

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(186)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ERIKA YOCONDA CLAVIJO GALVIZ LINA MARCELA ROMERO CHEDRAUI
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	MARLON ALVAREZ
TÍTULO DE LA TESIS	CALCULO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA HÍDRICA PARA LA MICROCUENCA QUEBRADA SAN PEDRO ABASTECEDORA DEL ACUEDUCTO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO EN CURUMANI DEPARTAMENTO DEL CESAR

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

ESTE DOCUMENTO CONTIENE LA OFERTA Y LA DEMANDA HÍDRICA DEL AREA PERTENECIENTE A LA MICROCUENCA SAN PEDRO QUE ABASTECE A LA COMUNIDAD DE CURUMANI, CESAR; DONDE NO SE HABÍA REALIZADO ALGÚN ESTUDIO QUE PERMITIERA CONOCER LA RELACIÓN ENTRE EL CAUDAL Y LAS ACTIVIDADES DE LA POBLACIÓN QUE CAPTA EL RECURSO PARA SU USO ECONÓMICO O DOMESTICO. ESTE SERA UN INSTRUMENTO PARA FUTUROS PROYECTOS DESTINADOS AL CUIDADO Y RECUPERACION DEL CUERPO HÍDRICO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 182	PLANOS:	ILUSTRACIONES:25	CD-ROM:
--------------	---------	------------------	---------

Calculo De La Oferta y La Demanda Hídrica Para La Microcuenca Quebrada San Pedro
Abastecedora Del Acueducto del Casco Urbano Del Municipio En Curumani Departamento
Del Cesar

AUTORAS:

Lina Marcela Romero Chedraui

Erika Yoconda Clavijo Galviz

PROYECTO

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Ingeniero Ambiental

MARLON ALVAREZ BLANCO

Director

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Julio, 2017

Agradecimientos

Damos gracias primordialmente a Dios por darnos la inteligencia, sabiduría, paciencia, entendimiento y la capacidad para ejercer este proyecto.

A nuestros padres por todo su apoyo, comprensión y confianza.

A nuestras compañeras de estudio y amigas por acompañarnos en esta etapa de vida.

Al ingeniero Marlon Álvarez por su constante ayuda y guía en el proyecto.

Al señor Carlos Mena presidente de la junta de la Quebrada San Pedro quien depositó su confianza en nosotras y llevar a cabalidad este proyecto.

A la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, facultad de ciencias agrarias y de ambiente porque con ella nuestros sueños son realidad, especialmente a nuestra decana Yenny Lozano por su actitud de escucha y comprensión cuando lo necesitábamos.

A mi compañera de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado, gracias a su apoyo más que una amiga mi hermana.

Índice.

Capítulo 1. Calculo de la Oferta y la Demanda Hídrica para la Microcuenca Quebrada San Pedro Abastecedora del Acueducto del Casco Urbano del Municipio en Curumani	
Departamento del Cesar	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	4
1.5.1 Delimitaciones geográficas.....	4
1.5.2 Delimitación temporal	5
1.5.3 Delimitación Operativa.....	5
1.5.4 Delimitación Conceptual	5
Capítulo 2. Marco Referencial	6
2.1. Marco Histórico.....	6
2.2. Marco Contextual.....	11
2.3 Marco Conceptual	12
2.3.1. Balance Hídrico.	13
2.3.2. Precipitación	13
2.3.2.1 Promedio aritmético.	13
2.3.2.2 Polígonos de Thiessen.	14
2.3.2.3 Curvas Isoyetas.....	14
2.3.3. Evapotranspiración	14
2.3.3.1 Evapotranspiración potencial	15
2.3.4. Escorrentía Total.....	15
2.3.5 Caudal Medio Puntual	16
2.3.6. Relación Lluvia Escorrentía	16

2.4 Marco Teórico.....	17
2.5 Marco Legal.....	22
Capítulo 3. Diseño Metodológico.....	26
3.1 Tipo de Investigación.....	26
3.2 Población.....	27
3.3 Muestra.....	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	27
Capítulo 4: Administración del Proyecto.....	28
4.1 Recursos.....	28
4.1.1 Recursos Humanos.....	28
4.1.2 Recursos Financiero.....	29
4.1.3 Recursos Institucional.....	29
Capítulo 5. Resultados.....	31
5.1. Calcular La Oferta Hídrica Superficial De La Microcuenca Mediante La Aplicación De Método Directo “Relación Lluvia - Escorrentía.....	32
5.2. En Que Consiste El Método “Relación Lluvia - Escorrentía”.....	33
5.2.1. Determinación Del Área Superficial De Drenaje Y Principales Características Morfométricas.....	33
5.3. Hidrografía de La Microcuenca.....	39
5.4 Determinación Del Número De LA Curva De Escorrentía.....	41
5.4.1 Clasificación Hidrológica De Los Suelos En La Microcuenca.....	41
5.2 Determinar la demanda Hídrica en la microcuenca quebrada San Pedro según la metodología establecida en la resolución 865 del 2004.....	75
5.3 Actualización del Índice de Escasez de la microcuenca quebrada San Pedro según lo estipulado en la metodología oficial para Colombia y consignada en la resolución 865 del 2004.....	116
5.4 Interpretación del índice de escasez obtenido para la microcuenca.....	134
5.5 Análisis.....	136

Capítulo 6. Conclusiones	144
Recomendaciones	146
Referencias.....	147
Bibliografía	148
Apéndice	150

Listado De Tablas

Tabla 1 Red Hidrografica de Curumani según el PBOT vigente.	1
Tabla 2 Recursos Humanos involucrado en el desarrollo del proyecto	28
Tabla 3 Relación de Recursos Financieros para la ejecución del proyecto	29
Tabla 4 Recursos Institucionales usados para el Desarrollo del proyecto	29
Tabla 5 Cronograma	30
Tabla 6 Relación del bloque veredal que integran la microcuenca de la quebrada San Pedro aquí no se incluye el casco urbano del municipio el cual también hace parte de esta microcuenca como se puede apreciar en la siguiente temática .	37
Tabla 7 Hidrografía de la Microcuenca San Pedro extraído a partir de información geográfica espacial de la alcaldía del municipio.	40
Tabla 8 Estudio General de Suelos de los Municipios de Curumaní, Chimichagua, Chiriguaná y La Jagua de Ibérico del IGAC.	42
Tabla 9 Rango de variaciones del suelo	43
Tabla 10 Uso del suelo, código SWAT.	44
Tabla 11 Cobertura de pastos naturales en el área de la microcuenca quebrada san pedro municipio de Curumani departamento del Cesar, datos calculados a partir del mapa de Coberturas vegetales y la reclasificación de una imagen landsat 8 del año 2016 obt	47
Tabla 12 Cobertura de Bosques en el área de la microcuenca quebrada san pedro municipio de Curumani departamento del Cesar, datos calculados a partir del mapa de Coberturas vegetales y la reclasificación de una imagen landsat 8 del año 2016 obtenida de	48
Tabla 13 Precipitación media mensual en la microcuenca	52
Tabla 14 Precipitación mensual promedio durante los últimos 20 años en la zona de la microcuenca abastecedora	53
Tabla 15 Mapa de Isoyetas de la microcuenca quebrada san pedro. Fuente. Autoras 2017	54
Tabla 16 Reducción por calidad del agua	69
Tabla 17 Oferta hídrica superficial de la quebrada san pedro en el municipio de Curumaní Departamento del Cesar época de verano	72
Tabla 18 Oferta hídrica superficial de la quebrada san pedro en el municipio de Curumaní Departamento del Cesar época de invierno	72
Tabla 19 Oferta neta superficial de la microcuenca y su descuento por umbral ecológico y reducción de calidad epoca verano	73
Tabla 20 Epoca invierno	73
Tabla 21 Consolidado de encuesta vereda El bolsillo (Parte Media microcuenca San Pedro)	81
Tabla 22 Consolidado de encuesta vereda La Galaxia (Parte Media Microcuenca San Pedro)	83
Tabla 23 Consolidado de encuesta vereda El Espejo (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	84
Tabla 24 Consolidado de encuesta vereda El Porvenir (Parte Alta Microcuenca San	

Pedro)	
Tabla 25 Consolidado de encuesta vereda Quebrada Seca (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	85
Tabla 26 Consolidado de encuesta vereda Nueva Granada (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	86
Tabla 27 Consolidado de encuesta vereda Laureles Bajos (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	88
Tabla 28 Consolidado de encuesta vereda La Carolina (Parte Media Microcuenca San Pedro)	89
Tabla 29 Consolidado de encuesta vereda Union Animito (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	91
Tabla 30 Consolidado de encuesta vereda La Luna (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	92
Tabla 31 Consolidado de encuesta vereda Laureles Altos (Parte Media Microcuenca San Pedro)	94
Tabla 32 Consolidado de encuesta vereda Los Cedros (Parte Media Microcuenca San Pedro)	95
Tabla 33 Consolidado de encuesta vereda El Algarrobo (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	97
Tabla 34 Consolidado de encuesta vereda El Coclí (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	98
Tabla 35 Consolidado de encuesta vereda La Elvira (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	99
Tabla 36 Consolidado de encuesta vereda Nueva Idea (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	100
Tabla 37 Consolidado de encuesta vereda San Rafael (Parte Media Microcuenca San Pedro)	101
Tabla 38 Consolidado de encuesta vereda Sacata (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	102
Tabla 39 Consolidado de encuesta San Miguel (Microcuenca San Pedro)	103
Tabla 40 Consolidado de encuesta San Pedro Alto (Parte Alta Microcuenca San Pedro)	104
Tabla 41 Consolidado de encuesta San Pedro Bajo (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	105
Tabla 42 Consolidado de encuesta El Desengaño (Parte Media Microcuenca San Pedro)	107
Tabla 43 Consolidado de encuesta Casa De Piedra (Microcuenca San Pedro)	108
Tabla 44 Consolidado de encuesta San Pedro Medio (Microcuenca San Pedro)	109
Tabla 45 Consolidado de encuesta El Palmar (Parte Baja Microcuenca San Pedro)	110
Tabla 46 Demanda hidrica sector vivienda rural	112
Tabla 47 Demanda hídrica para las viviendas de la cabecera municipal “sector domestico	113
Tabla 48 Necesidades Hidricas de los cultivos resolución 865	113
Tabla 49 Demanda hidrica sector pecuario	114
Tabla 50 demanda y oferta por veredas	114
Tabla 51 Categorías del índice de escasez y su explicación	132

Tabla 52 Microcuenca San Pedro Alto	133
Tabla 53 Microcuenca San Pedro Medio	140
Tabla 54 Microcuenca San Pedro Bajo	140
	141

Listado De Figuras

Figura 2 ubicación del bloque veredal que integran la microcuenca de la quebrada san pedro, en el municipio de Curumani departamento del Cesar. Fuente Autoras	12
Figura 3 Resultado del uso de la herramienta watershed de Hydrology , que permitió la generación de un archivo vectorial con geometría de polígono el cual representa el límite de la microcuenca objeto de estudio. Fuente. Autoras	35
Figura 4 Mapa de la Microcuenca quebrada san pedo en el municipio de Curumani Departamento del Cesar. Fuente Autoras.....	36
Figura 5 Bloque veredal que conforma el área de la microcuenca,	38
Figura 6 Grafico de las áreas por veredas que componen el bloque veredal de la microcuenca. Fuente. Autoras	39
Figura 7 Mapa de la hidrografía que compone la microcuenca de la quebrada san pedro.	40
Figura 8 Uso del Suelo que conforma el área de la microcuenca, fuente. Autoras	45
Figura 9 mapa de la distribución espacial de las coberturas vegetales de pastos naturales y bosques temática usada como insumo técnico para el análisis de la condición Hidrológica de los suelos en la microcuenca.	47
Figura 10 Mapa de la condición Hidrológica de los suelos en la microcuenca quebrada san pedro, clasificación cualitativa a partir del mapa de coberturas y las condiciones biofísicas de cada cobertura (proceso de pastoreo y condiciones de los bosq	50
Figura 11 Mapa de Localizacion de las estaciones Climatológicas activas según el catalogo del IDEAM y de las cuales se tomaron los datos de precipitación.....	50
Figura 12 Estaciones Meteorológicas Activas del IDEAM. Fuente. IDEAM	50
Figura 13 generación del raster de precipitación en la zona de la microcuenca abastecedora ; mediante la interpolación Geoestadística de los datos presentados por el IDEAM. Fuente Autoras 2017.....	51
Figura 14 Ráster de precipitación geo procesado sobre el polígono de la microcuenca hidrográfica. Fuente. Autoras 2017.	51
Figura 15 Mapa de Isoyetas de la microcuenca quebrada san pedro. Fuente. Autoras 2017	54
Figura 16 Ip de los resultados de la calidad físico química del agua en el punto de captación de la quebrada san pedro . Fuente. Autoras 2017	72
Figura 17 Comportamiento mensual multianual del caudal en la cuenca de la quebrada san pedro	75
Figura 18 imagen de satélite de Alos del año 2015 traspolado con el polígono de la microcuenca de la quebrada San pedro. Fuente. Autoras 2017.....	80
Figura 19 Figura 20 Imagen de ALOS del año 2015 usada para la identificación de cultivos y sus respectivas áreas de siembra fuente. Autoras 2017	81
Figura 20 Cuencas Curumani, Cesar.....	117
Figura 21 Resultados de los aforos en la microcuenca quebrada San Pedro.	136
Figura 22 época invierno parte baja	137
Figura 23 planta 1 y 2	138
Figura 24 demanda de agua agrícola de la microcuenca San Pedro. Fuente. Autoras	139
Figura 25 Demanda de agua pecuaria de la microcuenca San Pedro. Fuente. Autoras.....	140

Resumen

Este proyecto de investigación se centra en el estudio de la oferta y demanda hídrica de la microcuenca San Pedro ubicada en el municipio Curumaní- departamento del Cesar basados en la resolución 865 del 2004 emitida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible específicamente aplicando el método relación lluvia escorrentía.

El índice de oferta hídrica constituye la principal herramienta para evaluar si el recurso hídrico del municipio es suficiente o deficitario y aún más importante, es agregar el ingrediente de calidad de agua al concepto de disponibilidad. Así brindaremos de esta manera para el municipio de Curumaní y para la administración local nuevos soportes de planificación, desarrollo y uso racional y eficiente del agua.

En este documento se calculó la oferta hídrica de la cuenca abastecedora del municipio de Curumaní ubicado en el departamento del Cesar, el cual consistió en determinar la cantidad de agua que dispone una cuenca para ser usada sin comprometer su continuidad; de igual forma, se determinó el caudal que requieren las comunidades que hacen parte de la micro cuenca para suplir sus necesidades económicas-productivas y domesticas.

Como resultado final encontramos el índice de escasez de la microcuenca San Pedro representado en la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales frente a la oferta hídrica disponible (neta). Dando una visión general de la situación de la disponibilidad de agua actual del municipio de Curumaní y con las proyecciones futuras del

abastecimiento a nivel nacional y regional de tal manera que las entidades del estado involucradas en la gestión ambiental y de los recursos hídricos, tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y de las cuencas hidrográficas, tengan un manejo sostenible.

Introducción

Curumaní es un municipio que se encuentra ubicado en el departamento del Cesar y dado a su climatología, sus corrientes hídricas son de bajo caudal durante el verano; sin embargo los fenómenos de variabilidad climática han hecho que las disminuciones sean extremas generando una preocupación en el abastecimiento de agua potable en el municipio. Para minimizar este riesgo, es primordial tener conocimiento de lo que se tiene y se necesita; es decir conocer la oferta de la microcuenca que abastece a la comunidad (Quebrada San Pedro), y la demanda que ejerce la población para consumir el líquido. De esta forma sólo se utilizará la cantidad necesaria asegurando que la microcuenca cuente con su caudal ecológico para su continuo desarrollo.

En esta tesis, se dio el primer paso para disminuir el riesgo de escasez de agua en el municipio, brindando el conocimiento sobre las cantidades necesarias y suficientes que tiene la población para satisfacer sus necesidades respecto al recurso agua, y esta se realizó mediante la resolución 845 del 2004, específicamente por el método lluvia- escorrentía que es el adecuado dado las condiciones del municipio.

La demanda hídrica de la población fue determinada basados en la resolución 865 del 2004 y con los datos que se obtuvieron se halló el índice de escasez, que es una herramienta para comenzar la gestión del recurso hídrico.

Capitulo1. Calculo de la Oferta y la Demanda Hídrica para la Microcuenca Quebrada San Pedro Abastecedora del Acueducto del Casco Urbano del Municipio en Curumani
Departamento del Cesar

1.1 Planteamiento del Problema

Según lo estipulado en el PBOT vigente del municipio de Curumaní en el departamento del Cesar, la red hidrográfica más importante de este municipio es la que está conformada por las corrientes que se relacionan en el cuadro

Tabla 1 Red Hidrografica de Curumani según el PBOT vigente.

NOMBRE DE LA FUENTE HÍDRICA	ÁREA DE LA CUENCA EN EL MUNICIPIO (Has)	ÁREA TOTAL DE LA CUENCA (Has)	CAUDAL PROMEDIO m ³ /s	CUBRIMIENTO MUNICIPAL %
QBDA ANIME	18000	64900	4.54	28
QBDA SAN PEDRO	500	13500	4.72	4
ARROLLO QUIEBRADIENTES	8000	18800	6.58	43

Fuente Autoras

De las tres fuentes relacionadas en la figura N01 es la quebrada san pedro la que surte de recurso hídrico al acueducto del casco urbano del municipio, sin embargo de esta importante fuente hídrica se usan sus aguas superficiales para la producción agropecuaria y la minería legal e ilegal.

Cada uno de estos sectores requieren una cantidad de agua para sus actividades y la cual extraen en muchos casos del agua superficial de la microcuenca generando una gran presión ambiental sobre las corrientes hídricas que componen la microcuenca no solo afectando la cantidad de agua si no la calidad de esta , llevando a la microcuenca a presentar una reducción importante en su oferta hídrica lo cual pone en riesgo la calidad de vida de los habitantes del municipio que depende de gran manera de esta microcuenca para sus actividades económicas productivas y las actividades de carácter domestico

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es la oferta hídrica superficial de la microcuenca quebrada san pedro en la actualidad y cuanto requiere cada sector productivo del municipio de Curumani Cesar para realizar sus labores de una forma sustentable?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la oferta y demanda hídrica en la microcuenca de la quebrada san pedro de acuerdo a lo establecido en la resolución 865 del 2004 emitida por el Ministerio del Medio Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial

1.3.2 Objetivos específicos

Calcular la oferta hídrica superficial de la microcuenca mediante la aplicación de método directo “Relación lluvia - escorrentía”

Determinar la demanda Hídrica en la microcuenca quebrada San Pedro según la metodología establecida en la resolución 865 del 2004.

Actualización del Índice de escasez de la microcuenca quebrada San Pedro según lo estipulado en la metodología oficial para Colombia y consignada en la resolución 865 del 2004

1.4 Justificación

La microcuenca quebrada San Pedro cumple el papel de microcuenca abastecedora del acueducto del casco urbano del municipio de Curumani en el departamento de Cesar, de igual forma es la que suministra el recurso hídrico para las actividades agropecuarias y mineras que se desarrollan en la zona, a pesar de su importancia el municipio no cuenta con un estudio específico de oferta hídrica superficial y demanda del recurso hídrico, los estudios más recientes que fueron encontrados en el proceso de indagación para la formulación de la presente propuesta de investigación datan del año 1994, año en el cual se publicó el documento “ Atlas Ambiental del Cesar” documento financiado por CORPOCESAR.

Durante la última década las condiciones climáticas del país han cambiado cada vez son más frecuentes las anomalías climáticas como los fenómenos del niño y la niña; estas anomalías causan alteraciones en el ciclo natural del agua , afectando en gran manera la disponibilidad de este recurso vital a esto desde sumarse el innegable hecho que las malas prácticas agropecuarias y la mala gestión de las tierras han cambiado el uso del suelo afectando estos cambios las coberturas nativas causando un desequilibrio natural en el cual en teoría la cuenca produce menos agua y los habitantes de la cuenca requieren cada día más de este recurso.

La administración local al igual que la empresa prestadora de servicios públicos del municipio de Curumaní requieren un documento técnico el cual sirva como insumo para futuros estudios tales como el plan de ahorro y uso eficiente del agua y demás que sean compatibles con el manejo y conservación del recurso hídrico.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitaciones geográficas

Trabajo de grado se desarrollara en el municipio de Curumani departamento del Cesar, en el área de influencia geográfica de la microcuenca quebrada San Pedro

1.5.2 Delimitación temporal

El proyecto se desarrollara en un total de 5 meses contando a partir de la aprobación de la propuesta por parte del comité

1.5.3 Delimitación Operativa

A nivel operativo realizaran visitas a campo para georreferenciar las estructuras de capitación del sistema de acueducto y encuestas a la población veredal para tener un dato verídico del caudal necesario para suplir las necesidades de la población, la información geográfica predial a escala 1:25000 de la cuenca hidrográfica y se solicitara a la alcaldía sean facilitados la información geográfica en formato vectorial Shapefile y/o DWG para realizar la Espacialización de la información con la ayuda de un software SIG de código libre que para este caso será el QGIS 2.14 .

1.5.4 Delimitación Conceptual

El proyecto de investigación se enmarca en los conceptos establecidos en la resolución 865 del año 2004 del ministerio del Medio ambiente, para el caso de la oferta se implementaran las estimaciones de consumo que se consignaron en la Guía RAS 2000

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1. Marco Histórico

En los últimos tiempos, en la gran mayoría de los países que integran América Latina y el Caribe se han sucedido en generar reformas en las legislaciones y organizaciones orientadas a la gestión y el aprovechamiento del recurso hídrico. Las distintas culturas, climas, así como las actividades de carácter político y financiero en cada uno de estos países han logrado que cada día se busquen nuevos y mejores procedimientos para llevar a cabo una correcta gestión integrada de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. De igual forma, los procesos de globalización y regionalización hidrológica permiten que cada día se puedan afinar el detalle de los estudios hasta lograr una correcta administración a nivel de cuencas hidrográficas; con la consecuente reducción del papel del Estado. La responsabilidad del Estado se traduce de esta forma, en asumir la supervisión, fomento y regulación de las actividades de terceros y la descentralización de responsabilidades hacia los gobiernos locales (Jouravlev, 2001). Bajo la premisa de que una búsqueda constante de instrumentos de planeación permite un mayor acercamiento entre el sector privado y los usuarios comprometidos con la gestión y el aprovechamiento del agua; se puede afirmar que en los próximos años el manejo de los recursos hídricos será cada día más complejo.

Es claro que los problemas de tipo hidrológicos del mañana no pueden ser resueltos basados en el análisis de los problemas del pasado y mucho menos si se usan los mismos

enfoques técnicos del pasado. Además, cada día un número mayor de soluciones para el tema hídrico e hidráulico provendrá de áreas diferentes al sector y de otras profesiones; lo cual trae como consecuencia que las soluciones deben ser específicas. Las Soluciones que funcionan en Francia, Alemania, Inglaterra o Estados Unidos, pueden no ser útiles en China, Estonia Perú o México o el resto del mundo, debido a las diferencias climáticas, físicas, económicas, sociales, ambientales, legales y/o corporativas. Un sólo paradigma puede que no sea válido o aplicable para todos los países debido a sus diferentes grados de desarrollo socioeconómico, sin importar que tan atractivo pueda ser el concepto (Del Castillo, 2005). Para llegar a soluciones regionales y locales, sin duda el marco legal y normativo es fundamental para llevar a cabo esta labor científica

La condición actual de lo que respecta al marco jurídico en el sector agua para Latinoamérica se encuentra en proceso de desarrollo constante, dado que distintos países de América Latina y el Caribe se encuentran en la fase de promover cambios en las normativas y organizaciones orientadas a la buena gestión y el aprovechamiento racional del agua. Como ejemplo, en Guatemala la Ley General de Aguas se presentó al Congreso de la República en agosto del 2004. En República Dominicana existe la Ley de Agua y la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000). En México la nueva Ley de Aguas Nacionales (2004) representa una normativa pionera en el sector. En otros países sin embargo, se cuenta con leyes promulgadas hace una veintena de años, pero que sin embargo están en procesos de consulta y cambio. Por ejemplo, dentro del marco legal existente en El Salvador se tiene la Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos N° 886 (1981) y el Reglamento de la Ley sobre gestión integrada de los Recursos Hídricos (1982). Por lo que respecta a Honduras, el marco

legal lo constituye la Ley de Aprovechamiento de Aguas Nacionales por decreto (1927). Dentro de las leyes relacionadas con el agua en Nicaragua, se tiene la Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y La Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (1996). (UNESCO, 2006)

En el caso puntual del Perú la gestión del recurso hídrico está regida por la Ley General de Aguas que se promulgó el 24 de Julio de 1969, la cual establece que la administración del sector agua recae en el Sector Agricultura y la distribución de la misma en las organizaciones de los usuarios. En el caso Bolivia, con la aprobación de la Ley de Ordenamiento del Poder Ejecutivo, las instituciones públicas son las que tienen a su cargo la administración del agua. Para Chile, el sector hídrico esta normatizado por el Código de Aguas, que en su artículo 5 se declara que las aguas son bienes nacionales de uso público. De 1994 a 2001 se llevó a cabo en Uruguay, el Programa de Manejo y Conservación de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego (PRENADER) para el manejo integrado de cuencas hidrográficas. Este mismo proceso de aprobar leyes y regulaciones ambientales relacionadas con el sector agua se desarrolla actualmente en Paraguay. En Argentina aunque no se cuenta con una Ley Nacional de Aguas que comprenda todo el país. Actualmente se delega a las provincias la gestión de los recursos naturales en su territorio, incluyendo obviamente los recursos hídricos. (UNESCO, 2006)

Dentro del denominado Programa de Ordenación de la Cuenca del Río la Vieja, el cual se ejecutó por parte de la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), la Corporación Autónoma Regional Valle del Cauca (CVC) y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), se pretende acometer la reglamentación de los usos del agua en las subcuencas

priorizadas, entre ellas el río Barbas, como un instrumento de la GIRH que permita una gestión eficiente de la cantidad de agua. (Universidad Tecnológica de Pereira – UTP y Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER. , 2013)

El convenio interinstitucional Cátedra del Agua en 1996, es un mecanismo de articulación promovido y coordinado por la línea de Plataformas Competitivas del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, con el objetivo de convocar a los profesionales y a las instituciones más capacitadas de Antioquia para interactuar en la construcción de pensamiento estratégico sobre política, investigación y desarrollo tecnológico del recurso hídrico en la región, creando condiciones propicias para que los grupos que trabajan en el áreas del recurso hídrico y del medio ambiente interactúen de manera creativa, cooperativa, colectiva y aporten sus conocimientos en pro de la región

En su deseo de realizar transferencia tecnológica y socializar el conocimiento sobre la temática de recurso hídrico, la Cátedra desarrolló y compiló resultados de significativas investigaciones realizadas por diferentes grupos de investigación de universidades ubicadas en Antioquia, que juntas actualizan el estado del arte del recurso hídrico en el Departamento, desde el 2002 cuando se publicó la primera edición, hasta el período actual 2007 – 2009. (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín – UNAL, 2012)

La Oferta Hídrica En Colombia. En nuestro país por sus condiciones de Localización geográfica las cuales las someten al flujo de vientos húmedos que confluyen sobre la cordillera occidental, por su variada topografía que presenta alturas desde cero hasta los 5.870 msnm y por

su régimen climático, presenta una precipitación media anual de 3.000 mm, lo cual representa una riqueza importante de recursos hídricos, cuando es comparada con el promedio mundial de precipitación anual, equivalente a 900 mm y con el promedio anual de Suramérica, del orden de los 1.600 mm. En términos del caudal específico de escorrentía superficial, Colombia presenta un caudal de 58 l/s/km², tres veces mayor que el promedio sudamericano (21 l/s/km²) y seis veces mayor que la oferta hídrica específica promedio a nivel mundial (10 l/s/km²) (Ojeda y Arias, 2000).

