



**PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE
LA QUEBRADA LA RUITOCA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA**

**EDUARDO RUEDA PLATA
MARÍA FERNANDA SERRANO GARCÍA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2015

**PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE
LA QUEBRADA LA RUITOCA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA**

**EDUARDO RUEDA PLATA
MARÍA FERNANDA SERRANO GARCÍA**

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero ambiental

**Director
M.Sc. JOHAN FERNANDO SUAREZ FAJARDO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2015**

Nota de aceptación

Firma
Nombre:
Presidente del jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Firma
Nombre:
Jurado

Bucaramanga, Mayo 19 de 2015

Dedicamos este logro a Dios por guiarnos en los adverso, por darnos paciencia y fe para continuar y colocar ángeles en nuestro camino, y a nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios por brindarnos una maravillosa familia que nos han apoyado incondicionalmente en todas las decisiones a lo largo de nuestras vidas.

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), la cual como entidad se vinculó de manera fundamental a nuestro proyecto, por medio de un excelente equipo técnico y profesional como son el ingeniero Humberto Sandoval Peña y el ingeniero Julio Roberto Camargo.

Al ingeniero Johan Fernando Suarez Fajardo director de este proyecto por su apoyo, disposición, orientación, dedicación y por sus aportes a nuestro desarrollo profesional.

Al ingeniero Juan Carlos Forero de la facultad de ingeniería civil, por su apoyo e información brindada para desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	17
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. MARCO REFERENCIAL	18
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.2. MARCO TEORICO	21
2.2.1 Oferta Hídrica	21
2.2.2. Demanda Hídrica.....	23
2.2.3. Impactos ambientales.....	25
2.2.4. Índice de Escasez	26
2.3. GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (GIRH) A NIVEL NACIONAL.....	27
2.3.1. PGIRH PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO A NIVEL DEPARTAMENTAL Y MUNICIPAL.....	27
2.4. MARCO LEGAL.....	31
3. METODOLOGIA DEL PROCESO	38
3.1. Oferta Hídrica	39
3.1.1. Cálculo de las Precipitaciones (P)	39
3.1.2. Cálculo de la Evapotranspiración	42
3.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA.....	49

3.3.	Impactos ambientales.....	53
3.3.1.	Identificación de impactos ambientales.....	53
3.3.2.	Evaluación de impactos ambientales.....	53
3.4.	Índice de Escasez.....	57
4.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	59
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
5.1.	ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA.....	65
5.1.1.	Cálculo de las Precipitaciones (P).....	65
5.1.2.	Cálculo de la Evapotranspiración	69
5.2.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA.....	75
5.3.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	85
5.3.1.	Identificación de impactos ambientales	85
5.3.2.	Evaluación de impactos ambientales.....	85
5.4.	ANÁLISIS ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA HÍDRICA	92
6.	PROPUESTA PARA DISTRIBUCIÓN DE USO DEL RECURSO HÍDRICO...	93
7.	CONCLUSIONES	101
8.	RECOMENDACIONES.....	102
	BIBLIOGRAFÍA.....	104

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. POMCAS – CDMB	30
Tabla 2. Registro de datos de precipitación en la estaciones en estudio.....	40
Tabla 3. Variables de Calificación Ambiental	55
Tabla 4. Calificación del impacto ambiental	56
Tabla 5. Categorías – Índice de Escasez.....	58
Tabla 6. Generalidades del área de estudio – Quebrada la Ruitoca.....	62
Tabla 7. Precipitación Promedia Mensual (mm)	66
Tabla 8. Cálculo de precipitación promedio mensual Quebrada La Ruitoca.....	68
Tabla 9. Datos Radiación Solar y Temperatura en Floridablanca.....	69
Tabla 10. Resultados Evapotranspiración - TURC.	70
Tabla 11. Escorrentía e infiltración.....	71
Tabla 12. Cálculo de Oferta Hídrica para La Quebrada La Ruitoca.....	73
Tabla 13. Caudal Ecológico Quebrada la Ruitoca	74
Tabla 14. Caudal de usos Vereda Paramito	78
Tabla 15. Matriz impactos ambientales – Asentamientos urbanos	86
Tabla 16. Matriz impactos ambientales – Agricultura.....	89
Tabla 17. Matriz impactos ambientales – Piscicultura	91
Tabla 18. Cálculo de índice de escasez Paramito	92
Tabla 19. Usuarios Acuarritoca.....	95
Tabla 20. Usuarios Independientes	97

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica N° 1. Demanda vs Usos	82
Gráfica N° 2. Demanda vs usuario.....	83
Gráfica N° 3. Demanda vs Usos de mayor consumo	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema - Polígonos de Thiessen	42
Figura 2. Localización Microcuenca Oro Medio	60
Figura 3. Ubicación Vereda Paramito	61
Figura 4. Área de influencia de la zona de captación	67

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	108
ANEXO - FORMATOS M-RC-F016 C.D.M.B.	108
ANEXO - FOTOGRAFICO.	110
a.) Aforos de la Quebrada en puntos de captación.....	110
b.) Usos recreacionales y tanque de almacenamiento para riego	112
c.) Pozos sépticos con campo de infiltración.....	114

d.) Capacitación a comunidad sobre reglamentación hídrica	115
ANEXO – TABLAS	116
Tabla 1. Precipitación Promedia Estación la Esperanza	116
Tabla 2. Precipitación Promedio Palogordo	117
Tabla 3. Precipitación promedio Estación Granja Piedecuesta	118
Tabla 4. Precipitación promedio Estación UPB	119

GLOSARIO

AGUAS METEÓRICAS: son las aguas de origen atmosférico y pasan por el ciclo hidrológico en un tiempo relativamente corto.

ATMÓSFERA: es una masa de aire que está compuesta de aire seco y vapor de agua; este último se comporta como un gas y su masa dentro de la atmósfera representa un porcentaje pequeño de la masa total de aire.

CUENCA: Es el área delimitada por la divisoria de aguas que separa al drenaje en diferentes sistemas de corrientes como quebradas y ríos, donde (si fuera permeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. (Aparicio, 1992)

DIVISORIA DE AGUAS: Es la línea imaginaria del contorno de una cuenca hidrográfica, que la separa de las adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, en el sistema de cauces que fluye hacia la salida de tal cuenca.

CORRIENTE PRINCIPAL: Es la corriente que pasa por la salida de una cuenca. En ocasiones son las que pasan por la salida de una subcuenca o una microcuenca.

DRENAJE: Es la remoción del exceso de agua de la superficie de la cuenca por medio de una serie de canales superficiales poco profundos llamados tributarios que recogen la escorrentía superficial y la descargan a la corriente principal.

ESCORRENTÍA: Es la cantidad de agua lluvia que excede la capacidad de infiltración del suelo. Si la lluvia la supera esta se escurre por los arroyos, quebradas y ríos, de esta manera se constituye la forma más disponible del recurso hídrico.

EVAPORACIÓN: es el proceso por medio del cual el agua líquida superficial pasa al estado del vapor y se desprende de la superficie; este vapor es almacenado en la atmósfera como humedad.

EVAPORACIÓN POTENCIAL: Se refiere a la máxima tasa de evaporación de una gran área cubierta completa y uniformemente por vegetación en crecimiento activo con adecuado suministro de humedad en todo momento.

EVAPOTRANSPIRACIÓN: es el proceso combinado de evaporación y transpiración en un suelo húmedo.

HIDROLOGÍA: ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza y la distribución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. La hidrología superficial trata de los estudios que se realizan cuando la fuente que suministra el caudal requerido es un río o un depósito superficial. El caudal disponible depende de los procesos que se desarrollan en la atmósfera adyacente y las características físicas, superficiales y subterráneas, de la cuenca vertiente.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA: se define como el contenido de vapor de agua en la atmósfera.

INTERCEPCIÓN: Proceso por el cual la precipitación es detenida y retenida por la vegetación y estructuras, precipitación que se pierde por evaporación y transpiración antes de penetrar en los suelos.

ISOYETAS: es un método para determinar la lluvia media en una zona. Son líneas que unen puntos de igual precipitación; se trazan utilizando información dentro y fuera del área.

PRECIPITACIÓN: fenómeno físico que consiste en transferencia de volúmenes de agua, en sus diferentes formas de la atmosfera a la superficie terrestre.

PRESIÓN ATMOSFERICA: es el peso por unidad de área de la masa de aire que hay por encima de ese punto. De acuerdo con la teoría de los gases, la presión atmosférica, depende de los valores correspondientes de temperatura, humedad, densidad y altura sobre el nivel del mar.

TRANSPIRACIÓN: es el fenómeno por medio del cual el agua que una planta toma del suelo a través de las raíces es llevada hasta las hojas desde donde se evapora; en este caso, las hojas proveen la superficie evaporante, y la radiación neta proporciona la energía necesaria, tanto para el transporte del agua hasta las hojas, como para la evaporación.

TRIBUTARIA: Las corrientes tributarias son aquellas que alimentan a las corrientes principales de una cuenca, subcuenca o microcuenca.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DEL USO DEL AGUA EN LA PARTE ALTA DE LA QUEBRADA LA RUITOCA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

AUTOR(ES): Eduardo Rueda Plata
María Fernanda Serrano García

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR(A): Johan Fernando Suarez Fajardo

RESUMEN

Este proyecto de grado tuvo como objetivo realizar el proceso de distribución hídrica de la quebrada La Ruitoca, ubicada en el municipio de Floridablanca, teniendo en cuenta sus variables de afectación como son conflictos de escasez del recurso, principalmente en épocas de verano y las implicaciones en el caudal ecológico necesario para el sostenimiento de los ecosistemas. Se estimó la oferta hídrica con base en información de 4 estaciones hidrometeorológicas, para obtener la disponibilidad de agua en la quebrada. Se determinó la demanda hídrica por medio de visitas de campo con el objetivo de obtener una dimensión clara acerca de las necesidades de la comunidad presente en la zona de estudio. Además, se realizó la identificación y evaluación de impactos ambientales, con el fin de encontrar las actividades antrópicas que afectan a la quebrada. Por último, se calculó el índice de escasez para el análisis entre la oferta y demanda, y poder realizar la correcta propuesta de distribución por uso del agua. Se obtuvo que la oferta neta es de 11635,85 m³/mes, la demanda es de 7593,22 m³/mes, se identificó que las actividades que afectan a la quebrada son los asentamientos urbanos, la agricultura y la piscicultura. El índice de escasez resultó ser de 65,25%, significando una alta presión sobre el recurso.

PALABRAS CLAVE: Quebrada Ruitoca, recurso hídrico, gestión ambiental, CDMB, distribución de aguas, Floridablanca.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PROCESS OF DISTRIBUTION OF THE USE OF WATER IN THE UPPER PART OF QUEBRADA LA RUITOCA FROM THE MUNICIPALITY OF FLORIDABLANCA

AUTHOR(S): Eduardo Rueda Plata
María Fernanda Serrano García

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Johan Fernando Suarez Fajardo

ABSTRACT

The aim of this work was perform a hydric distribution process of the La Ruitoca creek, located in the municipality of Floridablanca, having in mind affecting variables such as; conflicts due to resource shortage, mainly during dry seasons and the repercussions regarding the necessary ecological water flow rate for the maintaining of the ecosystems. The water supply was estimated based on hydrometeorological information of 4 stations, to get the availability of water in the creek. The water demand was established through field visits in order to get a dear information about the needs of this community in the study area. In addition, the identification and evaluation of environmental impacts, was realized in order to find the human activities that affects the creek. Finally, the scarcity index was calculated for analysis between supply and demand, and be able to make the correct distribution of water use. The net supply was found that is 11635,85 m³/month, the demand is 7593,22 m³/month, the activities that affects the creek are the urban settlements, agriculture and fish farming. The scarcity index was found to be 65,25 %, meaning a high pressure on the recourse.

KEYWORDS: Ruitoca creek, hydric resource, environmental management, CDMB, water distribution, Floridablanca.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Una de las funciones fundamentales de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (C.D.M.B) es el ordenamiento y manejo adecuado de los recursos naturales mediante programas de desarrollo integral de dichos recursos. Dentro del plan de desarrollo de esta entidad, uno de los objetivos es el de otorgarle concesiones de aguas.

El municipio de Floridablanca ha presentado una disminución en los caudales en la microcuenca oro medio, esto es debido a la deforestación a la que se ha sometido la zona tanto para la ampliación de la cobertura urbanística como para agricultura con cultivos como tomate, pimentón, maíz, habichuela y cítricos.

Este estudio se realizó con el fin de establecer el proceso de distribución del recurso hídrico en el sector Paramito de la vereda Ruitoque, ubicado en la parte alta de la quebrada la Ruitoca localizada al noreste de la microcuenca oro medio, donde la población solicitó concesión de aguas de las fuentes La Ruitoca, El Cafeto y el Indio de dicha microcuenca.

Es muy importante que la comunidad intervenga en conjunto con la autoridad ambiental para obtener como producto final una distribución equitativa y acorde a las necesidades actuales, manteniendo caudales ambientales para el sostenimiento de los ecosistemas y sus diferentes hábitats que interactúan con la comunidad y su actuar antrópico.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer el proceso de distribución del recurso hídrico de la parte alta de la Quebrada La Ruitoca, municipio de Floridablanca, Santander.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la oferta hídrica de la parte alta de la Quebrada la Ruitoca, ubicada en el municipio de Floridablanca.
- Determinar la demanda hídrica de los usuarios ubicados en la parte alta de la Quebrada la Ruitoca, ubicada en el municipio de Floridablanca.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas, que ejercen presión sobre el recurso hídrico en el área de estudio.
- Analizar la oferta y la demanda hídrica para una distribución del uso de agua de manera eficiente.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES

A partir del decreto 1541 de 1978 actualmente vigente se comienza a dar importancia a la reglamentación del uso del agua definiendo los procedimientos básicos al reglamentar una corriente hídrica para el beneficio de los predios para obtener una adecuada distribución de cada una de las corrientes de este recurso teniendo en cuenta las necesidades actuales de los predios y las de los usuarios aguas abajo.

En Colombia las corporaciones han estado al frente de las diferentes solicitudes de usuarios en reglamentaciones y ordenamientos de quebradas y subcuencas en las zonas de su jurisdicción como:

Los trabajos sobre procesos de reglamentación de aguas por la C.D.MB. en la quebrada La Angula parte baja, Vereda San Cayetano¹ y la C.R.Q en la quebrada Buenavista y sus tributarios², demuestran que existe una alta presión sobre el recurso hídrico por prácticas y sobreusos sobre la microcuenca donde se encuentran contenidas las corrientes de estas con la necesidad de una reglamentación para la distribución del uso de este recurso con el fin de garantizar la conservación de este recurso natural con el esfuerzo en conjunto con los usuarios.

¹ SUÁREZ, Alejandra. “Reglamentación RG-0002-2010 de la aguas de la quebrada de la Angula parte baja, Vereda San Cayetano”. CDMB. 2010.

² CORPORACIÓN AUTONOMA DEL QUINDÍO. Proyecto de reglamentación de las aguas de la quebrada Buenavista y sus tributarios. 2011.

El considerar la quebrada Ruitoca como un sistema y unidad de gestión de un recurso natural renovable es esencial, cuando se estudian las interacciones socio-ambientales relacionadas con el agua y las actividades económicas dependientes del mismo. Las temporadas climáticas, y la captación de flujos superficiales a través de ésta fuente, desde la parte alta de la cuenca hasta la parte baja produce una alteración sobre el régimen hídrico sobre la misma y sus tributarios, ocasionando variaciones en la oferta de dicho recurso. En periodos de lluvias aumentan las prácticas agropecuarias e industriales inadecuadas como el sobrepastoreo, la agricultura extensiva sin manejo ni conservación de suelos y aguas; lo cual repercute en una escasez del líquido cuando se presentan tiempos de sequía generando una disputa por uso del agua³.

La degradación acelerada de los recursos naturales renovables, el aumento de la población, la falta de cobertura alimentaria, la sobredemanda de los mismos y otros, son factores que representan desafíos para el manejo y la gestión de la quebrada Ruitoca vereda paramito en la parte alta.

La demanda por el recurso hídrico puede llegar a generar conflictos entre los habitantes de una comunidad cuando no existe una organización y racionalización del agua. Por este motivo, la quebrada Ruitoca parte Alta de la vereda paramito de Ruitoque perteneciente al municipio de Floridablanca necesita ser reglamentada para lograr el equilibrio entre el aprovechamiento social, económico, y ambiental, garantizando un modelo eficiente de

³ Ibid. p.4

administración y gestión del recurso, mejorando la calidad del agua para consumo humano y demás actividades y/o usos requeridos. Todo esto lleva a la adecuada administración del recurso hídrico de la parte alta de la quebrada respetando las condiciones ambientales necesarias para su conservación y aprovechamiento de generaciones actuales y futuras.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1 Oferta Hídrica

La Oferta hídrica de una cuenca hidrográfica es el volumen que se tiene disponible para satisfacer la demanda de las actividades sociales y económicas del hombre. Conocer el caudal de un río, la confiabilidad y la extensión de los datos históricos influye en la estimación de la oferta hídrica.

Para estimarla se realiza con el balance hídrico, que determina la disponibilidad de agua en cada una de las fases de precipitación, evapotranspiración real, e infiltración y escorrentía. El principio físico del balance es el siguiente⁴;

$$I - O = \frac{\Delta S}{\Delta t} \dots \dots \dots (\text{Ec. 1})$$

Donde;

- **Entradas (I)**: Precipitación (P) / Escorrentía superficial desde otras cuencas / Aguas subterráneas desde otras cuencas.
- **Salidas (O)**: Evapotranspiración / Escorrentía superficial hacia otras cuencas
- **Cambio de almacenamiento $\Delta S/\Delta t$** : Almacenamiento de aguas subterráneas / Almacenamiento por cambio de humedad del suelo.

Escorrentía total

El flujo promedio en la atmósfera es igual al promedio de la escorrentía neta y son iguales a la diferencia entre la precipitación media y la evapotranspiración real. Por tal motivo el balance hídrico viene definido como Escorrentía Total;

⁴ Resolución Número 0865. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Julio 22 de 2004.

$$\mathbf{Esc.Total = P - ETR \dots \dots \dots (Ec. 2)}$$

La escorrentía está compuesta por la escorrentía superficial y la escorrentía subterránea (flujo base). La dificultad de determinar la escorrentía subterránea obliga a aproximar en la ecuación 2 el término Esc. con la escorrentía superficial. En esta ecuación, (P) es la precipitación de la zona de interés y (ETR) evapotranspiración real⁵.

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. El volumen de agua que se ha evapotranspirado entra a formar parte de la humedad atmosférica como vapor, y representa una pérdida de agua en el balance hídrico de una cuenca.

Esta se cataloga en La **evapotranspiración potencial (ETP)**, la cual es la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en caso de existir un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento, y La **evapotranspiración real (ETR)**, siendo esta la pérdida de agua observada en una superficie líquida o sólida en las condiciones atmosféricas y de humedad del suelo dominantes, por fenómenos de evaporación y transpiración⁶.

⁵ Resolución Número 0865. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Julio 22 de 2004. (Página 6).

