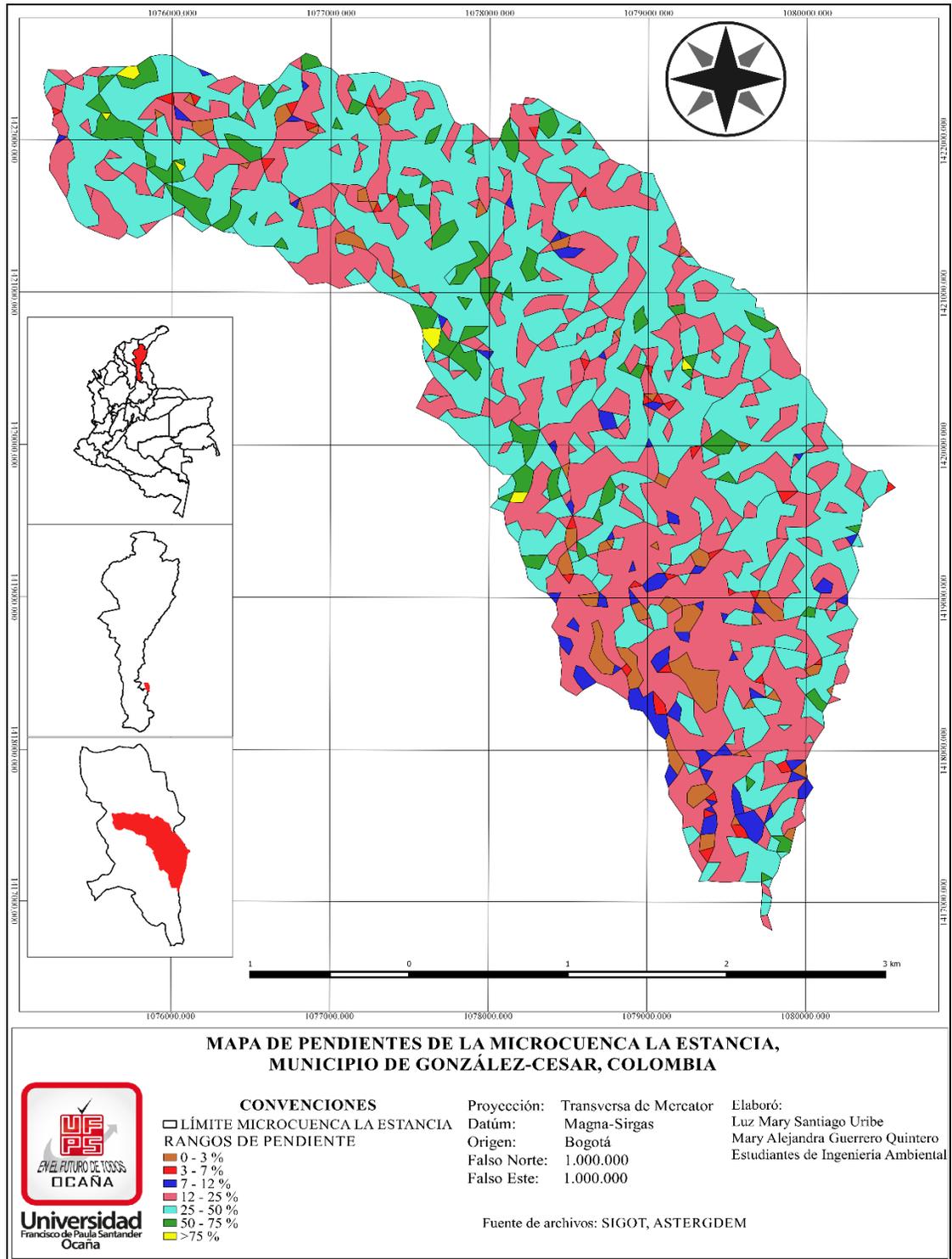
Cabe resaltar que el área correspondiente a la zona de influencia de la estación otaré, presenta la precipitación más baja, porque en dicha ubicación se encuentran los remanentes de Bosque Seco Tropical ubicados al sureste del corregimiento de Otaré del municipio de Ocaña, mientras en el resto de área de dicho corregimiento se encuentra distribuida la zona de vida de Bosque Húmedo Pre montano.

Por otro lado es muy mínima el área de influencia de la estación Convención, la cual reporta la precipitación más alta, puesto que es en esta zona, donde se encuentran los Bosques Tropicales más Húmedos adentrándose en la región del Catatumbo.

El área de la precipitación correspondiente a la estación Laguna LA, presenta un dato, un poco mayor al dato de la estación otaré. Sin embargo cabe resaltar que la información de dichas precipitaciones corresponde a un periodo de tiempo de 10 años, de los cuales para la Estación LA presenta la diferencia que dicho reporte corresponde al período 1992 – 2002, ya que esta estación desapareció en el año 2002, mientras las datos de las otras cuatro estaciones si corresponden al último periodo 2004-2014.

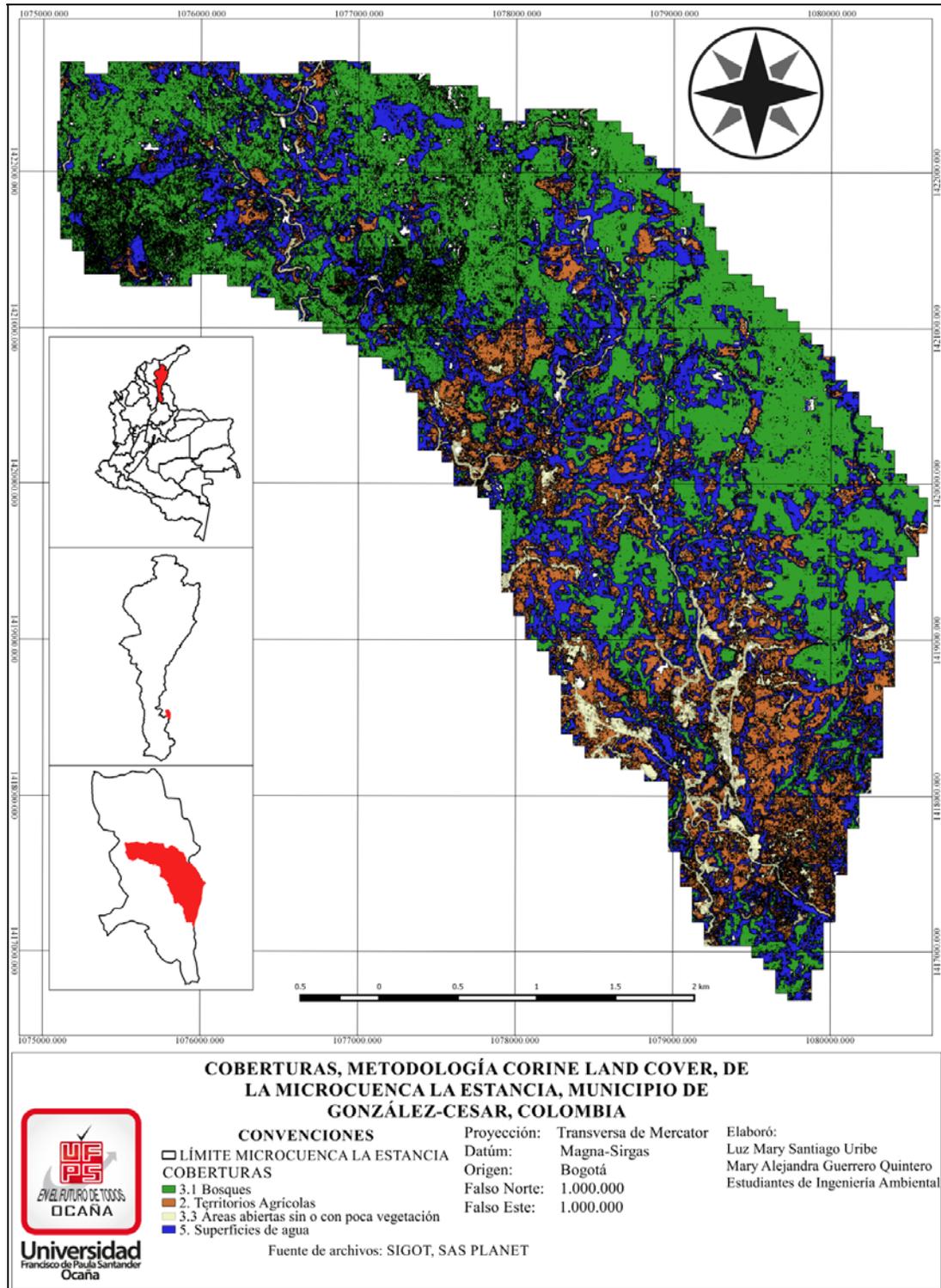
En el mapa 7 se presentan las pendientes de la microcuenca, clasificadas según el rango propuesto por el IGAC. En dicho mapa se puede evidenciar que el rango de pendiente que mayor presenta distribución en el área de estudio corresponde al rango de 25 – 50%, lo que corrobora la información generada en el software IDRISI Selva, el cual indica que el rango promedio de pendiente es del 26,87 %. Esta pendiente, corresponde a la descripción fuertemente inclinada, lo que hace propensa a la zona, a erosión y movimientos de remoción en masa ligeros, que pueden ser agravados por la deforestación, la cual para la microcuenca La Estancia se encuentra en aumento.

Mapa 8. Mapa de Pendientes de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

Mapa 9. Coberturas con la metodología Corine Land Cover de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del Proyecto

En el Mapa 8 se puede observar las diferentes coberturas teniendo en cuenta la metodología Corine Land Cover la cual es adoptada por Colombia para la realización de mapas de coberturas a escala 1:100.000, pero que fue empleada en este trabajo para la realización del presente mapa a escala 1:12.000.

La clasificación de las coberturas se hizo empleando las denominaciones generales, puesto que el área de la microcuenca es demasiado grande, y clasificar con codificación muy específica, significaría corroborar información en campo, lo que repercutiría en el tiempo de ejecución del proyecto. La imagen satelital de la cual se hizo el proceso de reclasificación asistida para procesar las coberturas, fue obtenida del software ruso SAS Planet.

En el anterior mapa se puede evidenciar la clasificación con la codificación descrita a continuación:

BOSQUES: Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida.

De acuerdo con FAO (2001), esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras formas biológicas naturales, tales como la palma y la guadua.

Para efectos de clasificación de unidades de esta leyenda, los bosques son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Para su diferenciación los bosques fueron clasificados de acuerdo con tres criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables en imágenes de sensores remotos como son la densidad y la altura, y un elemento interpretable del terreno que se puede inferir del sensor como es la condición de drenaje.

Para efectos de la caracterización de las unidades de esta leyenda, la densidad se definió como el porcentaje de cobertura de la copa. Por su parte, la cobertura de la copa, en este documento, corresponde al porcentaje del suelo o del terreno ocupado por la proyección perpendicular de la vegetación (estratificación horizontal) en su conjunto, o por uno de sus estratos o especies (FAO, 1996). Una cobertura densa corresponde a una cobertura arbórea mayor a 70% de la unidad, en la cual las copas se tocan. Una cobertura se considera abierta cuando la cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad, en la cual la mayoría de las copas no se tocan entre ellas.

