

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN GENERAL DEL USO DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ASPECTOS GENERALES	2
3.	USOS DEL SUELO	6
3.1.	Condiciones Actuales	6
3.2.	Uso Potencial del Suelo.....	10
3.3.	Conflicto de Uso del Suelo.....	12
4.	OFERTA DE AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO BARBAS.....	14
4.1.	PRECIPITACIÓN MEDIA.....	15
4.2.	PRECIPITACIÓN EFECTIVA	18
4.3.	OFERTA HÍDRICA TOTAL	19
4.3.1.	Modelo de Tanques.....	20
4.3.2.	Curvas de Duración de Caudales	23
4.4.	ESTIMACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL	25
4.5.	CAUDAL DE OFERTA DISPONIBLE.....	25
5.	DEMANDA DE AGUA	28
5.1.	DEMANDA DE AGUA PARA USO HUMANO Y DOMÉSTICO (DUD)	32
5.2.	DEMANDA PARA USO AGRÍCOLA (DUA)	33
5.3.	DEMANDA PARA USO ACUÍCOLA/PISCÍCOLA (DAC).....	36
5.4.	DEMANDA PARA USO PECUARIO (DUP)	36
5.5.	DEMANDA SECTOR SERVICIOS (DUS).....	37
5.6.	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA	38
6.	BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA	41
7.	ÍNDICE DE USO DEL AGUA –IUA-	43
7.1.	IUA con valores de demanda hídrica actual (caudales concesionados vigentes).....	43
7.2.	IUA con valores de demanda hídrica propuestos.....	45
8.	Propuesta de distribución de las aguas.....	47
9.	BIBLIOGRAFÍA	51

1. INTRODUCCIÓN

La reglamentación del uso de las aguas se define como el proceso de administración del recurso hídrico adelantado por las Autoridades Ambientales con el objetivo de obtener una mejor distribución de las aguas para su aprovechamiento. Este es el caso de la subcuenca hidrográfica del río Barbas, que ha sido sometida a una alta presión antrópica, por ser un área de vital importancia ambiental y socioeconómica para los departamentos de Risaralda, Quindío y Valle del Cauca, siendo requerida su reglamentación.

La actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja, fue adoptado por las tres Corporaciones Autónomas Regionales de injerencia (CARDER, CRQ y CVC) en el año 2018; en donde se planteó la Estrategia “*Gestión Integral del recurso Hídrico para asegurar su oferta en disponibilidad y calidad*”, donde quedó definida la actividad “*Reglamentación de corrientes en unidades hidrográficas prioritizadas*” y una de las metas a cumplir en el corto plazo por las tres Corporaciones es llevar a cabo la Reglamentación del Uso de las aguas del río Barbas.

Con base en las consideraciones anteriores, las Autoridades Ambientales emitieron las correspondientes resoluciones que ordenan formular la Reglamentación del Uso General de las aguas del Río Barbas y tributarios priorizados (CVC: Resolución 0100 N°0600 - 0203 del 18 de marzo del 2022, CRQ: Resolución 000751 del 22 de marzo del 2022, CARDER: Resolución N° A-0207 del 30 de marzo del 2022). Es importante anotar, que el área de aferencia de la subcuenca del río Barbas fue actualizada durante el desarrollo del POMCA Río La vieja en el año 2018; lo que implicó que el municipio de Circasia (Quindío) que hace parte en mención de la declaratoria que ordenan la Reglamentación del Uso de las Aguas de la Subcuenca del río Barbas ya no haga parte de presente proceso de reglamentación; teniendo en cuenta que el último proceso de reglamentación se llevó a cabo en el año 2010.

Con el objetivo de apoyar técnicamente la labor de las Corporaciones Autónomas Regionales, en el marco del presente proyecto se desarrollará la propuesta de distribución de caudales como producto principal dentro de la reglamentación de las aguas del río Barbas y tributarios priorizados; que permitirá a las Autoridades Ambientales disponer de información técnica para llevar a cabo acciones y estrategias que permitan garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante la gestión y el uso eficiente.

2. ASPECTOS GENERALES

La subcuenca del río Barbas, junto con los ríos Quindío, Consotá y Roble, son los afluentes principales del río La Vieja. La Subcuenca tiene un área de 104,44 km² representando el 3,66% del área total de la cuenca del río La Vieja (2849,68 km²). Es compartida con tres departamentos (Quindío, Valle del Cauca y Risaralda), en cinco municipios (Salento, Filandia, Ulloa y Pereira), siendo los municipios de mayor representatividad geográfica Filandia (Quindío) con el 45,8%, Pereira (Risaralda) con el 30,2% y Ulloa (Valle del Cauca) con el 23,8% del territorio (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución en área y porcentaje de los municipios y departamentos en la Subcuenca del Río Barbas

Departamento	Municipio	Área Barbas (Km ²)	% en la Subcuenca
Quindío	Salento	0,24	0,23
	Filandia	47,80	45,77
Valle del Cauca	Ulloa	24,84	23,78
Risaralda	Pereira	31,57	30,22
Total		104,44	100

Fuente: elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018.