⁶ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. "Resolución Número 0865". Julio 22 de 2004. (Página 9).

De acuerdo con (García & Otero, 2005)⁷, las ecuaciones de **Turc, Turc Modificado, Cenicafe y Budyko** para la estimación de la evapotranspiración potencial y real (ETP y ETR), son ecuaciones prácticas, de fácil aplicación y **confiables** cuando se trata de zonas tropicales.

Caudal Ecológico

Es el caudal mínimo remanente, el cual es requerido para el sostenimiento del ecosistema, flora y fauna de una corriente de agua.

Oferta neta mensual

Es la oferta de la quebrada, de acuerdo con el **IDEAM**⁸, teniendo en cuenta una reducción de la oferta por **Caudal Ecológico** o caudal mínimo remanente y por **Calidad del agua** del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente.

2.2.2. Demanda Hídrica

La demanda hídrica es el volumen de agua, expresada en metros cúbicos, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo

⁷ Sergio Fabián García Palacios, José David Otero Barrera. “Estimación de la Evapotranspiración Real en La Cuenca Superior del Río Lebrija”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2005. (Página 59).

⁸ Proyecto de Reglamentación de las aguas de la Quebrada Buenavista y sus Tributarios. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia 2011. (Página 20),

determinado, y que corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (Ecuación 6)⁹.

$$DT = DUD + DUA + DUAV + DUP + DUI \dots \dots \dots (\text{Ec } 6)$$

Donde:

DT = Demanda total de agua

DUD = Demanda de agua por uso doméstico

DUA = Demanda de agua por uso agrícola

DUAV = Demanda de agua por uso avícola

DUP = Demanda de agua por uso pecuario

DUI = Demanda de agua por uso industrial

⁹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. "Resolución Número 0865". Julio 22 de 2004. (Página 20).

2.2.3. Impactos ambientales

Se define como cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.¹⁰

Para realizar una evaluación d impacto ambiental es necesario identificar el efecto de las acciones que se dan en el entorno a cierto factor ambiental. La esencia de estos impactos viene dada por el signo y el valor del impacto y se llama atributos del impacto ambiental:

- Signo: se refiere al carácter benéfico o perjudicial del impacto sobre el factor ambiental.
- Valor: se refiere a la gravedad del impacto, teniendo en cuenta el grado de afectación (positiva o negativa) sobre el factor ambiental.¹¹

De acuerdo con (*Arboleda, 2008*)¹² para la identificación de las actividades que en este caso son de carácter antrópicas, interactúan con el ambiente generando un consumo de recursos naturales, emisiones, vertimientos, cambios en el uso del suelo, cambio en las condiciones ambientales, entre otros más. Estas acciones son denominadas como Acciones susceptibles de producir impacto ambiental (**ASPI**).

¹⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2041. 15 de Octubre de 2014. Por el cual se reglamenta el Título VII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales. Diario oficial. 2014. 51 p.

¹¹ CRUZ, V. GALLEGU E, GONZALES L. Sistema de evaluación de impacto ambiental. Valencia. 2008. 146 p. Universidad Politécnica de Valencia. Facultad de informática. Sistemas Informaticos.

¹² ARBOLEDA, Jorge A. Manual para la evaluación del impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, EPM, 2008. Anexos p.57.

Estas acciones deben tener la capacidad de producir cambios visibles en el ambiente, de manera que sean independientes e irrepetibles para facilitar la evaluación de los efectos para que no se presente una disparidad en la contabilidad de los impactos. Seguido de obtener las ASPI, se puede identificar los impactos que se puede generar por cada una de ellas. Esto por medio del gráfico de redes o conocido como diagrama de flujo donde se analiza la aparición de cada proceso y los cambios en el ambiente debido a las acciones.

2.2.4. Índice de Escasez

El índice de Escasez, se establece como la relación entre la oferta hídrica y la demanda total de agua ejercida en el desarrollo de actividades económicas y sociales¹³

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} * 100$$

Dónde: Ie es el índice de escasez en porcentaje, Dh es la demanda hídrica en metros cúbicos (m³), Oh es la oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos (m³).

¹³ Plan de Ordenamiento del recurso hídrico de subcuenca Quebrada de Miraflores. Corponariño. (Disponible en: <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>)

2.3. GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO (GIRH) A NIVEL NACIONAL

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las Corporaciones Autónomas Regionales vienen orientando su gestión para la implementación de un modelo de manejo del recurso hídrico en el país, encaminado a planificar el aprovechamiento y uso sostenible de los recursos hídricos en calidad y cantidad con visión regional, eficiencia económica y equidad social, previniendo conflictos entre usuarios por acceso al recurso y garantizando su sostenibilidad.

Uno de los instrumentos más importantes para la orientación de la gestión integral del recurso hídrico en Colombia es la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) donde el concepto del agua es de “un bien natural de uso público y su conservación es responsabilidad de todos” además “se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico”¹⁴.

2.3.1. PGIRH PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO A NIVEL DEPARTAMENTAL Y MUNICIPAL

El plan de desarrollo del departamento de Santander, actúa con el fin de superar las dificultades relacionados con los cambios demográficos, las limitaciones fiscales, la pobreza, la ilegalidad, la informalidad y la sostenibilidad ambiental, ya

¹⁴<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/406-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-13>

que estos aspectos tienen una incidencia directa en las condiciones de vida de los santandereanos.

El plan de desarrollo se apoya en líneas estratégicas como Santander Generacional, Santander Humano y Social, Santander Sustentable, y Santander Equilibrado y Ordenado. Este último¹⁵, cuenta con programas específicos como:

- Programa masificación de gas
- Programa Vivienda digna y segura para todos los santandereanos
- Programa Modernización de la Infraestructura del Equipamiento Urbano.
- Programa de Ordenamiento Rural y Ambiental. Este resalta la búsqueda de equilibrios entre los aspectos económicos, sociales y ambientales, consolidando la sostenibilidad para el desarrollo de regiones y ciudades amables, verdes y sostenibles, considerando factores como cambio climático y global, recursos sólidos e hídricos.

El territorio santandereano está atravesado por la cordillera Oriental, presenta abundantes recursos hídricos y su red hidrográfica se encuentra conformada por numerosos ríos, quebradas y corrientes menores; que en su mayoría son afluentes del río Magdalena el cual recorre el Departamento por el costado occidental en una longitud aproximada de 289 kilómetros. Dentro de los ríos de mayor importancia, se encuentran el “río Magdalena, Carare, Lebrija, Opón, Sogamoso. Con el fin de velar por la protección del recurso hídrico, el departamento de Santander se apoya en el Plan de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas es un instrumento de gerencia eficaz y eficiente para la toma de decisiones en materia de políticas, regulación, planificación y gestión ambiental. Las Administraciones departamentales y municipales en los Planes de

¹⁵ Construcción, Socialización y Concertación del Plan de Desarrollo. Página 10. 2012 – 2015.

Ordenación y Manejo de Cuencas Hídricas deben garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico para las generaciones futuras¹⁶.

En el caso específico del Plan de Desarrollo del municipio de Floridablanca¹⁷ se encuentran los siguientes objetivos para la preservación del ambiente:

- Diseñar, implementar, dirigir, coordinar, acciones, planes y programas específicos encaminados a promover el desarrollo, crecimiento, bienestar social, ambiental y económico que creen condiciones de vida digna.
- Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, a través de la asignación y uso eficiente, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social. Aumentar el área de bosques reforestados en cuencas abastecedoras de agua durante el cuatrienio.

Gestiones por parte de la Administración Municipal, los Entes Descentralizados, la Autoridad Ambiental y la comunidad en general¹⁸, obedece al grave deterioro presentado principalmente en los últimos años en las fuentes hídricas de la región en mención, debido a las descargas contaminantes de residuos sólidos, sustancias químicas, cargas orgánicas y demás agentes que cambian las características propias del recurso, ocasionando la pérdida de la calidad del agua que recorre por los afluentes y las quebradas; afectando significativamente los

¹⁶ CASTRO, Argemiro. El Manejo de las microcuencas, la calidad del agua y la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en los municipios del departamento de Santander. 2013. P. 17

¹⁷ Plan de Gestión Ambiental Regional. P. 57

¹⁸ Lina Astrid Varón García, María Margarita Bueno Gonzales. "Informe Ambiental del Municipio de Floridablanca". Diciembre de 2012.

recursos del Municipio, puesto que no son nada aceptables las características físico químicas, y mucho menos las microbiológicas.

PLAN DE GESTIÓN INTEGEAL DEL RECURSO HÍDRICO - CDMB

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) vela por la protección y el manejo adecuado de varias cuencas en el departamento de Santander mediante las siguientes resoluciones;

Tabla 1. POMCAS – CDMB

<i>Autoridad Ambiental</i>	Nombre de la Cuenca	Fecha y Resolución de Ordenación	Área de la cuenca en -hectáreas	Resolución y Fecha de Aprobación POMCA	Resolución y Fecha de Aprobación Plan Operativo
CDMB	Lebrija Alto	Res. 333 de 23 de Abril de 2003	31.468	Acuerdo 1081, Feb. 23 de 2007	Acuerdo 1081, Feb. 23 de 2007
	Suratá	Res. 333 de 23 de Abril de 2004	68.461	Acuerdo 1101, Oct. 31 de 2007	Acuerdo 1101, Oct. 31 de 2007
	Río de Oro	Res. 333 de 23 de Abril de 2005	58.346	Acuerdo 1113, Feb. 19 de 2008	Acuerdo 1113, Feb. 19 de 2008
	Río Negro	Res. 333 de 23 de Abril de 2006	26.073	Acuerdo 1133, Dic. 23 de 2008	Acuerdo 1133, Dic. 23 de 2008
	Río Salamaga	Res. 333 de 23 de Abril de 2007	22.632	En desarrollo	
	Río Cachira Sur	Res. 333 de 23 de Abril de 2008	70.211	En desarrollo	
			277.191		

Fuente: Contralor General de Santander. “El Manejo de las Microcuencas, La Calidad del Agua y la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en los municipios del departamento de Santander”. Asamblea Departamental de Santander. Bucaramanga, 2014. (Página 24).

2.4. MARCO LEGAL

Por mandato de la **ley 123 de 1973**, se expidió el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Ambiente, mediante el **Decreto 2811 de 1974**¹⁹, que aún está vigente y, en armonía con la actual carta política, tiene por objeto “lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional.” Este Código establece a grandes rasgos, las normas generales, los principios y regulaciones para la planificación y el manejo de los recursos naturales renovables en el territorio colombiano.

Es a partir de esta norma que la reglamentación y ordenamiento del recurso hídrico comenzó a ser desarrollado en Colombia, en él se estableció, entre otros, lo relativo a la ordenación de las cuencas hidrográficas; el deber del Estado de garantizar la calidad del agua para el consumo humano y sus demás usos, las responsabilidades del gobierno, de autorizar y controlar el aprovechamiento de aguas y la ocupación y explotación de los cauces.

Posteriormente se expide el **Decreto 1541 de 1978**, modificado por el Decreto 2858 de 1981, el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas", que tiene por finalidad desarrollar las normas relacionadas con el recurso de aguas en todos sus estados. Comprende los aspectos tales como²⁰: el dominio de las aguas, cauces y riberas, y normas

¹⁹ (Disponible en:<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>).

²⁰ Decreto 1541 de 1978, artículo 1

que rigen su aprovechamiento; la reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas de agotamiento; las restricciones y limitaciones al dominio en orden a asegurar el aprovechamiento de las aguas por todos los usuarios; el régimen a que están sometidas ciertas categorías especiales de agua; las condiciones para la construcción de obras hidráulicas que garanticen la correcta y eficiente utilización del recurso, así como la protección de los demás recursos relacionados con el agua; la conservación de las aguas y sus cauces, en orden a asegurar la preservación cualitativa del recurso y a proteger los demás recursos que dependan de ella; las cargas pecuniarias en razón del uso del recurso y para asegurar su mantenimiento y conservación, así como el pago de las obras hidráulicas que se construyan en beneficio de los usuarios y Las sanciones y las causales de caducidad a que haya lugar por la infracción de las normas o por el incumplimiento de las obligaciones contraídas por los usuarios.

La **ley 9 de 1979**, Código Sanitario Nacional, se expide con la finalidad de dictar normas para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; en cuanto al recurso hídrico, su finalidad fue establecer el control sanitario de los usos del agua para la preservación de la salud humana. Estas disposiciones fueron en su momento reglamentadas por decreto **1594 de 1984**, que estableció el procedimiento jurídico para formular Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Así mismo, con el afloramiento de **La Constitución Política de 1991** que es la norma fundamental o norma de normas²¹, consagra como derecho colectivo de los colombianos gozar de un ambiente sano y participar de manera activa en las decisiones que puedan afectarlo. De igual forma establece como deber del Estado

²¹ Constitución Política de Colombia, artículo 4.

proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica; así mismo, la Constitución conmina al Estado a planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución²².

En 1993 se expide la **ley 99 de 1993**, mediante la cual se formula la política ambiental en Colombia, se crea el Sistema Nacional Ambiental - SINA y el Ministerio del Medio Ambiente, y se establece, entre otros, el ordenamiento territorial y el manejo de cuencas. De igual forma, se fijó competencia a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible para ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables.

En lo referente al uso eficiente y ahorro del agua se expidió la **ley 373 de 1997**, que dispone que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua, el cual consiste en el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Este programa deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las

²² Constitución Política de Colombia, artículo 79 y 80. (Disponible en: <http://www.constitucióncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>).

hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

Con el fin de desarrollar el tema asociado a la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano, el Presidente de la República expidió el **Decreto 1575 de 2007**, que deroga el Decreto 475 de 1998. Tiene por objeto establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada.

El decreto 1594 de 1984 se encuentra actualmente derogado por el **Decreto Nacional 3930 de 2010**, que a su vez está modificado parcialmente por el **Decreto Nacional 4728 de 2010**. El decreto vigente establece las disposiciones relacionadas con los usos del Recurso Hídrico, su ordenamiento y los vertimientos al suelo y a los alcantarillados. De esta manera el capítulo III del **Decreto 3930 de 2010** recoge lo relativo al ordenamiento del recurso hídrico, estableciendo en el artículo 5 que éste constituye el proceso de planificación, mediante el cual la autoridad ambiental competente establece la clasificación de las aguas; fija su destinación y sus posibilidades de uso, con fundamento en la priorización definida para tales efectos en el artículo 41 del Decreto 1541 de 1978; define los objetivos de calidad a alcanzar en el corto, mediano y largo plazo; establece las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies; determina los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva; fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará, la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas y establece

el programa de seguimiento al recurso hídrico con el fin de verificar la eficiencia y efectividad del ordenamiento del recurso.

Se destaca que el Decreto consagra los criterios de priorización y aspectos mínimos para el ordenamiento del recurso hídrico. En cuanto a su proceso de ordenamiento por parte de la autoridad ambiental competente, la norma fija las siguientes fases²³:

1. Declaratoria de ordenamiento. Una vez establecida la prioridad y gradualidad de ordenamiento del cuerpo de agua de que se trate, la autoridad ambiental competente mediante resolución, declarará en ordenamiento el cuerpo de agua y/o acuífero y definirá el cronograma de trabajo, de acuerdo con las demás fases previstas en el presente artículo.
2. Diagnóstico. Fase en la cual se caracteriza la situación ambiental actual del cuerpo de agua y/o acuífero, involucrando variables físicas, químicas y bióticas y aspectos antrópicos que influyen en la calidad y la cantidad del recurso.
3. Identificación de los usos potenciales del recurso. A partir de los resultados del diagnóstico, se deben identificar los usos potenciales del recurso en función de sus condiciones naturales y los conflictos existentes o potenciales.
4. Elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. La autoridad ambiental competente, con fundamento en la información obtenida del diagnóstico y de la identificación de los usos potenciales del cuerpo de agua y/o acuífero, elaborará un documento que contenga como mínimo:
 - a. La clasificación del cuerpo de agua en ordenamiento.
 - b. El inventario de usuarios.
 - c. El uso o usos a asignar.

²³ Decreto Nacional 3930 de 2010, artículo 8

- d. Los criterios de calidad para cada uso.
- e. Los objetivos de calidad a alcanzar en el corto, mediano y largo plazo.
- f. Las metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes de que trata el Decreto 3100 de 2003, o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.
- g. La articulación con el Plan de Ordenación de Cuencas Hidrográficas en caso de existir y,
- h. El programa de seguimiento y monitoreo del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

En lo referente a los usos del agua, el artículo 9 del Decreto en mención consagra lo siguiente; **Artículo 9°. Usos del agua:** Para los efectos del presente decreto se tendrán en cuenta los siguientes usos del agua:

1. Consumo humano y doméstico.
2. Preservación de flora y fauna.
3. Agrícola.
4. Pecuario.
5. Recreativo.
6. Industrial.
7. Estético.
8. Pesca, Maricultura y Acuicultura.

Navegación y Transporte Acuático.

A nivel más regional y de acuerdo con el **POT** de Floridablanca **2013**²⁴, en el artículo 28, son funciones del sistema Hídrico:

- La preservación y conservación de las fuentes hídricas.
- Servir de refugio y soporte de vida silvestre.
- Servir como generador de espacio público urbano que sirva como soporte al desarrollo turístico y de reserva pasiva.

El decreto mencionado anteriormente (decreto 3930 de 2010) ordenó la creación de una Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico, dicho documento fue expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, en el año **2014**, bajo el nombre de Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- PORH como un instrumento de planificación que permite en ejercicio de la autoridad ambiental, intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de agua²⁵.

Para la fecha del **17 de marzo del 2015**, el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible saca la resolución **No. 0631**, “por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”²⁶.

²⁴ Nestor Días Barrera. “Decreto No. 0087 de 2013”. Alcaldía Municipal de Floridablanca. 03 de Abril de 2013. (Página 15).

²⁵ Disponible en:

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/guia_tecnica_para_la_formulacion/GU%C3%8DA_T%C3%89CNICA_PORH.pdf.

²⁶ <http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/res631vertimientos.pdf>

3. METODOLOGIA DEL PROCESO

La estimación y posterior distribución del recurso hídrico en lo que comprende los predios de la Vereda Paramito en el sector aledaño La Ruitoca, se realizó considerando un modelo secuencial de cuatro (4) fases.

La metodología a seguir para el proceso de estimación/distribución de los recursos hídricos fue la siguiente:

PARAMETROS INICIALES	
FASE I	Identificación de los predios en la cartografía existente
	Identificación del sistema de drenaje de la zona
	Retomar los aspectos de la zona de acuerdo al POT y los aspectos de la microcuenca de acuerdo al POMCA
	Recolección de datos meteorológicos de estaciones pluviométricas cercanas.
	Cálculo de la oferta hídrica
	Cálculo del caudal ecológico



3.1. Oferta Hídrica

En este proyecto se empleó el método del balance hídrico para cálculo de la oferta hídrica de la cuenca hidrográfica en cuestión, ya que este se emplea para cuencas con un registro de variables climatológicas e hidrológicas superior a 10 años y que cuentan con un área de drenaje $> 250 \text{ km}^2$ ²⁷.