En el mapa se puede evidenciar esta cobertura, principalmente en las zonas con mayor altitud sobre el nivel del mar de la microcuenca, donde aparecen los nacederos de agua. Aunque lo anterior es positivo, porque favorece la recarga hídrica, se contrasta con la situación de los bosques riparios o de galería, los cuales son muy escasos debido a que en la misma imagen se corrobora su desaparición.

TERRITORIOS AGRICOLAS: Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.

En el mapa, esta cobertura se puede evidenciar, principalmente en la zona media baja de la microcuenca, en cercanías a los bosques de galería, y con múltiple distribución debido a que son muchos los minifundios presentes en el área de estudio, y los campesinos de esta región tienden a asentarse mucho en cercanías a los cauces de agua para poder abastecer sus explotaciones del recurso

ÁREAS ABIERTAS, SIN O CON POCA VEGETACIÓN: Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve. En el mapa, esta cobertura corresponde principalmente a aquellos caminos o vías terciarias, como también a zonas erosionadas, aunque su distribución corresponde a la cobertura de menor área dentro de la microcuenca.

SUPERFICIES DE AGUA: Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares (Tabla 6). Se incluyen en esta clasificación los fondos asociados con los mares, cuya profundidad no supere los 12 metros.⁴⁸

En el mapa, esta cobertura corrobora la presencia de los drenajes en la microcuenca, y adicionalmente corrobora ciertos nacimientos de agua y reservorios naturales que se forman por la misma dinámica hidrológica de la microcuenca, de los cuales también se abastece la población de las 6 veredas presentes en la microcuenca.

OFERTA HÍDRICA. Para la determinación de la oferta hídrica, se seleccionaron inicialmente 6 estaciones meteorológicas administradas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), las cuales reportaban datos en un período de 10 años y se encontraban geográficamente muy cerca al área de estudio. Así las 6 estaciones seleccionadas fueron: Estación Otaré, Estación Convención, Estación Laguna LA, Estación Aeropuerto Aguas Claras, Estación Río de Oro y Estación Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, tal como se evidencian en el Mapa 5. Al realizar el análisis de proximidad (polígonos de Thiessen, mapa 6) de las estaciones seleccionadas dentro del área de estudio se pudo evidenciar que solo 3 estaciones presentaban cubrimiento sobre esta área y a partir de estas 3 estaciones se comenzó a

⁴⁸ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

trabajar los datos meteorológicos. Las 3 estaciones corresponde a Otaré, Laguna LA y Convención, de las cuales se incluyó en el archivo shp de su ubicación, los datos de precipitación y temperatura de cada una, dentro de la tabla de atributos.

Table							
Polígonos de Thiessen							
FID	Shape	Input FID	Estación	Precipitac	Area Km2	Temperatur	
0	Polygon	1	Estación Otaré	795.15mm	6,588	21°C	
1	Polygon	2	Estación Convención	1584.35mm	0,014	22°C	
2	Polygon	4	Estación Laguna LA	1025.4mm	4,939	21.4°C	

Fuente: Autores del Proyecto

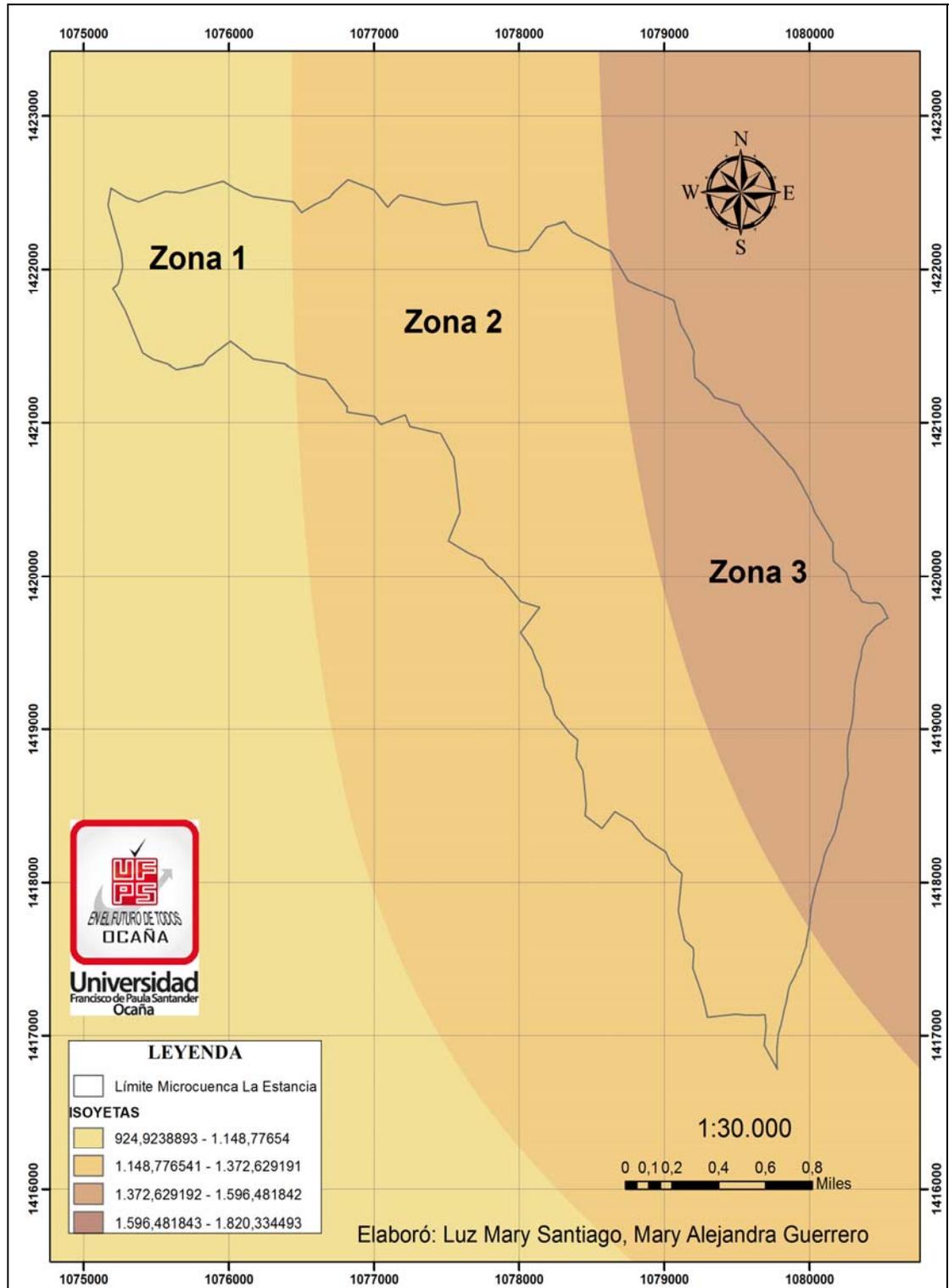
El anterior paso fue complementado con la obtención de las isolíneas de precipitación (Isoyetas) y de temperatura (isotermas), las cuales se obtuvieron al complementar la tabla de atributos del Shp que contenía la ubicación de las 6 estaciones seleccionadas, con las anteriores variables climáticas, en promedio multianual. Cabe resaltar que ambos procesos de obtención de isolíneas se realizó siguiendo la ruta 3D Analyst Tools> Raster Interpolation> Spline.

Así se obtuvo el primer mapa (mapa 9) correspondiente a las isolíneas de precipitación (mm)

Este mapa presenta 3 isolíneas que se traslapan con el área de estudio, para la cual se realizó una división en 3 zonas de influencia, dentro de las cuales se calculó a partir de la tabla de atributos, el área y precipitación promedio por zona.

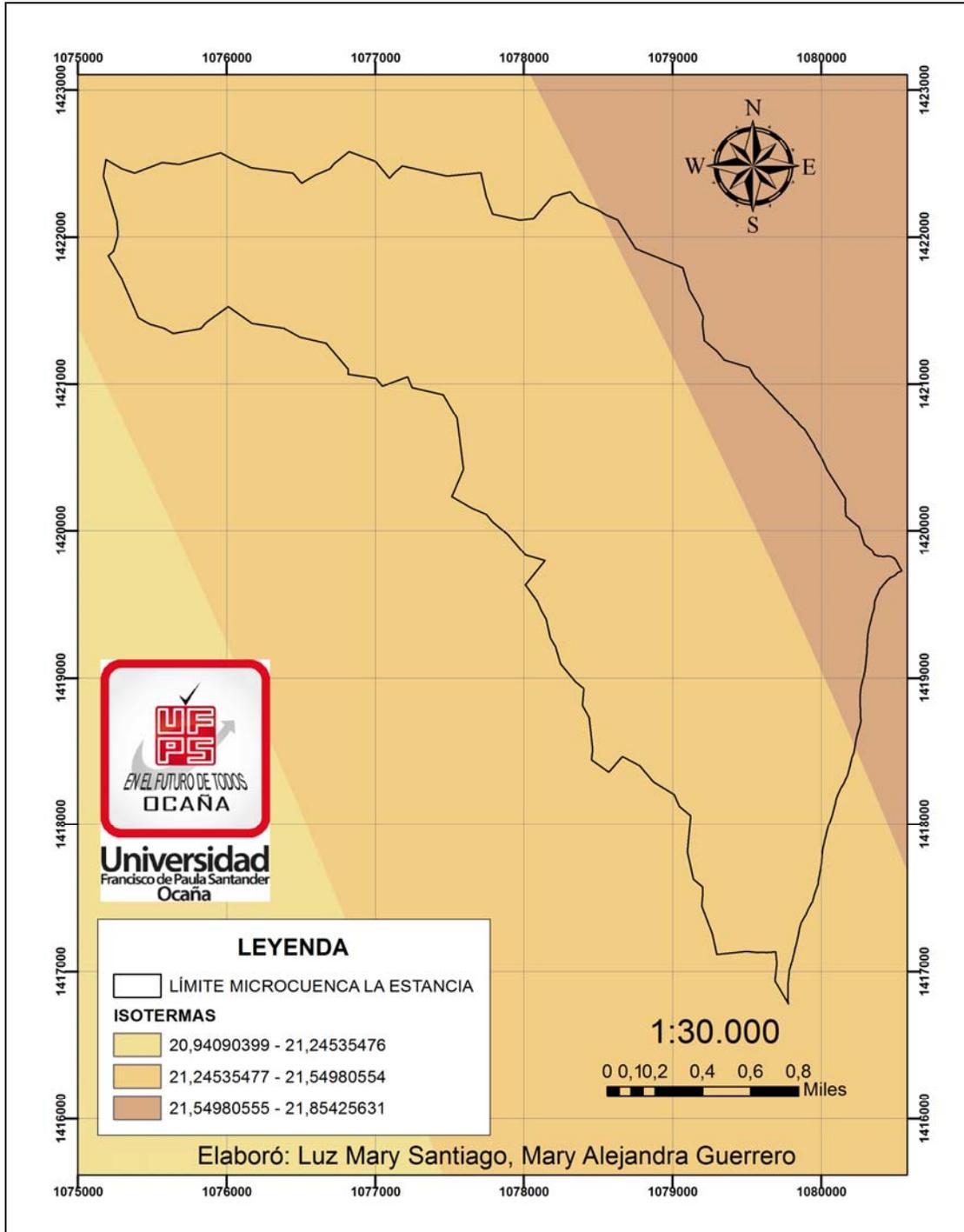
Igualmente se realizó la salida gráfica de isotermas (mapa 10), para la cual se pudo constatar que presentaba solamente 2 isolíneas dentro del área de estudio, calculándose una temperatura promedio a partir de los rangos presentados con el fin de poder aproximar datos y tener un consolidado para el cálculo de evapotranspiración.