Según el IDEAM, la precipitación media anual que presenta Colombia es, aproximadamente, el doble de la que tiene el subcontinente y se caracteriza por fuertes variaciones de carácter espacial que van desde 300 mm/año en el departamento de la Guajira, hasta 9.000 mm/a en algunos sectores de la Región Pacífica. El rendimiento hídrico colombiano por kilómetro cuadrado se estima en 58 l/s y supera con creces el rendimiento promedio continental (10 l/s/km²) y el de América del Sur (21 l/s/km²). (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM))

El territorio de Colombia se divide en cinco vertientes hidrográficas: Pacífico, Caribe, Orinoco, Catatumbo y Amazonas. Estas vertientes reciben un escurrimiento anual de 67.000 m³/s (estimado como el 61% de la precipitación anual), con rendimientos que van desde 1, hasta 100 l/s/km². La distribución espacial del recurso hídrico no coincide con la distribución de la demanda de este recurso, de manera tal, que en el país se presentan desde zonas con alto déficit de agua, hasta zonas con grandes excedentes que someten extensas áreas a inundaciones periódicas. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM))

La Oferta Hídrica En Antioquia. El departamento de Antioquia cuenta con una gran riqueza de tipo natural, determinada esta por la gran oferta hídrica de sus principales cuencas hidrográficas (Atrato, Cauca, Magdalena Medio, Aburra, entre otras) y su variedad climática. Estas características configuran la existencia de diferentes ecosistemas: ríos de montañas, ríos de planicie, humedales, páramos, entre otros (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín – UNAL, 2012)

2.2. Marco Contextual

Según el PBOT el municipio de Curumani se encuentra ubicado en la subregión central del departamento del Cesar, con un área de aproximadamente 931.1 Kms², que corresponde al 4,06% del área total departamental. Limita por el norte con el municipio de Chiriguaná, por el oriente con la República de Venezuela y el Departamento de Norte de Santander, por el sur con el municipio de Pailitas y por el occidente con el municipio de Chimichagua. Junto con los municipios de Chiriguaná, Chimichagua, La Jagua de Ibirico, Pailitas y Tamalameque, conforman la subregión central del departamento del Cesar, cuyo centro nodal es Curumani.

Específicamente entre las coordenadas 9° 12' de Latitud Norte y 73° 33' de Latitud Oeste de Greenwich. Se encuentra a 176 Kms de distancia de Valledupar, capital del departamento del Cesar, comunicándose con ésta mediante un sistema de carreteras que se encuentra en regular estado. (Concejo Municipal de Curumani, 2011)

La microcuenca quebrada san pedro se localiza en el bloque veredal compuesto por las veredas (Veredas San Pedro y Galaxia) ver figura N01

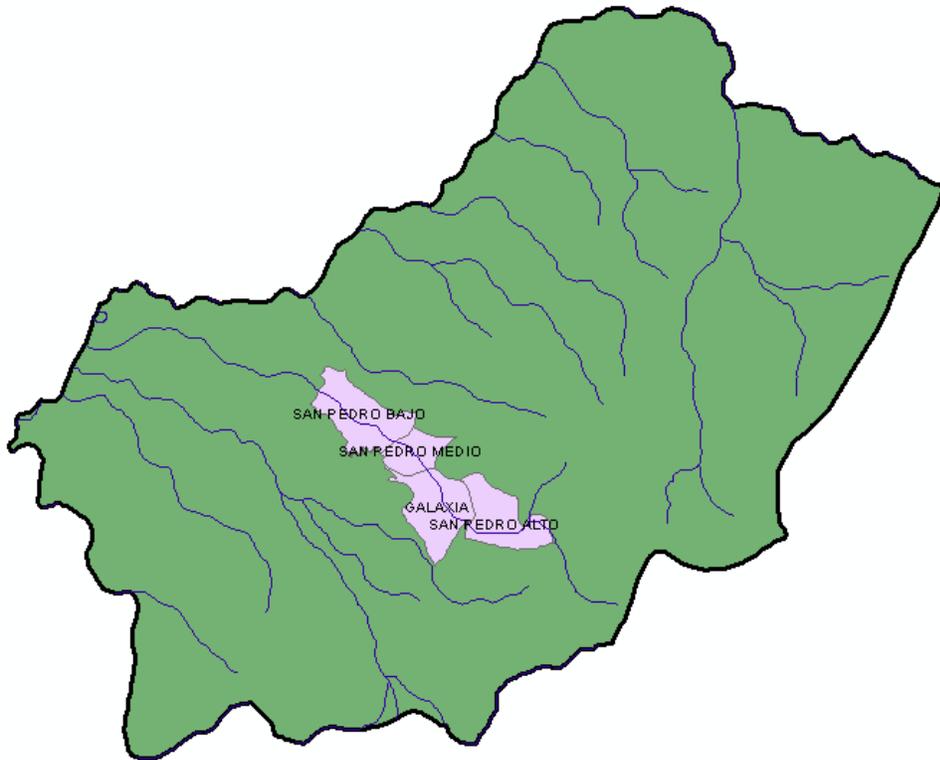


Figura 2 ubicación del bloque veredal que integran la microcuenca de la quebrada san pedro, en el municipio de Curumani departamento del Cesar. Fuente Autoras

2.3 Marco Conceptual

Los siguientes conceptos han sido adaptados a partir de la resolución 865 del 2004 y adaptados para enriquecer el anteproyecto.

2.3.1. Balance Hídrico.

El cálculo de la oferta hídrica para un espacio y periodo específico tiene como base técnico – científica, el ciclo hidrológico modelado mediante la herramienta de balance hídrico el cual sirve para determinar la disponibilidad del agua en cada una de las fases: precipitación, evapotranspiración real, infiltración y esorrentía.

El balance hídrico se considera un buen método para estimar con un margen de error pequeño el caudal medio anual en distintas regiones de Colombia. Esta metodología se aplica debe aplicar cuencas hidrográficas con áreas de drenaje mayores, instrumentadas y si se cuenta con información confiable.

2.3.2. Precipitación

Para la herramienta técnica del balance hídrico la cuantificación de la lluvia caída en un territorio para un intervalo de tiempo específico. A continuación se describirán los tres métodos generalmente más utilizados.

2.3.2.1 Promedio aritmético.

Este método aritmético permite obtener una buena estimación de la lluvia si los pluviométricos están distribuidos de forma uniforme en el área superficial de drenaje de la cuenca, si el área de la cuenca es plana y la variación de las medidas entre los pluviómetros entre es pequeña o despreciable.

2.3.2.2 Polígonos de Thiessen.

Este es un método el cual permite obtener un promedio ponderado de los registros pluviométricos de las estaciones que tienen influencia sobre el área. Para asignar el grado de influencia o ponderación en un mapa de la cuenca se unen los puntos de las estaciones mediante líneas rectas a las cuales se les traza las mediatrices formando polígonos. Los lados de los polígonos conforman el límite de las áreas de influencia de cada estación.

2.3.2.3 Curvas Isoyetas

Las Isoyetas son líneas las cuales unen puntos que presentan igual precipitación; estas se trazan usando información de estaciones localizadas dentro y fuera de la cuenca, la metodología del trazado de estas curvas es similar a la usada para las curvas de nivel, pero aquí la altura de agua precipitada reemplaza la cota del terreno

2.3.3. Evapotranspiración

Este fenómeno es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y el proceso de 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

Los factores que intervienen en el proceso de evapotranspiración son los mismos que afectan la evaporación los cuales son: el suministro de energía, el transporte de vapor y la humedad de la superficie.

2.3.3.1 Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial, consiste en la pérdida de agua que se presenta en una superficie líquida o sólida saturada, por los procesos de 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

El proceso de evapotranspiración real es la pérdida de agua presentada en una superficie líquida o sólida en las condiciones atmosféricas y de humedad del suelo dominantes, por fenómenos de evaporación y transpiración

2.3.4. Escorrentía Total

La escorrentía total está representada por los flujos de tipo superficial y subterráneo y son medidos por medio de las estaciones hidrométricas las cuales construyen una red hidrológica y que por tal circunstancia es conjuntamente con la precipitación los parámetros medidos directamente y con mayor precisión

La escorrentía superficial es el agua que escurre hacia la dirección de flujo del drenaje de la cuenca después que la precipitación se ha repartido en intercepción, retención e infiltración. El estado inicial de humedad de la cuenca regula las magnitudes relativas intercepción, retención e infiltración

2.3.5 Caudal Medio Puntual

Este caudal es necesario conocerlo para poder calcular el caudal disponible de utilización en una corriente hídrica, el caudal medio puntual pretende mostrar con qué frecuencia ocurren caudales iguales o superiores de un valor determinado.

La caracterización de la corriente implica conocer los caudales máximos, mínimos y medios los cuales son registrados por la estación Limnimétrica.

2.3.6. Relación Lluvia Escorrentía

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service, SCS), desarrolló uno de los métodos para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración la cual de denomina número de curva de escorrentía.

La escorrentía es función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía o CN. Este método es aplicable únicamente para cuencas hidrográficas menores a 250 km² es muy usada en el estudio hidrológico de cuencas urbanas y se puede aplicar para conocer la escorrentía mensual y generar mapas de Isolneas de escorrentía como ayuda para el cálculo de la oferta hídrica superficial.

2.4 Marco Teórico

La importancia de la lluvia como única fuente de ingresos en los procesos hidrológicos para una cuenca hidrológica es sin duda, uno de los componentes más importantes dentro de la ecuación de balance. En este aspecto, los países con un régimen de lluvia netamente estacionario o con amplias zonas desérticas, son propensos a presentar largos períodos de escasez o de exceso, Por ejemplo, en la isla caribeña de Cuba la lámina media anual de precipitación ha sido estimada en 1,375 mm, pero este componente hidrológico está influenciado por la presencia de tormentas tropicales de notable capacidad pluvial. El balance hídrico del territorio cubano, sin embargo, ha evaluado los recursos de agua en 32.2 hm^3 (D.M. Colorado and M.L. Triana. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales - Administración del Medio Ambiente., 2010)

En República Dominicana los recursos hídricos potenciales (superficial y subterráneo) cuentan con valores de $20,995 \text{ hm}^3$ y $1,510 \text{ hm}^3$ al año respectivamente. El volumen potencial de agua per cápita que puede ser aprovechable anualmente se calcula en $2,711 \text{ m}^3/\text{hab}$, sin considerar la contribución directa de la precipitación (Planos, 2001).

Para el caso de Colombia, los ingresos que ocurren para el balance hídrico representan sobre todo variables de tipo natural, más que variables fisiográficas. Por ejemplo la humedad del suelo y la humedad de la vegetación (IDEAM, 2001). En la república del Ecuador se presume un promedio anual de lluvia de 1,200 mm, pero no está espacializada de forma uniforme y el país puede ser dividido entre cinco principales regiones climáticas de acuerdo a las

precipitaciones, sin embargo, en conjunto el Ecuador tiene un capital hídrico de 40,000 m³/hab/año (USCE, 1998).

(Aparicio, 1997). Argumenta que de los métodos que existen para calcular la precipitación media mensual o anual, dos de los más conocidos son: el de las Isoyetas y el de los polígonos de Thiessen, el método denominado de Isoyetas es más exacto, pero presenta la desventaja de que se debe calcular las Isoyetas para cada uno de los eventos o para la precipitación acumulada de acuerdo con el intervalo de tiempo que le interés al investigador. El método consiste básicamente en obtener curvas con el mismo valor en lámina de precipitación, calcular el área entre dos curvas y multiplicarla por la lámina de precipitación media.

En el caso de método denominado polígonos de Thiessen es un poco más sencillo de aplicar, pues este consiste en calcular el área de influencia de cada una de las estaciones climatológicas. Al realizar el proceso de dividir el área parcial del polígono entre el área total de la cuenca se obtiene el factor de ponderación que multiplicado por la lámina de lluvia que este registrada en la estación correspondiente se obtiene el cálculo de aportación de cada estación climatológica.

En el cálculo del volumen por cuenca hidrográfica propia el componente básico es el volumen de lluvia, el cual se estima con la siguiente expresión

$$V_{II} = P A$$

Donde

VII: Volumen de lluvia, hm^3

P: Precipitación media mensual, m

A: Área de la cuenca, m^2

El Proceso de evaporación de los cuerpos que contienen agua como embalses y lagos es uno de los componentes de la ecuación de balance, ésta variable se debe evaluar en forma independiente, tanto de manera espacial como temporal, por medio de métodos directos a través de mediciones con instrumentos como evaporómetros (también conocidos como evaporímetros o tanques de evaporación) y de las características particulares de los cuerpos de agua, o bien mediante métodos indirectos, con datos del clima.

La evapotranspiración es la unión de dos procesos: la evaporación y la transpiración. La transpiración es el fenómeno natural de orden biológico por el que las plantas liberan agua a la atmósfera. Toman agua del suelo a través de sus raíces, una pequeña parte es usada en su nutrición y el resto lo transpiran vía estomática, como es complejo medir ambos procesos de forma separada, y además en la gran parte de los casos lo que interesa es la cantidad total de agua que se pierde a la atmósfera, se calculan conjuntamente bajo el concepto mixto de evapotranspiración, exceptuando la evaporación en cuerpos de agua, Existen numerosas fórmulas, teóricas o semiempíricas, y procedimientos de cálculo para estimar la evapotranspiración considerando parámetros climatológicos, agrícolas e hidrológicos (miller,1197)

Fórmulas

Formula de Blaney-Criddle. (Aparicio, 1997), Este método toma en cuenta la temperatura, horas sol diarias, tipo de cultivo, duración del ciclo vegetativo, temporada de siembra y región. La fórmula es la siguiente:

$$ET = Kc F$$

Dónde:

ET: Evapotranspiración durante el ciclo vegetativo, cm

Kc: Coeficiente de Cultivo

F: Factor de temperatura y luminosidad

Cuando la zona de estudio es árida y con precipitaciones en época de verano, se debe implementar a la fórmula de Blaney-Criddle un factor de corrección; y además, como el ciclo vegetativo de los cultivos en algunas ocasiones no abarca meses totales, se debe considerar solamente la proporción de los días; esto es, número de días considerados entre número total de días del mes correspondiente.

Fórmula de Turc. (Sánchez, 2001).

$$ET = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}} \text{ Válida para } P > 0.31L$$

Dónde:

ET: Evapotranspiración real, mm/año

P: Precipitación media anual, mm/año

$$L=300 + 25T + 0.05T^3$$

Dónde:

T: Temperatura media anual, en °C

La fórmula anterior se aplica con valores anuales y posteriormente se distribuye de forma mensual considerando el porcentaje de lluvia mensual.

La metodología propuesta para estimar los volúmenes de consumo para los diferentes usos dentro de una cuenca hidrográfica, es muy importante considerar que la estimación exacta de un volumen consumido, clasificado por sus usos, es un valor complicado de calcular y sobre todo difícil de validar a través de mediciones; sin embargo, si se tiene la información, esta debe ser usada, por esta razón se propone usar el consumo unitario para caracterizar cada uno de los usos y posteriormente compararlos y validarlos. Es decir, se utilizarán dotaciones para estimar, por ejemplo, el consumo del sector doméstico (litros / habitante / día). Esta caracterización permite generar un valor de tipo unitario por consumo y este valor a su vez, permitirá hacer una extrapolación cuando los datos de población aumenten, por ejemplo para el caso del consumo doméstico. De esta forma, se podrá llevar al cabo una actualización de forma periódica de los diferentes consumos.

Uso Doméstico Del Recurso Hídrico. Este no sólo incluye el agua utilizada en los hogares, sino también el agua que se usa actividad municipal, la de los usos colectivos y la de zonas de comercios. En este uso se incluyen los usos: doméstico, público urbano, servicios y múltiples. Este uso se debe estimar mediante dotaciones, lo que significa que el valor que se

obtiene corresponde a una “demanda” de la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de una actividad; mientras que el “consumo” hace referencia al agua que se emplea realmente como materia prima y que se transforma o bien, se evapora o se contamina en tal medida que inhibe su reutilización para el mismo fin sin tratamiento. Para obtener un volumen de “consumo” se recomienda consultar directamente los registros de los organismos operadores correspondientes. Sin embargo, esta información no siempre está disponible y frecuentemente es poco confiable. Otra opción consiste en afectar el valor de la “demanda” por un cierto porcentaje para transformar este volumen en un volumen real de consumo. Ciertamente, es difícil dar una cifra exacta del porcentaje de agua consumida en cada uso, en la tabla 3.1.6 se sugieren algunos órdenes de magnitud. (D.M. Colorado and M.L. Triana. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales - Administración del Medio Ambiente., 2010)

2.5 Marco Legal.

Es a mediados del siglo pasado y en especial la década de los 70's que surge en Colombia las políticas ambientales con la divulgación del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. De igual forma la promulgación de la Constitución Política de 1991 da inclusión a principios de protección y conservación del ámbito ambiental, elevando la biodiversidad a la categoría de norma constitucional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). En el año 1993 con la ley 99 se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), permitiendo la

estructuración institucional para la administración de la política ambiental de Colombia (Sarmiento et al., 2006).

En el año 1994 se define la Política Ambiental Nacional “El salto social hacia el desarrollo humano sostenible”, la cual estableció cuatro objetivos específicos: (I) gestión ambiental, (II) fomento de la cultura del desarrollo, (III) aumento de la calidad de vida y (IV) promover la producción más limpia. Para el mismo año, Colombia ratificó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmado en la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en 1992, por la cual se responsabiliza de incorporar las políticas de uso sostenible de los bienes y servicios ambientales y la conservación de la biodiversidad (Romero, Cabrera y Ortiz, 2008). Para la ejecución de dicha política se planteó el Plan de Acción Nacional de Biodiversidad (PANB) como el instrumento de desarrollo e implementación de las diferentes actividades, acompañado por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las autoridades ambientales de grandes centros urbanos y las entidades territoriales de los departamentos y municipios (Ferreira y Fandiño, 1998).

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

Decreto 1541 de 1978. Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974. "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973. Artículo 2°.- La preservación y manejo de las aguas son de utilidad pública e interés social, el tenor de lo dispuesto por el artículo 1 del Decreto-Ley 2811 de 1974

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

Ley 1594 de 1984 y el Acuerdo 62 de 1999.

Resolucion 865 de 2004. Por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones

Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras

disposiciones. Artículo 54. Del objeto y la responsabilidad. Planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de la microcuenca.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El diseño metodológico de la investigación es no experimental tipo Exploratoria in situ en el área de la Microcuenca quebrada san pedro , en el municipio de Curumani Departamento del Cesar para el levantamiento de la información (primaria y secundaria) con enfoque participativo; el enfoque participativo se genera a partir de entrevistas en el cual los líderes de la zona entregaran información sobre las actividades antrópicos que son desarrolladas en la microcuenca se tabularan los datos de las entrevistas y diferentes observaciones sobre geografía de la microcuenca, actividades redituables, afectaciones que se causan al ecosistema posterior a la recolección de esta información mediante análisis estadístico descriptivo se realizar la sistematización y procesamiento esta información.

Mediante el uso de un software SIG se generaran información geográfica con fuente primaria y secundaria de modelos vectoriales y los modelos Ráster para obtener información geofísica de la zona. Estos archivos serán gestionados a través de los geodatos libres de los proyectos satelitales ASTER GDEM

3.2 Población

Se encuentra asentada en el municipio de Curumani departamento del Cesar, dentro del área de influencia de la Microcuenca se encuentran las veredas de galaxia san pedro alto, medio y bajo.

3.3 Muestra

Para obtener un resultado verídico y tener un valor real de los usuarios del recurso hídrico se optó por censar la totalidad de las veredas para determinar la demanda sobre el afluente.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

La observación directa para el levantamiento de la información, primaria, consulta de información secundaria, participación de actores y usuarios para la elaboración del método lluvia – esorrentía con el apoyo de diversas herramientas técnicas y tecnológicas, consulta y Solicitudes de información y del conocimiento a actores institucionales en la Microcuenca (CORPOCESAR, IDEAM) para el acceso de la información y registros históricos de precipitación de las estaciones pluviométricas de influencia, cartografía base, archivos vectoriales tipo Shapefile de ESRRI, gdb geográficas, antenas receptoras GPS , modelos de información geofísica del área de estudio, planos municipales y veredales en formatos CAD.

Capítulo 4: Administración del Proyecto

4.1 Recursos

4.1.1 Recursos Humanos

Tabla 2 Recursos Humanos involucrado en el desarrollo del proyecto

Nombre completo	Participantes del proyecto Grado académico	Institución a la que pertenece
Lina Marcela Romero Chedraui	Estudiante del último semestre de Ingeniería Ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Erika Yoconda Clavijo Galviz	Estudiante del último semestre de Ingeniería Ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
En la dirección Técnico –científica	Ingeniero Ambiental, profesor de tiempo completo de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Fuente. Autoras

4.1.2 Recursos Financiero

Tabla 3 Relación de Recursos Financieros para la ejecución del proyecto

Concepto	Valor unitario en pesos	Cantidad	Valor total en pesos	Observación
Mano de obra de los autores	500.000	5	2'500.000	Se tomaron los valores determinados por el Ministerio de Trabajo, en el cual un pasante debe ser remunerado con el 75% del salario mínimo legal vigente.
Viajes y viáticos	25.000	6	150.000	Corresponde al valor de la alimentación y costos de transporte a la zona de estudio.
Gastos administrativos varios	200.000	N/A	200.000	Papelería, servicios públicos y comunicaciones.
TOTAL			2'350.000	

Fuente. Autoras

4.1.3 Recursos Institucional.

Tabla 4 Recursos Institucionales usados para el Desarrollo del proyecto

Concepto	Observación
Material bibliográfico	Los recursos bibliográficos como material digital y prestamos interbibliotecario necesarios para el proyecto, están disponibles en la Biblioteca Institucional Argemiro Bayona Portillo de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña.
Hardware	La Autoras del proyecto hacen uso de los computadores que están disponibles en las salas de computo de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
Software	Los diferentes tipos de software empleados para el

desarrollo del proyecto son de acceso libre y código abierto disponible en la WEB (páginas oficiales), de igual forma la plataforma ArcGIS de código privado con licencia académica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Fuente. Autoras

4.1.4 Cronograma

Tabla 5 Cronograma

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MESES																			
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gestión y análisis de información secundaria.	■	■	■	■																
Delimitación del área superficial de la microcuenca y cálculo de su área en Km ²					■	■	■	■												
Determinación de las características Morfométricas de la microcuenca									■	■	■	■								
Desarrollo de la metodología relación – lluvia Escorrentía según la resolución 865 del 2004													■	■	■	■				
Formulación de las encuestas a los líderes veredales para el cálculo de la demanda hídrica por sectores																	■	■	■	■
Cálculo del índice de escasez actual de la																				■



Capítulo 5. Resultados.

5.1. Calcular La Oferta Hídrica Superficial De La Microcuenca Mediante La Aplicación De Método Directo “Relación Lluvia - Escorrentía

Según la resolución de 865 del año 2004 para poder calcular la oferta hídrica en una cuenca hidrográfica, se aplicará según cada caso las siguientes metodologías de acuerdo con la información disponible y características físicas de la cuenca:

a) Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación está que permite estimar la oferta hídrica media anual. Esta metodología se aplica en cuencas instrumentadas y con un área de drenaje mayor (más de 250 km²);

b) Caudal medio puntual en las corrientes de interés: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables (series anuales menores de dos años);

c) Relación lluvia-escorrentía: Aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual

Como estudiantes de ingeniería ambiental desarrollamos esta investigación usando el método lluvia – escorrentía debido a que la microcuenca quebrada san pedro no es una cuenca grande o cuenca mayor, la microcuenca quebrada San Pedro no cuenta con una instrumentación para la adquisición de datos por medio de estaciones y para

implementar el método de caudal medio puntual no se contaba con el tiempo estipulado ni con el equipo técnico requerido

5.2. En Que Consiste El Método “Relación Lluvia - Escorrentía”

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service, SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración denominada número de curva de escorrentía.

La escorrentía es función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía o CN. Este método es aplicable para cuencas menores a 250 km² y se puede aplicar para conocer la escorrentía mensual y generar mapas de Isolneas de escorrentía como ayuda para el cálculo de la oferta hídrica superficial (resolución 865 -2004)

5.2.1. Determinación Del Área Superficial De Drenaje Y Principales Características

Morfométricas

Para realizar el cálculo de las características morfométricas se acudió al procesamiento de un modelo digital de elevación en el software ARCGIS10.3 licencia académica de la Universidad Francisco de Paula Santander usando específicamente la herramienta hidrology este proceso fue necesario dado que la gestión de información

técnica oficial procedente de algún entidad oficial ya sea de índole municipal y/o departamental fue imposible por no decir menos.

El modelo digital de elevación se obtuvo o descargo del Geoportal del servicio norteamericano de conservación de suelos el cual permite descargas de imágenes de satélites y modelos digitales de elevación a diferentes niveles de resolución para este caso de la investigación que se elaboró la resolución del DEM es de 30 mtrs con un elipsoide de resolución de 30mtrs

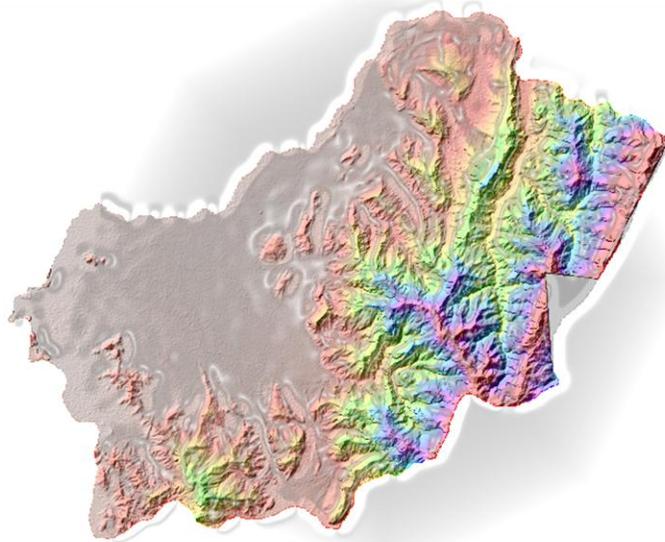


Figura 1 Modelo Digital de Elevación con una resolución de 30mtrs obtenido de la página del servicio nacional de conservación de suelos de los estados unidos y procesado para la determinación de las características morfométricas de la microcuenca

A partir de este DEM se generaron los rãster de dirección de flujo > dirección de acumulación y la delimitación automática del área de la microcuenca a con el uso de la herramienta hidrology



Figura 2 Raster de Acumulación de corrientes y de Dirección de flujos generados a partir de un Modelo digital de elevación.