3.1.1. Cálculo de las Precipitaciones (P)

Para el análisis de los parámetros mencionados se requirió usar datos de registros históricos de estaciones hidrométricas y climatológicas de la zona. Con base en la información hidrometeorológica referente a las estaciones La Esperanza, Granja Piedecuesta, Palogordo y Universidad Pontificia Bolivariana, localizadas dentro

²⁷ Resolución Número 0865. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Julio 22 de 2004. (Página 4).

y cerca de la microcuenca, se obtuvo de la oferta hídrica superficial. Estas estaciones cuentan con datos históricos de las siguientes fechas (**Tabla 2**);

Tabla 2. Registro de datos de precipitación en la estaciones en estudio.

ESTACIÓN	No. de años - datos de precipitación		Coordenadas de las Estaciones correspondientes	
Estación Palogordo	29 años	1981 - 2010	N 1273583	E 1111231
Estación Granja Piedecuesta	24 años	1986 - 2010	N 1265628	E 1110232
Estación La Esperanza	23 años	1981 – 2004	N 1263770	E 1102872
Estación UPB	4 años	2009 - 2012	N 1270792	E 1110518

Fuente: Los Autores.

Para realizar los cálculos necesarios en la obtención de la Oferta hídrica de la quebrada de Ruitoca, primero se recolectaron los datos de precipitación diaria de cada pluviómetro tomados cada 20 minutos en las estaciones mencionadas anteriormente. Se calculó la precipitación total en el cada uno de los meses, durante los años señalados para cada una de ellas, empleando el **método del promedio puntual**²⁸, el cual adoptado por el IDEAM, se aplica cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de 2 años), como se muestra en la ecuación 1.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{diaria_i} = P_{mensual} \dots \dots \dots (\text{Ec. 3})$$

²⁸ Herbert Gonzalo Rivera, Rodrigo Marin Ramirez, Raquel Vanegas. “Metodología de Cálculo del Índice de Escasez”. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D.C., 2004. (Página 8).

Donde;

n = número de pluviómetros

Pdiaria = precipitación diaria registrada en el pluviómetro (mm)

Pmensual = hace referencia a la precipitación media (mm)

La precipitación promedio mensual en cada estación, se calculó como la sumatoria de las precipitaciones del mes en estudio dividido en las cantidades de datos con los que se cuenta de ese mes como se muestra en la ecuación (2).

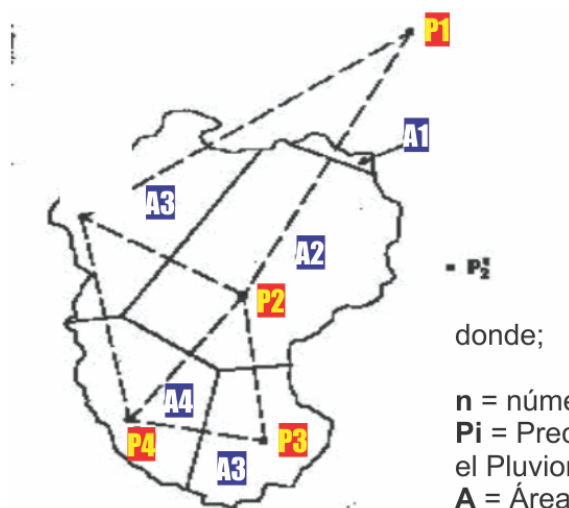
$$\overline{P_{mensual}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i\ mensual}}{\text{numero de meses}} \dots \dots \dots (\text{Ec. 4})$$

El registro de datos histórico de las cuatro estaciones durante los años de actividad y el cálculo del promedio mensual de la precipitación en cada estación se presentan en las siguientes tablas anexas (1, 2, 3 y 4);

Posteriormente, se empleó el **Método de Polígonos de Thiessen**, el cual proporciona un promedio ponderado de los registros pluviométricos (tablas anteriores) de las estaciones que tienen influencia sobre el área²⁹, considerando la distribución espacial de las estaciones de medición y la precipitación promedio de cada estación como se muestra en la ecuación de la **Figura 1**.

²⁹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Resolución Número 0865”. Julio 22 de 2004. (Página 7).

Figura 1. Esquema - Polígonos de Thiessen



- P₂

donde;

n = número de pluviómetros

P_i = Precipitación registrada en el Pluviómetro

A = Área de influencia correspondiente al pluviómetro i, resultante del método de polígono de Thiessen

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i P_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

*Sumatoria (A_i*P_{mensual}) de cada estación*
Sumatoria de las áreas (A_i) de las 4 estaciones

Adaptado y Modificado: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Resolución Número 0865”. Julio 22 de 2004. (Página 7).

3.1.2. Cálculo de la Evapotranspiración

ECUACIÓN DE TURC

Esta ecuación fue inicialmente desarrollada por Turc en 1954 basada en las observaciones de 254 cuencas de todos los climas a nivel mundial, generando una serie de curvas tipo $ETR = f(P, T)$, como se expresa en las **ecuaciones 5 y 6**³⁰;

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \text{ para } (P/L) > 0.316 \dots \dots \dots (\text{Ec. 5})$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3 \text{ donde } T \text{ esta en } ^\circ\text{C} \dots \dots \dots (\text{Ec. 6})$$

La formulación está basada en un balance de masas, en función de elementos meteorológicos simples como la temperatura y la precipitación de la cuenca, aplicadas a medidas de largo plazo en milímetros/año. Sin embargo, el uso de esta ecuación se descarta debido a que no tiene en cuenta las fluctuaciones mensuales de las variables climatológicas en cualquier estación del año (*García & Otero, 2005*)

Por otro lado, Turc en 1961, basado en observaciones de cajas lisimétricas, presentó la siguiente expresión para estimar la evaporación potencial conocida como Turc modificado³¹;

$$ETP = K \left(\frac{T}{T + 15} \right) (R_g + 50) \dots \dots \dots (\text{Ec. 7})$$

³⁰ Sergio Fabián García Palacios, José David Otero Barrera. “Estimación de la Evapotranspiración Real en La Cuenca Superior del Río Lebrija”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2005. (Página 63).

³¹ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Resolución Número 0865”. Julio 22 de 2004. (Página 11).

En esta expresión, **E** es la evaporación potencial en mm/mes, **K** es una constante igual a 0.40 para meses de 30 y 31 días y 0.37 para el mes de febrero, **T** es la temperatura media mensual del aire en grados centígrados, y adicionalmente, se tiene en cuenta la variable de **Rg**, la cual es la radiación solar global incidente del mes considerado expresada en cal/cm² /día (la fórmula anterior es empleada para una humedad relativa media mensual superior al 50%).

Teniendo esto en cuenta, se comienza con el cálculo de la Evapotranspiración real potencial a partir de la ecuación de Turc modificado (**Ecuación 7**) La cual se comparara con el máximo que se puede evapotranspirar según lo precipitado y esta será la ETR (evapotranspiración real), incluyendo la temperatura y la precipitación.

La estructura de esta fórmula resalta la influencia predominante de la radiación solar sobre el valor de la evaporación potencial y el esfuerzo del autor por introducir solamente datos climáticos fáciles de medir o estimar (Vélez *et al.*, 2000)³².

Metodología CENICAFE - Budyko³³

Este método propuesto por Cenicafe, permite calcular la evapotranspiración potencial en función de la elevación sobre el nivel del mar como lo muestra la **Ecuación 8**;

$$ETP = 4.658exp(-0.0002h) \dots \dots \dots (\text{Ec. 8})$$

³² http://www.bdigital.unal.edu.co/3482/2/71363510.2009_2.pdf

³³ Corporación Autónoma Regional de Quindío. "Proyecto de Reglamentación de las Aguas de la Quebrada Buenavista y sus Tributarios. Armenia, 2011. (Página 15).

Donde

- ETP= evapotranspiración potencial dada en (mm/día)
- h = altura sobre el nivel del mar en (mt)

Una vez hallado el valor de ETP, se procede al cálculo de la evapotranspiración real propuesta por (*Budyko, 1974*), el cual basado en un balance de masas y a partir de estudios anteriores, se percató que cuando la precipitación decrece, la Escorrentia superficial también decrece, pero cuando la precipitación aumenta, el caudal tiende a un valor límite. Con base a esto y extrapolando las ecuaciones de (*Scheiber, 1904*), propone la siguiente expresión;

$$ETR = \left[ETP \times P \times \tanh\left(\frac{P}{ETP}\right) \left(1 - \cosh\left(\frac{ETP}{P}\right) + \sinh\left(\frac{ETP}{P}\right)\right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots (Ec. 9)$$

Donde

- ETR= evapotranspiración real (mm) - Budyko
- P = Precipitación (mm)
- ETP = evapotranspiración potencial – Cenicafe

Para el cálculo de la **Oferta neta mensual** en la quebrada, de acuerdo con el **IDEAM**³⁴, hay que tener en cuenta una reducción de la oferta por **Caudal Ecológico**. El IDEAM ha adoptado como caudal ecológico un valor del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio. También se estipula otra reducción de la oferta por **Calidad del agua** de un 25% adicional del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente. De modo que la oferta neta es el 50% de la Oferta total.

Una vez calculada la oferta hídrica de la cuenca de la Vereda El Paramito, hay que tener en cuenta la reducción de la oferta por Caudal Ecológico y por calidad del agua considerando el 25% de la oferta mensual para cada una (IDEAM). En este caso;

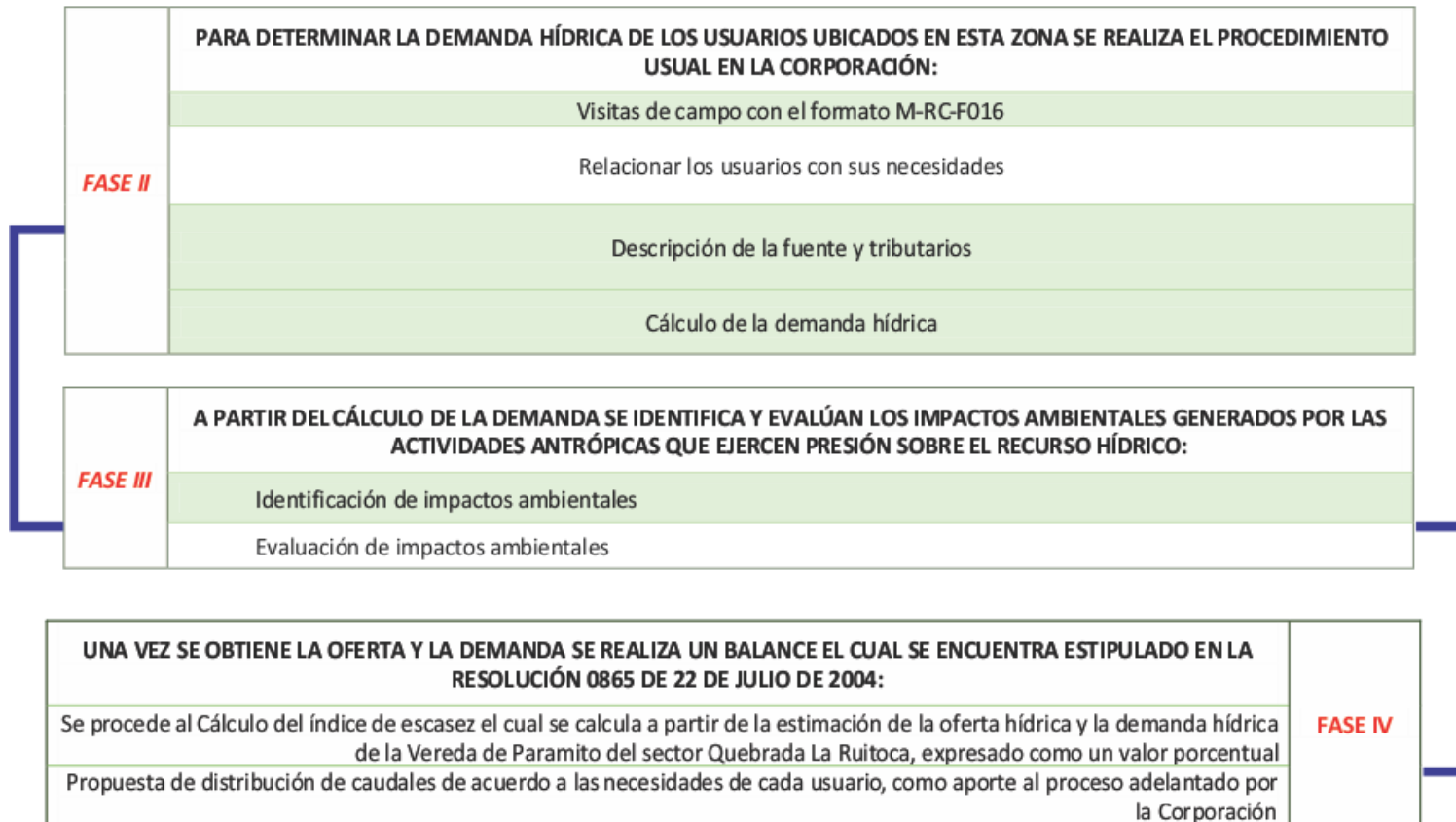
$$\text{Caudal Ecológico} = \text{Oferta} \frac{m^3}{mes} * (0,25)$$

$$\text{Calidad del agua} = \text{Oferta} \frac{m^3}{mes} * (0,25)$$

$$\text{Oferta neta (enero)} = \text{Oferta} \frac{m^3}{mes} - \text{Caudal ecologico} \frac{m^3}{mes} - \text{Calidad de agua} \frac{m^3}{mes}$$

³⁴ Proyecto de Reglamentación de las aguas de la Quebrada Buenavista y sus Tributarios. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia 2011. (Página 20),

Estos valores se calculan para cada mes respectivo y se restan de la oferta hídrica, obteniendo la Oferta Neta Mensual.



3.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

Teniendo en cuenta los registros y carteras de campo consignadas en el formato M-RC-F016* de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, C.D.M.B, y las visitas de campo efectuadas en la zona, se verificó y actualizó la información existente de cada uno de los predios.

En dicho formato se recolectó la información básica de cada usuario, datos del predio, ubicación, necesidades, usos que le dan al recurso hídrico y las condiciones de saneamiento básico. Además se pudo realizar un aforo en cada predio, con la finalidad de verificar el caudal otorgado y el de necesidades.

El cálculo de la demanda por consumo humano permanente se realizó, multiplicando una dotación de 150 L/hab-día³⁵ por la población de cada área mínima de rendimiento hídrico y para consumo doméstico flotante se realizó con una dotación de 50 L/hab-día. De modo que los consumos serán:

* Ver Anexo **Formato M-RC-F016**

Consumo humano:

$$\text{Consumo humano permanente} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{150 \frac{L}{hab * día} * \#hab}{86400}$$

$$\text{Consumo humano permanente} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = \text{consumo humano permanente} \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

$$\text{Consumo doméstico flotante} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{50 \frac{L}{hab * día} * \#hab}{86400}$$

$$\text{Consumo doméstico flotante} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = \text{consumo doméstico flotante} \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

Abrevadero Vacuno

³⁵ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Resolución Número 2320”. Noviembre 27 de 2009. Artículo 1.

$$\text{Consumo abrevadero vacuno } \left(\frac{L}{s}\right) = \frac{125 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * \# \text{ animales}}{86400}$$

$$\text{Consumo abrevadero vacuno } \left(\frac{m^3}{\text{mes}}\right) = \text{consumo abrevadero vacuno } \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

Abrevadero avícola

$$\text{Consumo abrevadero avícola } \left(\frac{L}{s}\right) = \frac{0,25 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * \# \text{ animales}}{86400}$$

$$\text{Consumo abrevadero avícola } \left(\frac{m^3}{\text{mes}}\right) = \text{consumo abrevadero avícola } \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

Abrevadero Equino

$$\text{Consumo abrevadero equino } \left(\frac{L}{s}\right) = \frac{40 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * \# \text{ animales}}{86400}$$

$$\text{Consumo abrevadero equino} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = \text{consumo abrevadero equino} \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

Abrevadero Peces

$$\text{Consumo abrevadero peces} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{10 \frac{L}{animal * día} * \# animales}{86400}$$

$$\text{Consumo abrevadero peces} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = \text{consumo abrevadero peces} \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

Riego

$$\text{Demanda por riego} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{0,5 \frac{L}{m^2 * día} * \#m^2}{86400}$$

$$\text{Demanda por riego} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = \text{Demanda por riego} \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30$$

3.3. Impactos ambientales

3.3.1. Identificación de impactos ambientales

De manera que se deben tener en cuenta el siguiente orden de elementos: primero se enlistó las **Acción Susceptible de Producir Impacto Ambiental (ASPI)**, seguido a esto se identificó los **efectos ambientales** que cada acción tiene sobre el ambiente y finalmente, se identificó los **impactos ambientales**, que son el resultado final producido por cambios generados por las acciones.

3.3.2. Evaluación de impactos ambientales

Una vez obtenida la lista de impactos ambientales que se pueden generar por las acciones, es necesario evaluarlos uno por uno, de modo que se pueda valorar su relevancia ambiental. Esto se realiza por medio de la **CALIFICACIÓN AMBIENTAL** (*Arboleda, 2009*), la cual es una expresión matemática donde se involucra la interacción de criterios ambientales, de manera que representa la gravedad de la alteración al ambiente que se esté causando.

La ecuación de calificación ambiental es la siguiente:

$$CA = C(P[aEM + bD]) \dots \dots \dots (Ec 8.)$$

Donde:

CA: Calificación Ambiental

C: Clase

P: Presencia

E: Evolución

M: Magnitud

D: Duración

Las variables en esta ecuación de impactos ambientales son plenamente develadas en el siguiente esquema (**Tabla 3**).

Tabla 3. Variables de Calificación Ambiental

$$CA = C(P(aEM+bD))$$

Clase (C)
Es el criterio que define el sentido del cambio ambiental producido por las acciones, llegando a ser <i>positivo (+)</i> cuando el ambiente sea beneficiado o <i>negativo (-)</i> cuando este se perjudica.

(P) – Probabilidad de ocurrencia del impacto		
<i>presencia</i>	<i>porcentaje probabilidad</i>	<i>rango</i>
<i>Cierta</i>	100	1,0
<i>Muy probable</i>	70 – 100	0,7 - 0,99
<i>Probable</i>	40 – 70	0,4 - 0,69
<i>Poco probable</i>	20 – 40	0,2 - 0,39
<i>Muy poco probable</i>	0 – 20	0,01 - 0,19
<i>No probable</i>	0	0

Presencia (P): Este representa la posibilidad de que el impacto mencionado ocurra, de manera que se expresa como el porcentaje de probabilidad de ocurrencia

(D) - Tiempo de duración del impacto		
DURACIÓN	AÑOS DE PERMANENCIA	RANGO
<i>Muy larga</i>	> 1 año	1,0
<i>Larga</i>	6 - 12 meses	0,7 - 0,99
<i>Media</i>	1 - 6 meses	0,4 - 0,69
<i>Corta</i>	1 día - 1 mes	0,2 - 0,39
<i>Muy cortas</i>	< 1 día	0 - 0,19

Duración (D): Es el periodo de tiempo de existencia activa del impacto, persistencia y sus consecuencias, independientemente de su reversibilidad o mitigación. Se expresa en función del tiempo de permanencia del impacto.