Mapa 10. Isoyetas de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del proyecto

Mapa 11. Isotermas de la Microcuenca La Estancia



Fuente: Autores del proyecto

Traslapando los raster de Isoyetas e isotermas, se obtiene el siguiente consolidado:

Zona 1: 1036,845mm de Precipitación, 21,5 °C, Área: 1,284 Km²

Zona 2: 1260,7 mm de Precipitación, 21,5 °C, Área 6,771 Km²

Zona 3: 1484,56 mm de Precipitación, 21,5 °C, Área 3,488 Km²

A partir de los anteriores datos, se comenzó a trabajar con la calculadora raster del software ARCMAP 10.3, siguiendo la ruta Spatial Analyst Tools> Map Algebra > raster calculator. En dicha calculadora se introdujo la Formula para el cálculo de Evapotranspiración Real (ETR), propuesta por TURC, la cual es:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Donde=

ETR: Evapotranspiración Real en mm/año

P: Precipitación en mm/año

L: $300 + 25t + 0,05t^3$

T: temperatura media anual en °C

Se obtuvo los siguientes datos de ETR por zonas

ZONA	ETR
Zona 1	845,52 mm
Zona 2	941,62 mm
Zona 3	1015,37 mm

Se puede evidenciar que los valores de ETR son altos, ya que las temperaturas, son la principal causa de dicho fenómeno.

Ahora bien, realizando el cálculo de escorrentía superficial por la fórmula propuesta por el IDEAM, mediante la Formula:

Escorrentía = Precipitación – Evapotranspiración

ZONA	Escorrentía
Zona 1	191,325 mm
Zona 2	319,08 mm
Zona 3	469,19 mm

El dato que corresponde a la Escorrentía de toda la microcuenca fue calculado a partir de los datos anteriores, utilizando el álgebra de mapas del software ARCMAP, dando como resultado 979,595mm de Escorrentía Superficial

Ahora bien, al introducir el anterior valor en la fórmula para calcular oferta obtenemos lo siguiente:

$$Q = \frac{979,595 \times 11,841 \times 1000}{313360000}$$

$$Q = 0,03585 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 35,85 \text{ Lt/s}$$

A esta oferta total se le aplica la fórmula de oferta neta

$$\text{Oferta Neta} = 35,85 \text{ Lt/s} - (35,85 \text{ Lt/s} \times 0,5)$$

$$\text{Oferta Neta} = 17,925 \text{ Lt/s}$$

Realizando la conversión obtenemos que la oferta corresponda a $565282,8 \text{ m}^3/\text{año}$

DEMANDA HÍDRICA

La recolección de la información se hizo por medio de aplicación de encuestas estructuradas con el fin de abordar y consultar la población muestra la cual fue de un total de 191 usuarios de la microcuenca, esto se hizo por medio de un formato de recolección de información. (Ver anexo 1).

Cabe mencionar que en promedio el número de integrantes del núcleo familiar es de 4 personas conformándose generalmente por la madre, el padre y dos hijos. Los aspectos tenidos en cuenta en la encuesta fueron los estipulados

Para realizar la caracterización socioeconómica de la Microcuenca La Estancia se tomaron en cuenta aspectos estipulados en la Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS establecida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2014.

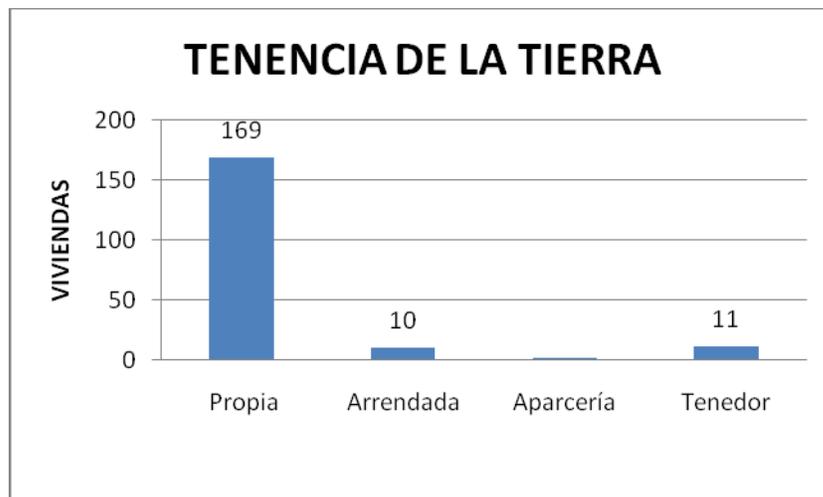
Entre los aspectos están la dinámica poblacional, los servicios básicos como la educación, la salud, vivienda, recreación, comunitarios, servicios públicos, medios de comunicación, tamaño predial y actividades agropecuarias.

Cabe mencionar que al aplicar la encuesta la población asentada en la Microcuenca fue un poco hermética la hora de recolectar la información ya que esta población ha sido víctima de la violencia que azota la región.

4.1.3 Tabulación y análisis estadístico de encuestas. Los resultados de la tabulación y análisis de los formatos de recolección de información que se realizó finca-finca a continuación se relaciona aspecto por aspecto:

Datos de identificación. De las fincas encuestadas en la microcuenca Quebrada La Estancia, se encontró la siguiente información:

Grafica 7. Tenencia de la Tierra en la Microcuenca la Estancia

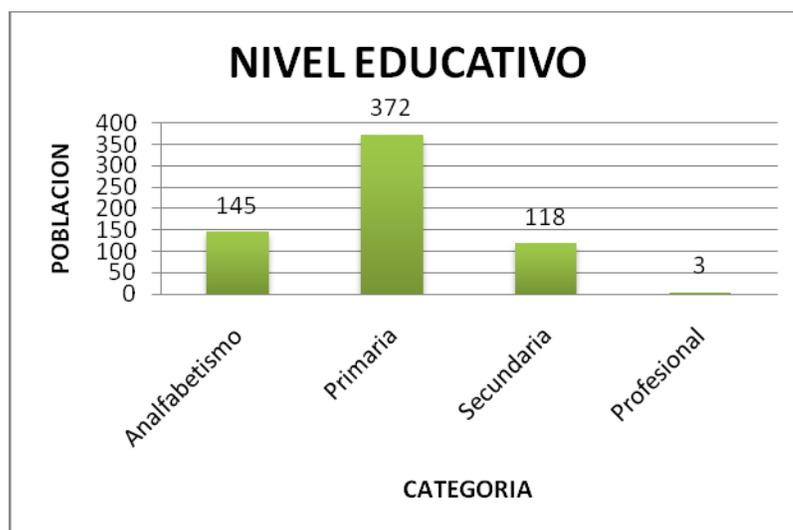


Fuente: Autor del proyecto.

Según la Grafica 1, el 88.5% del total de viviendas de la Microcuenca La Estancia son propietarios de las fincas asentadas en la microcuenca, 5.2% fincas son arrendas y 5.8% son tenedor es decir viven en la finca sin pagar alguna mensualidad.

Nivel educativo. En la grafica, se puede observar el nivel educativo de la población perteneciente a la microcuenca La Estancia.

Grafica 8. Nivel educativo de la población Microcuenca La Estancia



Fuente: Autor del proyecto.

El nivel educativo de la población perteneciente a la microcuenca La Estancia es bajo, puesto que de los 672 habitantes, el 21.58% de los habitantes son analfabetas, el 55.38% cursan o cursaron la primaria, 17.56% cursaron algún grado de la secundaria, solamente un 0.45% alcanzaron un nivel educativo profesional.

Edad de Habitantes. En cuanto a los habitantes del área de influencia de la Quebrada La Estancia, se encontró que hay un total de 672 personas que habitan las fincas que comprenden las seis veredas de la Microcuenca, en los diferentes rangos de edades, los cuales se pueden observar en la tabla.

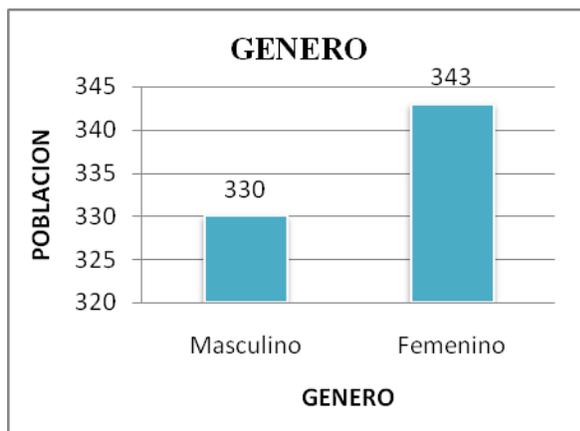
Cuadro 10. Rango de Edades Habitantes Microcuenca La Estancia

HABITANTE ÁREA DE INFLUENCIA MICROCUECNA LA ESTANCIA		
EDAD	NUMERO DE PERSONA	PORCENTAJE
0-5	71	10.56
6-11	90	13.39
12- 24	157	23.36
25-60	303	45.08
>60	51	7.58
TOTAL	672	100%

Fuente: Autor del proyecto.

Con la información presentada en la Tabla, se muestra que el mayor rango de edad que presenta la población de la Microcuenca Quebrada La Estancia es de 25 a 60 años con un total de 303 personas y un porcentaje del 45.08% de la población total.

Grafica 9. Genero por habitantes Microcuenca La Estancia



Fuente: Autor del proyecto.

En cuanto al género de los habitantes de la microcuenca La Estancia predomina el género femenino con un porcentaje 51.04%, mientras que el sexo masculino cuenta con 49.11%.

Extensión de las fincas. Las fincas que pertenecen al área de influencia de la Quebrada La Estancia son 191 y cinco Escuelas Rurales.

La tabla muestra específicamente el número de fincas de acuerdo con la extensión de áreas.