L Fuente. Autoras

a

herramienta usada en el software SIG para la delimitación final es la de watershed la cual a partir de un punto de control, desfogue o drenaje elaborado en formato vectorial a partir de información geográfica espacial oficial de la alcaldía del municipio genero un archivo .GRID del área el cual se convirtió de forma posterior a un modelo vectorial y proceder así al cálculo del área superficial de drenaje

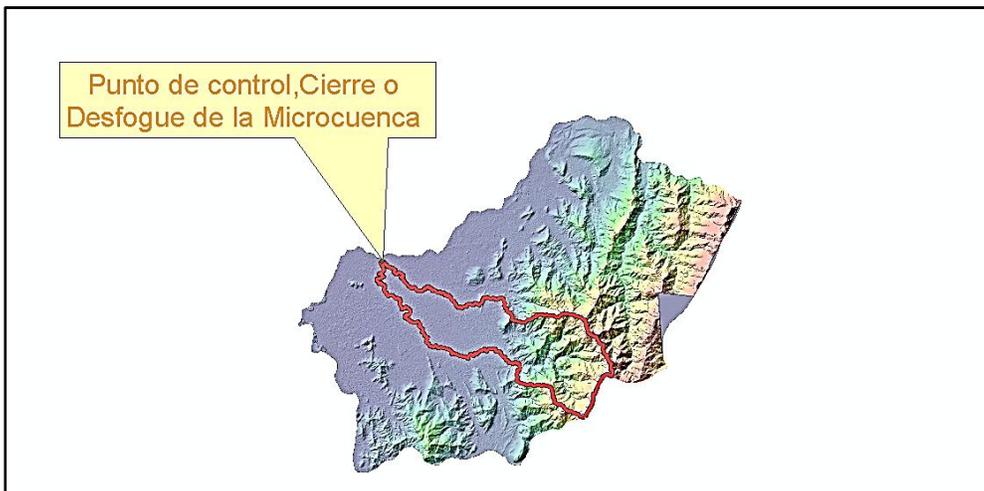


Figura 3 Resultado del uso de la herramienta watershed de Hydrology, que permitió la generación de un archivo vectorial con geometría de polígono el cual representa el límite de la microcuenca objeto de estudio. Fuente. Autoras

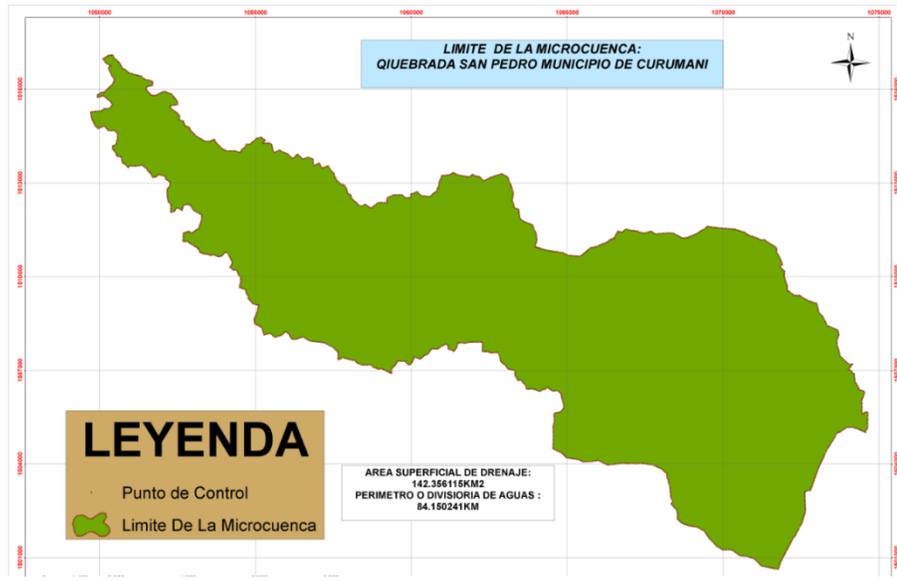


Figura 4 Mapa de la Microcuenca quebrada san pedo en el municipio de Curumani Departamento del Cesar. Fuente Autoras

L

a microcuenca quebrada San Pedro la cual es abastecedora del acueducto del casco urbano del municipio de Curumani cuenta con un área superficial de drenaje calculada a partir del polígono generado de 142.356115km^2 y un perímetro de 84.150241km las veredas que integran el área de la microcuenca son las que se reportan en la siguiente tabla

Tabla 6 Relación del bloque veredal que integran la microcuenca de la quebrada San Pedro aquí no se incluye el casco urbano del municipio el cual también hace parte de esta microcuenca como se puede apreciar en la siguiente temática .

NOMBRE_VER	AREA (HA)
LAURELES ALTOS	0.562
LOS CEDROS	1113.0642
SABANAS DE ALGARROBO	488.601253
EL COCLÍ	370.961893
LA ELVIRA	136.949977
NUEVA GRANADA	12.655517

NUEVA IDEA	1015.67199
EL ESPEJO	647.172278
LAURELES BAJOS	8.321089
SAN RAFAEL	739.099984
EL MAMEY	752.585098
SACATA	381.875071
EL TRIUNFO	201.897451
LA LUNA SECTOR 1	46.141979
SAN MIGUEL	253.730757
LA LUNA SECTOR 2	1046.44728
SAN PEDRO ALTO	958.835851
EL BOLSILLO	653.134261
QUEBRADA SECA	2.323517
UNIÓN 28	394.409802
SAN PEDRO BAJO	865.955144
EL PORVENIR	314.919106
CASA DE PIEDRA	1680.12753
GALAXIA	606.838037
LA CAROLINA	356.54906
SAN PEDRO MEDIO	507.199771
SAN SEBASTIAN	156.600789
EL PALMAR	90.898512
UNIÓN ANIMITO	10.057913
EL DESENGAÑO	0.784673
LA LUNA	9.011772

Fuente. Autoras

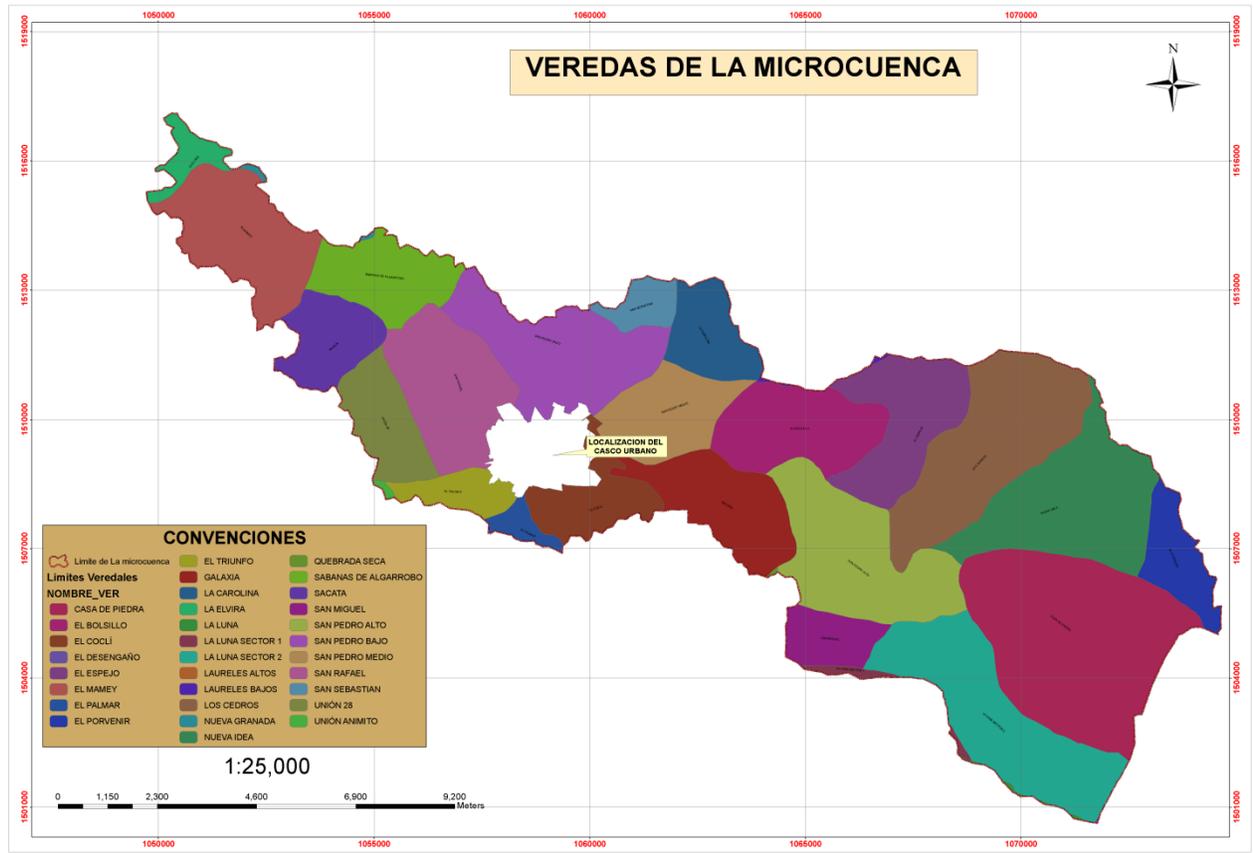


Figura 5 Bloque veredal que conforma el área de la microcuenca,
fuente. Autoras

Como lo indica el gráfico estadístico siguiente la vereda con mayor participación en Ha dentro de la microcuenca es la casa de piedra con un total de 1680.127525Ha

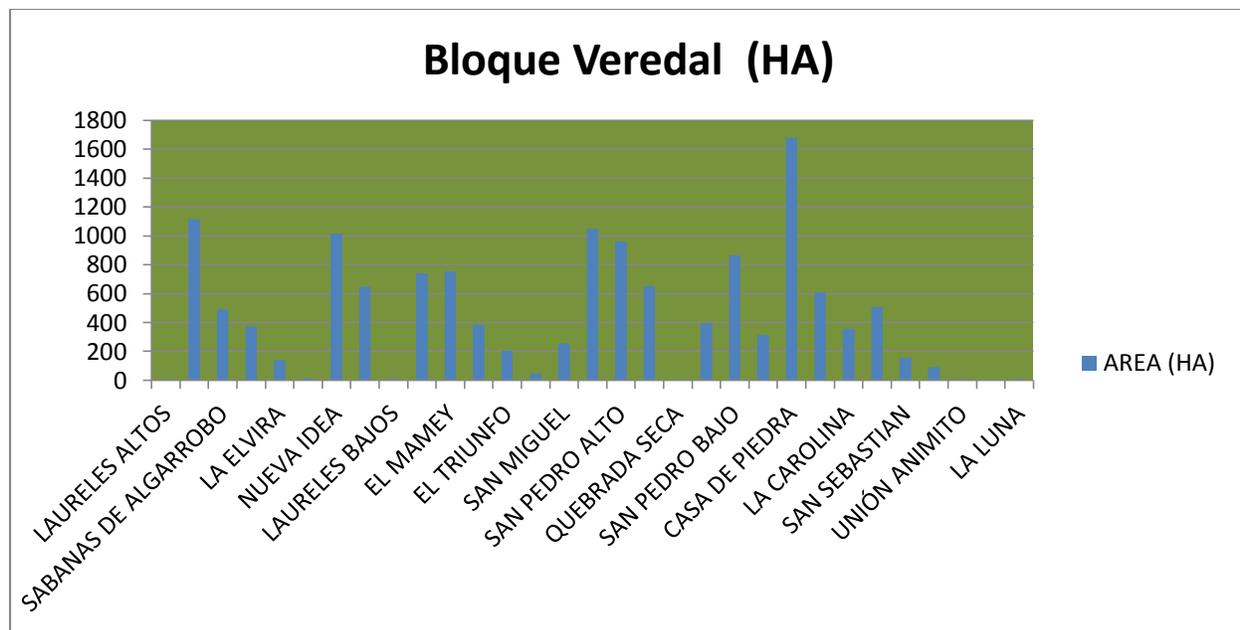


Figura 6 Gráfico de las áreas por veredas que componen el bloque veredal de la microcuenca. Fuente. Autoras

5.3. Hidrografía de La Microcuenca.

La microcuenca de la quebrada San Pedro está constituida por , una red de drenajes poco densa la cual tributa sus aguas superficiales a la quebrada de la cual recibe el nombre la microcuenca estos drenajes.

Tabla 7 Hidrografía de la Microcuenca San Pedro extraído a partir de información geográfica espacial de la alcaldía del municipio.

NOMBRE	LONGITUD DEL DRENAJE
Drenaje	3.815243
San Pedro	28.151104

Fuente. Autoras

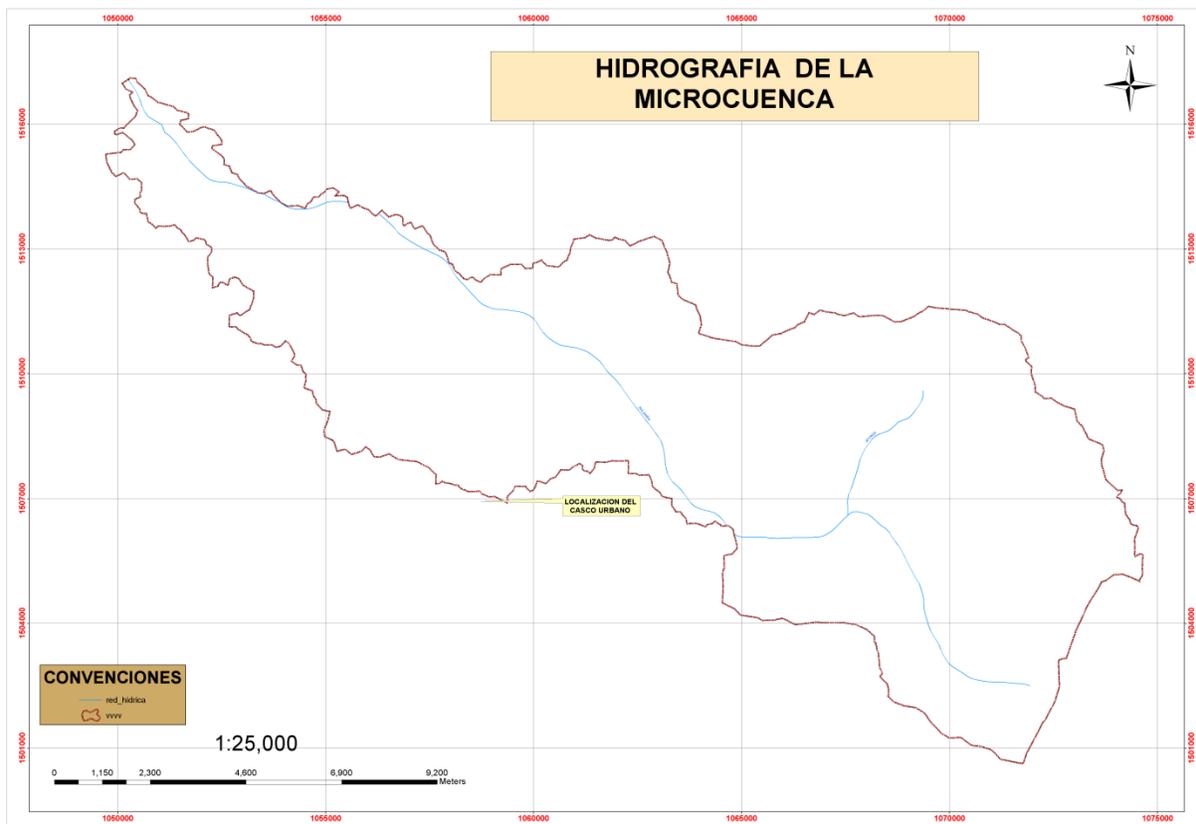


Figura 7 Mapa de la hidrografía que compone la microcuenca de la quebrada San Pedro.

Fuente. Autoras

5.4 Determinación Del Número De LA Curva De Escorrentía

Según la resolución 865 del 2004 El número de curva de escorrentía CN del Soil Conservation Service, SCS, se desarrolló como un índice el cual representa la combinación de los grupos hidrológicos del suelo de un área geográfica específica, el uso y la clase de tratamiento de la tierra. Los análisis empíricos formulados condujeron a deducir que el CN se debe entender en función de tres factores los cuales son:

- Clase de suelo
- las coberturas de la tierra
- Las condiciones de humedad antecedente (5 días).

Para poder determinar la curva de escorrentía se siguió el siguiente proceso metodológico:

5.4.1 Clasificación Hidrológica De Los Suelos En La Microcuenca

El SCS logro la clasificación hidrogeológica de más de 4.000 suelos basándose en su potencial de escurrimiento, para esto los agrupó en cuatro grupos de suelos hidrológicos, los cuales se identifican con las letras A, B, C y D.

Clases De Suelo. El SCS (Soil Conservation Service) clasifica a los suelos de la manera siguiente:

Suelos A. De bajo potencial de escurrimiento, buena permeabilidad por lo que la infiltración mantendrá valores altos, aun cuando estén húmedos. Pertenecen a este grupo los suelos gravosos, gravo-arenosos y arenosos gruesos.

Suelo B. Mantiene moderadas velocidades de infiltración y mayores valores de escurrimiento. En este grupo se consideran a suelos arenosos, limo-arenosos con reducida presencia de materia coloidal.

Suelo C. En estos suelos la infiltración es lenta, es frecuente la presencia de material muy fino, mezclados con partículas gruesas. A este grupo pertenecerán los suelos franco-arcillosos y franco-arcillo-arenoso.

Suelo D. Estos suelos son los que presentan mayor potencial de escurrimiento. Se consideran como suelos de este grupo a los de grano fino, que forman capas prácticamente impermeables por lo que la infiltración será muy lenta. En este caso se consideran los suelos arcillosos.

Para la determinación de la clase de suelos, se utilizó el estudio realizado por el instituto Agustín Codazzi en el año 1986 que arrojó los siguientes resultados

Mediante los cuales, se puede derivar la clase de suelo teniendo en cuenta las especificaciones del SCS, y el grado de erosión para confirmar el tipo de suelo.

Tabla 8 Estudio General de Suelos de los Municipios de Curumaní, Chimichagua, Chiriguana y La Jagua de Ibérico del IGAC.

Unidad del suelo	Clasificación hidrológica de los suelos según SCS	Área
------------------	---	------

CUa	B	1601
MAa	B	541
AUa1	B	1011
Roa	B	2452
AGab1	B	276
INde2	B	136
BDde2	B	522
CÑa	B	250
BDef2	B	2257
GUef1	D	5127

Fuente: Autoras

Tabla 9 Rango de

variaciones del suelo

Tipo de suelo	Rango de variación de K
A	0.16 - 0.23
B	0.13 - 0.38
C	0.13 - 0.18
D	0.07 - 0.12

De acuerdo a estos rangos el suelo es tipo B.

Uso Actual del suelo. En el uso del suelo se refleja la condición superficial en la cuenca hidrográfica en las clases de tratamiento. La metodología denominada relación lluvia – escorrentía El uso del suelo está asociado a las coberturas forestales y vegetales de la cuenca como son el tipo de vegetación, los usos agrícolas, tierras en descanso, superficies impermeables y áreas urbanas. El tratamiento del suelo se aplica a las prácticas mecánicas como perfilado de curvas de nivel (Terrazas), propias del uso agrícola, y prácticas de manejo como controles de pastoreo y rotación de cultivos

En suelos cultivados se identifican: tierras en descanso, praderas, cultivos de hilera, cultivos de granos, rotaciones (pobre, aceptable, buena), cultivos en hileras rectas, vegetales sembrados cercanamente, campos sembrados a lo largo de la curva de nivel y cultivos en terrazas.

Los usos del suelo que se encuentran dentro de la microcuenca de la quebrada san pedro son dedicados en la actualidad a la producción pecuaria de ganado doble propósitos en tipos de producción intensiva los cuales permiten el sostenimiento de 1.5. Cabezas de ganado /Ha, no se desarrollan prácticas de conservación de suelos lo cual causa pérdida de las propiedades físicas de estos suelos.

Tabla 100 Uso del suelo, código SWAT.

USO	CODIGO SWAT	Área	área %
Pastos	PAST	2413.9176	17.03
Areas Agrícolas Heterogéneas	AGRR	7410.1772	52.28
Areas Con Vegetación Herbacea Y Arbustiva	FRSD	958.9196	6.77
Bosques	FRSE	2083.4912	14.70
Cultivos Transitorios	AGRC	742.3100	5.24
Áreas Abiertas Sin O Con Poca Vegetación	FRST	173.8598	1.23
Zonas Industriales O Comerciales Y Redes De Comunicación	UIDU	7.8004	0.06
Zonas Urbanizadas	URBN	382.2663	2.70

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Después de revisadas y analizadas las condiciones de uso y tratamientos de suelos mediante trabajo en campo se establecieron los siguientes usos del suelo lo cuales no presentan prácticas de conservación para ningún caso, a excepción de los suelos con coberturas de bosque natural

A partir de la información que entrego vía web el instituto geográfico a escala 1:25000 y la descarga de una imagen landsat 7, se generó una salida gráfica acerca del uso del suelo del área correspondiente a la microcuenca quebrada san pedro, teniendo en cuenta, también la visita ocular

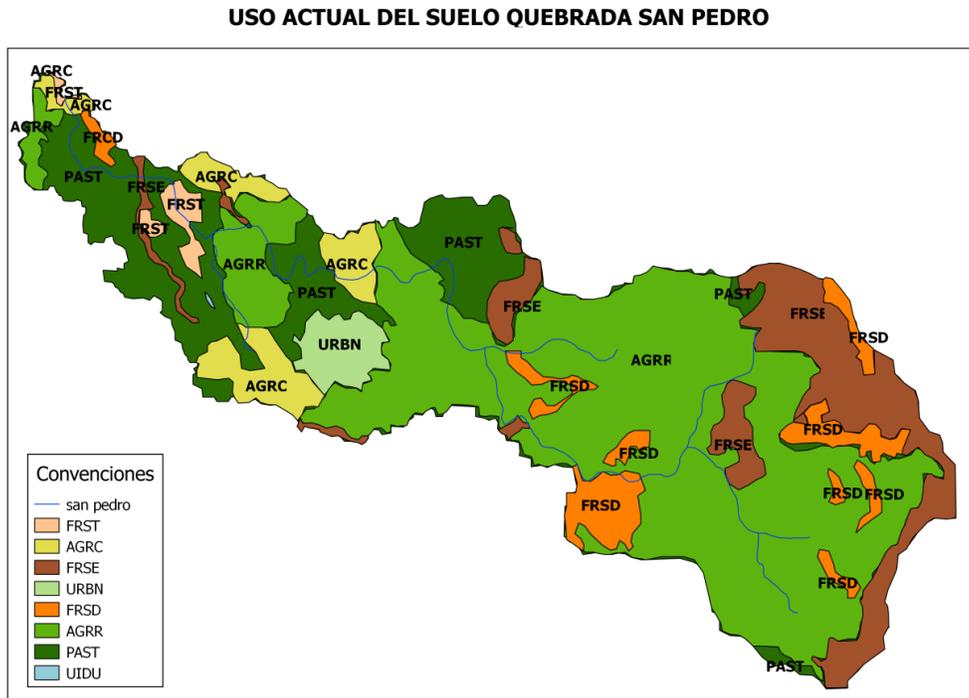


Figura 8 Uso del Suelo que conforma el área de la microcuenca, fuente. Autoras

En esta se puede detallar que el mayor de los usos es para el desarrollo de actividades agropecuarias, y se puede deducir la condición hidrológica de los suelos teniendo en cuenta la cobertura vegetal.

Condición Hidrológica De Los Suelos En La Microcuenca Quebrada San Pedro.

Según el método de lluvia – escorrentía la clase de vegetación y la densidad que presenta la cobertura vegetal en la cuenca, son de gran influencia en la capacidad de infiltración superficial del suelo. El método aquí desarrollado define las siguientes categorías de cobertura para pasto natural. El porcentaje se estima cualitativamente en los mapas correspondientes obtenidos a partir una imagen de satélite landsat 8 y la validación de los datos en campo :

- **POBRE** = Menos del 50% de área cubierta por pasto. Alta intensidad de pastoreo.
- **ACEPTABLE** = 50 al 75% del área cubierta por pasto. Intensidad media de pastoreo.
- **BUENA** = 75% del área cubierta por pasto. Intensidad ligera de pastoreo.

Los pastos naturales sometidos a pastoreo alto en la microcuenca suman el 60.60% con respecto al área total de microcuenca, como se muestra en la siguiente tabla de los porcentajes calculados a partir del mapa de coberturas vegetales teniendo como base la reclasificación de la imagen de satélite Landsat 8 y las disposiciones técnicas de la resolución 865 del año 2004

Tabla 11 Cobertura de pastos naturales en el área de la microcuenca quebrada san pedro municipio de Curumani departamento del Cesar, datos calculados a partir del mapa de Coberturas vegetales y la reclasificación de una imagen landsat 8 del año 2016 obt

Cobertura vegetal	Área Ha	% dentro de la Microcuenca	Intensidad De Pastoreo	Capacidad De Infiltración
Pastos Naturales	8627.655959	60.60	ALTA	Pobre

La zona cubierta por pastos nativos y/o naturales dentro de la microcuenca son sometidos a una alta intensidad de pastoreo, causando como efecto ambiental negativo en los suelos la pérdida de propiedades físicas debido al sobre pastoreo y afectando la capacidad de infiltración superficial de estos debido a la compactación de los perfiles superficiales de los suelos

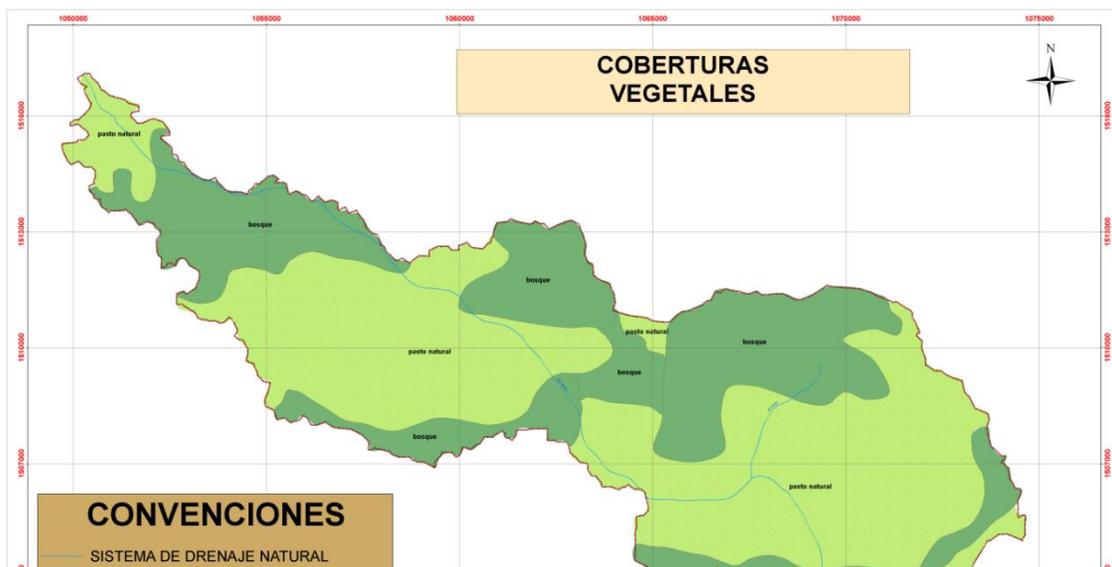


Figura 9 mapa de la distribución espacial de las coberturas vegetales de pastos naturales y bosques temática usada como insumo técnico para el análisis de la condición Hidrológica de los suelos en la microcuenca.