(E) - Evolución del impacto		
EVOLUCIÓN	TIEMPO AÑOS TRANSCURRIDO	RANGO
<i>Muy rápida</i>	< 1 día	1,0
<i>Rápida</i>	1 día - 1 mes	0,7 - 0,99
<i>Media</i>	1 - 6 meses	0,4 - 0,69
<i>Lenta</i>	6 - 12 meses	0,2 - 0,39
<i>Muy lenta</i>	> 1 año	0,01 - 0,19

Evolución (E): Este representa la velocidad con la que se desarrolla el impacto desde su aparición hasta que se desarrolle completamente con todas sus consecuencias. Este se expresa en términos de tiempo transcurrido.

(M) - Magnitud		
MAGNITUD	PORCENTAJES	RANGO
<i>Muy alta</i>	>80%	0,8 - 1,0
<i>Alta</i>	60% - 80%	0,6 - 0,79
<i>Media</i>	40% - 60%	0,4 - 0,59
<i>Baja</i>	20% - 40%	0,2 - 0,39
<i>Muy baja</i>	< 20%	0,01 - 0,19

Magnitud (M): Este criterio evalúa la dimensión o tamaño del cambio ambiental causado por las acciones. Se expresa como porcentaje de afectación o magnitud relativa comparando el ambiente con y sin actividades en la zona de influencia.

Fuente: Los Autores.

Las constantes **a** y **b**, son constantes de ponderación resultado de un análisis de sensibilidad las cuales son: $a = 7,0$ y $b = 3,0$. De manera que la ecuación de calificación ambiental será la siguiente:

$$CA = C (P [7,0EM + 3,0D])$$

Es por lo tanto que CA se encuentra entre valores de 1,0 a 10,0, siendo 1,0 el impacto más bajo y 10,0 el impacto más alto. En la siguiente tabla se presenta la importancia ambiental del CA.

Tabla 4. Calificación del impacto ambiental

(CA) - CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA AMBIENTAL
<i>Muy alta</i>	8,0 - 1,0
<i>Alta</i>	6,0 - 7,9
<i>Media</i>	4,0 - 5,9
<i>Baja</i>	2,0 - 4,0

Muy baja	0,0 - 1,9
-----------------	-----------

Fuente: Los Autores.

Durante el desarrollo del proyecto se implementó la metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales mediante la metodología propuesta por Jorge Arboleda adaptada por las Empresas Públicas de Medellín (EPM).

3.4. Índice de Escasez

El análisis entre la oferta hídrica neta y la demanda hídrica se realizó mediante el índice de escasez como se cita en la Metodología de cálculo del índice de escasez (*IDEAM, 2004*), cuya expresión se representa de manera porcentual.

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} * 100$$

El índice de escasez se agrupa en cinco categorías³⁶:

Tabla 5. Categorías – 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	Demanda no significativa

Fuente: IDEAM. Metodología de cálculo del Índice de Escasez.

³⁶ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Metodología de cálculo del Índice de Escasez. P.26

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN

La quebrada La Ruitoca aflora a 1247 msnm (metros sobre el nivel del mar) en la zona de condominio Ruitoque Golf Country Club, en la Vereda Ruitoque, del municipio de Floridablanca, y atraviesa la zona aledaña de los sectores Paramito y Nazaret, continua su recorrido alimentándose de otras fuentes como la quebrada Rancho Pajas, El Indio y El Cafeto a la altura de 1231 msnm, la cual desemboca directamente al río de Oro.

La Quebrada La Ruitoca corresponde a una quebrada de principal afluente de los sistemas primarios, según el POT Floridablanca, 2013³⁷. Esta se encuentra ubicada dentro de la cuenca Río Lebrija, subcuenca Río de Oro, microcuenca Oro Medio.

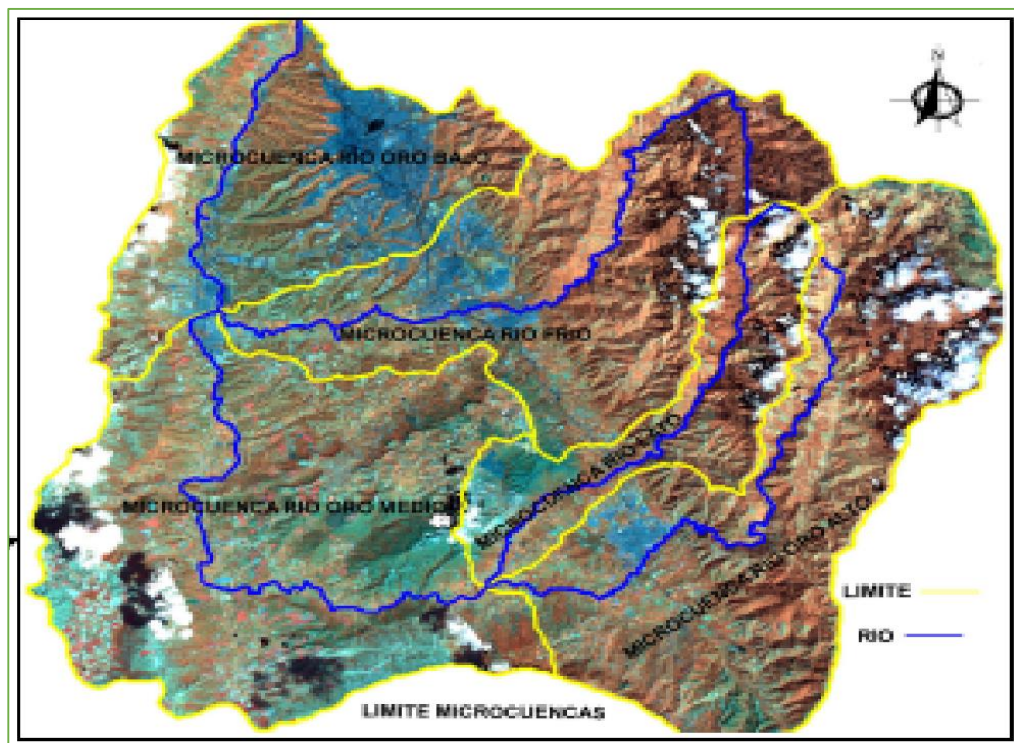
La subcuenca del Río de Oro identificada con el código 2319-9 cuenta con cinco microcuencas administradas por la CDMB como la Microcuenca Oro Alto Cód. 2319-9-5 con una extensión de 19.309 ha, Microcuenca Oro Medio Cód. 2319-9-3 una extensión de 16.853 ha, Microcuenca Oro Bajo Cód. 2319-9-1 con una extensión de 5.112 ha, Microcuenca Río Lato Cód. 2319-9-4 con una extensión de 11.795 ha, Microcuenca Río Frío Cód. 2319-9-2 con una extensión de 8.873 ha³⁸.

³⁷ Nestor Días Barrera. "Decreto No. 0087 de 2013". Alcaldía Municipal de Floridablanca. 03 de Abril de 2013.

³⁸ Resumen ejecutivo del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Subcuenca Río de Oro. 2007. P.2

La Microcuenca Oro medio se encuentra limitando al Este con la Microcuenca Oro Alto y la Microcuenca Río Lato, y al Norte limita con las Microcuencas Río Frío y Oro Bajo (Figura 2).

Figura 2. Localización Microcuenca Oro Medio

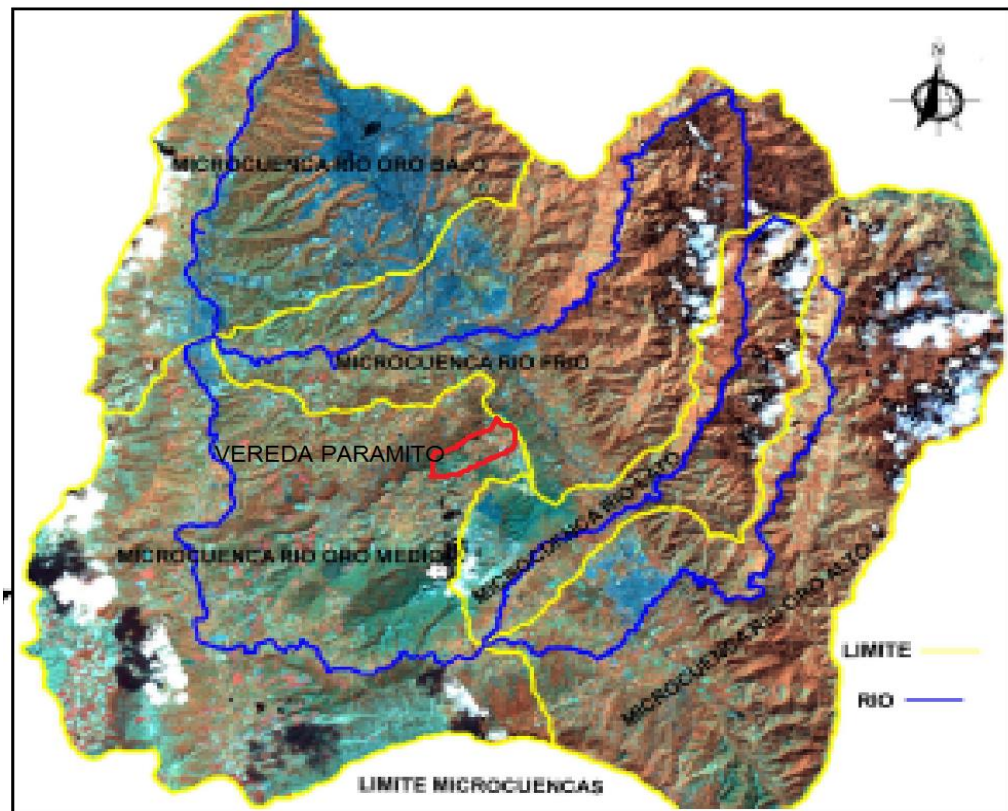


Adaptado y Modificado de: Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río de Oro.
(Página 2)

La Vereda Paramito se encuentra localizada en la parte alta al nor-este de la microcuenca Oro medio en la mesa de Ruitoque (Figura 3) contando un área de 95 Ha aproximadamente con cotas entre 1000 y 1250 msnm, ubicada sobre la

divisoria de aguas al Este en la Coordenada Norte= 1270005 y Este= 1109962, y a 1294 m de la coordenada Norte= 1268421 y Este= 1109796.

Figura 3. Ubicación Vereda Paramito



Adaptado y Modificado: Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río de Oro. (Página 2).

Demás aspectos importantes del sector Quebrada La Ruitoca como datos geográficos y condiciones del entorno medio ambiental, están registrados de forma simplificada en la **Tabla 6**;

Tabla 6. Generalidades del área de estudio – Quebrada la Ruitoca

PARAMETROS		DESCRIPCIÓN
1.)	CLIMA	El clima de la microcuenca es cálido y medio, influenciado por la altitud que determina la insolación terrestre. En la Vereda Paramito los climas corresponden a moderadamente húmedo y ligeramente húmedo ³⁹
2.)	TEMPERATURA	La temperatura máxima promedio en la estación CO Llanogrande es 27,3 C°, con una temperatura media promedio de 24, 9 C°.
3.)	HUMEDAD RELATIVA	La humedad relativa promedio según la estación CO Llanogrande es del 78% con una oscilación promedio entre 76% y el 79%. Para el municipio de Floridablanca es de 87.9%
4.)	REGIMEN DE VIENTOS	Los vientos en el municipio de Floridablanca están influenciados por los vientos Alisios del noroeste, que descargan su humedad sobre el macizo* de Santander. Durante el día los vientos soplan del valle hacia la montaña y en las noches se invierte la dinámica. La velocidad promedio del viento en el Municipio es de 0.7 km/h, con máximas de 1.68 km/h registradas en 1982 ⁴⁰ .
5.)	PRECIPITACIONES	Las precipitaciones máximas mensuales para el municipio de Floridablanca son de 175.1 milímetros (mm) y se registran en el mes de abril, en tanto que los meses de menor precipitación son agosto y diciembre cuando alcanza sólo los 86.7 mm. El promedio anual de precipitación es de 1.568 mm.
6.)	EVAPOTRANSPIRACIÓN	La evapotranspiración en el área varía entre los 59,14 y los 61,29 mm/ mensual con un promedio de 726,28 mm/ año.

³⁹ Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río de Oro. p.17

* Macizo: Bloque geológico constituido por materiales antiguos, elevado por la actividad tectónica

⁴⁰ Plan de Ordenamiento Territorial Floridablanca, Diagnostico Territorial, Subsistema físico-abiótico.

Tabla 6. (Continuación)

PARAMETROS		DESCRIPCIÓN
7.)	BRILLO SOLAR	El promedio de brillo solar es de 38.3%, éste permanece por más horas en los meses correspondientes al periodo seco (diciembre y enero) y se reduce en los periodos lluviosos (abril y mayo).
8.)	RELIEVE	Se identifica en el Macizo valles en V, cimas, crestas o filos y laderas o escarpes; en la zona de mesas se identifican dos zonas: la de escarpe y la de mesa propiamente dicha. La zona de valle intermontano está conformada por áreas onduladas y planas.
9.)	PENDIENTE	Pendientes plano - ondulados a empinados (0 - 75%). Las pendientes inclinadas a empinadas se localizan en las laderas de la Mesa y los planos - onduladas en la cima
10.)	SUELO	Son poco profundos, de textura entre arcillo - arenosa y arcillosa, de colores rojo, marrón y amarillo, moderadamente drenados y de Ph ligeramente ácido.
11.)	GEOTECNIA	La cuenca de la quebrada La Ruitoca se encuentra en la zona Geotécnica 1A, la cual tiene las siguientes características: suelos que corresponden a perfiles de meteorización de profundidad variable entre 2 y 10 metros. Ocasionalmente aparecen bloques de roca menos meteorizada dentro del perfil; por debajo del perfil de suelo aparecen areniscas y limolitas algo meteorizadas y fracturadas. Los suelos sub-superficiales presentan una baja capacidad de soporte especialmente por la presencia de las cavernas y en algunos sectores aparecen depósitos aluviales y lacustres de suelos blandos.
12.)	ESTRATIGRAFÍA	En el municipio de Floridablanca afloran rocas metamórficas, rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios.

Tabla 6. (Continuación)

PARAMETROS		DESCRIPCIÓN
13.)	AGUAS SUBTERRANEAS	Las principales concentraciones de agua subterránea y superficial corresponden a las zonas de fractura, las cuales actúan como sistemas de captación de las aguas infiltradas; estas aguas afloran posteriormente sobre los taludes, debajo de los escarpes, formando cañadas de flujo no permanente.
14.)	VEGETACIÓN	Se observa la presencia de especies arbóreas como, Caracolí (<i>Anacardium excelsum</i>), Yarumo (<i>Cecropia</i>), Balso blanco (<i>Heliocarpus popayanensis</i>), Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>), Cucharó (<i>Myrsine guianensis</i>), Higuerón (<i>ficus dulciaria</i>), especies introducidas de pinos (<i>Pinus patula</i> , <i>Casuarina equisetifolia</i>) y rastrojos acompañados de gramíneas. Predominan cultivos de leguminosas, maíz, tomate, pimentón y potreros mejorados con pasto brachiaria.

Fuente: Los Autores.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados y el análisis en cada etapa del estudio.

5.1. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

Se realizó el balance hídrico con base en la información hidrometeorológica suministrada por las precipitaciones en las estaciones aledañas al sector del estudio con el fin de estimar la oferta hídrica. A continuación se presentan los resultados obtenidos de precipitaciones, evapotranspiración y oferta hídrica neta.

5.1.1. Cálculo de las Precipitaciones (P)

Se realizó el cálculo de la precipitación promedio mensual para cada estación durante los años de actividad, teniendo en cuenta todos los valores registrados en cada una (Anexos, Tablas 1, 2,3 y 4). La tabla 7 se presenta los resultados de los promedios mensuales de cada una.

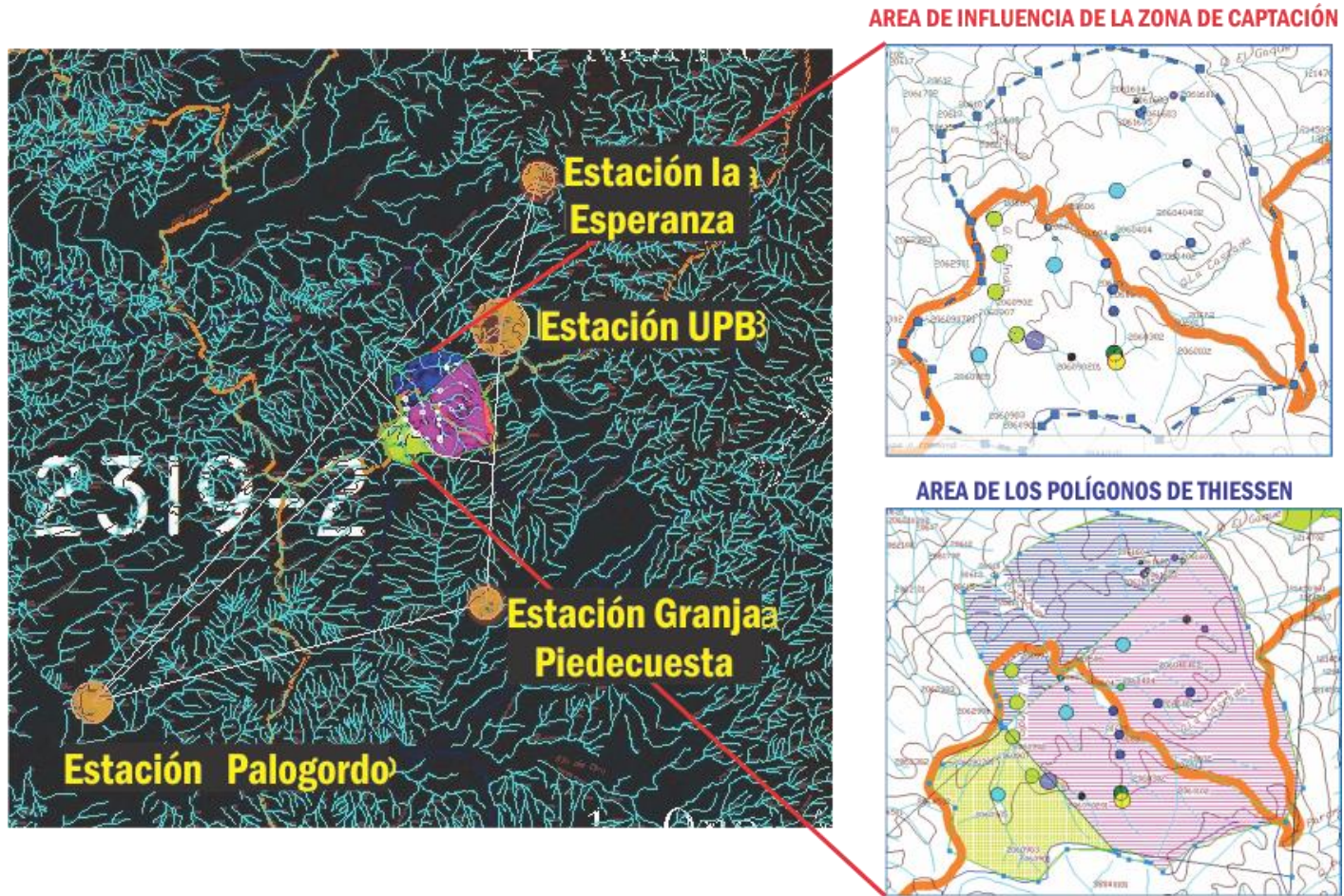
Tabla 7. Precipitación Promedia Mensual (mm)

<i>Estaciones</i>	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
La Esperanza	99,23	98,77	148,33	124,40	156,07	104,78	108,65	80,55	131,55	157,33	120,74	75,84	1393,18
Palogordo	51,37	81,33	96,87	94,20	120,1	75,37	85,38	79,98	103	117,77	92,2	34,1	1031,67
Granja Piedecuesta	90,70	116,66	181,47	136,01	172,06	100,53	105,34	93,04	138,93	179,08	149,16	81,25	1544,23
UPB	42,60	92,47	92,47	155,73	188,50	103,75	40,95	132,55	125,55	182,00	209,55	90,73	1338,35

Fuente: Los Autores.