Cuadro 11. Extensión de Predios del Área de Influencia

EXTENSIÓN DE FINCAS MICROCUENCA LA ESTANCIA		
EXTENSIÓN HAS	CANTIDAD DE FINCAS	PORCENTAJE
0-5	166	86.9
6-10	13	6.82
11-15	8	4.2
>15	4	2.02
TOTAL	191	100%

Fuente: Autor del proyecto.

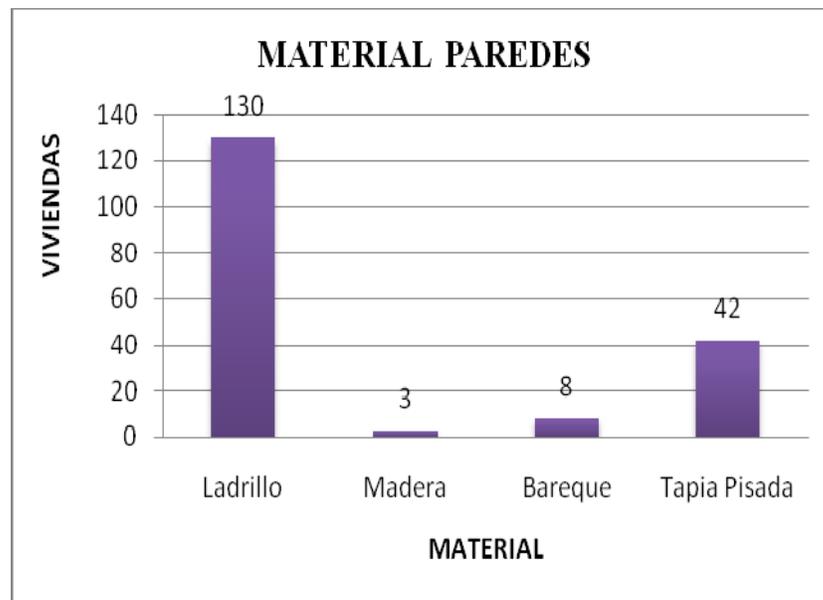
Según la Tabla 4, en esta Microcuenca predominan las fincas entre el rango de 0 y 5 Has, con un porcentaje de 86.9%, lo cual quiere decir que predomina los minifundios. Esta

Microcuenca cuenta con una extensión en total de 1154 has, de las cuales la Quebrada La Estancia tiene su eje central aproximadamente por mitad del este terreno.

Servicio Públicos. En cuanto a la cobertura de servicios públicos la Microcuenca La Estancia, es muy deficiente, ya que solo presentan servicio público de energía eléctrica; respecto al servicio de gas, la comunidad utiliza leña y gas propano para sus actividades domesticas, el servicio de agua llega por medio de acueductos veredales y hay viviendas que toman el agua directamente de la Quebrada La Estancia y afloramientos que discurren en la misma.

Condiciones de Viviendas. Las viviendas encuestadas se encuentran ubicadas en un sitio estable y presentan buenas condiciones respecto a los terrenos en donde están construidas, lo cual quiere decir que no presentan riesgo de deslizamiento. A continuación se presenta la información acerca de los materiales con los que están construidas las viviendas.

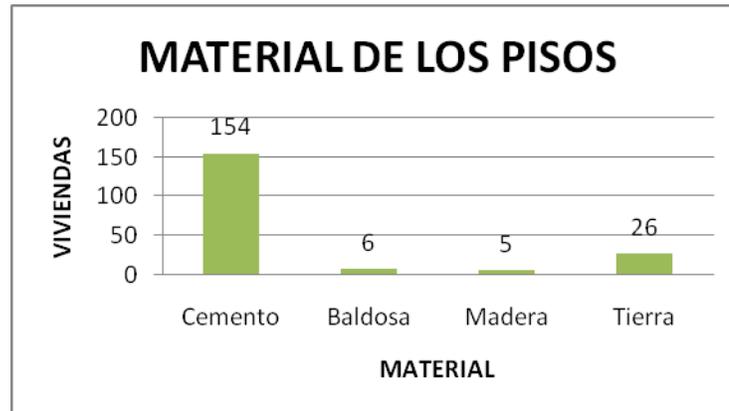
Grafica 10. Material de Paredes



Fuente: Autor del proyecto.

Como se muestra en la Grafica, los materiales de las paredes en su mayoría presentan como material de construcción el ladrillo con un 68.06%, en segundo lugar tapia pisada con un 21.99%, en tercer lugar está el bareque con un porcentaje de 4.2% y por último con un porcentaje de 1.6% está la madera.

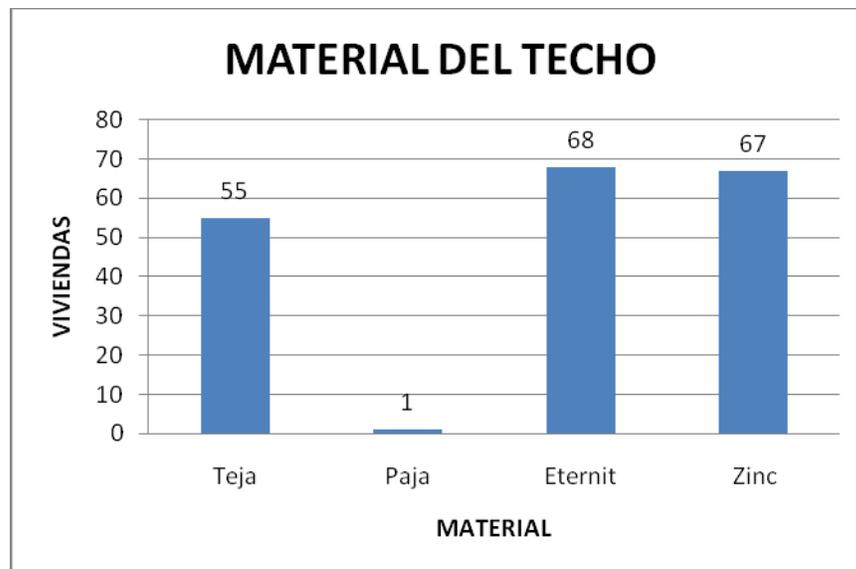
Grafica11. Material de pisos



Fuente: Autor del proyecto.

Como se muestra en la Grafica, en cuanto al material de los pisos predomina en un 80.63% el cemento y en un 13.61% la tierra, también hay pisos construidos en un 3.14% de baldosa y 2.62% de madera.

Grafica 12. Material de Techos



Fuente: Autor del proyecto.

Como se muestra en la Grafica, el material de los techos de las viviendas presentes en la microcuenca La Estancia un 35.60% el material es eternit, un 35.07% son construidos con zinc, y un 28.79% son construidos de teja prefabricada, por último en un 0.5% es de paja.

Con respecto a las unidades sanitarias "baños" en las viviendas, la Grafica muestra la información con respecto a las viviendas de la microcuenca Quebrada La Estancia.

Grafica 13. Unidades Sanitarias "Baños"



Fuente: Autor del proyecto.

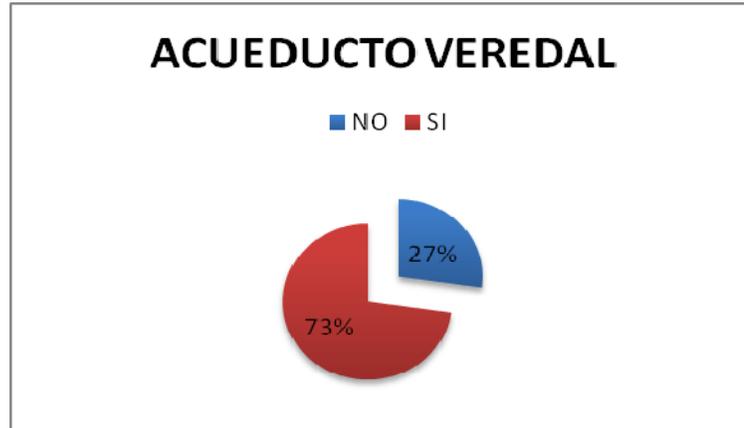
Las viviendas del área de influencia de la Microcuenca la Estancia en un 77% cuentan con unidad sanitaria, pero un 23% de las viviendas no cuentan con una, lo que significa que no tienen en su totalidad las condiciones necesarias para vivir en ellas.

Abastecimiento de Agua. En las encuestas realizadas en las veredas, se encontró que las fincas que están sobre el área de influencia presentan tipo de abastecimiento superficial, ya que captan el agua de la Quebrada La Estancia.

Las seis veredas que hacen parte de la Microcuenca La estancia cuentan con acueductos veredales, pero no todas las fincas de estas veredas cuenta con servicio del acueducto, hay fincas en donde captan el agua directamente de la Quebrada sin tener en cuenta la problemática ambiental que puede tener esta fuente hídrica aguas arriba de las compactaciones.

En la Grafica se observan las fincas que cuentan con servicio del acueducto veredal

Grafica 14. Abastecimiento de Agua



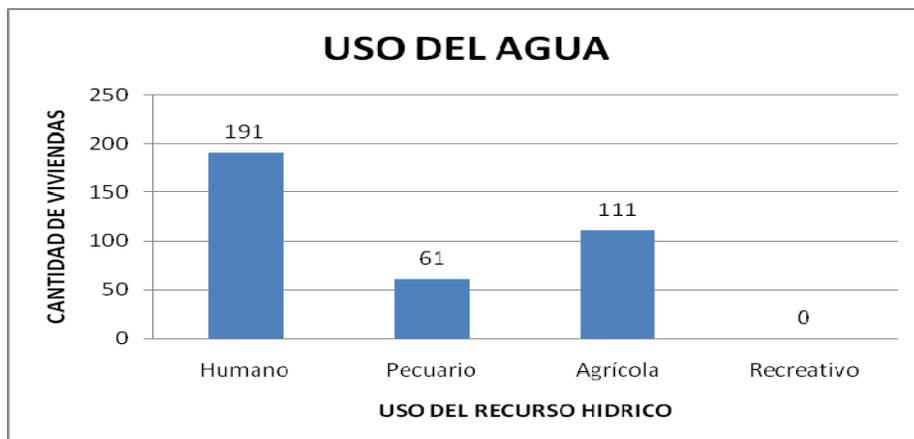
Fuente: Autor del proyecto.

Según la anterior Grafica 14, 73% es decir 139 fincas se benefician con el servicio del acueducto veredal, el 27% es decir 52 fincas no tienen el servicio. Hay que tener presente que este acueducto no está construido correctamente, ya que solamente cuenta con un desarenador y un tanque de almacenamiento.

En cuanto a las concesiones de agua, se encontró que las fincas encuestadas que utilizan el recurso hídrico para cualquier uso pecuario no presentan permiso de captación del agua de la Quebrada La Estancia. En los acueductos veredales, el sistema de aducción que presenta es por gravedad debido a que es una zona donde predominan pendientes.

Teniendo en cuenta lo establecido en el Decreto 1594 del 1984, los usos del recurso hídrico son: humano, domestico, pecuario y agrícola; como se observa en la Grafica.