Fuente. Autora

Tabla 111 Cobertura de Bosques en el área de la microcuenca quebrada san pedro municipio de Curumani departamento del Cesar, datos calculados a partir del mapa de Coberturas vegetales y la reclasificación de una imagen landsat 8 del año 2016 obtenida de

Cobertura vegetal	Área Ha	% dentro de la Microcuenca	Características	Capacidad De Infiltración
Bosques	5628.825965	40.40	con algunos arbustos, moderada cantidad de humus vegetal y pasto	Aceptable

La determinación de la condición Hidrológica de los suelos de la microcuenca que presenta coberturas de bosques se determinó como aceptable debido a que son bosques con algunos arbustos de porte medio y alto y humus o materia orgánica moderada

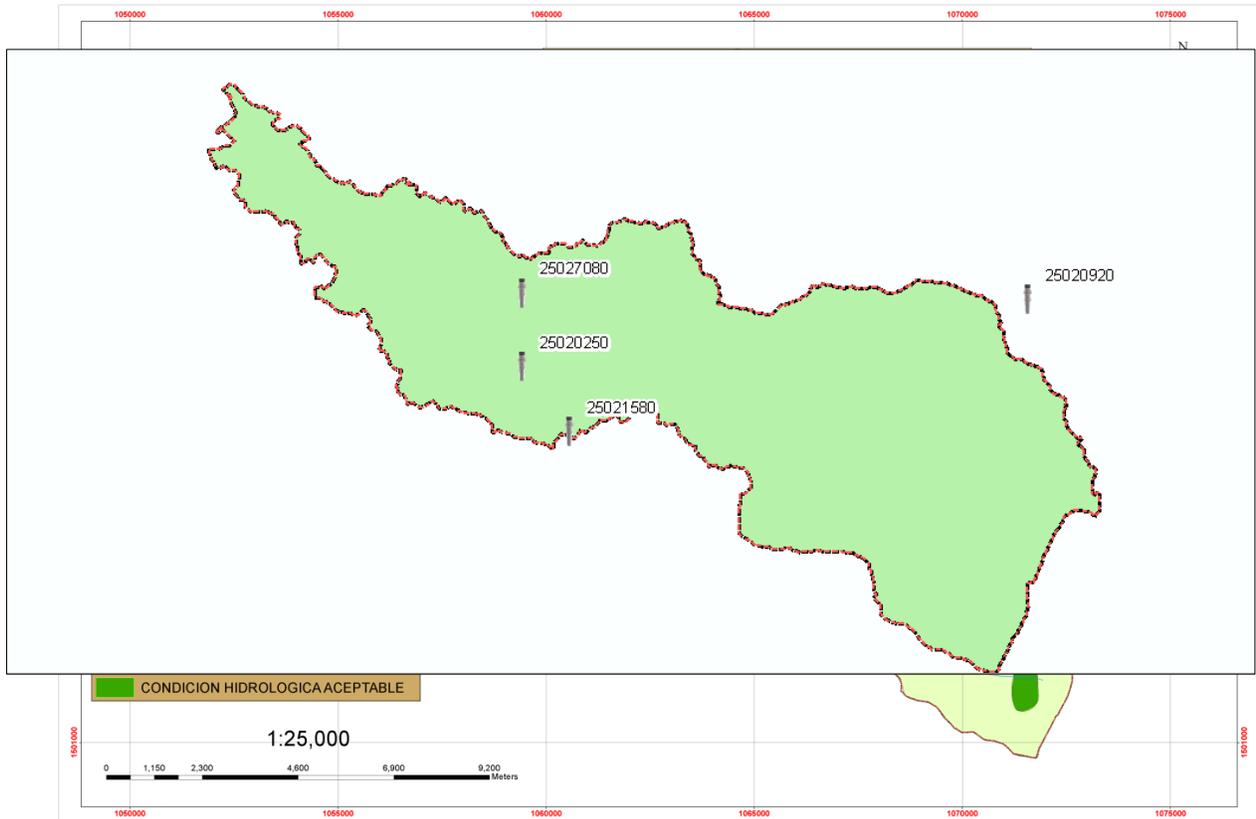


Figura 10 Mapa de la condición Hidrológica de los suelos en la microcuenca quebrada san pedro, clasificación cualitativa a partir del mapa de coberturas y las condiciones biofísicas de cada cobertura (proceso de pastoreo y condiciones de los bosq

Condición de humedad antecedente. Una vez que determinaron las estaciones meteorológicas que se encuentran activas y las cuales capturan los datos climatológicos de la zona donde se localizan se solicitó al IDEAM mediante correo electrónico la información de los datos de o precipitación de las estaciones con los siguientes códigos

RELACION DE ESTACION METEREOLÓGICAS E HIDROLOGICAS USADAS PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACION DENTRO DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION										
CODIGO_CAT	NOMBRE	CLASE	CATEGORIA	ESTADO	FUENTE_GEN	DPTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	LATITUD	LONGITUD
25020250	CURUMANI [25020250]	MET	PM	ACT	IDEAM	CESAR	CURUMANI	ANIMITO	9.199722	-73.545361
25020920	PRIMAVERA LA [25020920]	MET	PM	ACT	IDEAM	CESAR	CURUMANI	QDA LA MULA	9.216667	-73.416667

Figura 11 Mapa de Localizacion de las estaciones Climatológicas activas según el catalogo del IDEAM

Figura 12 Estaciones Meteorológicas Activas del IDEAM. Fuente. IDEAM

Una vez analizada la información climatológica de las estaciones meteorológicas del catálogo del IDEAM se ingresaron los datos a la base de datos de estas estaciones para obtener los valores de las precipitaciones anuales y su promedio; después de la tabulación de esta información se modeló el rastreo de precipitación de la microcuenca y el mapa de Isoyetas en el software SIG ARCGIS 10.3

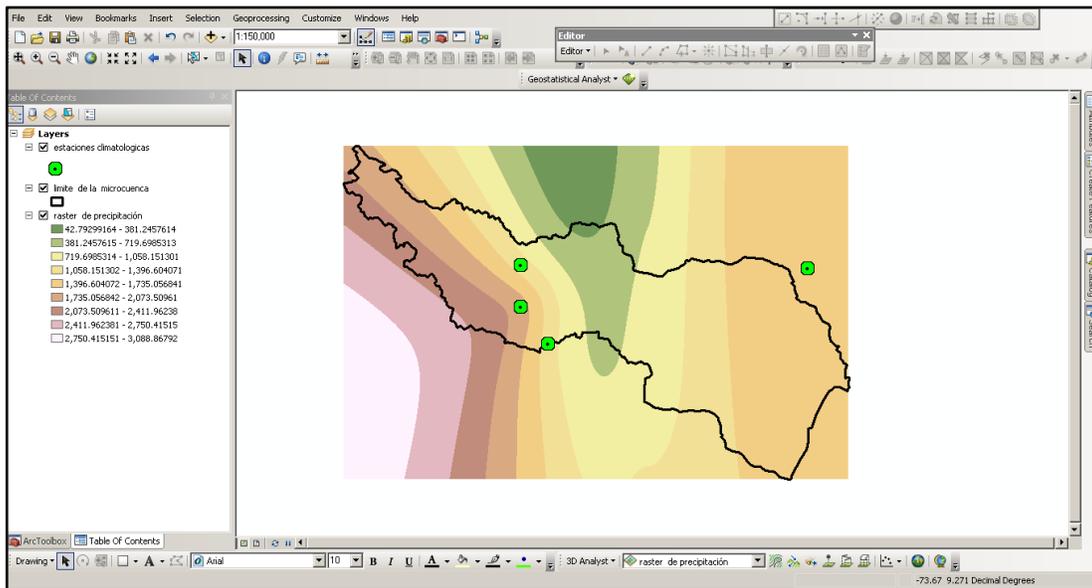


Figura 13 generación del raster de precipitación en la zona de la microcuenca abastecedora; mediante la interpolación Geoestadística de los datos presentados por el IDEAM. Fuente Autoras 2017

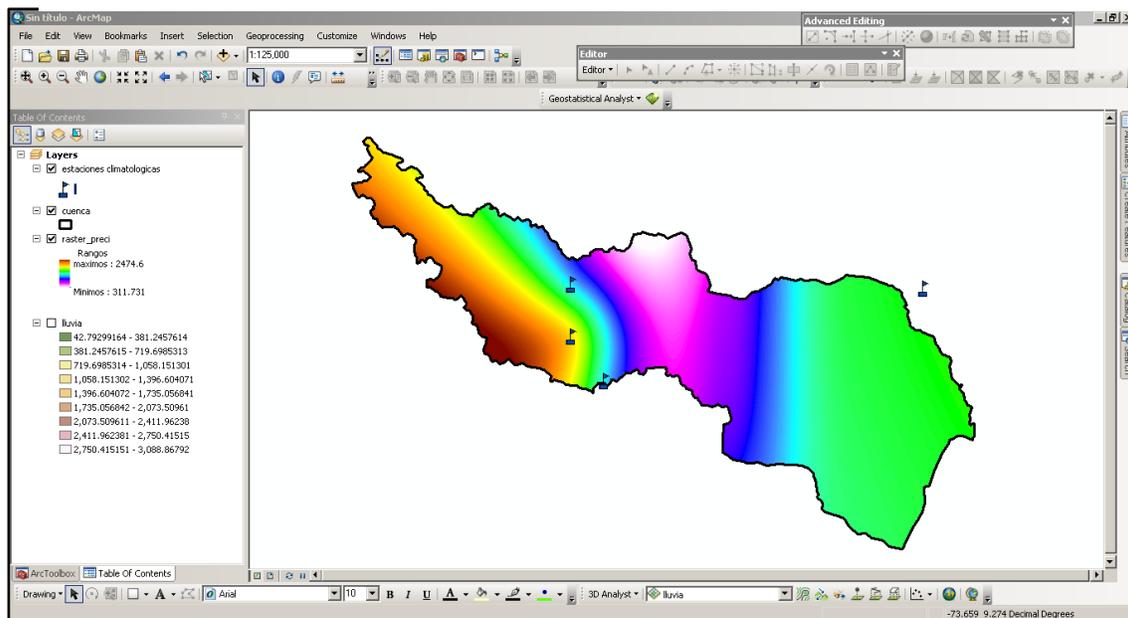


Figura 14 Ráster de precipitación geo procesado sobre el polígono de la microcuenca hidrográfica. Fuente. Autoras 2017.

PRECIPITACION MEDIA mm/ MES EN LA MICROCUENCA ABASTCEDORA															
NOM	CORR	E	FEB	M	AB	M	J	J	AG	SPTIE	OCT	NO	DICIE	tota	pro
BRE	IENT	N	RER	AR	RI	AY	U	U	OST	MBR	UBR	VIE	MBR	l	med
	E	E	O	Z	L	O	NI	LI	O	E	E	M	E		io
		R													

Las precipitaciones máximas dentro de la microcuena según el ráster de precipitación, 2744.6mm/año y la menor precipitación de 311.73mm/año; en cuanto a la precipitación media promedio se generó un mapa de Isoyetas

Tabla 13 Precipitación media mensual en la microcuena

CURU MANI [25020 250]	ANIM ITO	23. 2	31.4	77. 1	15 3.4	24 0.8	15 7.	12 6.	162. 4	244.2	324.3	257. 8	70.5	186 9.1	155. 75
PRIM AVER A LA [25020 920]	QDA LA MUL A	30	28.4	67. 7	14 5.8	78	10 0.	14 0.	160. 6	200.5	243	234. 45	100.4	153 0.2	127. 52
GRAC IAS A DIOS HDA [25027 080]	ANIM ITO	54. 5	45.5	65. 4	16 5.3	87. 5	98	56 .7	123. 6	154.8	100.8	160. 6	90.5	120 3.2	104. 42
CURU MANI DC [25021 580]	ANIM ITO	54. 45	68	65. 2	10 0.4	18 7.5	12 0.	65 .4	45.6 7	123.4 5	134.5 4	145. 65	120.4 3	123 1.3	102. 61

Tabla 14 Precipitación mensual promedio durante los últimos 20 años en la zona de la microcuenca abastecedora

enero	febrero	marzo	abril	Mayo	junio	julio	Agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
162.15	173.3	275.4	564.95	593.86	476.9	389.15	492.27	722.95	802.64	798.5	381.83

Fuente. Autoras 2017

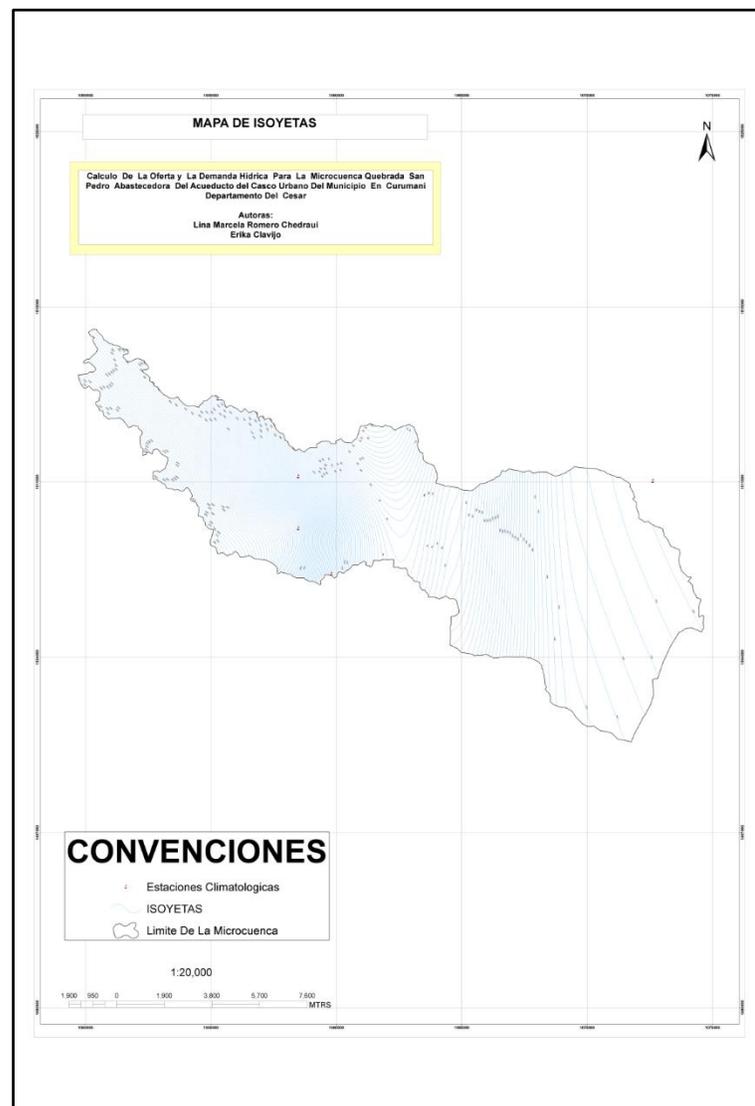


Figura 15 Mapa de Isoyetas de la microcuenca quebrada San Pedro. Fuente. Autoras 2017

La metodología establece una condición de humedad que establece tres tipos, el primero que consiste en una temporada seca antes de la tormenta, el segundo que se encuentra bajo condiciones normales, y el tercero data de condiciones de humedad antes de la tormenta. A través del estudio de los datos meteorológicos que fueron entregados en el IDEAM se puede determinar que la condición de humedad antecedente es AMC II, teniendo en cuenta también los fenómenos de variabilidad climática del año pasado.

Para dar fin a la metodología se cruzaron las capas de tipos de suelo y coberturas vegetales con el que se obtuvieron los siguientes números de escorrentía.

Tabla 15 Mapa de Isoyetas de la microcuenca quebrada san pedro. Fuente. Autoras 2017

USO DEL SUELO	CLASE DE SUELO	NÚMERO DE ESCORRENTÍA	ÁREA
Pastos	B	69	2413.9176
Áreas Agrícolas Heterogéneas	B	78	7410.1772
Áreas Con Vegetación Herbácea Y Arbustiva	B	86	958.9196
Bosques	B	60	2083.4912
Cultivos Transitorios	B	81	742.3100
Áreas Abiertas Sin O Con Poca Vegetación	B	82	173.8598
Zonas Industriales O Comerciales Y Redes De Comunicación	B	82	7.8004
Zonas Urbanizadas	B	84	382.2663

Para tener un resultado ponderado, se tomó el número de curva de escorrentía con su respectiva área para obtener unos valores en porcentajes que arrojaron finalmente 79,5 como CN.

Para los datos de precipitación se obtuvo un valor ponderado de 122,575.

Estos dos valores dan inicio al desarrollo de la metodología que establece a siguiente formula:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{79,5} - 10 \right)$$

$$S = 65,496$$

Este valor representa la diferencia entre la precipitación y escorrentía para el año 2016.

Ahora mediante la siguiente formula se calculó la escorrentía directa o Q.

$$Q = \frac{(P - 0,2xS)2}{(P + 0,8xS)}$$

$$Q = \frac{(122,575 - 0,2x65,496)2}{(122,575 + 0,8x65,496)}$$

$$Q = 68,496$$

Que pasándolo a valores de caudal corresponde a 3,564 l/s de agua que pasa en promedio por la microcuenca San Pedro

Para validar estos datos, y tener un dato claro del caudal de la microcuenca teniendo en cuenta que los distintos cambios morfométricos, y actividades antropicas no permiten un caudal estable se opto por realizar aforos en época de verano e invierno, en tres puntos de la cuenca Parte alta, media y baja.

Epoca de verano

Aforo parte alta san pedro

X = 5 metros

$$\text{Cálculo de velocidad: } V = \frac{x}{t}$$

$$t_1 = 10 \text{ segundos}$$

$$t_2 = 12 \text{ segundos}$$

$$t_3 = 12 \text{ segundos}$$

$$t_4 = 11 \text{ segundos}$$

$$t_5 = 12 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{11,4 \text{ segundos}} = 0,43 \text{ m/seg}$$

$$\text{Corrección de velocidad: } V_c = 0,43 \text{ m/seg} \times 0.8 = 0.35 \text{ m/seg}$$

Calculo de área sección transversal del canal

$$\text{Profundidad promedio: } 6,62 \text{ cm} = 0,0662 \text{ m}$$

Áncho transversal: 5 m

$$A_1 = \frac{50 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}}{2} = 125 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{5 \text{ m} + 6.0 \text{ cm}}{2} \times 50 = 275 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{6.0 \text{ cm} + 7.5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 337.5 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{7.5 \text{ cm} + 7.8 \text{ cm}}{2} \times 50 = 382.5 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{10 \text{ cm} + 7.8 \text{ cm}}{2} \times 50 = 445 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{10 \text{ cm} + 9.5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 487.5 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{9.5 \text{ cm} + 7.0 \text{ cm}}{2} \times 50 = 412,5 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{7.0 \text{ cm} + 5.3 \text{ cm}}{2} \times 50 = 307,5 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{5.3 \text{ cm} + 1.5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 170 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{1.5 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}{2} = 37,5 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 125 + 275 + 337,5 + 382,5 + 445 + 487,5 + 412,5 + 307,5 + 170 + 37,5 = 298 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,0298 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,0298 \text{ m}^2 \times 0.35 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,01043 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{10,43 \text{ l/seg}}$$

Aforo de excedente que baja por el cauce después de la represa.

X = 5 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

t₁ = 21 segundos

t₂ = 22 segundos

t₃ = 23.4 segundos

t₄ = 21.5 segundos

t₅ = 20 segundos

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{21,58 \text{ segundos}} = 0,23169 \text{ m/seg}$$

Corrección de velocidad: $V_c = 0,23169 \text{ m/seg} \times 0.8 = 0.1853 \text{ m/seg}$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{125 \text{ cm} \times 1.2 \text{ cm}}{2} = 75 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1.2 \text{ cm} + 2.2 \text{ cm}}{2} \times 125 = 212,5 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{2.2 \text{ cm} + 2.8 \text{ cm}}{2} \times 125 = 312,5 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{2.8 \text{ cm} + 3.0 \text{ cm}}{2} \times 125 = 362,5 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{3.0 \text{ cm} + 3.4 \text{ cm}}{2} \times 125 = 400 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{3.4 \text{ cm} + 2.6 \text{ cm}}{2} \times 125 = 375 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{2.6 \text{ cm} + 2.3 \text{ cm}}{2} \times 125 = 306,25 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{2.3 \text{ cm} + 1.8 \text{ cm}}{2} \times 125 = 256,25 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{1.8 \text{ cm} + 1.5 \text{ cm}}{2} \times 125 = 206,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{1.5 \text{ cm} \times 125 \text{ cm}}{2} = 93,75 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 75 + 212,5 + 312,5 + 362,5 + 400 + 375 + 306,25 + 256,25 + 206,25 + 93,75 = 2600 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,026 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,026 \text{ m}^2 \times 0.1853 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.0048178 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{4,8176 \text{ l/seg}}$$

Aforo parte Media de la quebrada San Pedro

X = 5 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

t₁ = 35 segundos

t₂ = 34,79 segundos

t₃ = 34,67 segundos

t₄ = 33,99 segundos

t₅ = 35,04 segundos

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{34.698 \text{ segundos}} = 0,1441 \text{ m/seg}$$

Corrección de velocidad: $V_c = 0,1441 \text{ m/seg} \times 0.8 = 0,11528 \text{ m/seg}$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{1.5 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}}{2} = 45 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1.5 \text{ cm} + 2.2 \text{ cm}}{2} \times 60 = 111 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{2.2 \text{ cm} + 2.8 \text{ cm}}{2} \times 60 = 150 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{2.8 \text{ cm} + 3.2 \text{ cm}}{2} \times 60 = 180 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{3.2 \text{ cm} + 2.6 \text{ cm}}{2} \times 60 = 174 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{2.6 \text{ cm} + 1.2 \text{ cm}}{2} \times 60 = 114 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{1.2 \text{ cm} + 2.0 \text{ cm}}{2} \times 60 = 96 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{2.0 \text{ cm} + 3.0 \text{ cm}}{2} \times 60 = 150 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{3,0 \text{ cm} + 1,8 \text{ cm}}{2} \times 60 = 144 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{1,8 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}}{2} = 54 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 45 + 111 + 150 + 180 + 174 + 114 + 96 + 150 + 144 + 54 = 121,8 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,01218 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,01218 \text{ m}^2 \times 0,11528 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,00140 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{1,4041 \text{ l/seg}}$$

Para la parte baja de la microfrecuencia no se logro realizar el aforo debido a que no existia un caudal cotinuo en alguna zona, ni alguna sección sin obstrucciones, que permitiera el transito de el flotador sobre las aguas.

Epoca de invierno

Aforo parte alta san pedro

X = 5 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

t₁ = 4 segundos

t₂ = 5 segundos

t₃ = 5 segundos

$$t_4 = 4 \text{ segundos}$$

$$t_5 = 4 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{4,4 \text{ segundos}} = 1,136 \text{ m/seg}$$

$$\text{Corrección de velocidad: } V_c = 1,136 \text{ m/seg} \times 0,8 = 0,90 \text{ m/seg}$$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{50 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}}{2} = 150 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{6 \text{ cm} + 10 \text{ cm}}{2} \times 50 = 400 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{10 \text{ cm} + 10,5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 512,5 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{10,5 \text{ cm} + 12 \text{ cm}}{2} \times 50 = 562,5 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{12 \text{ cm} + 22 \text{ cm}}{2} \times 50 = 850 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{22 \text{ cm} + 23,2 \text{ cm}}{2} \times 50 = 1,130 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{23,2 \text{ cm} + 16,5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 992,5 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{16,5 \text{ cm} + 9,6 \text{ cm}}{2} \times 50 = 652,5 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{3 \text{ cm} + 1,5 \text{ cm}}{2} \times 50 = 112,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{1,5 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}{2} = 37,5 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 150 + 400 + 512,5 + 562,5 + 850 + 1,130 + 992,5 + 652,5 + 112,5 + 37,5 = 5,40 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,054 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,054 \text{ m}^2 \times 0,90 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,0486 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{48,6 \text{ l/seg}}$$

Aforo de excedente que baja por el cauce después de la represa.

X = 5 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

t₁ = 12 segundos

t₂ = 13 segundos

t₃ = 12 segundos

$$t_4 = 14,5 \text{ segundos}$$

$$t_5 = 15 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{13,3 \text{ segundos}} = 0,3759 \text{ m/seg}$$

$$\text{Corrección de velocidad: } V_c = 0,3759 \text{ m/seg} \times 0,8 = 0,30072 \text{ m/seg}$$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{125 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}}{2} = 187,5 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{3 \text{ cm} + 4 \text{ cm}}{2} \times 125 = 437,5 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{4 \text{ cm} + 4,7 \text{ cm}}{2} \times 125 = 543,75 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{4,7 \text{ cm} + 5 \text{ cm}}{2} \times 125 = 606,25 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{5 \text{ cm} + 1,5 \text{ cm}}{2} \times 125 = 406,25 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{1,5 \text{ cm} + 1,8 \text{ cm}}{2} \times 125 = 206,25 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{1,8 \text{ cm} + 3 \text{ cm}}{2} \times 125 = 300 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{3 \text{ cm} + 3,3 \text{ cm}}{2} \times 125 = 393,75 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{3,3 \text{ cm} + 1 \text{ cm}}{2} \times 125 = 268,75 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{1 \text{ cm} \times 125 \text{ cm}}{2} = 62,5 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 187,5 + 437,5 + 543,75 + 606,25 + 406,25 + 206,25 + 300 + 393,75 + 268,75 +$$

$$62,5 = 341,25 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,034125 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,034125 \text{ m}^2 \times 0,30072 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,010262 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{10,26207 \text{ l/seg}}$$

Aforo parte Media de la quebrada San Pedro

X = 5 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

$$t_1 = 34,60 \text{ segundos}$$

$$t_2 = 32,995 \text{ segundos}$$

$$t_3 = 30,79 \text{ segundos}$$

$$t_4 = 32,92 \text{ segundos}$$

$$t_5 = 33,54 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{5 \text{ metros}}{32,969 \text{ segundos}} = 0,1516 \text{ m/seg}$$

$$\text{Corrección de velocidad: } V_c = 0,1516 \text{ m/seg} \times 0,8 = 0,12 \text{ m/seg}$$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{2 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}}{2} = 60 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{6 \text{ cm} + 2 \text{ cm}}{2} \times 60 = 240 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{4 \text{ cm} + 6 \text{ cm}}{2} \times 60 = 300 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{3 \text{ cm} + 4 \text{ cm}}{2} \times 60 = 210 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{2,2 \text{ cm} + 3 \text{ cm}}{2} \times 60 = 156 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{1,9 \text{ cm} + 2,2 \text{ cm}}{2} \times 60 = 123 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{3,5 \text{ cm} + 1,9 \text{ cm}}{2} \times 60 = 162 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{5,8 \text{ cm} + 3,5 \text{ cm}}{2} \times 60 = 279 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{3,1 \text{ cm} + 5,8 \text{ cm}}{2} \times 60 = 267 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{3,1 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}}{2} = 93 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 60 + 240 + 300 + 210 + 156 + 123 + 162 + 279 + 267 + 93 = 189 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,0189 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,0189 \text{ m}^2 \times 0,12 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,0022 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{2,268 \text{ l/seg}}$$

Aforo parte baja San Pedro

X = 3 metros

Cálculo de velocidad: $V = \frac{x}{t}$

$$t_1 = 9,94 \text{ segundos}$$

$$t_2 = 14,54 \text{ segundos}$$

$$t_3 = 12,33 \text{ segundos}$$

$$t_4 = 11,53 \text{ segundos}$$

$$t_5 = 11,17 \text{ segundos}$$

$$V = \frac{3 \text{ metros}}{11,902 \text{ segundos}} = 0,252 \text{ m/seg}$$

$$\text{Corrección de velocidad: } V_c = 0,252 \text{ m/seg} \times 0.8 = 0.201 \text{ m/seg}$$

Calculo de área sección transversal del canal

$$A_1 = \frac{24 \text{ cm} \times 2.4 \text{ cm}}{2} = 28,8 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{2,4 \text{ cm} + 3.2 \text{ cm}}{2} \times 24 = 67,2 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{3,2 \text{ cm} + 4,4 \text{ cm}}{2} \times 24 = 91,2 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{4,4 \text{ cm} + 5,7 \text{ cm}}{2} \times 24 = 121,2 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{5,7 \text{ cm} + 6,2 \text{ cm}}{2} \times 24 = 142,8 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{6,2 \text{ cm} + 6,7 \text{ cm}}{2} \times 24 = 154,8 \text{ cm}^2$$

$$A_7 = \frac{6,7 \text{ cm} + 7,4 \text{ cm}}{2} \times 24 = 169,2 \text{ cm}^2$$

$$A_8 = \frac{7,4 \text{ cm} + 5,0 \text{ cm}}{2} \times 24 = 148,8 \text{ cm}^2$$

$$A_9 = \frac{5,0 \text{ cm} + 2,3 \text{ cm}}{2} \times 24 = 87,6 \text{ cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{2,3 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}}{2} = 57,5 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 150 + 400 + 512,5 + 562,5 + 850 + 1,130 + 992,5 + 652,5 + 112,5 + 37,5 = 106,91 \text{ cm}^2$$

$$A_T = 0,010691 \text{ m}^2$$

Cálculo de caudal: $Q = \text{Área} \times V_c$

$$Q = 0,010691 \text{ m}^2 \times 0,201 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0,00214 \text{ m}^3/\text{seg} = \mathbf{2,1488 \text{ l/seg}}$$

Tabla 16 Reducción por calidad del agua

E	N	UBICACIÓN	VERANO	INVIERNO
1077767	1300346	Parte alta	10,43 l/s	48,6 l/s
1077675	1300348	Después de la represa	4,8176 l/s	10,26207 l/s
1077616	1351459	Parte media	1,4041 l/s	2,2930 l/s
1077542	1351316	Parte baja	-----	2,1488 l/s

Según la resolución 865 del 2004 la calidad del agua es factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe en un amplio rango de posibles usos. La mayoría de los ríos colombianos reciben y acarrear cargas de agua utilizada para los diferentes procesos de la actividad socioeconómica y son vertidos en gran porcentaje sin tratamiento previo, además son los receptores de altos volúmenes de sedimentos, originados por procesos de erosión sea esta de origen natural o derivada de la acción antrópica.