Seguidamente se realizó el cálculo de la precipitación promedio mensual de la zona en general (**Tabla 8**), una vez conocidas las precipitaciones totales de cada mes en las 4 estaciones (Tablas anteriores) y el área de la zona de interés (**Figura 4**);

Figura 4. Área de influencia de la zona de captación



Fuente: Formato Autocad - Los Autores.

Ej. - Cálculo - Precipitación Enero de las 4 estaciones

$$P = \frac{[(99,23 * 0,85) + (51,36 * 0,52) + (90,70 * 0,09) + (42,60 * 1,89)]}{\text{Areas } \{0,85 + 0,52 + 0,09 + 1,89\}}$$

$$p = 59,63 \text{ mm}$$

Tabla 8. Cálculo de precipitación promedio mensual Quebrada La Ruitoca

<i>Áreas de Polígonos de Thiessen - zona de captación</i>		<i>Precipitación Promedia mensual Área de estudio</i>	
<i>Pluviómetro</i>	<i>Área [km2]</i>	<i>Meses</i>	<i>Precipitación (mm)</i>
<i>Estación La Esperanza</i>	0,85	Enero	59,63
<i>Estación Granja P.</i>	0,52	Febrero	92,98
<i>Estación Palogordo</i>	0,09	Marzo	109,72
<i>Estación UPB</i>	1,89	Abril	137,66
Área Total	3,35	Mayo	169,16
		Junio	99,50
		Julio	66,79
		Agosto	110,09
		Septiembre	123,92
		Octubre	165,64
		Noviembre	167,09
		Diciembre	77,87

Fuente: Los Autores.

Una vez calculado las precipitaciones promedias mensuales en la cuenca Rio Lebrija, subcuenca Rio de Oro y microcuenca Oro Medio (**Tabla 8**), se procedió con el cálculo de la Evapotranspiración en la siguiente sección.

5.1.2. Cálculo de la Evapotranspiración

Para el cálculo de la evapotranspiración se realizó por medio de la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real.

La estructura de esta fórmula resalta la influencia predominante de la radiación solar sobre el valor de la evaporación potencial y el esfuerzo del autor por introducir solamente datos climáticos fáciles de medir o estimar (Vélez *et al.*, 2000)⁴¹. En la **Tabla No. 9** se resumen los datos necesarios para la estimación de la evapotranspiración potencial de Turc en la zona de interés (Floridablanca).

Tabla 9. Datos Radiación Solar y Temperatura en Floridablanca

Meses	Radiación Solar Cal/día*cm ²	Temperatura (°C) media mensual
Enero	973,73	23,6
Febrero	973,73	23,9
Marzo	973,73	24
Abril	973,73	23,9
Mayo	973,73	23,9
Junio	973,73	23,7
Julio	973,73	23,6
Agosto	973,73	23,7
Septiembre	973,73	23,7
Octubre	973,73	23,4
Noviembre	973,73	23,2
Diciembre	973,73	23,2

Fuente: Los Autores.

⁴¹ http://www.bdigital.unal.edu.co/3482/2/71363510.2009_2.pdf

Conociendo los valores de radiación solar y temperatura en grados centígrados, se realizan los cálculos de evapotranspiración;

Tabla 10. Resultados Evapotranspiración - TURC.

Evapotranspiración Potencial TURC		Evapotranspiración Potencial TURC modificada	
Meses	ETP	Meses	ETR
Enero	181,93	Enero	124,37
Febrero	182,82	Febrero	128,4
Marzo	183,11	Marzo	117,11
Abril	182,82	Abril	139,63
Mayo	182,82	Mayo	70,42
Junio	182,23	Junio	128,39
Julio	181,93	Julio	169,88
Agosto	182,23	Agosto	100,58
Septiembre	182,23	Septiembre	161,87
Octubre	181,33	Octubre	128,36
Noviembre	180,72	Noviembre	119,13
Diciembre	180,72	Diciembre	102,64

Fuente: Los Autores.

Luego se emplea la **Ecuación 2** nombrada anteriormente, para la obtención de la Escorrentía total o también conocido como balance hídrico estimado en milímetros.

Tabla 11. Escorrentía e infiltración

Meses	Escorrentía e infiltración [mm]
Enero	-5,28
Febrero	-5,4
Marzo	-5,11
Abril	-5,63
Mayo	-3,42
Junio	-5,38
Julio	-5,88
Agosto	-4,58
Septiembre	-5,87
Octubre	-5,36
Noviembre	-5,12
Diciembre	-4,63

Fuente: Los Autores

Como se observó en la tabla 11, La metodología de Turc no resulta muy aplicable para la zona de interés, ya que los datos del balance hídrico solamente arrojan valores negativos, lo cual hace muy poco confiable la implementación de este método para la zona superior de la Quebrada La Ruitoca.

Debido a ello se calculó las dos evapotranspiraciones por medio de Budyko y Cenicafe, cuyos resultados fueron:

- a. Dentro de los pasos de cálculo, se comienza con la ETP de **Cenicafe**, donde el valor de $h = 1200$ mt, y la ecuación en total se multiplica por los días del mes en cuestión para obtener el valor en milímetros;

$$ETP = (4.658 \exp(-0.0002(1200))) * 31 \text{ días} = 113,59 \text{ mm}$$

(Caso mes de Enero)

- b. Luego se emplea la ecuación de Budyko utilizando las precipitaciones promedias mensuales de la Tabla 8 (**método polígonos de Thiessen**) y el valor de ETP obtenido de la ecuación Cenicafe;

$$ETR = \left[113,58 \times 59,63 \times \tan(1200) \left(\frac{59,63}{113,58} \right) \left(1 - \cos(1200) \left(\frac{113,58}{59,63} \right) + \sin(1200) \left(\frac{113,58}{59,63} \right) \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$ETR = 52,69 \text{ mm (caso mes de Enero)}$$

- c. Una vez calculado el ETR para cierto mes, se calcula la diferencia entre la precipitación promedio mensual (**Tabla 8**) y el ETR de dicho mes para el Aporte/Balance hídrico a la quebrada o Escorrentia total;

$$Esc.Total (P - ETR) = 59,63 - 52,6943 = 6,94 \text{ mm}$$

(caso mes de Enero)

- d. La **oferta en la fuente hídrica** en estudio se calcula como el aporte hídrico o escorrentia e infiltración, multiplicado por el área total de la cuenca en estudio (**Tabla 8**). De esta forma obtendremos un volumen de fluido o si se prefiere un caudal mensual.

$$Oferta Hídrica = 6,94(\text{mm}) * (3,35 \text{ Km}^2) * (1000)$$

$$Oferta Hídrica = 23271,69 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}} \text{ (mes de Enero)}$$

Este mismo procedimiento se empleó para el cálculo de la oferta hídrica para los meses restantes como se presenta en la siguiente tabla;

Tabla 12. Cálculo de Oferta Hídrica para La Quebrada La Ruitoca

Evapotranspiración Potencial - Cenicafe		Evapotranspiración Real – Budyko	Balance Hídrico	Oferta Hídrica en el área de estudio
Meses	ETP (mm)	ETR (mm)	P-ETR (mm)	Oferta (m³/mes)
<i>Enero</i>	113,59	52,69	6,94	23271,69
<i>Febrero</i>	102,60	67,72	25,26	84657,74
<i>Marzo</i>	113,59	77,48	32,25	108059,64
<i>Abril</i>	109,92	84,06	53,60	179621,50
<i>Mayo</i>	113,59	92,13	77,04	258148,09
<i>Junio</i>	109,92	72,51	26,99	90452,43
<i>Julio</i>	113,59	57,25	9,54	31980,11
<i>Agosto</i>	113,59	77,61	32,48	108852,17
<i>Septiembre</i>	109,92	80,56	43,36	145293,60
<i>Octubre</i>	113,59	91,54	74,11	248339,61
<i>Noviembre</i>	109,92	89,70	77,39	259339,99
<i>Diciembre</i>	113,59	63,56	14,312	47959,28

Fuente: Los Autores

A pesar de que ya se calculó la oferta hídrica de la cuenca de la Vereda El Paramito, hay que tener en cuenta la reducción de la oferta por Caudal Ecológico y por calidad del agua considerando el 25% de la oferta mensual para cada una IDEAM). En este caso;

$$\text{Caudal Ecológico (enero)} = 23271,69 \frac{m^3}{mes} * (0,25) = 5817,92 \frac{m^3}{mes}$$

$$\text{Calidad del agua(enero)} = 23271,69 \frac{m^3}{mes} * (0,25) = 5817,92 \frac{m^3}{mes}$$

$$\text{Oferta neta (enero)} = 23271,69 \frac{m^3}{mes} - 5817,92 \frac{m^3}{mes} - 5817,92 \frac{m^3}{mes}$$

$$\text{oferta neta (enero)} = 11635,85 \frac{m^3}{mes}$$

Estos valores se calculan para cada mes respectivo y se restan de la oferta hídrica, obteniendo la Oferta Neta Mensual;

Tabla 13. Caudal Ecológico Quebrada la Ruitoca

Meses	Q Ecológico	Calidad Agua	Oferta neta mensual (Oferta híd. – Q Eco. – Cal. Agua) m³/mes
<i>Enero</i>	5817,92	5817,92	11635,85
<i>Febrero</i>	21164,43	21164,43	42328,87
<i>Marzo</i>	27014,91	27014,91	54029,82
<i>Abril</i>	44905,38	44905,38	89810,75
<i>Mayo</i>	64537,02	64537,02	129074,05
<i>Junio</i>	22613,11	22613,11	45226,22
<i>Julio</i>	7995,03	7995,03	15990,05
<i>Agosto</i>	27213,04	27213,04	54426,08

Septiembre	36323,40	36323,40	72646,80
Octubre	62084,90	62084,90	124169,80
Noviembre	64834,99	64834,99	129699,99
Diciembre	11989,82	11989,82	23979,64

Fuente: Los Autores.

5.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

El cálculo de la demanda para el predio El Palmar este será, de la misma manera para los demás predios:

$$\text{Consumo humano permanente} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{150 \frac{L}{hab * día} * 4hab}{86400} = 0,0069 \frac{L}{s}$$

$$\text{Consumo humano permanente} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = 0,0069 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 17,88 \frac{m^3}{mes}$$

$$\text{Consumo doméstico flotante} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{50 \frac{L}{hab * día} * 5hab}{86400} = 0,0028 \frac{L}{s}$$

$$\text{Consumo doméstico flotante} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = 0,0028 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 7,26 \frac{m^3}{mes}$$

Para calcular la demanda por consumo de abrevadero se tiene que: Para consumo por ganado vacuno es de 125 L/animal*día. De modo que para la Finca el Paraíso:

$$\begin{aligned} \text{Consumo abrevadero vacuno} \left(\frac{L}{s} \right) &= \frac{125 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * 30 \text{ animales}}{86400} \\ &= 0,0434 \frac{L}{s} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo abrevadero vacuno} \left(\frac{m^3}{\text{mes}} \right) = 0,0434 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 112,49 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

Para el consumo por aves la dotación es equivalente a 0,25L/animal*día. Por lo tanto para el predio Mirador Santa Catalina:

$$\begin{aligned} \text{Consumo abrevadero avícola} \left(\frac{L}{s} \right) &= \frac{0,25 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * 20000 \text{ animales}}{86400} \\ &= 0,0578 \frac{L}{s} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo abrevadero avícola} \left(\frac{m^3}{\text{mes}} \right) = 0,0578 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 149,82 \frac{m^3}{\text{mes}}$$

Para el consumo por equinos la dotación es equivalente a 40L/animal*día⁴². Por lo tanto para la Finca Santa Teresa:

$$\text{Consumo abrevadero equino} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{40 \frac{L}{\text{animal} * \text{día}} * 5 \text{ animales}}{86400} = 0,0023 \frac{L}{s}$$

⁴² Universidad Industrial de Santander. Dotaciones de agua. Disponible en: <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>>

$$\text{Consumo abrevadero equino} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = 0,0023 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 5,96 \frac{m^3}{mes}$$

Para el consumo por peces la dotación es equivalente a 10L/animal*día. Por lo tanto para la Finca el León:

$$\text{Consumo abrevadero peces} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{10 \frac{L}{animal * día} * 50 animales}{86400} = 0,0057 \frac{L}{s}$$

$$\text{Consumo abrevadero peces} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = 0,0057 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 14,77 \frac{m^3}{mes}$$

La principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación. Cuando la precipitación es menor al uso consuntivo de un cultivo, se hace necesaria la utilización de sistemas de riego; luego existirá una demanda por uso agrícola en la zona. De manera que la dotación para cultivos es de 0,5 L/m²*día. Para el predio Villa sofi la demanda por riego será:

$$\text{Demanda por riego} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{0,5 \frac{L}{m^2 * día} * 500m^2}{86400} = 0,0028 \frac{L}{s}$$

$$\text{Demanda por riego} \left(\frac{m^3}{mes} \right) = 0,0028 \frac{L}{s} * \frac{86400}{1000} * 30 = 7,26 \frac{m^3}{mes}$$

En la **Tabla 14**, se presenta la estimación de la demanda hídrica total de 72 predios de la vereda de Paramito.

Tabla 14. Caudal de usos Vereda Paramito

NUMERO DE USUARIOS	Predios	CONSUMO HUMANO		Consumo Pecuario m3/mes					Riego	Recreación	Consumo total m3/mes
		Permanente	Flotante	Bovino	Avícola	Porcino	Equino	Peces			
1	Lote 1	22,29									22,29
2	El Palmar	17,88	7,26								25,14
3	Villa Sofi	22,29	7,26		0,03				7,26		36,83
4	Las Brisas	17,88	7,26								25,14
5	Villa María	22,29	22,29								44,58
6	Finca La Chavela	13,48									13,48
7	Villa Silvia	17,88	14,77		0,03						32,69
8	Finca La India	13,48	7,26		0,03						20,76
9	Guayabales	22,29									22,29
10	Finca La Tolunca	26,96	5,96								32,92
11	Casa Luna	13,48	2,85								16,33
12	Finca El Paraiso	80,35	5,96	112,49					7,26		206,06
13	Lote Vivero Arte	22,29	2,85								25,14
14	Villa Esmeralda	26,96			0,11						27,07
15	El Trébol	22,29									22,29
16	El Gaque	22,29	2,85		0,11						25,25
17	Finca El León	26,96	11,92					14,77	11,92		65,58
18	El Mirador	22,29									22,29
19	Lote 1 La Fortuna	22,29									22,29
20	El Paraiso	22,29									22,29
21	La Fortuna	22,29	14,77								37,07
22	Parcela Villa Mónica	35,77	2,85								38,62
23	Brisas del mirador	134,78									134,78
24	El Turín	22,29	7,26		0,36						29,91
25	Villa Marcela	22,29	2,85						0,73		25,87
26	Villa Mery	22,29	7,26								29,55
27	Finca Villa Sullay	40,44	1,48								41,91
28	Lote Villa Lucy	22,29	22,29		0,15				133,49		178,21
29	Mesa de Ruitoque	22,29	4,41								26,70

Tabla 14. (Continuación)

NUMERO DE USUARIOS	Predios	CONSUMO HUMANO		Consumo Pecuario m3/mes					Riego	Recreación	Consumo total m3/mes
		Permanente	Flotante	Bovino	Avícola	Porcino	Equino	Peces			
30	Tranquilidad	22,29	14,77	11,25	0,44				14,77		63,53
31	Veracruz	22,29	4,41	7,49	0,09				14,77		49,05
32	Lote 2, Villa Margarita	22,29									22,29
33	Parcela Loma Linda	26,96		3,75	0,09						30,79
34	Finca Santa Teresa	26,96					5,96		149,82		182,74
35	Flor de Liz	22,29	7,26								29,55
36	Condominio Pórtico Lote 6	22,29									22,29
37	Country Lote 5	22,29	11,92						5,96		40,18
38	Villa Isabel		5,96								5,96
39	Finca Los Caballeros	35,77	7,26		0,14				25,40		68,58
40	Monasterio La Inmaculada Concepción	89,94	14,77								104,72
41	Miradores del Country Lote 9	31,36	5,96						14,77		52,10
42	Villa Santa María	13,48		74,91					74,91		163,30
43	Finca La Lomita Lote 2	22,29	5,96						74,91		103,16
44	El Bambú	4,41		74,91					299,89		379,21
45	Estadero Mi Refugio	17,88	44,84							12,00	74,73

Tabla 14. (Continuación)

NUMERO DE USUARIOS	Predios	CONSUMO HUMANO		Consumo Pecuario m3/mes					Riego	Recreación	Consumo total m3/mes
		Permanente	Flotante	Bovino	Avícola	Porcino	Equino	Peces			
46	Finca El Paraiso Lote 1 y 2	17,88	22,29		0,14				29,81		70,13
47	Villa Sonia	26,96									26,96
48	El Ruby Lote 5	26,96									26,96
49	Finca San Felipe Lote 2	26,96	14,77								41,73
50	Villa Norma	44,84	7,26								52,10
51	Finca Las Palmeras	80,87	44,84								125,71
52	Limoncito	35,77	22,29						4,41		62,47
53	Finca San Martín	26,96	5,96								32,92
54	Villa Alejandra	22,29	2,85					2999,98			3025,12
55	Mirador Santa Catalina	67,39	7,26	37,32	149,82				149,82		411,61
56	Villa Elvia	8,99	10,37						134,78		154,15
57	Naturalia	22,29	14,77	14,77							51,84
58	Los Naranjitos Lote 2	17,88	2,85						14,77		35,51
59	Villa Alejandra Lote 1	17,88	17,88						59,88		95,64
60	Miradores del Country Lote 8	22,29									22,29
61	El Oasis	22,29									22,29
62	La Pradera	22,29	8,81								31,10
63	Miradores del Country Lote 10	22,29							7,26		29,55
64	Parcela El Cañaveral	22,29							89,94		112,23
65	Parcela El Rancho	13,48									13,48