Grafica 15. Uso del Agua

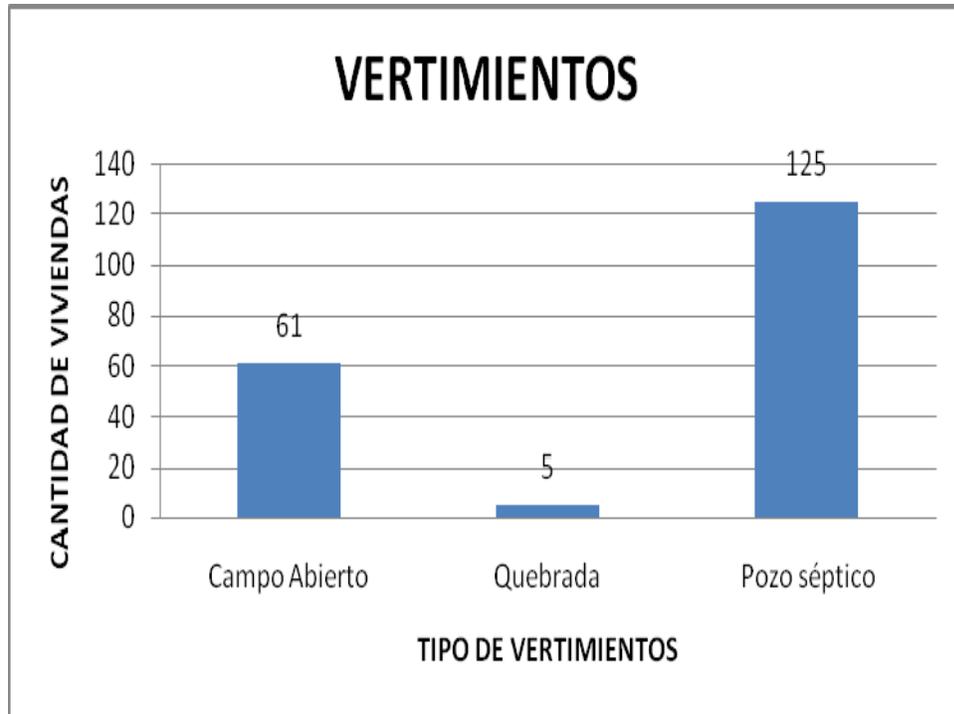


Fuente: Autor del proyecto.

Según lo anterior Grafica, los usos que se le están dando al agua de la Quebrada La Estancia están permitidos dentro de la legislación nacional, siempre y cuando cumplan con la concesión de agua necesaria para la captación de la fuente hídrica.

Disposición final de Aguas Residuales. En la siguiente Grafica, se encuentran la información acerca de los vertimientos de las aguas residuales

Grafica 16. Vertimientos

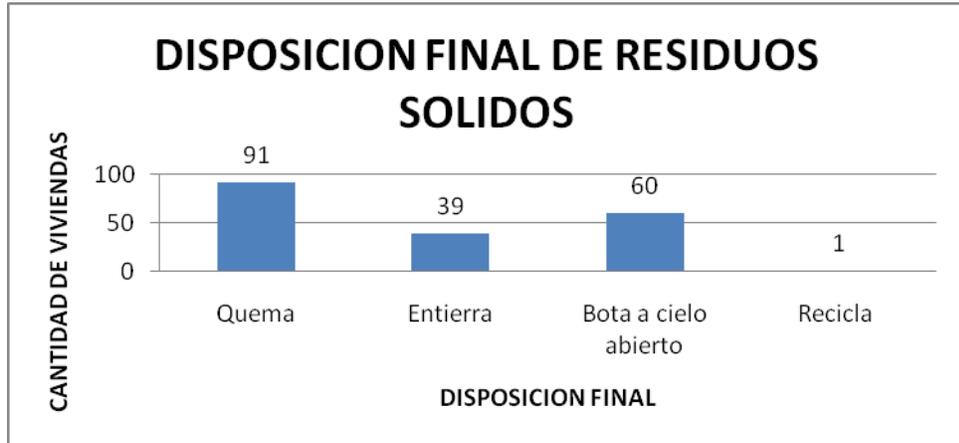


Fuente: Autor del proyecto.

En la microcuenca la Estancia existe un 2.6% de la totalidad de fincas que vierten sus aguas residuales directamente a la quebrada, el 65.45% de las fincas la infiltran por medio del pozo séptico y un 31.94% de las fincas hacen sus vertimientos a campo abierto, lo que genera gran problemática debido a que es una zona con pendientes fuertes en donde se puede presentar arrastre de sedimentos por acción de la escorrentía.

Disposición Final de Residuos Sólidos En la siguiente Grafica, se encuentran la información acerca de la disposición final de los residuos sólidos.

Grafica 17. Disposición Final de residuos Sólidos

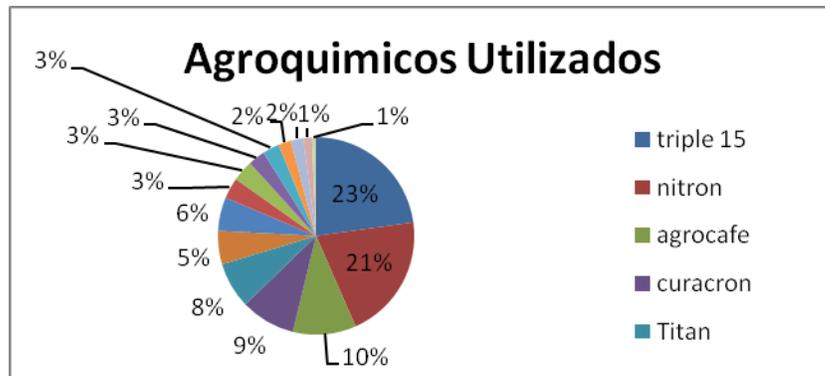


Fuente: Autor del proyecto.

De las 191 viviendas encuestadas en la microcuenca La Estancia, se encontró que 47.64% de las fincas queman los residuos sólidos que generan, 31.41 % de las fincas las depositan a cielo abierto, 20.42% de las fincas las entierran y por ultimo un 0.5% es decir una sola finca recicla los residuos sólidos para venderlos.

Agroquímicos utilizados. En la siguiente Grafica, se encuentran la información acerca de la utilización de agroquímicos en los cultivos en las fincas que hacen parte de la microcuenca La Estancia.

Grafica 18. Agroquímicos utilizados



Fuente: Autor del proyecto.

De la anterior grafica podemos decir que el agroquímicos más utilizado en los cultivos en cuanto a fertilizantes es el triple 15 pues se utiliza en un 23%, en segundo lugar el Nitrón y

en tercer lugar Agro café, en cuanto al insecticida el más utilizado es el Curacronn y entre los fungidas más utilizados esta el Titán.

4.2 DEMANDA HÍDRICA DE LA DE LA MICROCUENCA LA ESTANCIA

En la cuantificación de la demanda se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, a continuación se describe las actividades y el cálculo de la demanda en las seis veredas que conforman la Microcuenca Quebrada La estancia.

Cuadro 12. Usuarios vereda la estancia.

USUARIO	USO DEL AGUA						PISICULTURA
	HUMANO	PECUARIO			AGRICOLA		
	N° de habitantes	Bovino	Porcino	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Rito Ascanio	4						
Hugo Orlando Ascanio	3						
Juan Ascanio	4				Café	0.1	
Huber Ruedas	4			3			
Aura Rincón	4						
Nubia Mendoza	3						
Yolima Ferizola	4				Café	0.3	
Pablo Quintero	4		2				
Raúl Quintero	10				Tomate	0.5	
					Café	0.3	
Mónica Quintero	4						
Jesús Angarita	4				Pimentón	0.2	
Carmela Solano	4						
Raúl Molina	5			3			

Gabriel Solano	2						
Gilberto Rangel	6						
Ciro Guerrero	4						
Jesús López	3						
Arnulfo López	5						
Aníbal López (Asoc. paneleros)	5			3			X
Aníbal Navarro	4						
Clotilde Ortiz	4						
Jesús Angarita	4						
Onieda Ascanio	4						
Mirella Pérez	4			3			
Cipriano Beltrán	2		3				
TOTAL	104		5	12		1.4	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 13. Demanda total vereda LA Estancia

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s		Demanda Piscicultura L/s	Demanda total L/s
Vereda la Estancia	0.17992	0.48	2.6×10^{-3}	1.32×10^{-3}	0.25	0.9138

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 14. Usuarios vereda el oso.

USUARIO	USO DEL AGUA						
	HUMANO	PECUARIO			AGRICOLA		PISICULTURA
	Nº de habitantes	Bovino	Porcino	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Alfredo Mendoza	1						
Elfido Molina	5						
Eduardo Molina	5		4				X
Félix Antonio Quintero	1						
Urbano Angarita	4						
Hernán Chinchilla	2			3			
Gregorio Meneses	4						
Hernán Santiago	3						
Gerardo Santiago	5				Tomate	0.5	
Alfredo Santiago	1						
Luis Santiago	4		3		Frijol	0.3	
Libardo Meneses	5						
Julio Santiago	5						
William García	5			3	Tomate	0.5	
David Molina	6			2			
Juan Ruedas	5						
María Genis Prado	3						
Sonia Santiago	4	3					
Nancy Esther Casadiegos	5				Caña de azúcar	0.2	
Rubén Ballesteros	4						
TOTAL	77	3	7	8		1.5	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 15. Demanda total vereda

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s			Demanda Piscicultura L/s	Demanda total L/s
Vereda el oso	0.13321	1.17	1.56×10^{-3}	3.64×10^{-3}	8.8×10^{-4}	0.25	1.55929

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 16. Usuarios vereda el potrero

USUARIO	USO DEL AGUA						
	HUMAN O	PECUARIO			AGRICOLA		PISICULTUR A
	Nº de habitantes	Bovino	Porcino	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Isabel Castilla	5						
Alejo Vega Castilla	6				Tomate	0.5	
Graciela Vega Castilla	5						X
Gustavo Vega Castilla	4						
Julio Castilla	1						
Benjamín Manosalva	5						
Nelson Manosalva	1						
Jesús Emel Manosalva	5	3			Frijol	0.2	
Ramón Quintero	3						

Cuadro 16. (continuación)

Edilmo Ruedas (JAC)	2						
Marco Ruedas	1						
Ramón Molina	5						
Carmelo Molina	2						
Ilse Manosalva	3						
Cruz Granados	4						
Julio Molina	1						
Magdalena castro	1						
Milexa Rueda Carrascal	4						
Norleiba Gutiérrez	3						
Graciela Santiago	4	3	4	200	Tomate	2	
Érica Lemus	4				Tomate	0.2	
Alejo Santiago	1						
TOTAL	70	6	4	200		2.9	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 17. Demanda total vereda

	Demanda para consumo domestico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s			Demanda Piscicultura L/s	Demanda total L/s
Vereda el potrero	0.1211	2.24	3.12×10^{-3}	2.08×10^{-3}	0.022	0.25	2.6383

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 18. Usuarios vereda Bujurama