Los procesos de alteración a la calidad del agua tienen que ver con la contaminación causada por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias químicas y sintéticas de:

- Las aguas residuales domésticas e industriales;
- El escurrimiento de aguas en zonas de producción agrícola y ganadera;
- Las aguas lluvias por arrastre de compuestos presentes en la atmósfera, y
- Las aguas procedentes de los procesos de extracción minera.

Una vez se conozca el estado de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento como de los cuerpos de agua, la oferta hídrica de estos sistemas se debe afectar por el 25%, correspondiendo a la condición de calidad del agua

Se recogieron muestras del agua superficial de la quebrada san pedro para ser enviadas al laboratorio de aguas de CORPOICA; se embalaron según los protocolos del laboratorio y fueron enviados por correo certificado los resultados fueron entregados 8 días

después del envío, en la siguiente figura se pueden apreciar los resultados de los análisis de aguas entregados por Corpoica.



Centro de Investigación Ibaracá
Laboratorio de Aguas
Corpoica@gov.com.co
Tel: 72745678- 6545987. Ext. 134

LABORATORIO DE AGUAS.

PARAMETRO	unidades de medida	Resultados de los análisis en t90
DBO 5 días		
Promedio mensual	mg/L	3,2
Máximo diario	mg/L	
Coliformes totales		
Promedio mensual	(NMP/100 mL)	650
Oxígeno disuelto	mg/L	>4
PH promedio		5,2
Turbiedad	(UNT)	70
Color verdadero	(UPC)	40
Gusto y olor		Inofensivo
Cloruros	(mg/L - Cl)	170
Fluoruros	(mg/L - F)	1



Laboratorista
Dr. Andrés Espiándola Sarmiento
Ingeniero Químico.
M.P. 00987674898 COPNIA N.S.

Figura 16 Ip de los resultados de la calidad físico química del agua en el punto de captación de la quebrada san pedro . Fuente. Autoras 2017

Tabla 17 Oferta hídrica superficial de la quebrada san pedro en el municipio de Curumaní

Departamento del Cesar época de verano

Ubicación	Caudal superficial de la fuente Ltrs/seg	Caudal superficial Ltrs/Hora	Caudal superficial m ³ /día	Caudal superficial M ³ / mes	Caudal superficial M ³ / año
Parte alta	10,43	37548	901,152	27034,66	324414,72
Parte media	1,4041	5054,76	121,31424	3639,4272	43673,1264
Parte baja	-	-	-	-	-

Fuente. Autoras

Tabla 18 Oferta hídrica superficial de la quebrada san pedro en el municipio de Curumaní

Departamento del Cesar época de invierno

Ubicación	Caudal superficial de la fuente Ltrs/seg	Caudal superficial Ltrs/Hora	Caudal superficial m ³ /día	Caudal superficial M ³ / mes	Caudal superficial M ³ / año	E
Parte alta	48,6	174960	4199,04	125971,2	1511654,4	l
Parte media	2,2930	8254,8	198,1152	5943,456	71321,472	total
Parte baja	2,1488	7735,68	185,65632	5569,6896	66836,2752	estim

ado del caudal superficial de la microcuena después de realizar el descuento del 25% por caudal ecológico y 25% de la reducción por calidad de la fuente es el siguiente.

Tabla 19 Oferta neta superficial de la microcuenca y su descuento por umbral ecológico y reducción de calidad época verano

Caudal superficial neta/m³/año	Caudal ecológico (-25%) (m³/año)	Reducción por calidad (-25%) (m³/año)	Caudal total(oferta Neta) (m³/año)
324414,72	81103,68	81103,68	162207,36
43673,1264	10918,2816	10918,2816	21836,5632

Fuente. Autoras 2017

Tabla 20 Época invierno

Caudal superficial neta/m³/año	Caudal ecológico (-25%) (m³/año)	Reducción por calidad (-25%) (m³/año)	Caudal total(oferta Neta) (m³/año)
1511654,4	377913,6	377913,6	755827,2
71321,472	17830,368	17830,368	35660,736
66836,2752	16709,0688	16709,0688	33418,1376

Para el análisis a nivel mensual multianual en un periodo hidrológico de 20 años para observar el comportamiento en cuanto a la disponibilidad de agua, nos permitió obtener el régimen bimodal de lluvias imperante en la zona de estudio; La situación anterior, incide directamente en la relación lluvia-escorrentía en el comportamiento de caudal, donde se hace evidente el mismo régimen

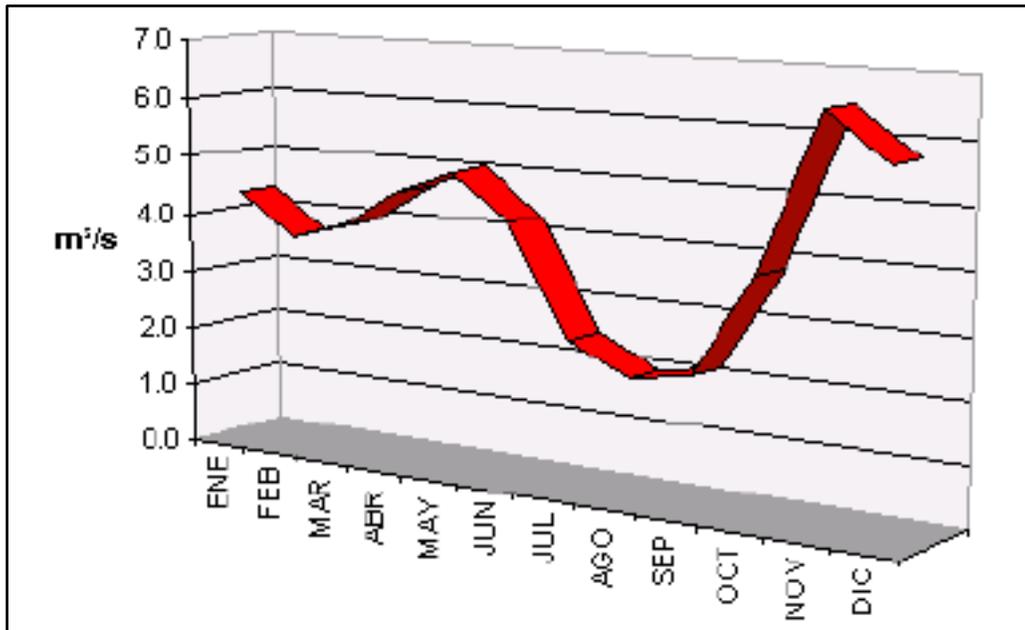


Figura 17 Comportamiento mensual multianual del caudal en la cuenca de la quebrada san pedro

5.2 Determinar la demanda Hídrica en la microcuenca quebrada San Pedro según la metodología establecida en la resolución 865 del 2004

Según lo estipulado en la resolución 865 del 2004 Colombia no tiene un sistema de información continua y sectorial de uso del agua, tampoco se ha contabilizado históricamente el agua usada de fuentes superficiales y subterráneas. El volumen de agua usada para el desarrollo de actividades socioeconómicas, debe ser el resultado de las mediciones efectuadas por los usuarios y reportadas a las instituciones relacionadas y autoridades ambientales regionales. Para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta el tercer escenario que plantea en la resolución 865.

Escenario cuando no existe información. En este escenario se estima potencialmente el volumen de agua que es demandada en millones de metros cúbicos a nivel sectorial. Estas estimaciones se basan principalmente en la asociación de dos variables: el volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien, con el limitante de que estas estimaciones no contemplan las pérdidas de los sistemas de conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua en el suministro de agua potable y a nivel de la industria, tampoco tienen en consideración el nivel tecnológico, los métodos de producción limpia y el uso que del agua hace la industria extractiva (resolución 865 del 2004).

$$\mathbf{DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP}$$

Dónde:

DT = Demanda Total de agua

DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico

DUI = Demanda de Agua para uso Industrial

DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios

DUA=Demanda de agua para uso Agrícola

DUP=Demanda de agua para uso Pecuario

DUD = Demanda de Agua para Uso Doméstico, es la cantidad de agua consumida por la población urbana y rural para suplir sus necesidades. El cálculo de la demanda de agua para consumo humano se realiza utilizando la siguiente expresión:

DUD = Demanda per cápita urbana * número de habitantes urbanos + Demanda per cápita rural
* número de habitantes rurales.

$$DUI = \sum_{i=1}^n V_{pi} \cdot F_{cii}$$

Ecuación 1. Fuente Resolución 865 del 2004

Dónde:

DUI: Demanda de agua para uso industrial

V_{pi}: Volumen de producción según sector económico

F_{cii}: Factor de consumo según sector económico

DUI = Demanda de Agua para uso Industrial. Es la cantidad de agua consumida por los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva. El cálculo de la demanda para uso industrial se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$DUI = \sum_{i=1}^n V_{p i} \times F_{c i i}$$

Donde:

DUI: Demanda de agua para uso industrial

V_{pi}: Volumen de producción según sector económico

Fcii: Factor de consumo según sector económico

DUS = Demanda de Agua para el Sector Servicios, es la cantidad de agua consumida por el sector servicios que incluye entre otros: comercio, transporte y almacenamiento, comunicaciones, bancos, seguros y servicios a empresas, alquileres de vivienda, servicios personales y servicios del gobierno.

Para el cálculo de la demanda para el sector servicios se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$DUS = \sum_{i=1}^n N_i \cdot F_{csi}$$

Ecuación 2. Fuente. Resolución 865 del 2004

Dónde:

DUS: Demanda de agua para el sector servicios

Ni: Número de establecimientos por tipo de servicio

Fcsi: Factor de consumo por tipo de servicio

DUA = Demanda de Agua para Uso Agrícola, la principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, son suministrados por sistemas de riego, cuando la precipitación de la zona de

estudio es menor que el uso consuntivo de un cultivo ($ETP * Kc$)² el agua debe ser suministrada a través de sistemas de riego.

La resolución 865 del 2004 en la página 22 estipula que mediante uso de sistema de información SIG, se procede a asociar los datos fisiográficos del área de estudio sobre cultivos, precipitación y evapotranspiración. A estos valores se le adiciona el coeficiente de uso de agua por tipo de cultivo obtenido teóricamente del informe de la FAO 33, y se estima la demanda de agua a partir de la expresión:

$$DUA = [p (ETp * Kc)]$$

Dónde:

DUA: Demanda de agua para el sector agrícola

P: Precipitación

ETP: Evapotranspiración potencial

Kc: Coeficiente de uso de agua del cultivo

Ha: Número de hectáreas cultivadas

DUP: Demanda de agua para uso pecuario: Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado, el cual está determinado teniendo en cuenta el tipo de animal, el tipo de producción y el consumo de materia seca y alimento requerido. Como tipo de animales de importancia comercial se clasifican: bovinos carne, leche y doble propósito, aves de corral y porcinos

$$DUP = \sum_{i=1}^n V_{pai} \cdot F_{ca}$$

Dónde:

DUP: Demanda de agua para uso pecuario

V_{pai}: Volumen de producción por tipo de animal industrial

F_{ca}: Factor de consumo según de producción animal

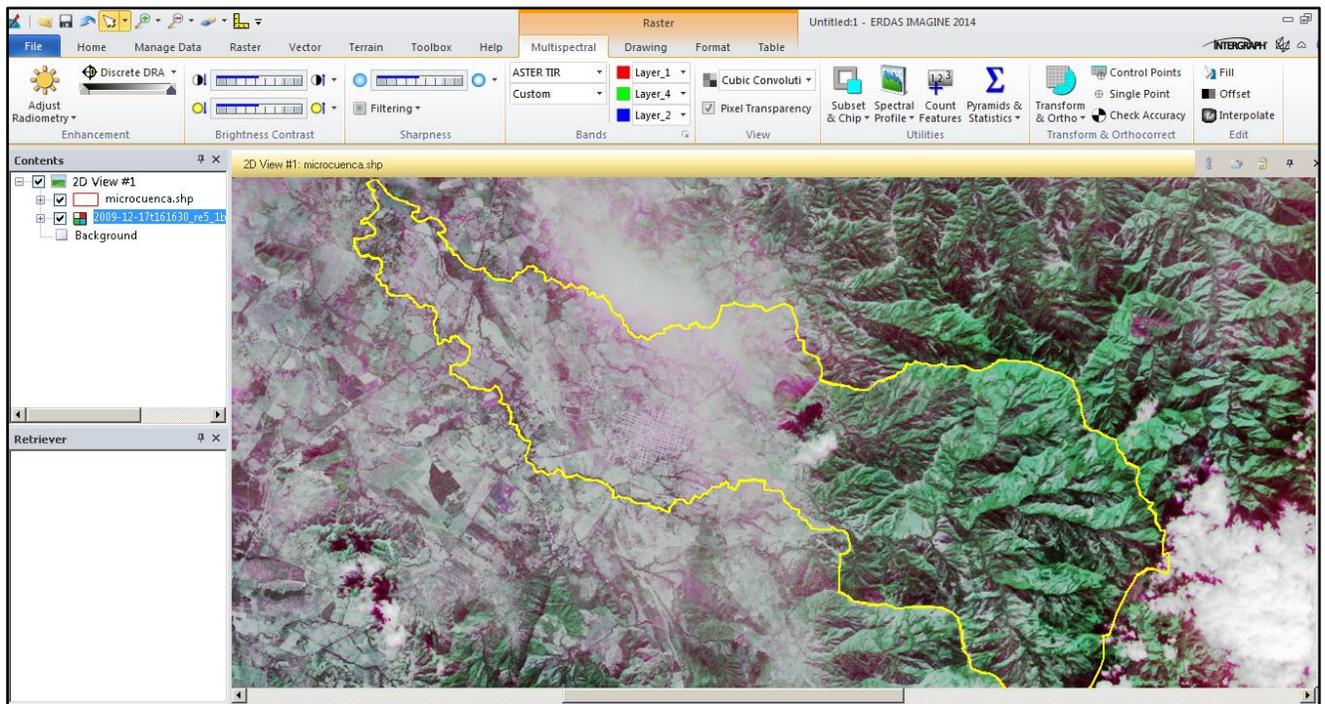


Figura 18 imagen de satélite de Alos del año 2015 traspolado con el polígono de la microcuenca de la quebrada San Pedro. Fuente. Autoras 2017.

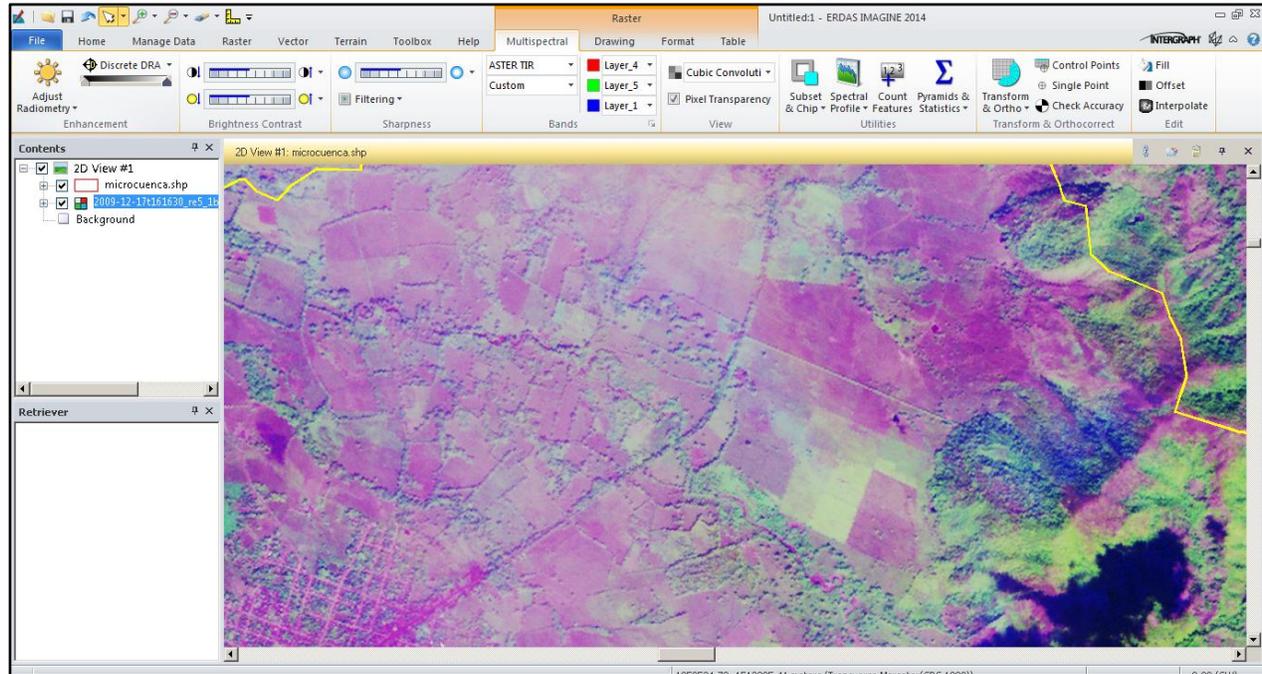


Figura 19 Figura 20 Imagen de ALOS del año 2015 usada para la identificación de cultivos y sus respectivas áreas de siembra fuente. Autoras 2017

Una vez se especializaron las viviendas se realizó un trabajo de campo acompañadas con el presidente de la junta vereda El Bolsillo a cada una de la veredas que componen la microcuenca San Pedro; con el fin de establecer de la forma más confiable y viable técnicamente los sistemas productivos de cada predio, el número de habitantes por casa, el área en Ha sembradas con cultivo y qué tipo de cultivo y el número de cabezas de ganado de los predios.

Usos actuales del recurso hídrico en la quebrada san pedro zona rural

Tabla 21 Consolidado de encuesta vereda El bolsillo (Parte Media microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)											CAUDAL	C/CCION	TIPO DE		
	DEL	DE LA	CAUDAL DE ENTRADA	HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS		TOTAL	(PULG)	(m ³)		
	P/DIO	C/TE		No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA (Ha)	D/DA	(L/S)		
Luz Neida Mora	32	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	5	0,00157	0,00785	100	0	0	25	0	0	0,0679875	5	1	1,0758375	Tubería	-
Juan Carlos Mena	70	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	6	0,00157	0,00942	25	0	0	30	0	0	0,0299145	8	1,6	1,6393345	Tubería	Tanque
Luis Alberto Sanquino	75	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	0	0	0	0,005439	10	2	2,011719	Tubería	Tanque
Ruth Ballesteros	30	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	4	0,00157	0,00628	8	0	1	10	0	0	0,0103341	7	1,4	1,4166141	Tubería	-
Jesus Quintero	3	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	15	0	0	0,0081585	0	0	0,0128685	Tubería	-

		Pedro)																
Elith Alejandro	30	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	2	0,00157	0,00314	20	0	0	10	0	0	0,016317	6	1,2	1,219457	Tubería	-
Juan Mora	20	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	3	0,00157	0,00471	17	0	0	20	0	0	0,0201243	8	1,6	1,6248343	Tubería	-
Marisol Barrera	15	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,342	4	0,00157	0,00628	12	0	1	0	0	0	0,0070707	5	1	1,0133507	Tubería	-
Aracelis Sepulveda	4	Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	16	0	0	0,0087024	1	0,2	0,2118424	Tubería	Tanque-
		Caño el bolsillo (afluente San Pedro)	0,114		0,00157	0,00471	6	0	0	13	0	0	0,0103341	4	0,8		Tubería	
Ezneider Quintero	21	Pedro)		3												0,8150441		Tanque

*B= Bovinos; *E= Equinos; *P= Porcinos; *A= Aves; *C= Conejos; *O= Otros

Tabla 22 Consolidado de encuesta vereda La Galaxia (Parte Media Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	CAUDAL DE ENTRADA	No	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)								CAUDAL	C/CCION	TIPO DE ALM/T/O			
	DEL P/DI O	DE LA C/TE			HUMANAS	ANIMALES					RIEGO CULTIVOS	TOTAL	(PULG)	(m³)				
	(Ha)				100 L/Día según Ras 2000 .	Demand a	NUMERO					ÁREA (Ha)	D/D A	R/DO (L/S)				
Uriel Sanchez Rincon	9	San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	7	0	0	5	0	0	0,0065268	4	0,8	0,8128068	Tuberia	Tanque
calixrto leiva	23	San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	13	0	0	0	0	0	0,0070707	11	2,2	2,2102107	Tuberia	Tanque
celmira pineda	3	San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	7	0	0	0,0038073	1	0,2	0,2116573	Tuberia	Tanque
pedro gutierrez	15	San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	17	0	0	0	0	0	0,0092463	9	1,8	1,8155263	Tuberia	Tanque
jesus carrascal	11	San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	10	0	0	0	0	0	0,005439	3	0,6	0,608579	Tuberia	-
Victor martinez	8	San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	8	0	0	7	0	0	0,0081585	4	0,8	0,8128685	Tuberia	-
Luis eduardo pallarez	5	San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	9	0	0	0,0048951	2	0,4	0,4127451	Tuberia	-
Alfonso villalobos	4	San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	4	0	0	0,0021756	2	0,4	0,4068856	Tuberia	-
Wilfrido Caballero	24	San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	20	0	0	0	0	0	0,010878	16	3,2	3,218728	Tuberia	-
Dalis Nieto Hernandez	11	San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	14	0	0	0	0	0	0,0076146	7	1,4	1,4123246	Tuberia	Tanque
Faiser Herrera	10	San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	11	0	0	5	0	0	0,0087024	6	1,2	1,2165524	Tuberia	Tanque
Heuclides Rodriguez	16	San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	17	0	0	0	0	0	0,0092463	12	2,4	2,4123863	Tuberia	Tanque
Maria Ilse Torres	6	San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	6	0	0	0,0032634	3	0,6	0,6111134	Tuberia	Tanque
Jonny Dominguez	9	San	0,114	5	0,0015	0,00785	0	0	0	0	0	0	0	4	0,8	0,80785	Tuberia	-

Berta Mendoza	12	Pedro San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	9	0	0	0	0	0	0	0,0048951	0	0	0,0127451	Tubería	-
---------------	----	-----------------	-------	---	---------	---------	---	---	---	---	---	---	---	-----------	---	---	-----------	---------	---

Tabla 23 Consolidado de encuesta vereda El Espejo (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	No	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CION (PULG)	TIPO DE ALM/T O (m³)	
					HUMANAS 100 L/Día según Ras 2000 .	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA	RIEGO CULTIVOS ÁREA A (Ha)				D/D A
Ivan Leherizi Reyes	25	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	14	0	0	0	0	0	0,0076146	13	2,6	2,6154646	Tubería	Tanque
Fredy Antonio Rodriguez	35	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	20	0	0	14	0	0	0,0184926	18	3,6	3,6232026	Tubería	-
Idaides Guerrero Aguilar	13	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	86	0	0	16	0	0	0,0130536	5	1	1,0161936	Tubería	Tanque
Marlene Vergel Sepulveda	3	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	00	0	10	0	0	0	0,0005439	0	0	0,0052539	Tubería	Tanque
Elith Alejandro	30	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	45	0	0	80	0	0	0,0288267	19	3,8	3,8319667	Tubería	-
Juan Mora	20	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	19	0	0	40	0	0	0,0125097	10	2	2,0172197	Tubería	-
Marisol Barrera	15	Afluente San Pedro	0,342	4	0,00157	0,00628	00	0	0	20	0	0	0,0108787	7	1,4	1,4171587	Tubería	-
Aracelis Sepulveda	4	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	00	0	0	90	0	0	0,0048951	0	0	0,0080351	Tubería	Tanque-
Ezneider Quintero	21	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	11	0	0	0	0	0	0,0059829	11	2,2	2,2106929	Tubería	Tanque

Tabla 24 Consolidado de encuesta vereda El Porvenir (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/T/O (m³)		
	DEL P/DIO (Ha)	DE LA C/TE		No	HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS						
					100 L/Día según Ras 2000.	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA (Ha)	D/D A
Dionemel Mantilla	5	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	8	0	0	1	0	0	0,010878	0	0	0,014018	Tubería	-
Jesus Anibal Santiago	17	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	1	6	0	1	0	0	0,0092463	5	1	1,0123863	Tubería	Tanque
San Juan Reyes	31	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	3	5	0	1	0	0	0,0288267	14	2,8	2,8351067	Tubería	Tanque
Blanca Pallares	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	1	0	0	0,0097902	7	1,4	1,4176402	Tubería	-
Alvaro Duarte	9	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	1	1	0	0	0,0059829	0	0	0,0091229	Tubería	-
Dilsia Piñeres	2	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	4	0	0	0,0021756	0	0	0,0084556	Tubería	-
Jorge Piñedez	35	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	1	8	0	0	7	0	0,0135975	10	2	2,0198775	Tubería	-
Ramon Donato	10	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	5	0	0	0,0027195	4	0,8	0,8105695	Tubería	-
Graciela Guevara	2	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00314	Tubería	Tanque
Jesus Sepulveda	2	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	3	0	0	0,0016317	0	0	0,0063417	Tubería	-
Carlos Julio Quintero	6	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	2	0,4	0,40628	Tubería	-
Gabriel Villa	12	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	1	0	0	0	0	0	0,005439	7	1,4	1,408579	Tubería	-
Armidea Ascano	21	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	6	0	0	0,0032634	13	2,6	2,6111134	Tubería	-
Jazmin Garcia	28	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	0	0	0	0	18	3,6	3,60785	Tubería	Tanque

		San Pedro		7														
Daniel Martinez	16	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	5	0	0	0,0027195	6	1,2	1,2089995	Tubería	-
Jose Cantillo Nieto	24	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	8	0	0	0	0	0	0,0043512	19	3,8	3,8090612	Tubería	Tanque
Julio Murillo	31	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	1	0	0	0	0	0	0,0092463	22	4,4	4,4123863	Tubería	-
Gilberto Muñoz	23	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	9	0	0	0,0048951	11	2,2	2,2111751	Tubería	Tanque
Gladys de agua	4	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	0,20471	Tubería	Tanque
Jazmin Martinez	17	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	1	0	0	0	0	0	0,0076146	5	1	1,0154646	Tubería	-
Hector Caña	5	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	6	0	0,0032634	1	0,2	0,2079734	Tubería	-
Martin Rojas	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	1	0	0	0	0	0	0,0059829	6	1,2	1,2122629	Tubería	Tanque
Luis Fonseca	3	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	0	7	0	0,0038073	0	0	0,0069473	Tubería	-

Tabla 25 Consolidado de encuesta vereda Quebrada Seca (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA NOMBRE		CAUDAL DE ENTRADA	No.	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)								CAUDAL TOTAL R/DO	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m ³)			
	DEL P/DIO (Ha)	DE LA C/TE			HUMANAS		ANIMALES				RIEGO CULTIVOS							
					100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO				ÁREA (Ha)	D/DA						
							B	E	P	A						C	O	
Diosemel Echavez	4	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	6	0	0	0,0032634	1	0,2	0,2095434	Tubería	-
Ludila Beleño	7	Quebrada San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	0	0	0	12	0	0	0,0065268	3	0,6	0,6159468	Tubería	Tanque