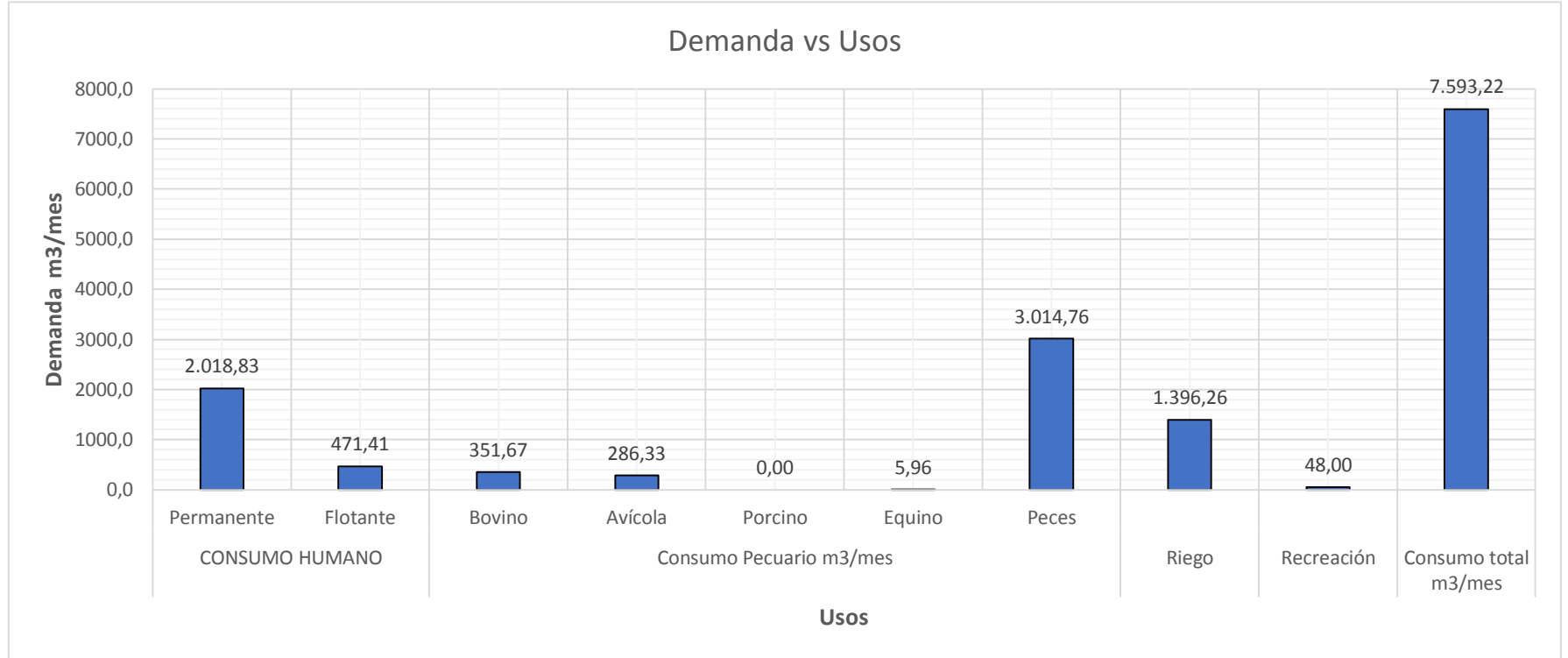
Tabla 14. (Continuación)

NUMERO DE USUARIOS	Predios	CONSUMO HUMANO		Consumo Pecuario m3/mes					Riego	Recreación	Consumo total m3/mes
		Permanente	Flotante	Bovino	Avícola	Porcino	Equino	Peces			
66	Lote de Terreno - Paramito	13,48									13,48
67	Lote 2	13,48									13,48
68	Las Colinas	22,29									22,29
69	Villa Yolanda	112,49								18,00	130,49
70	Finca Los Jawitos	22,29									22,29
71	Nohora Isabel Sánchez	17,88	4,41								22,29
72	Villa Luisa	22,29		14,77	134,78				69,72	18,00	259,57
TOTAL	TOTAL	2018,83	471,41	351,67	286,33	0,000000	5,96	3014,76	1396,26	48,00	7593,22
Sumatoria de consumo Humano (permanente + Flotante)		2490,23									

Fuente: Los Autores.

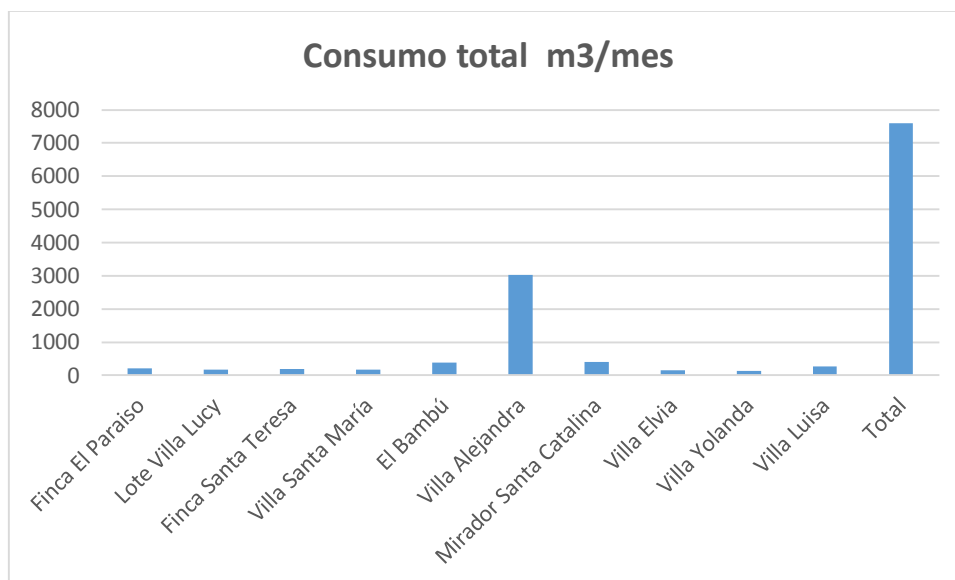
De los 72 predios se obtuvo un consumo total de 7593,2168 m³/mes incluyendo todas las actividades de consumo humano, pecuario, riego y de recreación. Con base en la anterior tabla se construye el siguiente gráfico donde se grafica la demanda en m3/d versus correspondientes necesidades de actividad humana.

Gráfica N° 1. Demanda vs Usos



Con los resultados obtenidos de la Tabla 24 y el **Gráfico No. 1**, se observa que dentro los predios del área de estudios las demandas más representativas de consumo son: piscícola, consumo humano y riego con el 41,27%, 33,78% y el 18,16% del total para los casos respectivos. En el **Gráfico No. 2**, se relaciona la demanda hídrica con los diez predios que más consumen en el sector de estudio.

Gráfica N° 2. Demanda vs usuario

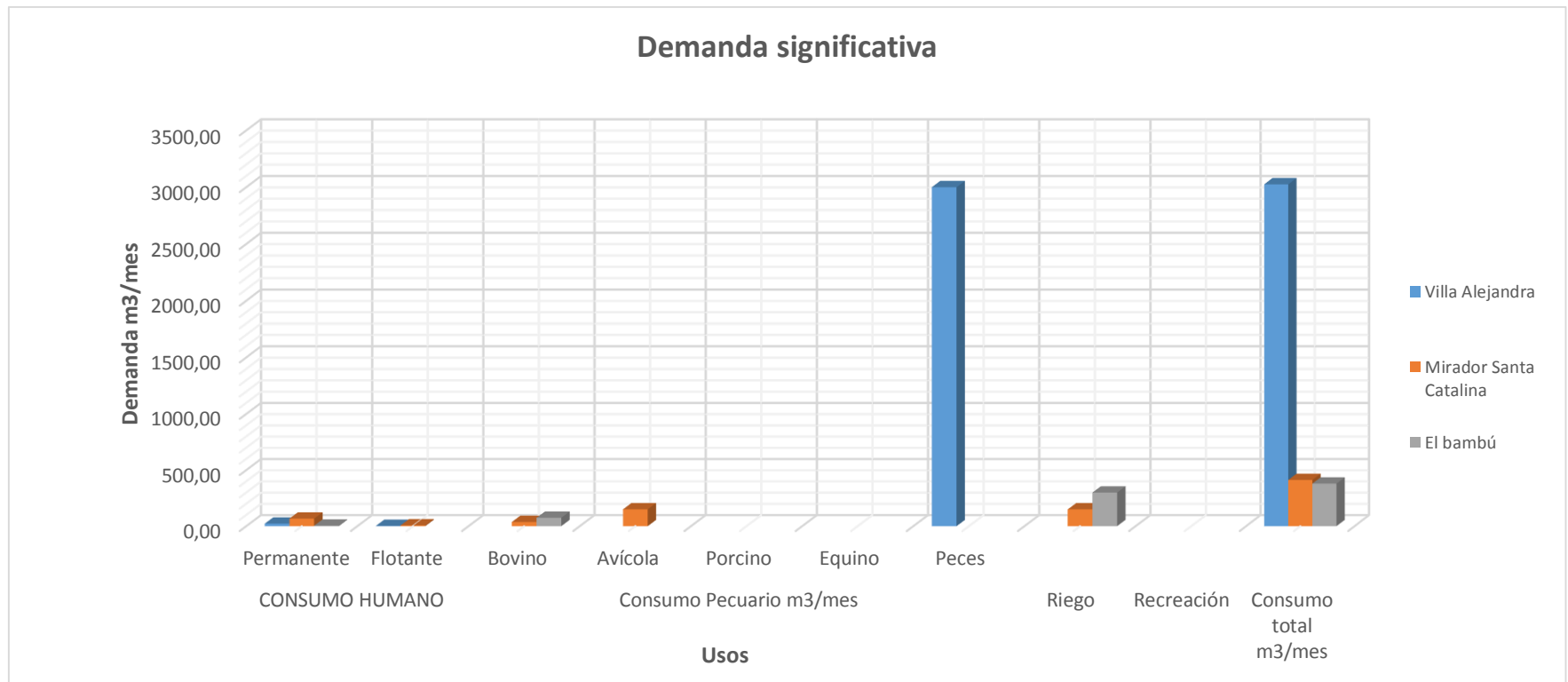


Fuente: Los autores.

Del anterior gráfico se puede identificar **que los tres usuarios con la mayor necesidad de agua son: Claudia Liliانا Ordóñez con los predios Villa Alejandra y Mirador Santa Catalina, y Hernán Duarte Torres con el predio El bambú.**

De los tres predios con una demanda significativa (**Grafico 3**) se encontró que el mayor consumo para el predio Villa Alejandra se debe a la actividad piscícola, agua de riego para la Finca El Bambú y para Mirador de Santa Catalina se debe a la producción avícola y uso de agua para riego. El consumo humano para los tres predios es relativamente bajo comparado con las demás necesidades de consumo de agua.

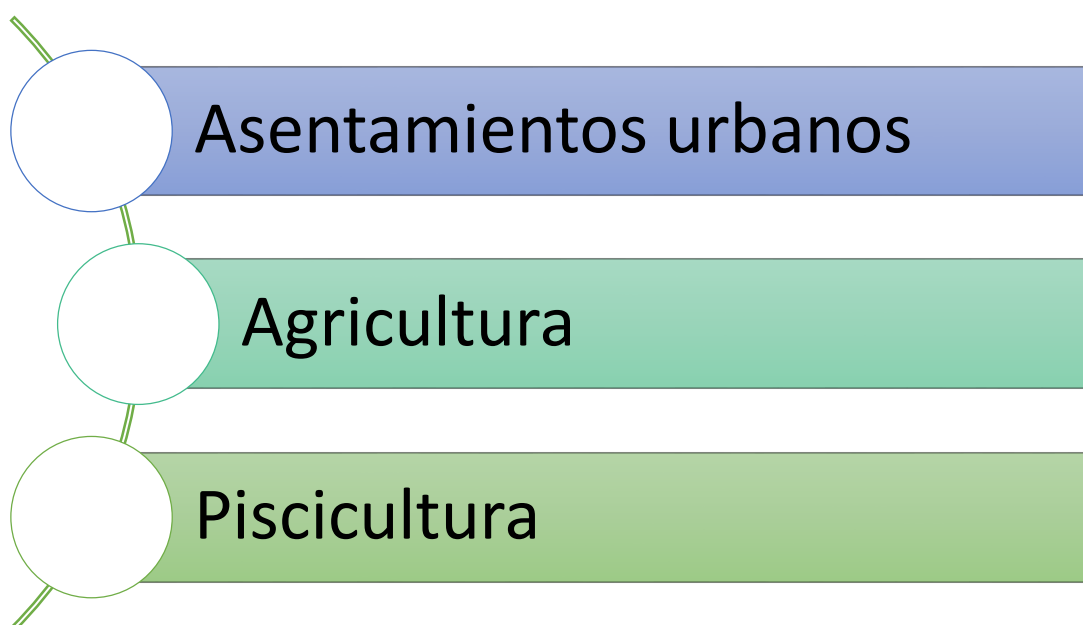
Gráfica N° 3. Demanda vs Usos de mayor consumo



5.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.3.1. Identificación de impactos ambientales

La identificación de los impactos se llevó a cabo durante las inspecciones realizadas a los predios ubicados en la microcuenca, tipificando las actividades antrópicas o acciones susceptibles de producir impacto (ASPI) más significativas en el sector de **PARAMITO** son:



Cada una de las actividades enmarca una serie de acciones específicas que llegan a producir unos efectos que modifican en menor o mayor medida el entorno en el cual estas actividades se están llevando a cabo, lo que resulta en la denominación de los impactos. En las siguientes tablas se muestran las matrices de impactos ambientales con el correspondiente cálculo de la **Calificación Ambiental (CA)**.

5.3.2. Evaluación de impactos ambientales

Tabla 15. Matriz impactos ambientales – Asentamientos urbanos

Asentamientos Urbanos	Acciones	Efectos	Impactos Ambientales	C	P	D	E	M	CA	RANGO
	Remoción de cobertura vegetal	Cambios en las propiedades del suelo	Afectación del poder amortiguador del suelo	-	0,7	1	0,8	0,5	4,06	Medio
			Afectación de procesos hidrológicos	-	0,7	1	0,7	0,9	5,19	Medio
		Disminución de biomasa vegetal	Reducción de la capa de almacenamiento y filtrado de agua	-	1	0,7	0,8	0,7	6,02	alto
			Problemas asociados a absorción de dióxido de carbono	-	1	1	0,7	0,5	5,45	Medio
	Movimiento de tierras	Erosión	Probabilidad de desertificación	-	0,7	1	0,2	0,7	2,79	Bajo
			Arrastre de sedimentos a la quebrada y sus afluentes	-	0,9	1	0,7	0,9	6,67	alto
	Intervención del ecosistema	Cambio del uso del suelo	Alteración de los ciclos biogeoquímicos del suelo	-	0,8	1	0,1	0,7	2,79	Bajo
			Pérdida de los recursos naturales y servicios ambientales	-	1	0,8	0,1	0,7	2,89	Bajo
			Migración o disminución de especies por perturbación del hábitat	-	1	0,7	0,1	0,5	2,45	Bajo
Adecuación de vivienda	Contratación de mano de obra	Favorece la calidad de vida y bienestar humano	+	0,8	0,7	0,7	0,5	3,64	Bajo	
		Mejora de la calidad de los procesos y productos derivados de la construcción	+	0,5	0,5	0,7	0,8	2,71	Bajo	
	Valoración económica predial	Mejora de la imagen urbanística	+	0,4	0,7	0,1	0,7	1,04	Muy bajo	
		Modificación del paisaje	-	1	1	0,3	0,9	4,89	Medio	
Adecuación de vías de acceso	Consumo de combustibles	Contaminación del aire por emisiones	-	1	0,7	0,1	0,7	2,59	Bajo	
	Explotación de recursos naturales	Eliminación de la vegetación	-	1	0,9	0,6	0,8	6,06	alto	

Tabla 15. (Continuación)

Asentamientos Urbanos	Acciones	Efectos	Impactos Ambientales	C	P	D	E	M	CA	RANGO
	Adecuación de vías de acceso	Generación de ruido	Inconformidad de la comunidad	-	0,6	0,7	0,6	0,5	2,52	Bajo
		Transito maquinaria pesada	Contaminación del aire por Material Particulado	-	1	0,4	0,7	0,6	4,14	Medio
		Migración de especies	Disminución de la biodiversidad	-	1	0,7	0,3	0,6	3,36	Bajo
		Generación de residuos sólidos	Modificación estructural del suelo	-	0,8	0,7	0,1	0,6	2,02	Bajo
	Disposición en escombreras		+	0,7	1	0,7	0,6	4,16	Medio	
	Ocupación de la ronda hídrica	Alteración del recurso suelo	Modificación del drenaje natural	-	1	1	0,5	0,9	6,15	alto
			Cambios en la composición topográfica	-	0,8	1	0,1	0,9	2,90	Baja
		Cambios en el microclima	Variación en la incidencia de la radiación del sol	-	0,6	1	0,1	0,7	2,09	Baja
			Variación de la temperatura y humedad del aire	-	0,7	1	0,1	0,8	2,49	Bajo
Disminución de protección de la ronda hídrica		Riesgo de extinción de los afluentes de la quebrada	-	1	1	0,6	0,9	6,78	Alto	
		Exposición al riesgo por inundación.	-	1	1	0,9	0,3	4,89	Medio	

Fuente: Los Autores.

La actividad de asentamientos urbanos, acciones como la remoción de cobertura vegetal, adecuación de vías y ocupación de la ronda hídrica entre otros, perjudican la zona debido a efectos como el arrastre de sedimentos a la quebrada y sus

afluentes, reducción de la capa de almacenamiento y filtrado de agua, entre otros, cuyos valores de CA supera la calificación ambiental mayor a 6,0, catalogando estas actividades como de afectación alta.