USUARIO	USO DEL AGUA						
	HUMANO	PECUARIO			AGRICOLA		PISICULTUR A
	N° de habitantes	Bovino	Porci no	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Firio Santiago	4						
Hernán Santiago	1						
Orlando Santiago	5				Tomate	0.5	
Albeiro Vargas	2						
Álvaro Ruedas	4	5					
Celedon Pava	3						
Orlando Pava	4						
Noé Pacheco	4						
Luis Torrado	5						
Epivenides Pacheco	4						
Carmelo Portillo	2						
Ricardo Quintero	1						
Alfonso Chinchilla	2						
Gabriel Jaimes	3						
Freddy Vera	4				Pimentón	0.3	
Pablo Eli Pacheco	5						
Alfonso Lobo (JAC)	4				Tomate	0.2	
Huber Molina	5				Tomate	0.3	
William Vega	4						
Freddy Guerrero	4						
José del Carmen Paredes	3						

Cuadro 18. (continuación)

Fabián Jiménez	4				Pimentón	0.2	
Adolfo Vega	3						
Oscar Emilio Paredes	3		3				
Ismael Molina	3						
Inael Molina	6				Tomate	0.4	
Alfonso Molina	2						
Alfredo Jiménez	3						
Antonio Pacheco	4						
Danilso Molina	3						
Ramón Paredes	5						
Juan de Dios Páez	5						
Saen Molina	4						
Said Molina	3						
Ana Elzida Bohórquez	2						
Juan de Dios Guerrero	3						
Noema Molina Mora	4						
Miraida Barbosa Molina	4			10			
Elizabeth María Vega Sanjuán	3						
Nubia Sánchez	3						
Johana Vergel	4		2				
Rafaela Lozano	1						
Edilma Manzano	4				Tomate	0.2	
Ninfa Antonia Mora	4						
María del Carmen Ortega	5		4		Tomate	0.2	

Cuadro 18. (continuación)

Martha Patricia Pérez	4			10			
María Milena Jaime	4						
Yulieth Jaime Bonet	5				Pimentón	0.2	
Juan Guerrero	3						
TOTAL	174	5	9	20		2.1	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 19. Demanda total vereda

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s			Demanda total L/s
Vereda Bujuriamá	0.30102	1.72	2.6×10^{-3}	4.68×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.0305

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 20. Usuarios vereda el Chamizo

USUARIO	USO DEL AGUA						
	HUMANO	PECUARIO			AGRICOLA		PISICULTURA
	N° de habitantes	Bovino	Porcino	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Adonais	2	3		2			
Evelio	2						
Adam Mora	4						
Orlando	4						
Mariela Gómez	4				ají	0.3	
Saín Mora (JAC)	5		5		Tomate	0.4	
Alirio Jácome	1						
Ramón	3						
TOTAL	25	3	5	2		0.7	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 21. Demanda total vereda

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s			Demanda total L/s
Vereda el Chamizo	0.04325	0.44	1.56×10^{-3}	2.6×10^{-3}	2.2×10^{-4}	0.48763

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 22. Usuarios vereda san Isidro

USUARIO	USO DEL AGUA						PISICULTURA
	HUMANO	PECUARIO			AGRICOLA		
	N° de habitantes	Bovino	Porcino	Aves	Tipo de Cultivo	Área (Ha)	
Felizano Serrano	2						
Jesús Evelio Bayona	2						
Ciro Ortiz	3						
Hugo García	3						
Alfonso Bayona	1						
Emiro Téllez	3						
William Rueda	3						
Guzmán Ruedas	3						
Yorley Ruedas	3						
José Vicente Álvarez	3						
Juvenal	4						
Flor María Vergel	2						
Hermides Carvajalino	4						
Ciro Carrascal	3						
Argimiro Picón	5						

Cuadro 22. (continuación)

Alfredo Noriega	3						
Eurípides Antonio Toro	5		3				
Ramón Ruedas	4						
Javier Lozano	2						
Alexander Rueda	3						
Huber Álvarez	3						
Diomedes Bayona	5						
Jorge Ortega	3						
Dainer Ríos	4						
Ángel Ruedas	5				Pimentón	0.4	
Adolfo Vega (JAC)	3						
Miriam Lozano	2						
Víctor Ríos	4						
Nohemí Carrillo	4						
Lucia Ríos	2						
Hernando Osorio	3	3					
Libardo Ríos	4		3				
Jesús Sánchez	4				Tomate	0.5	
Emiro Duarte	5						
Julio Quintero	1						
Luis Alfonso Ríos	4				Ají	0.3	
Danulfo Carvajalino	4				Tomate	0.2	

Cuadro 22. (continuación)

Alexander Bayona	3						
Gloria Bayona	2						
Saín Ruedas	4						
Urielson Ruedas	4						
Alirio Ruedas	3						
Daga Lozano	5						
Nancy Carrascal	4						
Geovanny	4						
Marco Martínez	4						
Yesid Vega	3						
Alirio Noriega	3						
Emilce Ruedas	2						
Alirio Ríos	4						
Urielso Dueñas	4						
Pedro Julio Ríos	4				Tomate	0.2	
Ramón Ríos	4						
Nelson Bacca	3				Tomate	0.5	
Amanda Vega	2						
Juan Yaruro	1						
Adolfo Claro	4						
Rosalba Carvajalino	2						
Aníbal Lozano	4						

Cuadro 22. (continuación)

Miguel Duran	4						
Albeiro Quintero	3						
Adolfo Coronel	3						
Diomar Navarro	4						
Arumis	4						
Alpidio Toro (Asoc. agricultores)	3			3			
Eucaris Bayona	4						
Ana Coronel	3						
TOTAL	210	3	6	3		2.4	

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 23. Demanda total vereda

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s			Demanda total L/s
San Isidro	0.3633	1.64	1.56×10^{-3}	3.12×10^{-3}	3.3×10^{-4}	2.00831

Fuente: Autores del proyecto.

Cuadro 24. Sumatoria de la demandas de cada vereda

	Demanda para consumo doméstico L/s	Demanda de uso agrícola L/s	Demanda de uso pecuario L/s	Demanda Piscicultura L/s	Demanda total L/s
LA ESTANCIA	0.17992	0.48	3.92×10^{-3}	0.25	0.9138
EL OSO	0.13321	1.17	6.08×10^{-3}	0.25	1.55929
EL POTRERO	0.1211	2.24	0.0272	0.25	2.6383
BUJURIAMA	0.30102	1.72	9.48×10^{-3}		2.0305
EL CHAMIZO	0.04325	0.44	4.38×10^{-3}		0.48763
SAN ISIDRO	0.3633	1.64	5.01×10^{-3}		2.00831
TOTAL					9.63783

Fuente: Autores del proyecto.

Cabe resaltar que se encontró en algunas veredas una escuela rural, en la cual en promedio reciben clases 10 niños, es por esto que se calcula a continuación la demanda total para las escuelas.

Cuadro 25. Dt= Número de estudiantes* requerimiento establecido según el ras 2000

VEREDA	NOMBRE DE LA ESCUELA RURAL	Número de Estudiantes	DOTACION ESCUELAS RURALES	DEMANDA HIDRICA
La Estancia	Escuela Nueva Quebrada La Estancia	10	0.00173 L/s	0.0173
El Oso El Potrero	Escuela Nueva El Oso	10	0.00173 L/s	0.0173
Bujuriamama	Escuela Nueva Bujuriamama	10	0.00173 L/s	0.0173
Chamizo	-	-	-	-
San Isidro	Sede Jorge Eliecer Gaitán	10	0.00173 L/s	0.0173
DEMANDA TOTAL				0.0692L/s

Fuente: Autores del proyecto.

Con la sumatoria de la demanda para actividades en las veredas se suma la demanda por escuelas que están ubicadas en la zona d influencia de la microcuenca para un total de:

DEMANDA HIDRICA TOTAL = 9.70703L/s

Se debe estimar potencialmente el volumen de agua demandada ene metros cúbicos a nivel sectorial en los casos en los que no se tienen, y usar la información medida disponible en los otros. Las estimaciones se basan principalmente en la asociación de dos variables el volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien, teniendo en cuenta que estas estimaciones no contemplan las pérdidas de los sistemas de conducción almacenamiento, tratamiento y distribución del agua en el suministro de agua potable. La demanda total es definida como:

306120.898m³/año

4.3 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESCASEZ EN LA MICROCUENCA LA ESTANCIA.

Una vez se ha obtenido los datos de oferta hídrica neta y demanda hídrica de la Microcuenca La Estancia, se procede a calcular el Índice de Escasez a partir de la siguiente ecuación:

$$Ie = \left(\frac{DH}{OH} \right) * 100\%$$

$$Ie = \frac{306120.898 \text{ m}^3/\text{año}}{565282.8 \text{ m}^3/\text{año}} * 100\%$$

$$Ie = 54.15\%$$

El Índice de Escasez que se obtuvo en la Microcuenca La Estancia fue de aproximadamente 54.15%, lo que indica que se encuentra en una categoría roja pues es mayor del rango establecido 50%, según la categorización definida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004), la demanda hídrica del área de influencia de la Microcuenca es Alta, debido a las actividades de consumo humano y agropecuario que allí se desarrollan.

5 CONCLUSIONES

Se determinó en la microcuenca La Estancia, la oferta hídrica neta, la cual es 565282.8 m³/año, que permite suplir las necesidades de la población pero, debido a la deforestación de la microcuenca y a la pérdida de bosque atrapa nieblas, esta oferta puede reducirse en próximos años. Cabe resaltar que los efectos del cambio climático incluyen afectación significativa en las cuencas hidrográficas, por lo que las temperaturas seguirán en incremento, hasta llegar a un punto en el que la poca precipitación que se presenta en estas zonas, se evapotranspirará completamente.

En la microcuenca La Estancia se obtuvo una demanda hídrica de 306120.898m³/año, lo cual nos quiere decir que en la esta se presentan actividades que demandan un caudal considerable, y en donde se evidencia un uso irracional del recurso en las actividades realizadas por los habitantes de las diferentes veredas con jurisdicción en el área de la microcuenca, lo que agravaría en los próximos años, la capacidad de la cuenca para soportar la población actual y futura que se abastece de su recurso hídrico.

Los resultados de la demanda y oferta se relacionaron en el índice de escasez obtenido para la microcuenca, encontrándose un índice de escasez alto correspondiente al 54.15%, interpretándose entonces, que la zona es intervenida por actividades antrópicas influye directamente en la disponibilidad del recurso hídrico, y posiblemente no supla las necesidades de demanda a futuro, de donde se determina que es necesario tomar medidas inmediatas para ejercer mayor control en las actividades agrícolas y pecuarias presentes en la microcuenca, además de recuperar el bosque ripario deteriorado y los bosques atrapa nieblas ubicados en donde se encuentra los principales nacedores de agua.

6 RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos se recomienda que la microcuenca sea priorizada por los entes correspondientes, en este caso CORPOCESAR, en donde se ordene la microcuenca para garantizar el suministro del líquido para las generaciones presentes y futuras.