Cesar Julio Sanchez	3	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00314	Tubería	Tanque	
Diosemel Yaruro	5	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	2	0	0	0,0010878	2	0,4	0,4057978	Tubería	-
Eduar Vargas	15	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	9	0	0	0	0	0	0,0048951	8	1,6	1,6096051	Tubería	-
Leonal Alvarez	20	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	11	0	0	3	0	0	0,0076146	10	2	2,0138946	Tubería	-
Yurledinson Echavez	10	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	9	0	0	0,0048951	5	1	1,0127451	Tubería	-
Rosa	7	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	1	0	0	0	0,0005439	3	0,6	0,6036839	Tubería	-
Alicia Ameta	13	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	17	0	0	0,0092463	8	1,6	1,6155263	Tubería	Tanque
Luz Esterle	8	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	8	0	0	0,0043512	2	0,4	0,4090612	Tubería	-
Marqueza Madrariaga	25	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	22	0	0	0	0	0	0,0119658	14	2,8	2,8182458	Tubería	-
Alberto Rodriguez	2	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00471	Tubería	-

Tabla 26 Consolidado de encuesta vereda Nueva Granada (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	CAUDAL DE ENTRADA	No	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CION (PULG)	TIPO DE ALM/T/O (m³)	
	DEL P/DI O (Ha)	DE LA C/TE			HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS						
					100 L/Día según Ras 2000 .	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA (Ha)				D/D A
Albeiro Quintero	15	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	10	0	0	0	0	0	0,005439	8	1,6	1,613289	Tubería	-
Fernando Arevalo	3	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	8	0	0	0,0043512	1	0,2	0,2074912	Tubería	Tanque
Almiro Vega	6	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	9	0	0	0	0	0	0,0048951	3	0,6	0,6096051	Tubería	Tanque
Alvaro Rodriguez	10	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	17	0	0	0,0092463	9	1,8	1,8170963	Tubería	Tanque
German Maldonado	4	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	1	0	0	0	0,0005439	2	0,4	0,4052539	Tubería	Tanque
Marcos Franco	8	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	8	0	0	0,0043512	5	1	1,0106312	Tubería	Tanque
Jesus Oraz	12	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	18	0	0	0	0	0	0,0097902	6	1,2	1,2176402	Tubería	Tanque
Ramon Carrascal	25	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	22	0	0	0	0	0	0,0119658	12	2,4	2,4182458	Tubería	Tanque
Jose Carrascal	30	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	37	0	0	0	0	0	0,0201243	16	3,2	3,2279743	Tubería	Tanque

Eduardo Lopez	4	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	1	0	0	0,0059829	2	0,4	0,4106929	Tubería	Tanque
Ilba Rosa Montejo	8	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	2	0	0	0,0010878	3	0,6	0,6057978	Tubería	Tanque
Diosemel Rodriguez	25	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	8	0	0	0	0	0	0,0043512	19	3,8	3,8122012	Tubería	Tanque
Aristides	10	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	5	0	0	0	0	0	0,0027195	5	1	1,0089995	Tubería	-
Eduardo Bonez	8	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	5	0	0	0,0027195	4	0,8	0,8074295	Tubería	-
Yuleidy Ortega	12	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	9	0	0	0	0	0	0,0048951	7	1,4	1,4111751	Tubería	-

Tabla 27 Consolidado de encuesta vereda Laureles Bajos (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DI O (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CICIO (PULG)	TIPO DE ALM/T O (m³)		
				HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
				No	100 L/Día según Ras 2000 .	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA A (Ha)	D/D A
Elio Guzman	50	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	2	0	0	0	0	0	0,0135975	6,5	1,3	1,3198775	Tubería	-

Sara Bayona	12	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	1 2	0	0	0	0	0	0	0	0,006526 8	5	1	1,011236 8	Tubería	Tanque
Jose Mario Carcamo	25	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	3 6	0	0	0	0	0	0	0	0,019580 4	12	2,4	2,425860 4	Tubería	Tanque
Miguel Rodriguez	5	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,0015 7	0,00314	0	0	0	1 7	0	0	0	0	0,009246 3	2	0,4	0,412386 3	Tubería	Tanque
Salvador Garcia	15	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	0	0	0	1 0	0	0	0	0	0,005439	8	1,6	1,611719	Tubería	Tanque
Escubadel Enrique	75	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	5 0	0	0	0	0	0	0	0	0,027195	40	8	8,033475	Tubería	Tanque
Antonio Ruiz	4	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,0015 7	0,00314	0	0	0	1 4	0	0	0	0	0,007614 6	1	0,2	0,210754 6	Tubería	-
Yeiner Parra	35	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	1 5	0	0	0	0	0	0	0	0,008158 5	14	2,8	2,814438 5	Tubería	-
Paulo Solano	10	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	0	0	0	7	0	0	0	0	0,003807 3		0,8	0,808517 3	Tubería	-
Salvador Garcia	5	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,4	0,40471	Tubería	Tanque
Diosemel Rodriguez	25	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	0	0	0	9	0	0	0	0	0,004895 1		2,4	2,411175 1	Tubería	Tanque
																12				

Tabla 28 Consolidado de encuesta vereda La Carolina (Parte Media Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)											CAUDAL	C/CCION	TIPO DE		
	DEL	DE LA	CAUDAL DE ENTRADA	HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS		TOTAL	(PULG)	(m ³)		
	P/DIO	C/TE		No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO					ÁREA	R/DO					
(Ha)						B	E	P	A	C	O	D/DA	(Ha)	D/DA	(L/S)			
Pedro Torres	20	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	0	0	0	0,005439	9	1,8	1,811719	Tubería	-
Alberto Sanchez	5	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	4	0	0	0,0021756	2	0,4	0,4053156	Tubería	Tanque
Miguel Antonio Martinez	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	5	0	0	0	0	0	0,0027195	8	1,6	1,6074295	Tubería	Tanque
Carmen Guerrero	20	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	7	0	0	0,0038073	6	1,2	1,2085173	Tubería	Tanque
Gabriel Camacho	10	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	2	0	0	0	0,0010878	5	1	1,0057978	Tubería	Tanque
Ana	3	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	6	0	0	0,0032634	0	0	0,0064034	Tubería	Tanque
Jesus Rueda	70	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	26	0	0	0	0	0	0,0141414	20	4	4,0219914	Tubería	-
Cecilia Clavijo	12	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	17	0	0	0,0092463	5	1	1,0155263	Tubería	-
Elicer sepulveda	75	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	37	0	0	0	0	0	0,0201243	25	5	5,0264043	Tubería	-

Diomedez	25	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	16	0	0	3	0	0	0,0103341	9	1,8	1,8134741	Tubería	-
Jesus Acevedo	4	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	0	0	0	0	2	0,4	0,40314	Tubería	-
Jose dulones Quintero	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	12	0	0	0,0065268	5	1	1,0112368	Tubería	Tanque
Johan Quintero	60	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	23	0	0	5	0	0	0,0152292	15	3	3,0199392	Tubería	Tanque
Gladis Niño	45	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	15	0	0	0	0	0	0,0081585	10	2	2,0144385	Tubería	Tanque
Eduardo Manzano	35	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	17	0	0	0,0092463	18	3,6	3,6155263	Tubería	Tanque
Alirio Bayona	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	3	0	0	0,0016317	8	1,6	1,6063417	Tubería	Tanque

Tabla 29 Consolidado de encuesta vereda Union Animito (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CION (PULG)	TIPO DE ALM/T/O (m³)		
				HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
				No	100 L/Día según Ras 2000 .	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA (Ha)	D/D A
Adermo Lopez	10	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	15	0	0	8	0	0	0,0125097	4	0,8	0,8187897	Tubería	-
Julio Guzman	5	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	10	0	0	0,005439	1	0,2	0,210149	Tubería	Tanque
Eder Rangel	4	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	2	5	0	0	0,0038073	2	0,4	0,4100873	Tubería	Tanque

Edith Jaime	20	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	1 8	0	0	6	0	0	0,013053 6	10	2	2,019333 6	Tubería	Tanque
Maximo Morales	4	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	0	0	0	6	0	0	0,003263 4	1	0,2	0,207973 4	Tubería	Tanque
Olfa Villa	10	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,0015 7	0,00785	0	0	0	1 4	0	0	0,007614 6	4	0,8	0,815464 6	Tubería	Tanque
Manuel Duque	9	Quebrada San Pedro	0,114	6	0,0015 7	0,00942	8	0	0	0	0	0	0,004351 2	5	1	1,013771 2	Tubería	-
Rodrigo Roblez	7	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,0015 7	0,00785	0	0	0	1 2	0	0	0,006526 8	4	0,8	0,814376 8	Tubería	-
Julio Noblez	15	Quebrada San Pedro	0,114	5	0,0015 7	0,00785	1 2	0	0	0	0	0	0,006526 8	9	1,8	1,814376 8	Tubería	Tanque
Adon Sanguino	5	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	0	0	2	4	0	0	0,003263 4	1	0,2	0,207973 4	Tubería	Tanque
Jairo Guzman	4	Quebrada San Pedro	0,114	3	0,0015 7	0,00471	0	0	0	3	0	0	0,001631 7	1	0,2	0,206341 7	Tubería	Tanque
Casimiro Matos	10	Quebrada San Pedro	0,114	4	0,0015 7	0,00628	7	0	0	0	0	0	0,003807 3	5	1	1,010087 3	Tubería	Tanque
Ceciberio Mendoza	5	Quebrada San Pedro	0,114	2	0,0015 7	0,00314	0	0	0	8	0	0	0,004351 2	1	0,2	0,207491 2	Tubería	Tanque

Tabla 30 Consolidado de encuesta vereda La Luna (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁRE	NOMBRE	CAUDAL	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO								CAUD	C/CCIO	TIPO DE
---------	-----	--------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--------	---------

	(LITROS/SEGUNDO)												AL TOTAL R/DO (L/S)	N (PULG)	ALM/TO (m ³)				
	A DEL P/DI O (Ha)	DE LA C/TE	DE ENTRADA	HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
			N o.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO					D/DA	ÁRE A (Ha)				D/D A			
					B	E	P	A	C	O									
Alvaro Javier Picón	23	Afluyente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,0094 2	2 0	0	0	0	0	0	0	0,01087 8	9	1,8	1,82029 8	Tubería	-
Carlos Daniel Torres	15	Afluyente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,0094 2	0	0	0	7	0	0	0,00380 73	7	1,4	1,41322 73	Tubería	Tanque	
Alvaro Picon Quintero	10	Afluyente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,0062 8	0	0	0	5	0	0	0,00271 95	4	0,8	0,80899 95	Tubería	Tanque	
Priciliano Echavez	5	Afluyente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,0047 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	0,20471	Tubería	-	
Jose de Dios Prada	25	Afluyente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,0062 8	1 0	0	0	0	0	0	0,00543 9	15	3	3,01171 9	Tubería	-	
Hector Vega Blanco	50	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	1 7	0	0	0	0	0	0,00924 63	5	1	1,01709 63	Tubería	-	
Luis Anibal Santana	7	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	0	0	0	4	0	0	0,00217 56	2	0,4	0,41002 56	Tubería	-	
Emilio Picon	60	Afluyente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,0094 2	2 5	0	0	0	0	0	0,01359 75	16	3,2	3,22301 75	Tubería	-	
Manuel Quintero	12	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	0	0	0	9	0	0	0,00489 51	5	1	1,01274 51	Tubería	Tanque-	
Nelson Quintero	9	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	0	0	1	0	0	0	0,00054 39	3	0,6	0,60839 39	Tubería	Tanque	
Jesus Antonio Paez	55	Afluyente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,0062 8	3 2	0	0	0	0	0	0,01740 48	10	2	2,02368 48	Tubería	Tanque	
Geovanni Picon	75	Afluyente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,0062 8	5 5	0	0	0	0	0	0,02991 45	12	2,4	2,43619 45	Tubería	Tanque	
Jesus Picon	3	Afluyente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,0031 4	0	0	0	4	0	0	0,00217 56	0	0	0,00531 56	Tubería	Tanque	
Yesid Moreno	10	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	0	0	0	1	0	0	0,00598 29	3	0,6	0,61383 29	Tubería	Tanque	
Jose Maria Carcamo	15	Afluyente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,0078 5	1 0	0	0	0	0	0	0,00543 9	2	0,4	0,41328 9	Tubería	Tanque	

Jhon	8	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	6	0	0	0,0032634	2	0,4	0,4095434	Tubería	Tanque
------	---	--------------------	-------	---	---------	---------	---	---	---	---	---	---	-----------	---	-----	-----------	---------	--------

Tabla 31 Consolidado de encuesta vereda Laureles Altos (Parte Media Microcuena San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	No.	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CION (PULG)	TIPO DE ALM/T O (m³)	
					HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS						
					100 L/Día según Ras 2000.	Demand a	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA A (Ha)				D/D A
Libardo Garcia	4	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	8	0	0	0,0043512	1	0,2	0,2106312	Tubería	-
Manuel Florian	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	10	0	0	0,005439	0	0	0,010149	Tubería	Tanque
Ramon Flores	12	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	0	0	0	0,005439	5	1	1,011719	Tubería	Tanque
Robinson Hurtado	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	13	0	0	4	0	0	0,0092463	6	1,2	1,2155263	Tubería	-
Armando Durango	20	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	12	0	1	0	0	0	0,0070707	8	1,6	1,6149207	Tubería	-
Didier Sanguino	7	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	2	12	0	0	0,0076146	2	0,4	0,4154646	Tubería	Tanque
Manuel Ignacio Guyoso	5	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	0	0	0	8	0	0	0,0043512	1	0,2	0,2137712	Tubería	Tanque
Domingo Salgado	18	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	17	0	0	0	0	0	0,0092463	5	1	1,0139563	Tubería	Tanque
Aura Gonzales	25	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	25	0	0	7	0	0	0,0174048	8	1,6	1,6236848	Tubería	Tanque
Jose Jimenez	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	9	0	0	0	0	0	0,0048951	4	0,8	0,8096051	Tubería	-

Victor Ardila	10	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	8	0	0	6	0	0	0,0076146	2	0,4	0,4138946	Tubería	-
Diosemel Guerrero	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	5	0	0	0,0027195	1	0,2	0,2089995	Tubería	Tanque-
Natalio Gomez	4	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	1	0	0	0,0005439	0	0	0,0083939	Tubería	Tanque-

Tabla 122 Consolidado de encuesta vereda Los Cedros (Parte Media Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA NOMBRE		CAUDAL DE ENTRADA	No.	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)									CAUDAL TOTAL R/DO	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m ³)		
	DEL P/DIO (Ha)	DE LA C/TE			HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS					
					100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO					D/DA	ÁREA (Ha)				D/DA	
							B	E	P	A	C							O
Luis Antonio Fonseca	70	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	45	0	0	0	0	0	0,0244755	6,5	1,3	1,3307555	Tubería	-
Amanda Perales	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	15	0	0	0	0	0	0,0081585	4	0,8	0,8160085	Tubería	-

Juliana Marquez	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00628	Tubería	Tanque	
Juan Maria Becerra	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	9	0	0	0,0048951	4	0,8	0,8111751	Tubería	-
Maicol Reyes	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	11	0	0	0,0059829	2	0,4	0,4106929	Tubería	-
Eduardo Cañizares	55	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	50	0	0	6	0	0	0,0304584	9	1,8	1,8383084	Tubería	Tanque
Isabella Gonzales	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	15	0	0	0	0	0	0,0081585	3	0,6	0,6144385	Tubería	-
Jose Maria del Carmen	20	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	20	0	0	0	0	0	0,010878	5	1	1,015588	Tubería	Tanque
Alonso Peñaloza	35	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	11	0	0	0,0114219	7	1,4	1,4177019	Tubería	Tanque
Isidro Mesa	75	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	25	0	0	0	0	0	0,0135975	9	1,8	1,8183075	Tubería	Tanque
Fransisco Lopez	4	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00942	Tubería	-	
Eugenia Jimenez	8	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	8	0	0	0,0043512	2	0,4	0,4122012	Tubería	-

Tabla 33 Consolidado de encuesta vereda El Algarrobo (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m ³)		
				HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS						
				No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO					D/DA	ÁREA (Ha)				D/DA	
							B	E	P	A	C							O
Alicia Quintero	60	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	45	0	0	0	0	0	0,0244755	9	1,8	1,8323255	Tubería	Tanque
Esmeralda Pulido	25	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	18	0	0	0	0	0	0,0097902	7	1,4	1,4192102	Tubería	Tanque
Dionicio Carrascal	7	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	11	0	0	0,0059829	1	0,2	0,2138329	Tubería	Tanque

Feernando Jacome	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00628	Tubería	-
Cristian Hernandez	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	7	0	0	0	0	0,0038073	5	1	1,0100873	Tubería	-
Arnaldo Aconcha	45	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	15	0	0	0	0	0,0081585	8,5	1,7	1,7160085	Tubería	-
Fanny Yepez	78	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	39	0	0	0	0	0,0212121	5,2	1,04	1,0674921	Tubería	Tanque
Ector Jimenez	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	8	0	0,0043512	2	0,4	0,4106312	Tubería	-
Jairo Paez	10	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	7	0	0,0038073	3	0,6	0,6085173	Tubería	-
Leonardo Bermudez	11	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	14	0	0	0	0	0,0076146	3	0,6	0,6170346	Tubería	Tanque
Sonia Larios	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	6	0	0,0032634	2	0,4	0,4095434	Tubería	Tanque
Andres Guerrero	5	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	8	0	0,0043512	0	0	0,0090612	Tubería	Tanque
Zamira Puaz	75	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	55	0	0	0	0	0,0299145	3,5	0,7	0,7346245	Tubería	Tanque

Tabla 34 Consolidado de encuesta vereda El Coclí (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)									CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)			
				HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
				No.	Demanda 100 L/Día según Ras 2000 .	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA (Ha)	D/DA	
Uriel Lindarte	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	13	0	0	0,0070707	1	0,2	0,2133507	Tubería	Taque
Alejandro Ortega	50	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	30	0	0	0	0	0	0,016317	9	1,8	1,821027	Tubería	-
Pedro Diaz	78	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	60	0	0	0	0	0	0,032634	7	1,4	1,438914	Tubería	-

Luisa Mesa	24	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	16	0	0	5	0	0	0,0114219	5	1	1,0177019	Tubería	-
Alejo Sarmiento	50	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	57	0	0	0	0	0	0,0310023	5	1	1,0357123	Tubería	-
Gladys Machado	8	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	14	0	0	0,0076146	2	0,4	0,4154646	Tubería	Tanque
Jose Rodriguez	15	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	10	0	0	0	0	0	0,005439	4	0,8	0,814859	Tubería	Tanque
Jose Ferrer	22	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	22	0	0	0	0	0	0,0119658	5	1	1,0198158	Tubería	-
Ivan Manzano	12	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	20	0	0	0,010878	4	0,8	0,815588	Tubería	-
Julia Maritza Benjumea	8	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	1	0	0	0	0,0005439	1	0,2	0,2068239	Tubería	-
Luis Evel Mendoza	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	6	0	0	0,0032634	0	0	0,0095434	Tubería	-
Rafael Romero	10	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	19	0	0	0,0103341	4	0,8	0,8150441	Tubería	-
Raul Villa	10	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	12	0	0	0,0065268	5	1	1,0096668	Tubería	Tanque
Luis Diaz de Angel	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00628	Tubería	-

Tabla 35 Consolidado de encuesta vereda La Elvira (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)		
				HUMANAS			ANIMALES					RIEGO CULTIVOS						
				No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	NUMERO					ÁREA (Ha)	D/DA					
							B	E	P	A	C						O	
Carolina Ruiz Coronel	17	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	15	0	0	0	0	0	0,0081585	5	1	1,0160085	Tubería	Tanque
Orlando Murillo	20	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	9	0	0	0	0	0	0,0048951	7	1,4	1,4143151	Tubería	-

Natalia Osorio	55	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	25	0	0	0	0	0	0,0135975	9	1,8	1,8230175	Tubería	-
Crsitian Serna	6	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	9	0	0	0,0048951	1	0,2	0,2127451	Tubería	-
Carlos Mario Camacho	9	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	11	0	0	0,0059829	2	0,4	0,4138329	Tubería	-
Aura Mendez	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	12	0	0	0	0	0	0,0065268	3	0,6	0,6128068	Tubería	-
Diosemel Sarria	25	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	20	0	0	0	0	0	0,010878	5	1	1,017158	Tubería	Tanque
Celenia Acosta	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	45	0	0	0	0	0	0,0244755	4	0,8	0,8291855	Tubería	Tanque
Jaime Padilla	50	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	48	0	0	0	0	0	0,0261072	5	1	1,0308172	Tubería	Tanque
Luz Estela Patarrollo	15	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	10	0	0	0	0	0	0,005439	3	0,6	0,608579	Tubería	Tanque
Sandra Picon	5	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	0	0	0	0	1	0,2	0,20314	Tubería	-
Jaime Navarro	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	5	0	0	0,0027195	2	0,4	0,4074295	Tubería	-

Tabla 36 Consolidado de encuesta vereda Nueva Idea (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)		
				HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
				No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA (Ha)	D/DA
Angelica Peñaloza	7	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00471	Tubería	Tanque
Lucho Quintero	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	8	0	0,0043512	2	0,4	0,4090612	Tubería	Tanque
San Jose	25	Afluente	0,114	4	0,00157	0,00628	24	0	0	0	0	0	0,0130536	9	1,8	1,8193336	Tubería	Tanque

Benavides		San Pedro																
Luis David Galindo	55	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	33	0	0	0	0	0	0,0179487	10	2	2,0242287	Tubería	Tanque
Franco Royero	20	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	17	0	0	0	0	0	0,0092463	7	1,4	1,4155263	Tubería	Tanque
Yoli Campo	15	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	9	0	0	8	0	0	0,0092463	5	1	1,0170963	Tubería	-
Jesus Quintero	9	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	0	0	0	9	0	0	0,0048951	2	0,4	0,4143151	Tubería	-
Manuel Sanchez	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	18	0	0	0,0097902	5	1	1,0176402	Tubería	-
Tatiana Ubaque	22	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	15	0	0	0	0	0	0,0081585	9	1,8	1,8144385	Tubería	-
Aldemar rodriguez	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	46	0	0	0	0	0	0,0250194	12	2,4	2,4297294	Tubería	Tanquer
Jose de la Cruz	70	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	75	0	0	0	0	0	0,0407925	15	3	3,0455025	Tubería	-
Diana Yepez	35	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	16	0	0	8	0	0	0,0130536	10	2	2,0224736	Tubería	-
Alavaro Celis	40	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	30	0	0	0	0	0	0,016317	15	3	3,022597	Tubería	-
Imen Noriega	9	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	7	0	0	0,0038073	0	0	0,0069473	Tubería	Tanque
Venecia Sambrano	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	0	0	0	0	3	0,6	0,60785	Tubería	-

Tabla 37 Consolidado de encuesta vereda San Rafael (Parte Media Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)							CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)
				HUMANAS		ANIMALES			RIEGO CULTIVOS				
				No.	100 L/Día según Demanda	NUMERO	B	E	P	A			

Ras
2000 .

Luis Antonio Torrado	18	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	10	0	0	0	0	0	0,005439	5	1	1,010149	Tubería	-
Iber Guerrero	10	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	12	0	0	8	0	0	0,010878	4	0,8	0,817158	Tubería	-
Martin Vargas	4	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	3	0	0	0,0016317	0	0	0,0047717	Tubería	Tanque
Juan Pablo Aracernia	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	10	0	0	0,005439	4	0,8	0,810149	Tubería	Tanque
Carmito Fuente	35	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	27	0	0	0	0	0	0,0146853	12	2,4	2,4193953	Tubería	Tanque
Miguel Rodriguez	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	19	0	0	0	0	0	0,0103341	7	1,4	1,4166141	Tubería	Tanque
Bernanda Ruiz	5	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	9	0	0	0,0048951	1	0,2	0,2127451	Tubería	Tanque
Maria Manzano	55	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	32	0	0	0	0	0	0,0174048	20	4	4,0268248	Tubería	-
Victor Trigos	65	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	46	0	0	0	0	0	0,0250194	22	4,4	4,4328694	Tubería	-
Jose Trinidad Velazquez	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	14	0	0	0	0	0	0,0076146	7	1,4	1,4154646	Tubería	-

Tabla 38 Consolidado de encuesta vereda Sacata (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)							CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)			
				HUMANAS		ANIMALES			RIEGO CULTIVOS							
				No.	100 L/Día según Ras	Demanda	NUMERO			ÁREA (Ha)				D/DA		
							B	E	P	A	C	O	D/DA			

2000 .