Tabla 16. Matriz impactos ambientales – Agricultura

Agricultura	Acciones	Efectos	Impactos Ambientales	C	P	D	E	M	CA	RANGO
	Remoción de cobertura vegetal	Cambios en las propiedades del suelo	Afectación de las características amortiguadoras del suelo	-	0,5	1	0,1	0,5	1,68	Muy bajo
Afectación de procesos hidrológicos			-	1	1	0,6	0,6	5,52	Medio	
Disminución de la biomasa vegetal		Reducción de la capa de almacenamiento y filtrado de agua	-	1	1	0,6	0,7	5,94	Medio	
		Problemas asociados a absorción de dióxido de carbono	-	0,6	1	0,1	0,6	2,05	Bajo	
Quema (adecuación del suelo)	Cambio en el paisaje	Crecimiento de la frontera agrícola	-	1	0,7	0,7	0,4	4,06	Medio	
	Afectación a la fauna	Disminución de especies locales	-	0,7	0,7	0,5	0,5	2,7	Bajo	
		Migración de especies polinizadoras	-	1	1	0,5	0,5	4,75	Medio	
	Alteración del suelo	Procesos erosivos	-	0,9	1	0,4	0,6	4,21	Medio	
		Mineralización acelerada	-	1	0,3	1	0,5	4,40	Medio	
		Agotamiento de la materia orgánica	-	1	1	0,6	0,6	5,52	Medio	
		Incremento en el pH	-	1	0,5	0,7	0,6	4,44	Medio	
	Cambio en el ciclo hídrico	Disminución de la infiltración	-	1	1	0,5	0,5	4,75	Medio	
		Aumento de la escorrentía	-	0,8	1	0,4	0,5	3,52	Bajo	
	Cambio en la calidad del aire	Aumento en emisiones de dióxido de carbono	-	1	0,1	1	0,7	5,20	Medio	
Aumento en emisiones de material particulado		-	1	0,1	1	0,6	4,50	Medio		
Adecuación del cultivo	Generación de residuos líquidos	Aumento en la turbidez de la fuente hídrica	-	1	0,4	0,6	0,7	4,14	Medio	
		Aumento de N y P a la fuente hídrica	-	1	0,7	0,8	0,6	5,46	Medio	

Tabla 16. (Continuación)

	Acciones	Efectos	Impactos Ambientales	C	P	D	E	M	CA	RANGO
	Agricultura	Adecuación del cultivo	Consumo de agua para cultivo	Disminución del recurso hídrico	-	1	1	1	0,7	7,90
Cosecha		Transporte de productos agrícolas	Mejora en la economía local	+	1	0,6	0,7	0,5	4,25	Medio
			Emisiones de material particulado y CO2.	-	1	0,7	0,1	0,7	2,59	Bajo
			Emisión de ruidos	-	0,6	0,7	0,6	0,5	2,52	Bajo
			Generación de empleo local	+	1	0,7	1	0,5	5,60	Medio

Fuente: Los Autores.

La acción de adecuación de cultivos genera el impacto más grande dentro de la clasificación ambiental (CA) debido a afectaciones precisamente por disminución del recurso hídrico con un valor alto de 7,9.

Tabla 17. Matriz impactos ambientales – Piscicultura

Piscicultura	Acciones	Efectos	Impactos Ambientales	C	P	D	E	M	CA	RANGO
	Remoción de cobertura vegetal	Cambios en las propiedades del suelo	Afectación del poder amortiguador del suelo	-	0,3	1	0,1	0,4	0,98	Muy bajo
			Afectación de procesos hidrológicos	-	0,4	1	0,1	0,5	1,34	Muy bajo
		Disminución de biomasa vegetal	Reducción de la capa de almacenamiento y filtrado de agua	-	0,5	1	0,1	0,5	1,68	Muy bajo
			Problemas asociados a absorción de dióxido de carbono	-	0,5	1	0,1	0,5	1,68	Muy bajo
	Movimiento de tierras	Erosión	Probabilidad de desertificación	-	0,5	1	0,2	0,5	1,85	Muy bajo
			Arrastre de sedimentos a la quebrada y sus afluentes	-	0,5	1	0,3	0,5	2,03	Bajo
	Intervención del ecosistema	Cambio del uso del suelo	Alteración de los ciclos biogeoquímicos	-	0,6	1	0,3	0,6	2,56	Bajo
			Pérdida de los recursos naturales y servicios ambientales	-	0,7	1	0,3	0,6	2,98	Bajo
			Migración o disminución de especies por perturbación del hábitat	-	0,6	1	0,3	0,6	2,56	Bajo
Uso de insumos para la cría de peces	Eutroficación	Disminución del oxígeno disuelto	-	1	1	0,4	0,7	4,96	Medio	
		Aumento de N y P	-	1	1	0,4	0,7	4,96	Medio	
		Afloración de algas o plantas	-	0,6	1	0,2	0,6	2,30	Bajo	
		Disminución de la biodiversidad acuática	-	1	1	0,5	0,5	4,75	Medio	
	Generación de residuos sólidos	Generación de olores ofensivos	-	1	0,4	0,7	0,4	3,16	Bajo	
		Deterioro en el paisaje	-	0,7	0,4	0,7	0,6	2,9	Bajo	
		Generación de vectores	-	1	0,4	0,2	0,5	1,9	Muy bajo	
Cosecha	Generación recursos económicos	Mejora en la economía local	+	1	0,7	0,7	0,5	4,55	Medio	
		Generación de empleo local	+	1	0,7	1	0,4	4,9	Medio	
	Cambio del uso del agua	Disminución del recurso hídrico	-	1	1	1	0,6	7,20	Alto	

Fuente: Los Autores.

5.4. ANÁLISIS ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA HÍDRICA

Una vez calculada la oferta y la demanda para la zona de estudio, se calcula el índice de escasez con la siguiente información como se anticipa en la **Tabla 18**:

Tabla 18. Cálculo de índice de escasez Paramito

PARAMÉTRO		VALOR
<i>Oferta Hídrica Neta (m³/mes) - OH</i>		11635,85
<i>Demanda hídrica (m³/mes) - DH</i>		7593,22
<i>Índice de Escasez</i>	$Ie = \frac{Dh}{Oh} * 100$	65,26 %

6. Fuente: Los Autores.

Como se puede observar, para el índice de escasez del sector Paramito de la vereda Ruitoque se registra un valor que supera el 60%, lo cual de acuerdo con las categorías establecidas por la metodología del IDEAM, representa una demanda Alta.

6. PROPUESTA PARA DISTRIBUCIÓN DE USO DEL RECURSO HÍDRICO

Para garantizar el abastecimiento futuro del agua y planificar acciones que sirvan para el mejoramiento en términos de cantidad sobre la quebrada La Ruitoca, se presenta a continuación una propuesta de distribución en la cual se dará prioridad al consumo humano, teniendo en cuenta que el índice de escasez es alto y se presenta una fuerte presión sobre el recurso hídrico.

La propuesta se basa en el cálculo del caudal a otorgar que se determina a través de la dotación y el número de habitantes. A continuación mostramos un ejemplo del cálculo efectuado para el predio el Palmar:

$$\text{consumo humano permanente} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{150L}{hab * día} * 4hab = 0,0069 L/s$$

$$\text{consumo humano flotante} \left(\frac{L}{s} \right) = \frac{50L}{hab * día} * 5hab = 0,0028L/s$$

$$\text{Caudal a otorgar} \left(\frac{L}{s} \right) = 0,0069 \frac{L}{s} + 0,0028 \frac{L}{s} = 0,0097 L/s$$

Usuarios Acuarruitoca

ACUARRUITOCA es un acueducto veredal, conformado por un tanque de almacenamiento y distribución, el cual supe la necesidad de agua para 13 usuarios del sector Paramito, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19. Usuarios Acuarritoca

Usuario	Predio	Cota tanque (msnm)	Capacidad tanque de almacenamiento (Lt)	Coordenadas de tanque	CONSUMO HUMANO		Caudal Otorgado (Lt/s)
					permanente	flotante	
Luis Francisco Sandoval	Lote 11	1255	---	N1269514, E1109873	5	---	0,0086
Luis Francisco Sandoval	El Palmar	1250	---	N1269801, E1109519	4	5	0,0097
Edmundo Peña Tarazona	Villa Sofi	1250	---	N1269801, E1109519	5	5	0,0114
Yuber Emilio Muñoz Delgado	Las Brisas	1245	200	N1269839, E1109320	4	5	0,0097
Margarita Rosa Patiño	Villa María	1252	---	N1269542, E1109832	5	15	0,0172
Fernando Serrano	Finca la Chavela	1245	500	N1269858, E1109350	3	---	0,0052
José Bercely Gonzales Ariza	Villa Silvia	1243	1000	N1269885, E1109364	4	10	0,0126
Virginia Cáceres	La india	A – 1251, B - 1249	A – 1500 B – 2000	A - N1269829 E1109329, B - N1269842 E1109320	3	5	0,008
Orlando Fiallo	Guayabales	A – 1230, B - 1220	A – 25920, B - 38332	A - N1269947 E1109472, B - N1269983 E1109442	5	--	0,0086
María Luisa Ortiz de Palomina	La Tolunca	1240	A – 7043.75 B - 500	N1269857 E1109401	6	4	0,0127
Anatilde Ramírez de Bohada	Casa Luna	1253	---	N1269546 E1109749	3	4	0,0063
Elsa Arena de Acevedo	Naturalia	1262	A – 2000 B - 27000	N1269937 E1109370	5	10	0,0143
Elsa Arenas de Acevedo	Mesa de Ruitoque	1241	1000	N1269597 E1109746	5	3	0,0103

Fuente: Los Autores

USUARIOS INDEPENDIENTES

Llamamos usuarios independientes a los 59 usuarios que de manera directa captan el recurso hídrico de la quebrada La Ruitoca, por medio de manguera y es conducida por gravedad hasta cada una de las viviendas; los cuales podemos identificar en la siguiente tabla:

Tabla 20. Usuarios Independientes

Usuario	Predio	Cota tanque (msnm)	Capacidad tanque de almacenamiento (Lt)	Coordenadas de tanque	CONSUMO HUMANO		Caudal Otorgado (Lt/s)
					permanente	flotante	
Teresa de Jesús Rojas	Miradores del country lote No.5	1224	3000	N1269708 E1109242	5	8	0,0132
Isabel Parra Moreno	Villa Isabel	1217	500	N1270213 E1109087	--	4	0,0023
Cecilia Díaz de Acosta	Villa de los Caballeros	1220	---	N1269959 E1109291	8	5	0,0166
Comunidad Religiosa Inmaculada Concepción	Monasterio de la Inmaculada Concepción	1245	7000	N1269791 E1109216	20	10	0,0404
María Ligia Balaguera	Miradores del Country lote No.10	1255	1000	N1269676 E1109308	5	--	0,0086
Alfonso Mantilla Solano	Paramito	1214	---	N1270143 E1108956	18	4	0,033
Carlos Muñoz Rincón	Lote Vivero Arte	1202	---	N1270249 E1109105	5	2	0,0097
Bernarda Garavito	Finca La Esmeralda	1205	300	N1269514 E1108867	6	--	0,0104
Libia Naranjo Arenas	Miradores del County lote No.4	1211	---	N1269667 E11092611	7	4	0,0144
Jaime de Sánchez Naranjo	Villa Margarita	1237	25000	N1270008 E1108980	5	--	0,0086
Elvia Becerro Badillo	Villa Elvia	1256	10640	N1269583 E1109107	2	7	0,0074
Pedro Ignacio Sierra	Los Naranjitos	1262	1000	N1267757 E1109181	4	2	0,008

Marta Eugenia Badillo	Villa Alejandra	1263	1364	N1269742 E1109391	4	12	0,0138
Neritza Garzón Martínez	Miradores del country lote No.8	1234	---	N1269640 E1109240	5	---	0,0086
Elsa Arenas Acevedo	El Oasis	1261	1000	N1269937 E1109370	5	---	0,0086
Maria Lucia Moreno	Villa Lucy	1215	1000	N1269034 E1109418	5	15	0,0172
Claudia Liliana Ordoñez	Villa Luisa	1239	5000	N1269602 E1109110	5	---	0,0086
Claudia Liliana Ordoñez	Villa Alejandra	1256	30400	N1269583 E1109107	5	2	0,0097
Claudia Liliana Ordoñez	Villa Santa María	1256	30400	N1269583 E1109107	3	--	0,0052
Claudia Liliana Ordoñez	Villa Santa Catalina	1256	10640	N1269583 E1109107	15	5	0,0288
Beatriz Vargas Moreno	Tranquilandia	1159	4000	N1269800 E1109566	5	10	0,0143
Isabel Ortiz de Ramírez	Lote El Trébol	1288	---	N1269540 E1108978	5	--	0,0086
Luz Esmeralda Duarte de Rodríguez	Parcela Lomalinda	1252	---	N1269471 E1108490	6	---	0,0104
Hernán Duarte Torres	Finca Santa Teresa	1200	18000	N1269292 E1108653	6	---	0,0104
Gabriela Jaimes	La Lomita	1251	5000	N1269433 E1108462	5	4	0,0109
Hernán Duarte Torres	El Bambú	1286	3000	N1268769 E1108546	1	---	0,0017
Flor Alba Tarazona de Mateus	Parcela El Cañaveral	1213	12500	N1269646 E1108960	5	---	0,0086
María Estela Celis Martínez	Veracruz	1266	7000	N1269208 E1108642	5	3	0,0103
Elizabeth Ortega Esteban	Flor de Liz	---	1000	---	5	5	0,0114
Carlos Felipe Bueno Cáceres	Condominio Pórtico Lote No.6	---	---	---	5	---	0,0086
José Agustín López	Estadero Mi Refugio	1219	A – 1000 B – 15000	N1269259 E1108899	4	30	0,0242

Herlinda León de Sierra	EL Paraíso Lote 1 y 2	1236	12000	N1269399 E1108932	4	15	0,0155
Sonia Yolanda Duran Rey	Villa Sonia	1241	1000	N1269865 E1109020	6	---	0,0104
Claudia Inés Duran Rey	El Ruby	1239	3000	N1269858 E110967	6	---	0,0104
Luis Carlos Duran Rey	San Felipe Lote No.2	1238	500	N1269848 E1109080	6	10	0,0161
Víctor Julio Oliveros Mantilla	Villa Norma	1246	1000	N1269828 E1109090	10	5	0,0201
Gloria Isabel Rey Durán	Las Palmas Lote No.7	1239	2000	N1269881 E1109020	18	30	0,0485
Ana Galvis Reatiga Reatiga	Limoncito	1223	1000	N1269193 E1108906	8	15	0,0224
Isaías Flórez Flórez	Mesa de Ruitoque San Martín	1248	1000	N1269494 E1108644	6	4	0,0127
Elba Rita infante	La Pradera	1231	1000	N1269420 E1108664	5	6	0,012
Álvaro Barón Plata	Parcela El Rancho	1233	1000	N1269544 E1108717	3	---	0,0052
Hernán Duarte Torres	Lote de Terreno Paramito	1203	---	N1270339 E1109046	3	---	0,0052
Hernán Duarte Torres	Lote No.2	1264	1000	N1269462 E1108570	3	---	0,0052
Hernán Duarte Torres	Las Colinas	1274	---	N1268836 E1108612	5	---	0,0086
Rodrigo Castillo Martínez	El Gaque	1226	---	N1269965 E1109065	5	2	0,0097
Omar Castillo Martínez	El Mirador	1215	---	N1269488 E1109079	5	---	0,0086
Josefa Castillo Martínez	La Fortuna	1212	1000	N1269655 E1109418	5	10	0,0143
Luis Antonio León	Finca el León	1225	---	N1269946 E1109478	6	8	0,015
Florinda Angarita	El Turín	1222	10800	N1269829 E1109476	5	5	0,0114
Mónica Alexandra Rengifo Novoa	Villa Mónica	1216	---	N1269775 E1109472	8	2	0,0149
Nelsi Castillo Calvo	La Fortuna Lote No.1	1212	---	N1270287 E1109073	5	---	0,0086
Sergio Antonio Mora Flórez	Brisas del Mirador	1218	--	N1270376 E1109037	30	---	0,052
Luz Stella Sánchez	Villa Marcela	1216	17500	N1269992 E1109409	5	2	0,0097
Mery Mejía Angarita	Villa Mery	1219	24500	N1269994 E1109442	5	5	0,0114
Marilyn Porras Flores	Villa Sullay	1214	6000	N1269946 E1109475	9	1	0,01617

Fuente: Los Autores

7. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la metodología implementada para el cálculo de la oferta hídrica total (Cenicafé y Budiko), arrojó como resultado 23271,69 m³/mes y para la oferta neta 11635,85 m³/mes, correspondiente a la parte alta de la Quebrada La Ruitoca, en el municipio de Floridablanca.
- La determinación de la demanda hídrica arroja un resultado de 7593,22 m³/mes en el sector Paramito parte alta de la Quebrada La Ruitoca, de acuerdo a los procedimientos de la Autoridad ambiental (C.D.M.B) y el IDEAM.
- El índice de escasez, determinado por la relación entre la oferta y demanda está categorizada como Alta, evidenciando una presión significativa sobre la fuente hídrica y obligando a los usuarios a tomar nuevas alternativas como captación de aguas lluvias y represamiento del mismo, con la finalidad de darle continuidad a cada uno de los usos requeridos por los usuarios y evitar futuros conflictos o desabastecimiento del recurso hídrico en la zona.
- De los 72 predios estudiados se puede observar que el consumo de agua está liderado en su mayoría por tareas relacionadas con

actividades piscícolas, consumo humano y actividades avícolas y riego, donde la primera sobrepasa los 2500 m³/mes de agua.

- Con base en el resultado de evaluación de impactos ambientales se identificó que las acciones de mayor impacto ambiental fueron la adecuación de cultivos, cambio de uso de agua, remoción de cobertura vegetal, adecuación de vías y ocupación de la ronda hídrica.
- Se calculó que el mayor caudal otorgado (0,0485 Litros/segundo) en el predio Las Palmas Lote N°7, para un consumo humano de 18 permanentes y 30 flotantes.

8. RECOMENDACIONES

1. Para estudios de este tipo resulta necesario conocer ampliamente la zona, recopilando una buena base bibliográfica de datos y registros hidrometeorológicos de la microcuenca, referentes a condiciones climáticas, precipitación, temperatura, radiación solar, tomados de manera frecuente y continua en periodos de tiempo significativos y consecutivos (superiores a 10 años con registros diarios) y si es posible hasta un periodo actual. De esta manera se obtiene un cálculo verídico y muy aproximado de la oferta hídrica de la zona.
2. Es importante tener en cuenta que existe diversos métodos para el cálculo de la oferta hídrica y se debe aplicar de acuerdo a las condiciones de la zona y a la información existe. El *Método del IDEAM* y *CENICAFE* son aplicables, sin embargo, es de vital importancia tener en cuenta el número

de observaciones de algunas variables como la radiación solar y/o la temperatura.

3. Para futuros estudiantes o personas interesadas en llevar a cabo un estudio de distribución hídrica, resulta importante hacer un censo inicial de la zona e incluir a todos los usuarios que captan agua de la fuente, identificando el uso que se le esté dando al recurso y de esta manera aproximarnos a un dato más exacto de la demanda hídrica de un determinado sector.
4. Es necesario que la Autoridad Ambiental C.D.M.B realice seguimiento a los predios de mayor demanda hídrica, en caso de piscicultura y avicultura, puesto que dichas actividades requieren mayor consumo del recurso y la relación oferta demanda es alta, por tal razón no se hace conveniente otorgar un caudal para dichas actividades. Se dará prioridad al consumo humano. Además resultaría adecuado brindar charlas a la comunidad con la finalidad de concientizar a cada uno de los propietarios en temas relacionados con el ahorro y uso eficiente del recurso y la importancia de crear alternativas como la recolección de aguas lluvias, la construcción de albergues de agua y un acueducto veredal.
5. La Autoridad Ambiental debe velar por la conservación del recurso hídrico, con programas de reforestación en el área de protección de la fuente hídrica y se debe tomar medidas sancionatorias a los usuarios que no acaten las normas correspondientes al uso y protección que se le brinde a la fuente hídrica.