Para el ordenamiento de la microcuenca debe realizarse el Plan de Manejo Ambiental a partir del desarrollo de las fases de Aprestamiento, Diagnóstico, Formulación, Ejecución, Seguimiento y Evaluación, según lo estipulado en el decreto 1640 de 2012.

Cabe resaltar que un pequeño fragmento de área de la Microcuenca hace parte del municipio de Ocaña Norte de Santander, y por consiguiente debe conformarse una mesa técnica de concertación entre ambas Corporaciones autónomas regionales, para la realización del Plan de Manejo Ambiental de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO Mijares F. J. 1999. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ed. Limusa. México. 303 p.

CONGRESO DE COLOMBIA Decreto 0953 de 2013. Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011. Editorial Littio. P 23

CONGRESO DE COLOMBIA. Decreto 2857 de 1981. Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto- Ley 2811 de 1974 sobre Cuencas Hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Editorial Littio. 2000. P 23

DOMÍNGUEZ, Efraín Antonio. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. Universidad Javeriana. Bogotá. DC. 2011. P 13

DOORENBOS J., PRUITT W. O. Estudio FAO Riego y Drenaje 24. Las necesidades de agua de los cultivos. 1977.

FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina, “Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Experiencias en América Latina, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 13”. Chile, 2000

FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina, “Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia Experiencias en América Latina, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 13”. Chile, 2000

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM-. “Estudio Nacional del Agua”. Bogotá, D.C., 2000. P 2

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) – Abril de 2010

IDEAM. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Análisis de la distribución general de los ecosistemas boscosos del país por cuencas hidrográficas. 1998. P 10

IDEAM. Coautor. Estudio nacional del agua. Balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia. Segunda versión. Bogotá, 2000.

MARÍN R.R. Estadística sobre el recurso agua en Colombia, segunda edición. Edición arte y fotolito. Bogotá. 1992. P 23

PÁEZ GARCÍA, Luis Eduardo. Historia de la Región de Ocaña. Jaguar Group Producciones. Bogotá, 2009. P 23

REPÚBLICA DE COLOMBIA. 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. Editorial Norma. 2013. P 11

REPÚBLICA DE COLOMBIA. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. Actualizada hasta la reforma del 2001, Colombia, edición actualizada 2001. P.33.

SARDON, José María. Energía renovable para el desarrollo. Edición Thomson. Primera edición. Madrid España. 2013. P 47

TAMAYO, Mario, et al. El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa, 2001.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - Ingeniero Civil – Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola –Unidad de Hidráulica – M. Sc. En Docencia – Candidato a M. Sc. en Recursos Hidráulicos – Director de la Unidad de Hidráulica - Integrante GIREH (Grupo de investigación de Recursos Hídricos) - Bogotá, Colombia

UNESCO, Balance hídrico mundial y recursos hidráulicos de la tierra/estudios e informes sobre hidrología Madrid. 1979. P 25.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA FRONTERA NORORIENTAL. Plan de acción ajustado para el año 2007-2011. [En línea], (23 Marzo de 2014), disponible en <<http://www.corponor.gov.co/gel32/index.php>> p 2

DECRETO 3930 DE 2010(Octubre 25) Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

GARCÍA, M; SÁNCHEZ, F; et. Al. S.f. El Agua (En línea). Consultado el 2 de julio de 2005. Disponible en <<http://www.ideam.gov.co/publica/index4.htm> >

IDEAM, metodología del cálculo del índice de escasez Bogotá, D.C, 30 de junio del 2004 disponible en:
http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_resoluciones/Rs_0865_Metodolog%C3%ADa_anexo%20.pdf

IDEAM. Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia. VI jornadas del CONAPHI- Chile. Disponible en <<http://www.docstoc.com/docs/19690453/OFERTA-Y-DEMANDA-DEL-RECURSO-HIDRICO-EN-COLOMBIA>>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Estudio nacional de agua. Bogotá, 2000. Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021888/CAP3.pdf>

INFORME ANUAL SOBRE EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS RENOVABLES EN COLOMBIA: Estudio Nacional del Agua, relaciones de demanda de agua y oferta hídrica. Bogotá. 2008. 162p. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsiaia/fulltext/ideam.pdf>

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Estudio nacional de agua. Bogotá, 2000. Disponible en <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021888/CAP3.pdf>

OJEDA, Aída, “Agua y vida para saciar la sed de desarrollo”. México [En línea] (20 Diciembre 2013), disponible en <<http://www.eng.warwick.ac.uk/DTU/pubs/rwh.html>>

PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DE LA CIENAGA DE MALLORQUÍN, CRA-DAMAB-CORMAGDALENA -

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA disponible en:
<http://www.crautonomia.gov.co/documentos/mallorquin/diagnostico/marcojuridico>

UNESCO, guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del sur
Montevideo Uruguay impreso en 1982 disponible en:
http://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_999_S_1982.pdf

ANEXOS

2.3 Salud

Puntaje del Sisben: _____

Afiliación al Sistema de salud: EPS____ IPS____ ARS____ No aplica____

Cuál?_____

Enfermedades más comunes en la familia:_____

Formas de tratar las enfermedades: Médico____ Curandero____ Ninguno____

Combinación____ Lugar

donde acude a recibir atención médica: Hospital____ Centro de salud____ Clínica privada____

Otros_____

3. Información del Predio:

• Nombre: _____ Departamento: _____

• Municipio _____ Dirección del Predio: _____

• Tipo de Centro Poblado: Cabecera Municipal: _____ Corregimiento: _____ Vereda: _____

• Nombre Centro Poblado _____ Área: _____ Has

• Coordenadas: N: _____ W: _____ Altura: _____ msnm

• Cedula catastral: _____ Matricula Catastral: _____

• Tipo de Construcciones:

Nº	Tipo de Construcción	Área Mt2
	Viviendas	
	Establo	
	Estanque Piscicultura	
	Piscina	
	Galpones	

Nº	Tipo de Construcción	Área Mt2
	Beneficiador de Café	
	Vivero	
	Porqueriza	
	Invernadero	

Otras: _____ Mt² Cuales: _____

3.1 Tenencia de la Tierra: Propia: _____ Arrendada: _____ Aparcería: _____ Tenedor: _____

3.2 Vivienda

• Material de las Paredes: Ladrillo____ Madera____ Bareque____ Otro_____

• Material de los Pisos: Cemento____ Baldosa____ Madera____ Tierra____

• Material del techo: Teja____ Paja____ Eternit____ Zinc____

• Unidad Sanitaria: Si____ No____

• Combustible Utilizado: Leña____ Gas Propano____ Otro____ Cual:_____

• Condición de la vivienda: Buena____ Regular____ Mala____

3.3 Servicios Públicos:

- Energía Eléctrica: Sí___ No___
- Agua Potable: Sí___ No___
- Gas: Sí___ No___
- Alcantarillado: Sí___ No___
- Aseo: Sí___ No___
- Disposición Final de Residuos Sólidos: Quema ___ Entierra ___ Bota a cielo abierto ___
Recicla ___ Otros _____
- Disposición final de Aguas Residuales: Campo Abierto ___ Quebrada ___ Pozo
séptico___

3.4 Medios de Comunicación: Televisión___ Radio___ Periódico___

4. Información del Recurso Hídrico:

Tipo de Fuente: Naciente: _____ Quebrada: _____ Río: _____

Nombre de la Fuente: _____

Caudal: _____

Coordenadas Inicial: N: _____ W: _____ Altura: _____
msnm

Coordenadas Final: N: _____ W: _____ Altura: _____
msnm

4.1 Número de Captaciones y Coordenadas:

1. Fuente: _____ QDis: _____ Q

Aforado: _____

ordenadas: N _____ W _____ Altura: _____ (msnm)

Afluente de: _____

2. Fuente: _____ QDis: _____ Q

Aforado: _____

Coordenadas: N _____ W _____ Altura: _____ (msnm)

Afluente de: _____

3. Fuente: _____ QDis: _____ Q

Aforado: _____

Coordenadas: N _____ W _____ Altura: _____ (msnm)

Afluente de: _____

QDis: (Caudal disponible)

4.2 Uso del Agua:

1. Consumo Humano: Si___ No___ Número Personas _____

2. Uso Piscicultura: Si___ No___

3. Riego de cultivos: Si___ No___ Número Ha _____

4. Uso Recreacional: Si___ No___

5. Abrevadero de Animales: Si___ No___ Número Abrevaderos _____

Dispositivo de control Si___ No___ Cuál? _____

6. Otro: _____

5 Servidumbre: Si: _____ No: _____ Longitud: _____ Mts

Tipo de Riego: Inundación: _____ Aspersión: _____ Micro aspersión: _____ Goteo: _____

Otro: _____

6 Tipo de Captación: Gravedad: ___ Bombeo: ___ Motobomba de ___ H.P Fondo ___
Lateral: _____

7 Desarenador dimensiones: Largo _____ Mts. Ancho _____ Mts. Profundo _____ Mts.

Tipo de Conducción: Manguera: _____ PVC: _____ Canal: _____ HG: _____ Otro: _____

Longitud: _____ Mts. Observaciones: _____

Estado : Bueno ___ Regular ___ Malo ___

• Obra de Reparto: Si ___ No ___ Cual: _____

• Tanque distribuidor o de almacenamiento: Si ___ No ___ Material: _____

• Posee Flotadores: Si ___ No ___ Otros dispositivos de control: _____

En su predio existen nacientes: Si ___ No ___ Número _____ Nombres _____

—

5. Información de los Cultivos:

Cultivo	Área (Has)	Producción Ton/Año	Sistema de Riego	Frecuencia de Riego

• Utiliza Agroquímicos: Si ___ No ___ Fertilizantes _____

Insecticidas _____

Fungicidas _____

Nematicidas _____

Otros: _____

6. Información Pecuaria:

Especie	Nº de animales	Área de explotación (Has)	Propósito

7. Equipamientos comunitarios y de recreación

- Institución Educativa: Si___ No___ Nombre de Escuela/Colegio(s):_____ N° de aulas_____ N° de maestros_____
- Junta de Acción Comunal: Si___ No___
- Puesto de Salud: Si___ No___
Nombre:_____
- Comedor Infantil: Si___ No___
- Salón Comunal: Si___ No___
- Hogar para el Adulto Mayor: Si___ No___
- Cancha de futbol: Si___ No___

OBSERVACIONES:

Anexo B. Lista de encuestado

N°	USUARIO	VEREDA
1	Rito Ascanio	La Estancia
2	Hugo Orlando Ascanio	La Estancia
3	Juan Ascanio	La Estancia
4	Huber Ruedas	La Estancia
5	Aura Rincón	La Estancia
6	Nubia Mendoza	La Estancia
7	Yolima Ferizola	La Estancia
8	Pablo Quintero	La Estancia
9	Raúl Quintero	La Estancia
10	Mónica Quintero	La Estancia
11	Jesús Angarita	La Estancia
12	Carmela Solano	La Estancia
13	Raúl Molina	La Estancia
14	Gabriel Solano	La Estancia
15	Gilberto Rangel	La Estancia
16	Ciro Guerrero	La Estancia
17	Jesús López	La Estancia
18	Arnulfo López	La Estancia
19	Aníbal López (Asoc. paneleros)	La Estancia
20	Aníbal Navarro	La Estancia
21	Cleotilde Ortiz	La Estancia
22	Jesús Angarita	La Estancia
23	Onieda Ascanio	La Estancia
24	Mirella Pérez	La Estancia
25	Cipriano Beltrán	La Estancia

26	Alfredo Mendoza	El Oso
27	Elfido Molina	El Oso
28	Eduardo Molina	El Oso
29	Félix Antonio Quintero	El Oso
30	Urbano Angarita	El Oso
31	Hernan Chinchilla	El Oso
32	Gregorio Meneses	El Oso
33	Hernan Santiago	El Oso
34	Gerardo Santiago	El Oso
35	Alfredo Santiago	El Oso
36	Luis Santiago	El Oso
37	Libardo Meneses	El Oso
38	Julio Santiago	El Oso
39	William García	El Oso
40	David Molina	El Oso
41	Juan Ruedas	El Oso
42	María Genis Prado	El Oso
43	Sonia Santiago	El Oso
44	Nancy Esther Casadiegos	El Oso
45	Rubén Ballesteros	El Oso
46	Isabel Castilla	El Potrero
47	Alejo Vega Castilla	El Potrero
48	Graciela Vega Castilla	El Potrero
49	Gustavo Vega Castilla	El Potrero
50	Julio Castilla	El Potrero
51	Benjamín Manosalva	El Potrero
52	Nelson Manosalva	El Potrero
53	Jesús Emel Manosalva	El Potrero
54	Ramón Quintero	El Potrero

55	Edilmo Ruedas (JAC)	El Potrero
56	Marco Ruedas	El Potrero
57	Ramón Molina	El Potrero
58	Carmelo Molina	El Potrero
59	Ilse Manosalva	El Potrero
60	Cruz Granados	El Potrero
61	Julio Molina	El Potrero
62	Magdalena castro	El Potrero
63	Milexa Rueda Carrascal	El Potrero
64	Norleiba Gutiérrez	El Potrero
65	Graciela Santiago	El Potrero
66	Érica Lemus	El Potrero
67	Alejo Santiago	El Potrero
68	Firio Santiago	Bujuriama
69	Hernán Santiago	Bujuriama
70	Orlando Santiago	Bujuriama
71	Alveiro Vargas	Bujuriama
72	Álvaro Ruedas	Bujuriama
73	Celedon Pava	Bujuriama
74	Orlando Pava	Bujuriama
75	Noé Pacheco	Bujuriama
76	Luis Torrado	Bujuriama
77	Epivenides Pacheco	Bujuriama
78	Carmelo Portillo	Bujuriama
79	Ricardo Quintero	Bujuriama
80	Alfonso Chinchilla	Bujuriama
81	Gabriel Jaimes	Bujuriama
82	Freddy Vera	Bujuriama
83	Pablo Eli Pacheco	Bujuriama
84	Alfonso Lobo (JAC)	Bujuriama

85	Huber Molina	Bujuriama
86	William Vega	Bujuriama
87	Freddy Guerrero	Bujuriama
88	José del Carmen Paredes	Bujuriama
89	Fabián Jiménez	Bujuriama
90	Adolfo Vega	Bujuriama
91	Oscar Emilio Paredes	Bujuriama
92	Ismael Molina	Bujuriama
93	Inael Molina	Bujuriama
94	Alfonso Molina	Bujuriama
95	Alfredo Jiménez	Bujuriama
96	Antonio Pacheco	Bujuriama
97	Danilso Molina	Bujuriama
98	Ramón Paredes	Bujuriama
99	Juan de Dios Páez	Bujuriama
100	Saen Molina	Bujuriama
101	Said Molina	Bujuriama
102	Ana Elzida Bohórquez	Bujuriama
103	Juan de Dios Guerrero	Bujuriama
104	Noema Molina Mora	Bujuriama
105	Miraida Barbosa Molina	Bujuriama
106	Elizabeth María Vega Sanjuán	Bujuriama
107	Nubia Sánchez	Bujuriama
108	Johana Vergel	Bujuriama
109	Rafaela Lozano	Bujuriama
110	Edilma Manzano	Bujuriama
111	Ninfa Antonia Mora	Bujuriama
112	María del Carmen Ortega	Bujuriama
113	Martha Patricia Pérez	Bujuriama
114	María Milena Jaime	Bujuriama

115	Yulieth Jaime Bonet	Bujuriamá
116	Juan Guerrero	Bujuriamá
117	Adonais	El Chamizo
118	Evelio	El Chamizo
119	Adam Mora	El Chamizo
120	Orlando	El Chamizo
121	Mariela Gómez	El Chamizo
122	Saín Mora (JAC)	El Chamizo
123	Alirio Jácome	El Chamizo
124	Ramón	El Chamizo
125	Felizano Serrano	San Isidro
126	Jesús Evelio Bayona	San Isidro
127	Ciro Ortiz	San Isidro
128	Hugo García	San Isidro
129	Alfonso Bayona	San Isidro
130	Emiro Téllez	San Isidro
131	William Rueda	San Isidro
132	Guzmán Ruedas	San Isidro
133	Yorley Ruedas	San Isidro
134	José Vicente Álvarez	San Isidro
135	Juvenal	San Isidro
136	Flor María Vergel	San Isidro
137	Hermides Carvajalino	San Isidro
138	Ciro Carrascal	San Isidro
139	Argimiro Picón	San Isidro
140	Alfredo Noriega	San Isidro
141	Eurípides Antonio Toro	San Isidro
142	Ramón Ruedas	San Isidro
143	Javier Lozano	San Isidro
144	Alexander Rueda	San Isidro

145	Huber Álvarez	San Isidro
146	Diomedes Bayona	San Isidro
147	Jorge Ortega	San Isidro
148	Dainer Ríos	San Isidro
149	Ángel Ruedas	San Isidro
150	Adolfo Vega (JAC)	San Isidro
151	Miriam Lozano	San Isidro
152	Víctor Ríos	San Isidro
153	Nohemí Carrillo	San Isidro
154	Lucía Ríos	San Isidro
155	Hernando Osorio	San Isidro
156	Libardo Ríos	San Isidro
157	Jesús Sánchez	San Isidro
158	Emiro Duarte	San Isidro
159	Julio Quintero	San Isidro
160	Luis Alfonso Ríos	San Isidro
161	Danulfo Carvajalino	San Isidro
162	Alexander Bayona	San Isidro
163	Gloria Bayona	San Isidro
164	Saín Ruedas	San Isidro
165	Urielson Ruedas	San Isidro
166	Alirio Ruedas	San Isidro
167	Daga Lozano	San Isidro
168	Nancy Carrascal	San Isidro
169	Geovanny	San Isidro
170	Marco Martínez	San Isidro
171	Yesid Vega	San Isidro
172	Alirio Noriega	San Isidro
173	Emilce Ruedas	San Isidro
174	Alirio Ríos	San Isidro

175	Urielso Dueñas	San Isidro
176	Pedro Julio Ríos	San Isidro
177	Ramón Ríos	San Isidro
178	Nelson Bacca	San Isidro
179	Amanda Vega	San Isidro
180	Juan Yaruro	San Isidro
181	Adolfo Claro	San Isidro
182	Rosalba Carvajalino	San Isidro
183	Aníbal Lozano	San Isidro
184	Miguel Duran	San Isidro
185	Albeiro Quintero	San Isidro
186	Adolfo Coronel	San Isidro
187	Diomar Navarro	San Isidro
188	Arumis	San Isidro
189	Alpidio Toro (Asoc. agricultores)	San Isidro
190	Eucaris Bayona	San Isidro
191	Ana Coronel	San Isidro

Anexo C. Evidencias fotográficas.

Foto 1. Cultivos.



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 2. GPS utilizado para georreferenciar.



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 3. Encuestando a los habitantes en la Microcuenca La Estancia



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 3. Encuestando a los habitantes en la Microcuenca La Estancia



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 4. Acueducto veredal de la vereda El Potrero.



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 5. Nacimiento de la Quebrada La Estancia



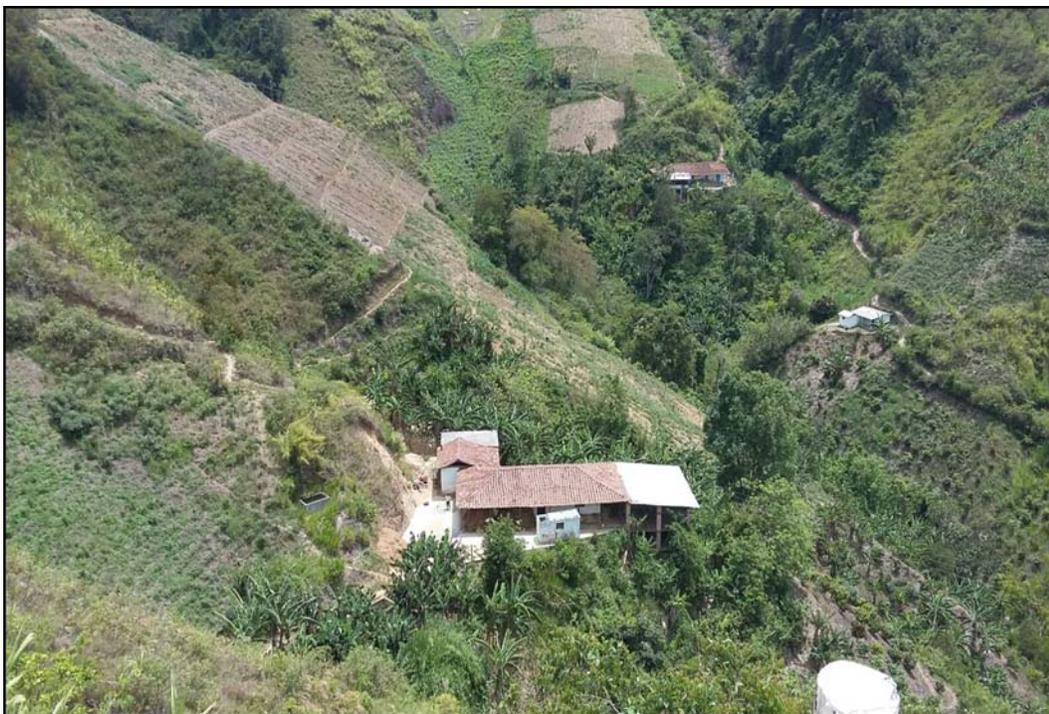
Fuente. Autores del Proyecto

Foto 6. Verificación de coberturas



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 7. Verificación de coberturas



Fuente. Autores del Proyecto

Foto 8. Verificación de coberturas



Fuente. Autores del Proyecto