Bernel gomez	7	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	9	0	0	0	0	0	0,0048951	2	2,2	2,2127451	Tubería	-
Gorge Correa	16	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	13	0	0	0	0	0	0,0070707	5	5,2	5,2133507	Tubería	Tanque
Emel Martinez	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	9	0	0	0,0048951	0	0,2	0,2111751	Tubería	Tanque
Domingo	12	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	11	0	0	0	0	0	0,0059829	3,5	3,7	3,7106929	Tubería	-
Jose Nieto	35	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	26	0	0	0	0	0	0,0141414	2,5	2,7	2,7188514	Tubería	-
Jorge Nucero	18	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	21	0	0	0	0	0	0,0114219	3	3,2	3,2192719	Tubería	-
Gerardo Misal	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	0	0	0	0,005439	6	6,2	6,211719	Tubería	-
Gorge Misal	10	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	15	0	0	0,0081585	3	3,2	3,2128685	Tubería	-
Manuel misal	9	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	5	0	0	0,0027195	1	1,2	1,2105695	Tubería	-
Lina Misal	6	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	6	0	0	0,0032634	1	1,2	1,2095434	Tubería	Tanque
Elis Lara	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	14	0	0	0	0	0	0,0076146	5	5,2	5,2138946	Tubería	Tanque
Jaime Vanestrales	7	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	4	0	0	0,0021756	2	2,2	2,2068856	Tubería	Tanque
Nielson Nieto	13	Afluente San Pedro	0,114	2	0,00157	0,00314	19	0	0	0	0	0	0,0103341	5	5,2	5,2134741	Tubería	Tanque
Aleja Misal	25	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	25	0	0	0	0	0	0,0135975	5,5	5,7	5,7183075	Tubería	Tanque
Yaines Trilloz	20	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	16	0	0	7	0	0	0,0125097	7	7,2	7,2172197	Tubería	Tanque
Jairo Yopez	6	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	6	0	0	0,0032634	2	2,2	2,2079734	Tubería	-
Andres Gomez	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,20628	Tubería	-

Tabla 39 Consolidado de encuesta San Miguel (Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)											CAUDAL	C/CCION	TIPO DE		
	DEL	DE LA	CAUDAL DE ENTRADA	HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS		TOTAL	(PULG)	(m ³)			
	P/DIO	C/TE		No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA (Ha)	D/DA	R/DO (L/S)		
Reinel Arevalo	70	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	48	0	0	0	0	0	0,0261072	2,5	0,5	0,5355272	Tubería	-
Alveiro Guerrero	25	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	29	0	0	0	0	0	0,0157731	7	1,4	1,4251931	Tubería	-
Joiner García	65	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	37	0	0	0	0	0	0,0201243	3	0,6	0,6279743	Tubería	Tanque
Eduardo Manzano	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	13	0	0	0,0070707	3	0,6	0,6133507	Tubería	Tanque
Otoniel Medina	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	11	0	0	0	0	0	0,0059829	4	0,8	0,8138329	Tubería	Tanque
Julian Carcamo	28	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	15	0	0	7	0	0	0,0119658	3	0,6	0,6166758	Tubería	Tanque
Ciro Santiago	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	3	0	0	0,0016317	2	0,4	0,4079117	Tubería	Tanque
Linda Maria	5	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	5	0	0	0,0027195	1	0,2	0,2074295	Tubería	-
Millo Amaya	28	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	12	0	0	0	0	0	0,0065268	9	1,8	1,8128068	Tubería	-
Alirio San Juan	35	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	25	0	0	0	0	0	0,0135975	9	1,8	1,8214475	Tubería	-

Tabla 130 Consolidado de encuesta San Pedro Alto (Parte Alta Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA	NOMBRE	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)											CAUDAL	C/CCION	TIPO DE		
	DEL	DE LA	CAUDAL DE ENTRADA	HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS		TOTAL	(PULG)	(m³)			
	P/DIO	C/TE		100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA	R/DO				
	(Ha)		No.								(Ha)	D/DA	(L/S)					
Carlos Matuto	30	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	22	0	0	0	0	0	0,0119658	5	1	1,0182458	Tubería	-
Inocencio Rojas	50	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	35	0	0	0	0	0	0,0190365	9	1,8	1,8253165	Tubería	-
Alfon Muñoz	25	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	20	0	0	0	0	0	0,010878	7	1,4	1,418728	Tubería	-
Juan dde Dios quintero	15	uan de Dios	0,114	2	0,00157	0,00314	0	0	0	7	0	0	0,0038073	5	1	1,0069473	Tubería	-
Hector Angarita	35	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	28	0	0	0	0	0	0,0152292	7	1,4	1,4230792	Tubería	-
Eduín Duarte	75	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	75	0	0	0	0	0	0,0407925	9	1,8	1,8486425	Tubería	Tanque
Yasid Ramirez	90	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	85	0	0	0	0	0	0,0462315	15	3	3,0509415	Tubería	Tanque
Alejandra Arseno	110	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	115	0	0	0	0	0	0,0625485	20	4	4,0672585	Tubería	Tanque
Ramon Carrascal Jairo	8	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	9	0	0	0,0048951	2	0,4	0,4111751	Tubería	Tanque
Antonio Carrascal Jairo	70	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	69	0	0	0	0	0	0,0375291	20	4	4,0453791	Tubería	Tanque
Duarte Diomedes	30	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	32	0	0	0	0	0	0,0174048	9	1,8	1,8236848	Tubería	Tanque
Atiño Alciser	10	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	9	0	0	0	0	0	0,0048951	3	0,6	0,6111751	Tubería	Tanque
Becerra	9	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	7	0	0	0,0038073	7	1,4	1,4085173	Tubería	Tanque
Anibal	30	Afluente	0,114	4	0,00157	0,00628	35	0	0	0	0	0	0,0190365	10	2	2,0253165	Tubería	Tanque

Correa		San Pedro																
Julio Velasquez	50	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	45	0	0	0	0	0	0,0244755	12	2,4	2,4307555	Tubería	Tanque
Sadi Montejo	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	39	0	0	4	0	0	0,0233877	9	1,8	1,8280977	Tubería	-
Enrique Martinez	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	11	0	0	0,0059829	2	0,4	0,4138329	Tubería	-

Tabla 41 Consolidado de encuesta San Pedro Bajo (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES HUMANAS 100 L/Día según Ras 2000 .	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)								CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)			
					ANIMALES				RIEGO CULTIVOS									
					NUMERO				ÁREA									
No.	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	(Ha)	D/DA								
Hilda Camacho	5	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	3	0	0	0,0016317	0	0	0,0063417	Tubería	-
Benjamin Tellez	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	25	0	0	0	0	0	0,0135975	9	1,8	1,8183075	Tubería	Tanque

Adinael Paez	4	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	5	0	0	0,0027195	1	0,2	0,2089995	Tubería	Tanque
Jubenal Yepez	25	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	12	0	0	0	0	0	0,0065268	9	1,8	1,8143768	Tubería	Tanque
Gonzalo Machado	75	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	45	0	0	0	0	0	0,0244755	10	2	2,0307555	Tubería	-
Ruben Suarez	70	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	35	0	0	0	0	0	0,0190365	15	3	3,0253165	Tubería	-
Uriel Palomino	9	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	6	0	0	0,0032634	2	0,4	0,4111134	Tubería	-
Antonio Toro	50	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	50	0	0	0	0	0	0,027195	10	2	2,031905	Tubería	-
Avaro Leiva	10	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	12	0	0	0	0	0	0,0065268	3	0,6	0,6159468	Tubería	Tanque
Libardo Lopez	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	10	0	0	9	0	0	0,0103341	5	1	1,0166141	Tubería	Tanque
Victor Gerardino	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	5	0	0	0,0027195	0	0	0,0089995	Tubería	-
Manuel Sanchez	8	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	1	3	0	0	0,0021756	3	0,6	0,6068856	Tubería	-

Tabla 42 Consolidado de encuesta El Desengaño (Parte Media Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO (Ha)	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)		
				HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
				No.	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA (Ha)				D/DA	
Yesid Ramirez	70	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	60	0	0	0	0	0	0,032634	2	2,2	2,242054	Tubería	-
Robinson Hurtado	25	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	20	0	0	0	0	0	0,010878	7	7,2	7,218728	Tubería	-

Armesto Ospino Luis	20	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	10	0	0	9	0	0	0,0103341	4	4,2	4,2197541	Tubería	Tanque
Felipe Duarte	12	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	0	0	0	10	0	0	0,005439	4	4,2	4,214859	Tubería	Tanque
Amadeo Rodriguez	10	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	11	0	0	0	0	0	0,0059829	3	3,2	3,2138329	Tubería	-
Lorenzo Duquez	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	8	0	0	0,0043512	0	0,2	0,2106312	Tubería	-
Juan Vega	5	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,20628	Tubería	-
Dimas Parra	45	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	38	0	0	0	0	0	0,0206682	9	9,2	9,2253782	Tubería	Tanque
Adel Tolozá	72	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	55	0	0	0	0	0	0,0299145	3	3,2	3,2361945	Tubería	-
Jose Maria Carcamo	7	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	9	0	0	0,0048951	2	2,2	2,2096051	Tubería	-
Rebeca Machado	25	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	20	0	0	0	0	0	0,010878	7	7,2	7,217158	Tubería	Tanque
Calixto Leiva	40	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	35	0	0	0	0	0	0,0190365	9	9,2	9,2253165	Tubería	-
Victor Cordero	10	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	13	0	0	0,0070707	3	3,2	3,2117807	Tubería	-

Tabla 43 Consolidado de encuesta Casa De Piedra (Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA NOMBRE		CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)										CAUDAL TOTAL R/DO (L/S)	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m ³)		
	DEL	DE LA		HUMANAS		ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
	P/DIO (Ha)	C/TE		No.	100 L/Día según Ras 2000 .	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA				ÁREA (Ha)	D/DA
Pedro Onel	70	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	50	0	0	0	0	0	0,027195	9	9,2	9,235045	Tubería	-
Armando Reyes	78	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	52	0	0	0	0	0	0,0282828	10	10,2	10,2377028	Tubería	-

Cristo Vergel	90	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	60	0	0	0	0	0	0,032634	15	15,2	15,242054	Tubería	Tanque
Yosimar Rodriguez	12	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	15	0	0	0	0	0	0,0081585	4	4,2	4,2160085	Tubería	-
Liliana Acosta	120	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	100	0	0	0	0	0	0,05439	20	20,2	20,26224	Tubería	Tanque
Cesar Carcamo	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	39	0	0	7	0	0	0,0250194	9	9,2	9,2297294	Tubería	-
Pedro Rincón	67	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	55	0	0	11	0	0	0,0358974	12	12,2	12,2406074	Tubería	-
Jose Caballero	8	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	9	0	0	0,0048951	3	3,2	3,2096051	Tubería	Tanque
Liiberato Sambrano	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	12	0	0	0	0	0	0,0065268	6	6,2	6,2128068	Tubería	Tanque
Diosemel Rodriguez	55	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	45	0	0	0	0	0	0,0244755	9	9,2	9,2323255	Tubería	-
Ivan Flores	45	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	20	0	0	0	0	0	0,010878	7	7,2	7,217158	Tubería	-
Leonidas Saltarin	30	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	28	0	0	0	0	0	0,0152292	6	6,2	6,2230792	Tubería	-
Gustavo Sanchez	75	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	56	0	0	0	0	0	0,0304584	9	9,2	9,2367384	Tubería	-
Saul Daza	100	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	95	0	0	0	0	0	0,0516705	15	15,2	15,2610905	Tubería	Tanque
Prudencio Larios	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	7	0	0	0,0038073	1	1,2	1,2100873	Tubería	Tanque
Jose Nieto	15	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	10	0	0	0	0	0	0,05439	3	3,2	3,26224	Tubería	Tanque

Tabla 44 Consolidado de encuesta San Pedro Medio (Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA DEL P/DIO	NOMBRE DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)							CAUDAL TOTAL R/DO	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)
				HUMANAS		ABREVADERO DE ANIMALES		RIEGO CULTIVOS					
				No.	100 Demanda	NUMERO	D/DA	ÁREA	D/DA	R/DO			

	(Ha)				L/Día según Ras 2000 .		B E P A C O						(Ha)	(L/S)				
Alcido Torres	25	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	16	0	0	0	0	0	0,0087024	7	1,4	1,4149824	Tubería	-
Anonityo Manuel	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	5	0	0	0,0027195	3	0,6	0,6089995	Tubería	-
Amira Elina Foncesa	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	12	0	0	0	0	0	0,0065268	5	1	1,0112368	Tubería	Tanque
Alberto Bravo	90	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	55	0	0	0	0	0	0,0299145	12	2,4	2,4377645	Tubería	Tanque
Alder Ortega Villareal	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	35	0	0	0	0	0	0,0190365	9	1,8	1,8237465	Tubería	-
Alvaro Fabian Aroca	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	8	0	0	0,0043512	3	0,6	0,6106312	Tubería	-
Alis Maria Romero	6	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	11	0	0	0,0059829	1	0,2	0,2106929	Tubería	-
Albenis Jose Guevara	15	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	48	0	0	0	0	0	0,0261072	4	0,8	0,8339572	Tubería	Tanque
Arnol Alfredo Camacho	80	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	45	0	0	0	0	0	0,0244755	0	0	0,0307555	Tubería	-
Anonio Parra Beleño	55	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	60	0	0	0	0	0	0,032634	7	1,4	1,438914	Tubería	-
Victor Rodriguez	50	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	40	0	0	6	0	0	0,0250194	5	1	1,0312994	Tubería	-
Ruben Bitta	23	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	15	0	0	0	0	0	0,0081585	5	1	1,0128685	Tubería	Tanque
Victor Hugo Gerardino	15	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	9	0	0	0	0	0	0,0048951	3	0,6	0,6096051	Tubería	-
Ruben Florez Paez	55	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	35	0	0	0	0	0	0,0190365	9	1,8	1,8268865	Tubería	-

Belinda Chinchilla	50	Afluente San Pedro	0,114	6	0,00157	0,00942	47	0	0	0	0	0	0,0255633	10	2	2,0349833	Tubería	-
Ramon Paez	7	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	9	0	0	0	0,0048951	2	0,4	0,4127451	Tubería	-

Tabla 414 Consolidado de encuesta El Palmar (Parte Baja Microcuenca San Pedro)

USUARIO	ÁREA NOMBRE		NECESIDADES ACTUALES DEL RECURSO HÍDRICO (LITROS/SEGUNDO)											CAUDAL TOTAL R/DO	C/CCION (PULG)	TIPO DE ALM/TO (m³)		
	DEL P/DIO	DE LA C/TE	CAUDAL DE ENTRADA	HUMANAS		ABREVADERO DE ANIMALES					RIEGO CULTIVOS							
	(Ha)			No.	Demanda	B	E	P	A	C	O	D/DA	ÁREA (Ha)	D/DA				
				100 L/Día según Ras 2000 .											(L/S)			
Nando Garcia	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	32	0	0	0	0	0	0,0174048	7	1,4	1,4221148	Tubería	Tanque
David	7	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	9	0	0	0,0048951	1	0,2	0,2111751	Tubería	-
Antonio Sanchez	20	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	16	0	0	0	0	0	0,0087024	4	0,8	0,8134124	Tubería	-
Costa Luz	19	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	10	0	0	0	0	0	0,005439	5	1	1,013289	Tubería	Tanque

Teresa Sanchez	5	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	0	0	0	15	0	0	0,0081585	1	0,2	0,2160085	Tubería	-
Victor Gamarra	9	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	0	0	0	7	0	0	0,0038073	0	0	0,0100873	Tubería	-
Maria Elena	55	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	38	0	0	0	0	0	0,0206682	10	2	2,0253782	Tubería	-
Antonia Santos	50	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	40	0	0	0	0	0	0,021756	7	1,4	1,426466	Tubería	-
Elvira Ortiz	2	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00471	Tubería	Tanque
Manuel Ortiz	20	Afluente San Pedro	0,114	5	0,00157	0,00785	10	0	0	8	0	0	0,0097902	6	1,2	1,2176402	Tubería	Tanque
Omar Ovallos	15	Afluente San Pedro	0,114	4	0,00157	0,00628	9	0	0	0	0	0	0,0048951	3	0,6	0,6111751	Tubería	Tanque
Juan de Dios	35	Afluente San Pedro	0,114	3	0,00157	0,00471	23	0	0	5	0	0	0,0152292	6	1,2	1,2199392	Tubería	Tanque

Tabla 415 Demanda hídrica sector vivienda rural

Demanda hídrica sector vivienda rural					
habitantes	ltrs/día	ltrs/ totales/día	ltrs/totales/mes	ltrs/totales/año	m3/año
1344	100	134400	4032000	48384000	48384

P

el cálculo de la demanda hídrica en el sector vivienda urbana se acudió a la información oficial de la empresa prestadora de servicios públicos de aguas del Cesar la cual indico que la población oficial en la cabecera municipal es de 20797 hab ; que según el RAS 2010 presentan una demanda de 100ltrs/día

Tabla 416 Demanda hídrica para las viviendas de la cabecera municipal “sector domestico

Demanda hídrica sector vivienda urbana					
habitantes	ltrs/día	ltrs/ totales/día	ltrs/totales/mes	ltrs/totales/año	m3/año
20797	100	2079700	62391000	748692000	748692

Fuente. Autoras 2017

Para la demanda de agua del sector agrícola según el IDEAM El cálculo del uso del recurso hídrico en el sector agrícola se acota a partir de dos componentes:

a) la estimación del agua extraída con fines agrícolas, mediante la agregación del uso consuntivo y el agua extraída no consumida.

b) el valor agregado por consumo de agua en las actividades de poscosecha, que aplica puntualmente a los cultivos de café, banano y transformación de la hoja de coca, sin incluir la química final asociada a la obtención de base de coca y clorhidrato de cocaína.

Para nuestra investigación no se tuvo en cuenta el segundo literal solo se menciona a manera de información técnica, para nuestro cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos se acudió a lo manifestado en la resolución 865, donde los resultados fueron.

Tabla 417 Necesidades Hidricas de los cultivos resolución 865

Ha de siembra	Requerimiento de agua l/día	Requerimiento de agua l/mes	Requerimiento de agua m ³ /año
	52085376	1562561,128	18750735,36

Fuente. Autoras 2017

Demanda hídrica del sector pecuario cría de ganado en la microcuenca de la quebrada san pedro

Tabla 418 Demanda hidrica sector pecuario

	ltrs/día	ltrs/Año	M3/año
	311281,367	112061292,1	112061,2921

Fuente. Autores 2017

En la tabla 32 se presentan los datos consolidados de la demanda hídrica por sectores y el ponderado local para dar cumplimiento al objetivo específico 2 del proyecto de investigación

sector	m3/año
Domestico rural	48384
Domestico urbano	748692

sector pecuario(producción bovina)	112061,2921
sector agrícola	18750735,36
total	19659872,29

5.3 Actualización del Índice de Escasez de la microcuenca quebrada San Pedro según lo estipulado en la metodología oficial para Colombia y consignada en la resolución 865 del 2004

La resolución 865 consigna en su documento oficial “Una vez realizadas las respectivas mediciones, cálculos y análisis con respecto a la oferta hídrica neta y a la demanda, se calcula el índice de escasez a partir de la expresión matemática (2.20) estableciéndose de esta manera una relación porcentual”.

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} \cdot Fr \cdot 100$$

Fórmula 6. Índice del Escasez fuente. Resolución 865 del 2004

Dónde:

Ie: Índice de escasez en porcentaje

Dh: Demanda hídrica en metros cúbicos (m³)

Oh: Oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos (m³)

Fr: Factor de reducción por calidad del agua y el caudal ecológico

100: Para expresarlo en porcentaje

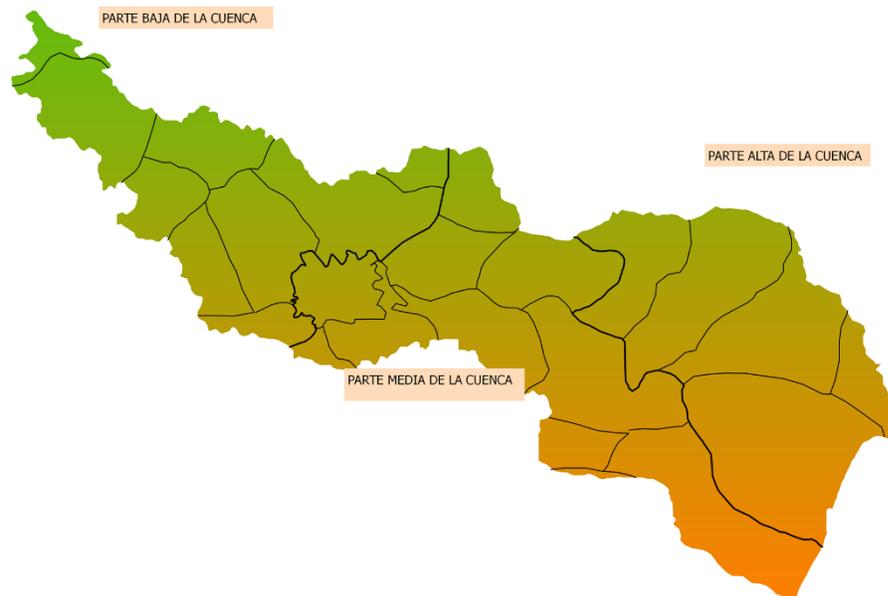


Figura 20 Cuencas Curumani, Cesar

Oferta y Demanda Rural del Recurso Hídrico en la Quebrada San Pedro

- **Vereda El Bolsillo (Parte Media)**

Población actual: 36 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,05652 litros por segundo.

Animales: 0,1843821 litros por segundo.

Riego de cultivos: 10,8 litros por segundo.

Demanda actual: 11,0409021 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{11,040902}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = \mathbf{481,50\%}$$

- **Vereda la Galaxia (San Pedro Medio)**

Población actual: 58 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,09106 litros por segundo.

Animales: 0,919191 litros por segundo.

Riego de cultivos: 16,8 litros por segundo.

Demanda actual: 16,9829791 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{16,9829791}{2,2930} \times 100\%$$

Índice de Escasez=740%

- **Vereda El Espejo (Parte Alta)**

Población actual: 27 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,04239 litros por segundo.

Animales: 1,027971 litros por segundo.

Riego de cultivos: 16,6 litros por segundo.

Demanda actual: 16,7451871 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{16,7451871}{48,6} \times 100\%$$

Índice de Escasez= 34,45%

- **Vereda El Porvenir (Parte Alta)**

Población actual: 79 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,12403 litros por segundo.

Animales: 1,354311 litros por segundo.

Riego de cultivos: 30,2 litros por segundo.

Demanda actual: 30,4594611 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{30,4594611}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 62,67\%$$

- **Vereda Quebrada Seca (Parte Alta)**

Población actual: 43 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,06751 litros por segundo.

Animales: 0,5439 litros por segundo.

Riego de cultivos: 11,2 litros por segundo.

Demanda actual: 11,3219 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{11,3219}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 23,29\%$$

- **Vereda Nueva Granada (Parte Baja)**

Población actual: 58 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,09106 litros por segundo.

Animales: 0,92463 litros por segundo.

Riego de cultivos: 20,4 litros por segundo.

Demanda actual: 20,583523 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{20,583523}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 957\%$$

- **Vereda Laureles Bajos (Parte Alta)**

Población actual: 37 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,05809 litros por segundo.

Animales: 1,060605 litros por segundo.

Riego de cultivos: 21,3 litros por segundo.

Demanda actual: 21,464150 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{21,464150}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = \mathbf{44,16\%}$$

- **Vereda La Carolina (Parte Media)**

Población actual: 51 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08007 litros por segundo.

Animales: 1,131312 litros por segundo.

Riego de cultivos: 29,4 litros por segundo.

Demanda actual: 29,5932012 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{29,5932012}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = \mathbf{1290\%}$$

- **Vereda Union Animito (Parte Baja)**

Población actual: 51 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08007 litros por segundo.

Animales: 0,76146 litros por segundo.

Riego de cultivos: 9,6 litros por segundo.

Demanda actual: 9,756216 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{9,756216}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 454\%$$

- **Vereda La Luna (Parte Alta)**

Población actual: 73 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,11461 litros por segundo.

Animales: 1,174824 litros por segundo.

Riego de cultivos: 19,2 litros por segundo.

Demanda actual: 19,4320924 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{19,4320924}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 39,98\%$$

- **Vereda Laurens Altos (Parte Media)**

Población actual: 54 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08478 litros por segundo.

Animales: 0,859362 litros por segundo.

Riego de cultivos: 8,6 litros por segundo.

Demanda actual: 8,7707162 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} = \frac{19,4320924}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 39,98\%$$

- **Vereda Los Cedros (Parte Media)**

Población actual: 50 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,0785 litros por segundo.

Animales: 1,223775 litros por segundo.

Riego de cultivos: 10,3 litros por segundo.

Demanda actual: 10,5008775 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{10,5008775}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 457\%$$

- **Vereda El Algarrobo (Parte Baja)**

Población actual: 56 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08792 litros por segundo.

Animales: 1,267287 litros por segundo.

Riego de cultivos: 9,84 litros por segundo.

Demanda actual: 10,0546487 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{10,0546487}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 467\%$$

- **Vereda El Coclí (Parte Alta)**

Población actual: 54 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08478 litros por segundo.

Animales: 1,550115 litros por segundo.

Riego de cultivos: 10,4 litros por segundo.

Demanda actual: 10,6397915 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} = \frac{10,6397915}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 21,89\%$$

- **Vereda La Elvira (Parte Baja)**

Población actual: 48 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,07536 litros por segundo.

Animales: 1,136751 litros por segundo.

Riego de cultivos: 9,4 litros por segundo.

Demanda actual: 9,5890351 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{9,5890351}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 446\%$$

- **Vereda Nueva Idea (Parte Alta)**

Población actual: 61 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,09577 litros por segundo.

Animales: 1,756797 litros por segundo.

Riego de cultivos: 20,8 litros por segundo.

Demanda actual: 21,0714497 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{21,0714497}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 43,35\%$$

- **Vereda San Rafael (Parte Media)**

Población actual: 40 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,0628 litros por segundo.

Animales: 1,03341 litros por segundo.

Riego de cultivos: 16,4 litros por segundo.

Demanda actual: 16,566141 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{16,566141}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 722,4\%$$

- **Vereda Sacata (Parte Alta)**

Población actual: 62 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,09734 litros por segundo.

Animales: 1,174824 litros por segundo.

Riego de cultivos: 56,9 litros por segundo.

Demanda actual: 57,1148224 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{57,1148224}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 117,52\%$$

- **Vereda San Miguel (Parte Baja)**

Población actual: 45 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,07065 litros por segundo.

Animales: 1,114995 litros por segundo.

Riego de cultivos: 8,7 litros por segundo.

Demanda actual: 8,8821495 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{8,8821495}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 413,35\%$$

- **Vereda San Pedro Alto (Parte Alta)**

Población actual: 67 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,10519 litros por segundo.

Animales: 3,519033 litros por segundo.

Riego de cultivos: 30,2 litros por segundo.

Demanda actual: 30,6570933 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{30,6570933}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 63,08 \%$$

- **Vereda San Pedro Bajo (Parte Baja)**

Población actual: 48 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,07536 litros por segundo.

Animales: 1,202019 litros por segundo.

Riego de cultivos: 13,4 litros por segundo.

Demanda actual: 13,5955619 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{13,5955619}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 632,70 \%$$

- **Vereda El Desengaño(Parte Media)**

Población actual: 57 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,08949 litros por segundo.

Animales: 1,620822 litros por segundo.

Riego de cultivos: 55,6 litros por segundo.

Demanda actual: 55,8515722 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{55,8515722}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 2435,7 \%$$

- **Vereda Casa De Piedra (Parte Alta)**

Población actual: 73 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,11461 litros por segundo.

Animales: 3,649569 litros por segundo.

Riego de cultivos: 141,2 litros por segundo.

Demanda actual: 141,7285179 litros por segundo.

Oferta actual: 48,6 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{141,7285179}{48,6} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 291,62 \%$$

- **Vereda San Pedro Medio (Parte Media)**

Población actual: 65 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,10205 litros por segundo.

Animales: 2,480184 litros por segundo.

Riego de cultivos: 15,6 litros por segundo.

Demanda actual: 15,9500684 litros por segundo.

Oferta actual: 2,2930 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{15,9500684}{2,2930} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 695,59 \%$$

- **Vereda El Palmar (Parte Baja)**

Población actual: 45 personas.

Necesidades actuales del recurso hídrico:

Consumo humano: 0,07065 litros por segundo.

Animales: 1,207458 litros por segundo.

Riego de cultivos: 10 litros por segundo.

Demanda actual: 10,1913958 litros por segundo.

Oferta actual: 2,1488 litros por segundo.

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{10,1913958}{2,1488} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 474,28 \%$$

Tabla 50 demanda y oferta por veredas

No	VEREDA	OFERTA	DEMANDA TOTAL	DOMESTICO	ANIMALES	AGRICOLA
1	El Bolsillo	1,368	11,0409021	0,05652	0,1843821	10,8
2	La Galaxia	1,71	16,9829791	0,09106	0,0919191	16,8
3	El Espejo	1,254	16,7451871	0,04239	0,1027971	16,6
4	El Porvenir	2,622	30,4594611	0,12403	0,1354311	30,2
5	Quebrada Seca	1,368	11,3219	0,06751	0,05439	11,2
6	Nueva Granada	1,71	20,583523	0,09106	0,092463	20,4
7	Laureles Bajos	1,254	21,4641505	0,05809	0,1060605	21,3
8	La Carolina	1,824	29,5932012	0,08007	0,1131312	29,4
9	Union Animito	1,482	9,756216	0,08007	0,076146	9,6
10	La Luna	1,824	19,4320924	0,11461	0,1174824	19,2
11	Laureles Altos	1,482	8,7707162	0,08478	0,0859362	8,6
12	Los Cedros	1,368	10,5008775	0,0785	0,1223775	10,3
13	Algarrobo	1,482	10,0546487	0,08792	0,1267287	9,84
14	El Coclí	1,596	10,6397915	0,08478	0,1550115	10,4
15	La Elvira	1,368	9,5890351	0,07536	0,1136751	9,4
16	Nueva Idea	1,71	21,0714497	0,09577	0,1756797	20,8
17	San Rafael	1,14	16,566141	0,0628	0,103341	16,4
18	Sacata	1,938	57,1148224	0,09734	0,1174824	56,9
19	San Miguel	1,14	8,8821495	0,07065	0,1114995	8,7
20	San Pedro Alto	1,938	30,6570933	0,10519	0,3519033	30,2
21	San Pedro Bajo	1,368	13,5955619	0,07536	0,1202019	13,4
22	El Desengaño	1,482	55,8515722	0,08949	0,1620822	55,6
23	Casa De Piedra	1,824	141,7285179	0,11461	0,4139079	141,2
24	San Pedro Medio	1,824	15,9500684	0,10205	0,2480184	15,6
25	El Palmar	1,368	10,1913958	0,07065	0,1207458	10
	TOTAL	39,444	608,5434536	2,10066	3,6027936	602,84

5.4 Interpretación del índice de escasez obtenido para la microcuenca

Interpretación del índice de escasez obtenido para la microcuenca

La resolución 865 del 2004 agrupa el índice de escasez en 5 categorías

Tabla 51 Categorías del índice de escasez y su explicación

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

Nota: tabla construida a partir de la que se encuentra en el documento de la resolución 865 del 2004

Tenemos los siguientes resultados en cuanto demanda de la Microcuenca San Pedro:

Domestico rural	48384
Domestico urbano	748692
sector pecuario	112061.29
sector agrícola	18750735
total	19659873

Y Para la oferta hídrica de la Microcuenta hicimos un ponderado en cuanto a época de invierno y verano:

<i>VERANO</i>	<i>INVIERNO</i>	ponderado
<i>10,43</i>	<i>48,6</i>	<i>29,515</i>
<i>1,4041</i>	<i>2,2930</i>	<i>1,84855</i>
<i>0</i>	<i>2,1488</i>	<i>1,0744</i>
		<i>10,81265</i>

Ponderad o l/s	l/día	l/mes	m ³ /año	Reducción por calidad de agua	Reduccion por caudal ambiental	Caudal neto m ³ /año
10,81265	934212,96	28026388.8	336316,66	84079,1664	84079,1664	168157,8352

INDICE DE ESCASEZ GENERAL

$$\text{Índice de Escasez} \equiv \frac{19659873}{336316,66} \times 100\%$$

$$\text{Índice de Escasez} = 5845,6\%$$

Como resultado de los cálculos formulados en el presente estudio y siguiendo lo estipulado por el método lluvia escorrentía complementado con la medición en la fuente del caudal superficial puntual de la quebrada San Pedro se obtuvo que el índice de escasez de esta microcuenca es del **5845,6%** % siendo una categoría alta porque supera el rango del 50%, esto permite indicar que la microcuenca presenta una demanda alta del recurso hídrico es decir que la oferta de agua es muy poca para tantas necesidades.