BIBLIOGRAFÍA

- SUAREZ, Alejandra. “Reglamentación RG-0002-2010 de la aguas de la quebrada de la Angula parte baja, Vereda San Cayetano”. CDMB. 2013.
- ARBOLEDA, Jorge A. Manual para la evaluación del impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, EPM, 2008. Anexos p.57.
- CAMPOS, Daniel. “Procesos del ciclo hidrológico”. Universidad autónoma San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería. Tercera reimpresión. D.F., Mexico 1998
- Congreso de Colombia. Ley 99 de 1993. *Ley del medio ambiente*. Bogotá, 1993.
- Corporación Autónoma Regional de Quindío. “Proyecto de Reglamentación de las Aguas de la Quebrada Buenavista y sus Tributarios. Armenia, 2011.
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia). Informe de reglamentación quebrada El Atravesado. Envigado, 2013. [Consultado 20 de Jul de 2014] Disponible en: <<http://www.corantioquia.gov.co/images/stories/pdf/Informe-160-1306-16199-el-Atravesado.pdf>>.
- CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA (CDMB). Informe de Gestión año 2013. Bucaramanga, 2013. [Consultado 14 de Jul de 2014] Disponible en: <www.cdmb.gov.co/web/index.../1104-informe-de-gestion-ano-2013.html>.
- CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA (CDMB). Plan de ordenamiento y manejo ambiental de la subcuenca Río de Oro. Documento técnico de soporte. Bucaramanga, 2007. [Consultado 20 de Jul de 2015] Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/web/files/gestion_ambiental/gestion%20del%20territorio/POMCA%20RIO%20DE%20ORO.pdf>.
- Decreto 1541 de 1978, título 2, Cap.1 del dominio de las aguas.


- Decreto Número 4728 “Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010”. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 23 de Diciembre de 2010.
- GARCIA, María Isabel. Acciones administrativas para la reglamentación de corrientes de agua en el departamento de Risaralda-Estudio de caso: Río Cestillal-. Proyecto de Grado. Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.
- Grupo Asesor de Ordenamiento Ambiental Territorial. “Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río de Oro”. CDMB. [Consultado 16 de Jul de 2015] Disponible en: <<http://mail.cdmb.gov.co/>>.
- Presidencia de la República de Colombia. Decreto-ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. [Consultado 2 de ago. De 2014] Disponible en <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. “Resolución Número 0631”. Marzo 17 de 2015. [Consultado 2 de abr. De 2015] Disponible en : <<http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/res631vertimientos.pdf>>
- Constitución Política de Colombia de 1991. Título 2. Capítulo 3. Artículo 80. [Consultado 3 de oct de 2014] Disponible en: <<http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Alcances de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos. [Consultado 8 de ene de 2015] Disponible en: <<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/406-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-13>>
- Ibid., Título 3, cap. 3. Concesiones, sección 1. Disposiciones comunes
- Jenny Fabiola Cárdenas, Rafael Felipe. “Valoración Económica del Recurso Hídrico en la Microcuenca del Río de Oro Alto Para el Pago Por Servicios Ambientales (PSA)”. Universidad Industrial de Santander. 2011. (Página 35).

- Juan Julio Ordoñez Gálves Senamhi. “Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico”. Sociedad Geográfica de Lima; Global Water Partnership; Foro Peruano Para el Agua. 2011.
- VARÓN, Lina Astrid y BUENO, Maria Margarita. “Informe Ambiental del Municipio de Floridablanca”. Diciembre de 2012.
- Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible. (Disponible en: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=813&conID=1344>).
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Resolución Número 0865”. Julio 22 de 2004. (Página 7).
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 3930 de 2010. Uso del agua. Bogotá, 2010.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 2372 de 2010. Bogotá, 2010.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales. Resolución 0865 de 2004. Bogotá, 2004.
- DÍAS, Nestor. “Decreto No. 0087 de 2013”. Alcaldía Municipal de Floridablanca. 03 de Abril de 2013. (Página 15).
- Plan de desarrollo, Santander en Serio, El Gobierno de la Gente. Página 29. 2012 – 2015.
- Plan de Ordenamiento del recurso hídrico de subcuenca Quebrada de Miraflores. Corponariño. (Disponible en: <http://www.corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhmirafloresp3.pdf>).
- Plan de Ordenamiento Territorial Floridablanca, Diagnostico Territorial, Subsistema físico-abiótico.
- Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río de Oro. (Página 2).
- Presidencia de la República de Colombia. *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Decreto 2811 de 1974. Bogotá, 1974.

- Presidencia de la República de Colombia. *Reglamentación de corrientes de agua*. Decreto 1541 de 1978. Bogotá, 1978.
- Resolución No. # 5999 “Por la cual se regula el programa de Excelencia Ambiental Distrital PREAD”. Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. 4 de Agosto de 2010.
- RIVERA, Hebert, MARIN, Rodrigo y VANEGAS, Raquel. Metodología de cálculo del índice de escasez. Bogotá, DC: IDEAM, 2004. p.20.
- GARCÍA, Sergio Fabián y OTERO, José David. “Estimación de la Evapotranspiración Real en La Cuenca Superior del Río Lebrija”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2005.
- Subdirección de ordenamiento y planificación integral del territorio. “Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Microcuenca Río de Oro Alto”. CDMB. Bucaramanga, Mayo de 2010. (Página10).
- Uso prioritario establecido por la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), 2010. P. 95
- Universidad Industrial de Santander. Dotaciones de agua. Disponible en: <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>>

ANEXOS

ANEXO - FORMATOS M-RC-F016 C.D.M.B.

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
ELABORÓ: TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUGAR		REVISÓ: REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN SIGC			APROBÓ: DIRECTOR(A) GENERAL		
CÓDIGO: M-RC-F016	VERSION: 01	CARTERA DE CAMPO REGLAMENTACIÓN HÍDRICA					

RG No.	Técnico	Tipo Concesión		<input type="checkbox"/> Superficial	<input type="checkbox"/> Subterránea
Solicitud No.	Fecha de Visita	Día:	Mes:	Año:	<input type="checkbox"/> P. Natural <input type="checkbox"/> P. Jurídica

1. DATOS DEL PREDIO

Nombre Predio	Propietario	Identificación	Dirección	Teléfono
Vereda				
Municipio				
Nº. Catastral	Acompañante de Visita			
No. Inmobiliario				
Área Predio				
Área Cultivos	Área Bosque			
No. viviendas				

2. DATOS DE LA FUENTE

Nombre Común Fuente 1						Nombre Común Fuente 2					
Cuenca		Subcuenca		Microcuenca		Cuenca		Subcuenca		Microcuenca	
Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código
Nombre Común Fuente 3						Nombre Común Fuente 4					
Cuenca		Subcuenca		Microcuenca		Cuenca		Subcuenca		Microcuenca	
Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código	Nombre	Código

3. GEOREFERENCIACION DE CAPTACION Y ASIGNACION

COTA msnm	COORDENADAS	Caudal Aforado l/s	Mínimo Estimado l/s	Consumo Humano		Abrevadero				Riego Mts ²	Otros	Total l/s	l/d	% -	
				Permanen.	Flotante	Vacuno	Aves	Porcino	Peces						
N=				l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s		l/s				
E=				l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s		l/s				
N=				l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s		l/s				
E=				l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s		l/s				



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB

ELABORÓ:
TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUGAR

REVISÓ:
REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN SIGC

APROBÓ:
DIRECTOR(A) GENERAL

CÓDIGO:
M-RC-FO18

VERSIÓN:
01

CARTERA DE CAMPO REGLAMENTACIÓN HÍDRICA

4. GEOREFERENCIACION DE RECEPCION

COTA	COORDENADAS	Descripción del Almacenamiento	Sistema de conducción	Identificación de Márgenes	Identificación de Vegetación
	N=		Motobomba		
	E=		Gravedad	MI	
	N=		Ariete	MD	
	E=		Jaguey Otro		

5. GEOREFERENCIACION SANEAMIENTO BASICO

COTA	COORDENADAS	Descripción del Pozo	Distancia a la vivienda:	Pozo Absorción	SISTEMA ACTUAL
	N=		Profundidad	Letrina	
	E=		Diámetro	No existe	
	N=		Tipo de Suelo	Sistema Septico	
	E=				

6. DOTACIONES PRINCIPALES DE CAUDAL

OBSERVACIONES

Consumo Humano	150 Litros/habitante/día	
Estudiantes/Flotantes	50 Litros/estudiante/día	
Abrevadero Ganado	125 Litros/animal/día	
Lechero		
Bovinos y Equinos	40 Litros/animal/día	
Porcinos, Caprinos y Peces	10 Litros/animal/día	
Aves	0,25 Litros/animal/día	
Riego Cultivos	0,5 Litros/m ² /día	

FIRMA TECNICO

FIRMA USUARIO

GIS 2012

ANEXO - FOTOGRAFICO.

a.) Aforos de la Quebrada en puntos de captación





b.) Usos recreacionales y tanque de almacenamiento para riego





c.) Pozos sépticos con campo de infiltración



d.) Capacitación a comunidad sobre reglamentación hídrica



ANEXO – TABLAS.

Tabla 1. Precipitación Promedia Estación la Esperanza

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
1981	178,00	88,60	202,40	228,80	210,70	193,20	90,70	143,40	89,60	228,10	90,70	24,90	1769,10
1982	41,30	206,60	161,40	291,70	118,20	124,30	102,10	37,40	131,70	142,10	130,60	78,80	1566,20
1983	72,10	53,00	151,00	134,40	146,30	79,30	209,30	85,00	52,20	171,20	39,70	134,20	1327,70
1984	81,90	87,50	67,80	153,20	173,90	128,70	101,20	104,30	185,30	215,90	171,20	36,90	1507,80
1985	194,20	142,90	105,40	96,20	125,40	183,50	55,50	0,00	108,00	225,60	100,50	37,50	1374,70
1986	100,90	116,60	246,90	90,60	156,20	150,90	54,90	61,70	147,40	203,10	99,60	24,70	1453,50
1987	54,30	60,50	174,90	318,00	210,20	64,00	137,60	55,80	174,80	216,80	82,80	60,30	1610,00
1988	75,10	200,80	97,40	108,20	146,80	154,80	169,30	202,00	147,90	196,20	235,80	190,10	1924,40
1989	28,00	41,00	217,30	115,10	190,50	107,60	106,90	60,30	135,30	101,60	73,90	189,90	1367,40
1990	47,90	54,10	214,20	134,90	77,60	51,00	98,00	104,10	123,70	182,40	188,80	88,20	1364,90
1991	77,40	71,90	132,10	74,30	178,70	100,20	83,90	60,70	108,70	134,70	125,70	68,50	1216,80
1992	88,70	33,60	63,30	82,50	154,40	74,90	77,70	77,70	46,50	65,60	168,20	58,50	991,60
1993	205,50	114,70	138,60	140,80	176,30	67,70	78,90	44,90	99,90	79,30	182,50	13,90	1343,00
1994	193,10	115,10	139,80	127,60	300,80	81,60	106,80	139,00	190,30	117,50	127,30	46,80	1685,70
1995	16,70	113,60	147,90	99,30	116,20	130,90	103,80	109,00	65,90	279,80	52,20	85,40	1320,70
1996	21,90	60,10	103,70	89,00	0,00	78,20	77,10	73,80	90,60	180,90	99,10	79,60	954,00
1997	70,40	65,90	158,80	77,50	184,60	90,90	70,10	76,00	183,10	110,10	85,10	87,10	1259,60
1998	176,20	12,00	74,00	0,00	225,60	0,00	162,60	0,00	113,10	---	52,10	0,00	815,60
1999	60,00	122,60	124,10	65,00	---	128,10	140,20	138,20	223,20	154,50	181,50	128,30	1465,70
2000	165,80	106,60	184,20	43,20	259,70	76,80	191,90	94,70	190,60	92,50	59,90	69,60	1535,50
2001	97,60	103,60	184,40	50,70	63,30	176,90	121,20	54,20	193,80	186,80	132,60	101,90	1467,00
2002	101,70	71,50	192,70	154,80	172,40	137,40	51,50	42,40	82,10	71,20	85,00	23,20	1185,90
2003	164,20	209,50	111,70	167,40	61,40	82,50	134,80	97,70	208,50	117,10	131,90	86,90	1573,60
2004	68,70	118,20	166,00	142,40	140,30	51,20	81,50	71,00	65,10	145,50	201,00	105,00	1355,90
Promedio	99,23	98,77	148,33	124,40	156,07	104,78	108,65	80,55	131,55	157,33	120,74	75,84	1393,18

Fuente: Los Autores.

Tabla 2. Precipitación Promedio Palogordo

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
1981	78	50	46	177	167	38	29	45	95	199	69	50	1043
1982	18	52	45	114	116	34	95	0	0	55	55	9	593
1983	11	55	85	156	121	80	64	89	12	125	12	23	833
1984	17	20	35	40	123	112	62	48,5	108	148	117	22	852,5
1985	23	9	119	140	63	20	57,4	62	66	71	36	3	669,4
1986	0	63	119	20	115	65	90	160	60	210	45	40	987
1987	107	64	225	110	80	81	191	153	99	115	80	0	1305
1988	8	121	73	25	43	101	212	146	110	126	123	45	1133
1989	6	0	74	98	114	70	67	63	162	64	40	45	803
1990	3	8	79	79,1	82	13	10	39	80	63	29	63	548,1
1991	38	12	65	120	101	60	124	74	124	75	88	0	881
1992	24	52	58	92	75	6	68	115	182	38	160	36	906
1993	77	45	100	159	153	174	116	43	165	167	155	22	1376
1994	53	101	66	144	125	59	97	51	145	153	82	63	1139
1995	32	59	293	30	100	92	80	127	18	99	39	64	1033
1996	122	28	108	112	264	195	211	108	49	173	188	26	1584
1997	69	65	103	61	188	112	49	45	222	58	143	42	1157
1998	143	84	60	75	88	33	61	75	258	153	67	61	1158
1999	50	153	51	46	111	69	34	52	262	194	61	60	1143
2000	107	138	80	80	182	36	41	12	88	124	171	17	1076
2001	60	68	26	84	80	64	189	39	91	90	87	33	911
2002	10	102	208	78	144	43	28	62	49	100	28	15	867
2003	18	90	182	223	63	75	105	200	142	94	81	27	1300
2004	30	80	98	69	81	53	49	5	51	128	68	45	757
2005	126	450	10	68	121	131	10	86	64	123	114	39	1342
2006	112	76	51	72	184	137	65	100	21	159	89	15	1081
2007	117	105	133	98	107	83	43	125	65	139	40	15	1070
2008	40	189	182	40	97	55	130	79	102	95	200	5	1214

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
2009	42	71	104	163	65	57	49	121	6	139	52	30	899
2010	0	30	28	53	250	113	135	75	194	56	247	108	1289
Promedio	51,366667	81,333333	96,866667	94,203333	120,1	75,36667	85,38	79,98333	103	117,7667	92,2	34,1	1031,667

Fuente: Los Autores.

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
1986	32,90	204,80	215,60	251,90	159,30	35,40	37,20	95,00	204,20	261,90	76,70	45,40	1620,30
1987	95,60	56,10	162,10	157,80	182,30	52,00	159,80	92,90	79,10	149,60	59,40	27,60	1274,30
1988	99,40	255,40	66,80	83,00	126,40	202,90	157,30	155,10	129,00	178,00	171,50	117,80	1742,60
1989	13,60	35,20	224,50	70,10	140,00	126,80	46,00	97,00	99,80	161,40	84,40	144,50	1243,30
1990	68,00	31,90	278,80	136,30	107,80	30,20	52,90	79,90	179,80	195,70	199,10	136,70	1497,10
1991	170,40	94,80	119,50	91,90	120,90	51,00	117,50	35,50	72,70	113,00	176,60	55,30	1219,10
1992	149,90	31,60	238,40	34,40	143,40	82,60	101,20	81,00	82,30	44,50	199,90	32,90	1222,10
1993	69,20	97,30	234,90	177,70	149,10	79,20	79,50	75,00	135,00	116,40	181,10	48,10	1442,50
1994	92,40	169,60	115,60	157,40	158,50	30,20	126,40	92,00	167,10	159,00	179,60	111,10	1558,90
1995	49,30	58,70	140,60	100,20	98,90	105,90	95,70	120,70	62,40	263,30	89,00	163,50	1348,20
1996	16,70	99,00	333,70	164,60	232,90	105,40	134,80	61,30	109,10	334,80	151,50	54,90	1798,70
1997	37,10	78,10	171,80	148,40	205,00	42,30	31,30	26,40	150,80	88,00	127,70	114,50	1221,40
1998	206,20	155,20	107,80	131,50	161,50	65,50	102,40	82,90	149,00	173,10	118,70	78,20	1532,00
1999	86,80	239,50	173,40	148,20	148,50	78,10	87,60	73,10	389,50	147,80	136,40	69,00	1777,90
2000	167,60	147,10	133,70	103,20	115,70	157,80	95,60	72,10	165,60	143,10	85,80	65,80	1453,10
2001	113,30	55,80	147,00	63,70	137,50	134,90	91,60	70,20	121,80	226,10	193,10	100,00	1455,00
2002	80,70	47,90	239,60	170,40	207,90	111,20	133,40	53,60	120,00	57,40	70,80	54,50	1347,40

Tabla 3. (Continuación)													
Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
2003	102,50	79,60	149,50	355,10	215,70	153,10	153,60	119,20	141,90	140,60	85,30	85,10	1781,20
2004	36,20	111,80	193,70	158,50	151,20	36,50	85,40	65,30	122,70	261,90	195,80	79,60	1498,60
2005	135,20	330,80	19,30	69,30	242,10	180,00	69,90	81,80	132,20	156,40	117,40	50,80	1585,20
2006	91,60	73,10	142,60	106,40	200,20	196,00	66,30	114,80	125,90	236,90	174,40	33,20	1561,40
2007	138,90	107,50	267,30	132,70	223,20	69,60	155,40	124,70	97,90	281,60	129,20	42,80	1770,80
2008	115,50	122,60	479,90	132,60	223,50	56,00	147,10	107,30	136,20	135,20	184,30	22,70	1862,90
2009	92,90	123,10	164,60	141,40	102,00	132,10	123,90	230,80	24,00	267,80	186,30	53,30	1642,20
2010	5,60	109,90	16,10	113,60	347,90	198,50	181,80	118,40	275,30	183,40	355,10	244,00	2149,60
Promedio	90,70	116,66	181,47	136,01	172,06	100,53	105,34	93,04	138,93	179,08	149,16	81,25	1544,23

Fuente: Los Autores.

Tabla 4. Precipitación promedio Estación UPB													
Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Año
2009					105,20	104,40	76,80	180,60	70,20	133,80	168,80	40,60	880,40
2010	6,80	122,60	2,60	111,20	300,40	116,40	11,00	79,60	241,40	89,40	322,40	158,20	1562,00
2011	7,60	112,20	154,40	136,80	203,60	104,00	28,60	186,20	102,00	318,20	299,80	73,40	1726,80
2012	113,40	42,60	120,40	219,20	144,80	90,20	47,40	83,80	88,60	186,60	47,20		1184,20
Promedio	42,60	92,47	92,47	155,73	188,50	103,75	40,95	132,55	125,55	182,00	209,55	90,73	1338,35

Fuente: Los Autores