5.5 Análisis

Los resultados de los aforos en la microcuenca quebrada San Pedro se encuentran en la siguiente gráfica de barras.

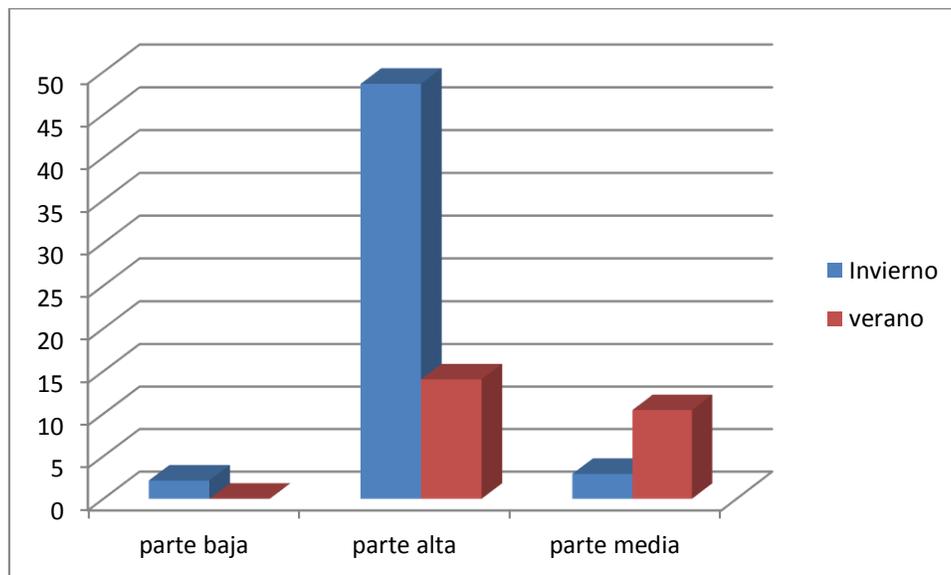


Figura 21 Resultados de los aforos en la microcuenca quebrada San Pedro.

En la que se puede observar el drástico cambio en época de verano a invierno del caudal en la parte alta de la quebrada, es decir que naturalmente la cuenca tiene la capacidad de

recuperarse entre los niveles normales de caudal en temporada de lluvias, luego a través de su recorrido a la parte media donde se localiza la parte urbana y la mayor cantidad de veredas, este caudal se reduce drásticamente al punto que al llegar a la parte baja el lecho del río se hace altamente visible, junto con una gran cantidad de sedimentos.



Figura 22. Época invierno parte baja

Ahora pues, en la época de verano la parte alta no tiene la capacidad de ofertar la cantidad de agua suficiente para las necesidades domésticas de toda la población por lo que en estas temporadas todo tipo de actividad económica queda paralizada. Y, en las partes media y baja el caudal es mínimo al punto que no es visible siquiera una lamina de agua.

A través del aforo realizado después de la captación tipo lateral del acueducto municipal de curumani ACUACUR, se pudo deducir que el abastecimiento de agua para la población urbana del municipio es una de las actividades que mas cambios ejercen sobre la oferta de la quebrada; ya que pasa de un caudal de 48,6 l/s a 10,26207 l/s luego de la represa. Este representa que captan mas del 60% del agua que fluye por el lecho del efluente. Esta PTAP cuenta con una

concesión de aguas de 96 l/s que en época de verano esta cifra es menor , y en epoca de invierno, llegan a obtener 56 l/s y 76 l/s (caudales en la visita a la PTAP) respectivamnete para la planta 1 y 2 que se encuentran dentro de las mismas instalaciones.



Figura 23 planta 1 y 2

Esto significa, que no solo no respetan el caudal ecologico de la quebrada, si no que, no permite la continuidad del fluido y el abastecimiento de la población veredal en la parte media y baja de Curumani. Por lo tanto en el momento en que la población de la cabecera urbana del municipio aumente, el caudal disponible para los veredales será nula.

Actualmente el DANE establece una población de 20797 habitantes en el casco urbano para el año 2005; según acuacur sus usuarios son 35000 para el presente año lo que significa un alto crecimiento poblacional a pesar de los moviemientos migratorios que el DANE ha anticipado.

El paisaje en la parte alta de la quebrada demuestra una de las causas de la disminución de caudal de la microcuenca; este esta compuesto por un mosaico de pastos naturales y artificiales destinados a la ganadería con un alto grado de deforestación, que puede ocasionar los sedimentos encontrados en la parte media y baja.

En cuanto a la calidad de agua, posee parametros optimos para agua cruda, sin embargo tiene una alta presencia de coliformes que en los procesos de potabilización podrian no eliminar por completo; y para los habitates veredales que consumen el agua sin previo tratamiento podria significar un riesgo e la salud, al ser estos microorganismos los generadores de problemas gastrointestinales.

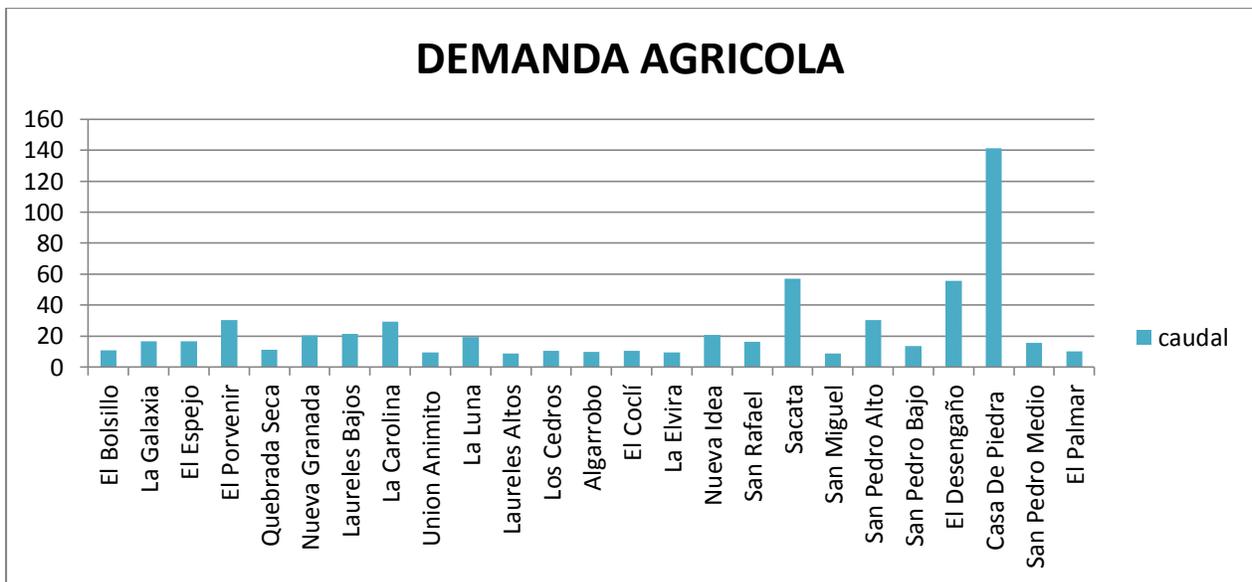


Figura 24 demanda de agua agrícola de la microcuenca San Pedro. Fuente. Autoras

Esta grafica de barras, representa la demada agrícola para cada una de las veredas que suele ser respectiva a el área que cada una posee. En la actualidad, a excepción de 3 veredas (El Mamey, San Sebastián y El Triunfo; ya que estas se suministran por otro lado) ninguna utiliza el

agua para riego si no para consumo humano y pecuario, ya que el caudal que llega a cada una de ellas corresponde a 0,114 l/s de un acueducto veredal, agua transportada por una tubería que carece de concesión.

El agua suministrada a las plantas proviene de las precipitaciones, razón por la que los agricultores comienzan la siembra de cultivos en épocas **específicas** que al momento de la reproducción de la planta cuenten con lluvias continuas. Los cultivos más comunes en esta época del año son los de palma de aceite, mango, tomate, arroz, maíz y yuca. Siendo el primero el más común en la zona.

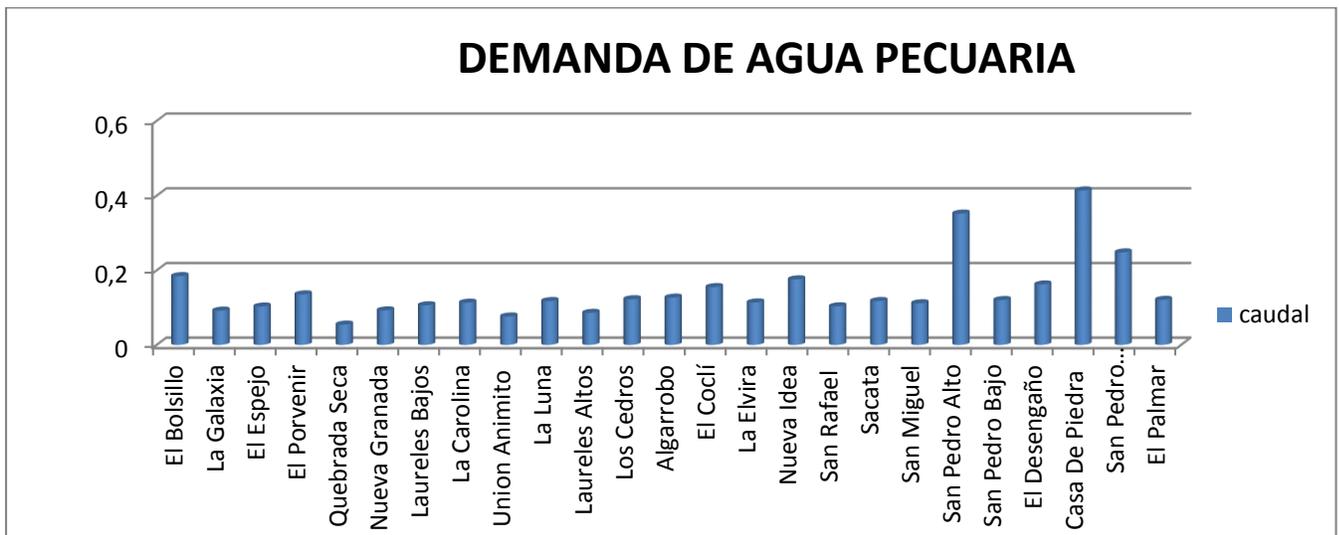


Figura 25 Demanda de agua pecuaria de la microcuenca San Pedro. Fuente. Autoras

En cuanto a las actividades pecuarias la más común es la ganadería que se desarrolla sobre grandes extensiones de superficie plana sin árboles, y que brindan el agua por medio de abrevaderos que con el caudal que extraen les alcanza para los pequeños predios. De esta actividad la más representativa es la Casa de Piedra que se encuentra en la parte alta de la cuenca.

Teniendo en cuentas las necesidades agropecuarias se determinó el índice de escasez para cada vereda, que dio como resultado :

Tabla 52 Microcuenca San Pedro Alto

NOMB_ VEREDA	INDICE DE ESCASEZ	CATEGORIA
El espejo	34,45 %	Medio Alto
El Porvenir	62,67%	Alto
Quebrada Seca	23,29%	Medio Alto
Laureles bajos	44,16%	Medio Alto
La Luna	39,98%	Medio Alto
El coclí	21,89%	Medio Alto
Nueva Idea	43,35%	Medio Alto
Sacata	117,52%	Alto
San Pedro Alto	63,08%	Alto
Casa de Piedra	291,62 %	Alto

Para estas veredas que tienen una oferta de 48,6 l/s la demanda que estas ejercen es de apreciable a alto, es decir que la cantidad de agua que necesitan esta por encima de lo que puede ofertar la cuenca. Más aun cuando esta cifra proviene del aforo en temporada de lluvias y no tiene la reducción del caudal ecológico a conservar y calidad del agua. Por consiguiente en época de verano la presión ambiental es mayor, y las posibilidades de garantizar el abastecimiento total so menores.

Tabla 53 Microcuenca San Pedro Medio

NOMB_ VEREDA	INDICE DE ESCASEZ	CATEGORIA
El Bolsillo	481,50%	Alto
La galaxia	740%	Alto
La Carolina	1290%	Alto
Laures Altos	39,98%	Medio- alto
Los cedros	457%	Alto
San Rafael	722,4%	Alto
El desengaño	2435%	Alto

San Pedro medio	695,59 %	Alto
-----------------	----------	------

El caudal que oferta la microcuenca es de 2,2930 l/s por lo que la mayoría de índices dan por encima del 100% ya que no es posible abarcar la totalidad de la demanda de las veredas. Lo preocupante de este índice es que a pesar que se oferte la totalidad del agua no alcanza para tener una cobertura total de las necesidades, por lo tanto es entendible el porque los habitantes de las veredas no utilizan el agua de la microcuenca para riego de cultivos.

Tabla 54 Microcuenca San Pedro Bajo

NOMB_ VEREDA	INDICE DE ESCASEZ	CATEGORIA
Vereda Nueva Granada	957%	Alto
Union Animito	454%	Alto
El Algarrobo	467%	Alto
San Pedro Bajo	632,70%	Alto
El Palmar	474,28 %	Alto

El escenario más grave es el de la parte baja de la cuenca que el caudal ofertado es muy por debajo de las necesidades de la población, es por ello que muchas veredas buscan otras opciones para poder obtener el recurso hídrico, como explotación de agua subterránea u otros afluentes de la quebrada San Pedro.

Es de aclarar nuevamente, que en la actualidad son pocos los predios que usan el agua para abastecer sus actividades agrícolas por lo tanto sin tener en cuenta estas tendríamos un índice de escases que a continuación se presenta:

Tabla 55 Oferta y demanda por veredas sin consideración de las actividades agrícolas

No	VEREDA	OFERTA	DEMANDA TOTAL	DOMESTICO	ANIMALES	INDICE DE ESCACEZ
1	El Bolsillo	2.293	0.2409021	0.05652	0.1843821	10.5
2	La Galaxia	2.293	0.1829791	0.09106	0.0919191	7.9
3	El Espejo	48.6	0.1451871	0.04239	0.1027971	0.2
4	El Porvenir	48.6	0.2594611	0.12403	0.1354311	0.5
5	Quebrada Seca	48.6	0.1219	0.06751	0.05439	0.2
6	Nueva Granada	2.293	0.183523	0.09106	0.092463	8.0
7	Laureles Bajos	48.6	0.1641505	0.05809	0.1060605	0.3
8	La Carolina	2.293	0.1932012	0.08007	0.1131312	8.4
9	Union Animito	2.293	0.156216	0.08007	0.076146	6.8
10	La Luna	1.824	0.2320924	0.11461	0.1174824	12.7
11	Laureles Altos	2.293	0.1707162	0.08478	0.0859362	7.4
12	Los Cedros	2.293	0.2008775	0.0785	0.1223775	8.7
13	Algarrobo	2.293	0.2146487	0.08792	0.1267287	9.3
14	El Coclí	48.6	0.2397915	0.08478	0.1550115	0.4
15	La Elvira	48.6	0.1890351	0.07536	0.1136751	0.3
16	Nueva Idea	48.6	0.2714497	0.09577	0.1756797	0.5
17	San Rafael	2.293	0.166141	0.0628	0.103341	7.2
18	Sacata	48.6	0.2148224	0.09734	0.1174824	0.4
19	San Miguel	2.293	0.1821495	0.07065	0.1114995	7.9
20	San Pedro Alto	48.6	0.4570933	0.10519	0.3519033	0.9
21	San Pedro Bajo	2.1488	0.1955619	0.07536	0.1202019	9.1
22	El Desengaño	2.293	0.2515722	0.08949	0.1620822	10.9
23	Casa De Piedra	48.6	0.5285179	0.11461	0.4139079	1.0
24	San Pedro Medio	2.293	0.3500684	0.10205	0.2480184	15.2
25	El Palmar	2.293	0.1913958	0.07065	0.1207458	8.3

Capítulo 6. Conclusiones

La población de la parte baja de la MICROCUENCA San PEDRO no cuentan con buen suministro del recurso hídrico por lo tanto no pueden satisfacer sus necesidades domésticas y agropecuarias. Pero a la vez no son concientes del buen uso del agua, ya sea por falta de nuevas tecnologías o por cultura, como ejemplo tenemos la falta de tanques de almacenamiento para algunos predios, que permiten que el agua que les llega por el acueducto veredal corra sin ningun método de control, desperdiciando el recurso.

Mediante el método del flotador se midió el caudal que sigue su curso luego de la captación de el acueducto del municipio de Curumani el cual se lleva un 82.56% del agua del río, tan solo un 17.44% sigue su curso por el lecho del río.

Sin la presión ejercida por las actividades agrícolas el indice de escacez para las veredas dentro de la microcuenca es bajo, dado a los pocos habitantes que hay en la zona.

La quebrada San Pedro es utilizado por muchas familias como fuente hídrica para consumo humano, sin embargo es importante mencionar que la población de la parte alta no es conciente del valor de la vegetación en el mantenimiento de la cuenca, dado que son ellos quienes deforestan para dedicarse a las actividades pecuarias. Además si tenemos en cuenta que los 50 metros de vegetación protectora del margen del río hacia fuera no se respetan, pues encontramos cultivos cercanos a la margen del río, únicamente está arborizada la cañada, esto influye en el aumento de la evotranspiración, viéndose afectada la disponibilidad y conservación del recurso hídrico.

Como conclusión general en la quebrada San Pedro se puede garantizar la calidad del agua del río (para consumo) luego de un tratamiento, y la deforestación en la parte alta es una amenaza para garantizar la oferta hídrica en un futuro.

La quebrada San Pedro se encuentra biotícamente degradada por los continuos procesos de intervención antrópica, principalmente sobre la vegetación nativa, lo cual deja grandes extensiones sin cobertura vegetal aumentando los problemas de erosión y disminuyendo los caudales.

Recomendaciones

Para fortalecer la investigación realizada, Se debe implementar la protección de la Microcuenca San Pedro, mediante la implementación de programas de reforestación y conservación de suelos, que permitan mantener y/o incrementar, los porcentajes de infiltración de la precipitación.

El índice de escasez es un parámetro de vital importancia para la toma de decisiones orientados al aprovechamiento y gestión del recurso, por lo tanto es de suma importancia que se fortalezca en la institucionalidad, el levantamiento de información base para el mismo, se entregue de forma homogénea, oportuna y de buena calidad, que se tenga más control sobre el uso del agua de forma informal, que se realicen continuos Monitoreos entre otros.

Se ve la necesidad de que la corporación entre en el proceso de reglamentación que permite la distribución racional y equitativa de acuerdo al orden de prioridades que cada predio posee. Y generar mecanismos de conservación del recurso.

Organizar y fortalecer grupos ecológicos mediante estrategias de educación y participación para promover una nueva cultura del agua en los niños y niñas de los municipios de Curumaní tanto en la parte urbana como rural.

Referencias

- Concejo Municipal de Curumani. (2011). *Concejo Municipal de Curumani, Departamento del Cesar*.
- D.M. Colorado and M.L. Triana. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales - Administración del Medio Ambiente. (2010). *Implementación del plan de gestión integral del recurso hídrico del Acueducto Comunitario Tribunas Córcega (PGIRH-ATC)*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). "Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia," in Proc. 1999 CONAPHI-Chile Los Recursos Hídricos de América Latina en el Umbral del Siglo XXI Temas Claves para su Desarrollo Conf.,.
- UNESCO. (2006). *Evaluación de Recursos Hidricos*.
- Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín – UNAL. (2012). *Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira – AGUAS Y AGUAS. Oferta y demanda hídrica en la Subregión 1 del Departamento de Risaralda con los municipios de Cartago y La Virginia*.
- Universidad Tecnológica de Pereira – UTP y Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER. . (2013). *Proyecto de instrumentación de la cuenca del Río Barbas. 2013*.

Bibliografía

International Water Management Institute (IWMI). Water accounting for integrated water management in river basins. Tools and Concepts for Improved Water Management.

International Water Management Institute (IWMI), Battaramulla, Sri Lanka. 2012.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. Reglamentación general del uso de las aguas del Río Meléndez. 2012.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ. Diagnóstico del plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del Río La Vieja. 2010.

O.F. Gómez, I.C. Velásquez and L. Villegas. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el Acueducto Comunitario Tribunas Córcega – ATC. 2012.

Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología - COLCIENCIAS, Corporación Universidad Libre Seccional Pereira. Evaluación, monitoreo y manejo sostenible de pérdidas de agua en empresas de acueducto de pequeñas localidades. 2014.

E.A. Domínguez, H.G. Rivera, R. Vanegas, P. Moreno. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* Vol 32(123), pp. 195-212. Jun, 2013.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), "Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia," in *Proc. 1999 CONAPHI-Chile Los Recursos Hídricos de América Latina en el Umbral del Siglo XXI Tems Claves para su Desarrollo Conf.*, pp. A13, 1-29.

Apéndice

**Apéndice A. Encuesta dirigida a los usuarios de la microcuenca quebrada san pedro
ubicados en el municipio de Curumani-Departamento Del Cesar.**

Encuesta No _____ Fecha: _____

1. Información del arrendatario o parcelero

Nombre: _____ N° de identidad: _____

Ocupación actual: _____ Permanente: Sí _____ No _____

Edad: _____ Sexo: F ___ M ___

Celular: _____

2. Información Socioeconómica de la familia.

N° de integrantes por la familia: _____

N° Integrantes	Género		Edad					Nivel Educativo			
	F	M	0-5	6-11	12-24	25-60	>60	Analfabetismo	Primaria	Secundaria	Profesional

2.1 Actividad Laboral y/o productiva

Número de personas que trabajan en el predio _____

2.2 Nivel de Ingresos Mensual.

Por debajo de salario mínimo ____ Salario mínimo ____ Mas del salario mínimo ____

2.3 Forma de pago

Diario____, Semanal____, Quincenal____, Mensual____, Otro____

3. Información del Predio:

Nombre: _____

Departamento: _____

Municipio: _____

Dirección del Predio: _____

Tipo de Centro Poblado: Cabecera Municipal: ____ Corregimiento: ____ Vereda: ____

Nombre Centro Poblado _____ Área (Ha): _____

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

Tipo de Construcciones:

Nº	Tipo de construcción	Área Mt2
	Viviendas	
	Establo	
	Piscicultura	
	Piscina	
	Galpones	
	Vivero	
	Porqueriza	
	Invernadero	
	Capucha	

Otras: _____ Mt2 Cuales: _____

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

3.2 Vivienda

- Paredes: Ladrillo _____ Madera _____ Bareque _____ Otro _____
- Pisos: Cemento _____ Baldosa _____ Madera _____ Tierra _____
- techo: Teja _____ Paja _____ Eternit _____ Zinc _____
- Unidad Sanitaria: Si _____ No _____
- Condición de la vivienda: Buena _____ Regular _____ Mala _____

3.3 Servicios Públicos:

- Energía Eléctrica: Sí _____ No _____
- Agua Potable: Sí _____ No _____
- Gas propano: Si _____ No _____
- Gas natural : Sí _____ No _____
- Alcantarillado: Sí _____ No _____
- Aseo: Sí _____ No _____
- Disposición Final de Residuos Sólidos: Quema _____ Entierra _____ Bota a cielo abierto _____
- Recicla _____ Otros _____
- Disposición final de Aguas Residuales: Campo Abierto _____ Quebrada _____ Pozo séptico _____

4. Información del Recurso Hídrico:

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

Nombre de la Fuente: _____

Caudal: _____

4.1 Uso del Agua:

1. Consumo Humano: Si ___ No ___ Número Personas _____

2. Uso Piscicultura: Si ___ No ___

3. Riego de cultivos: Si ___ No ___ Número Ha _____

4. Uso Recreacional: Si ___ No ___

5. Abrevadero de Animales: Si ___ No ___ Número Abrevaderos _____

Dispositivo de control Si ___ No ___ Cuál? _____

6. Servidumbre: Si: _____ No: _____ Longitud: _____ Mts

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

Otro: _____

8. Tipo de Captación: Gravedad: _____ Bombeo: _____ Motobomba de _____ H.P

9. Tipo de conducción. Dimensiones: Largo _____ Mts Ancho _____ Mts Profundo _____ Mts

10: material de Conducción: Manguera: _____ PVC: _____ Canal: _____ longitud: _____,

Mts _____, diámetro _____ . Observaciones: _____

Estado: Bueno ___ Regular ___ Malo ___

- Tanque distribuidor o de almacenamiento: Si ___ No ___ Material:

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

Apéndice B. Fotográfico



Aforo (Parte media de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte media de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte media de la microcuenca San Pedro)



Parte media de la microcuenca San Pedro



Entrevi
sta con
el
preside
nte de
la junta
El
Bolsill
o



Predio perteneciente a la microcuenca San Pedro donde se evidencia el Ganado como principal actividad



Encuesta vereda el Espejo



Encuesta vereda El Porvenir



Encuesta vereda Laureles Altos



Encuesta vereda El Bolsillo



Encuesta vereda La Luna



Encuesta vereda San Pedro Alto



Toma de muestra para análisis del agua



Medición de caudal (veredas)



Visita a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP)



Visita a la PTAP de Curumaní



Encuesta vereda la Galaxia



Encuesta vereda el Palmar



Encuesta vereda San Pedro Bajo



Reunión en la casa de la cultura del municipio con los líderes veredales que componen la microcuenca San Pedro



Reunión con los presidentes de la junta de cada vereda perteneciente a la quebrada San Pedro



Refrigerio como agradecimientos de su asistencia



Aforo (Parte Alta de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte Alta de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte Alta de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte Alta de la microcuenca San Pedro)



Aforo (Parte Alta de la microcuenca San Pedro)



Aforo (después de la bocatoma de la (microcuenca San Pedro)



Aforo (después de la bocatoma de la (microcuenca San Pedro)



Parte Baja Microcuenca San Pedro