El río Barbas nace en la Cuchilla Morroazul a 2250 msnm en la cordillera central en el cañón del Barbas jurisdicción del municipio de Pereira (Risaralda), corregimiento de Tribunas-Córcega en la vereda La Suiza (Latitud 4,70877; Longitud -75,56474) y confluye en el río La Vieja a 1050 msnm, en la vereda Calamonte Bajo en el municipio de Ulloa (Valle del Cauca), (Latitud 4,72736; Longitud -75,85624). La subcuenca del río Barbas tiene como principales afluentes las quebradas El Brillante, La Plata, Palmichal, Lacha y

El Chispero. En la Tabla 2 se observa las áreas de drenaje definidas en la subcuenca objeto de reglamentación y en la Figura 1 la localización de las mismas.

Tabla 2. Áreas de drenaje definidas en la subcuenca del río Barbas.

Nombre del área	Área (km ²)	Proporción (%)
Q. El Brillante	2,98	2,85
Q. La Plata	18,45	17,66
Q. Palmichal	1,97	1,89
Q. Lacha	7,90	7,56
Q. El Chispero	4,86	4,65

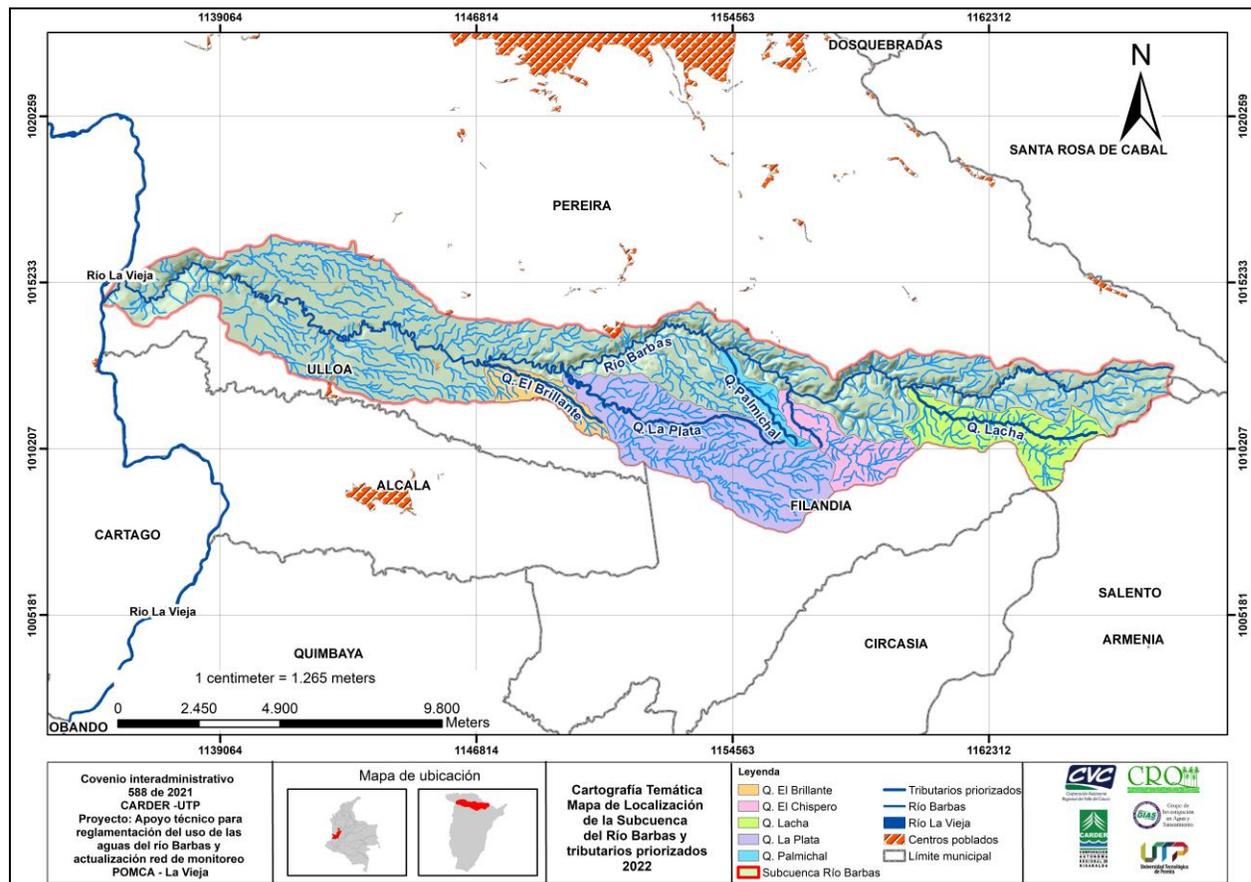


Figura 1. Localización de la Subcuenca del río Barbas.

(Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

La elevación media de la cuenca se ha estimado en 1515 msnm, con pendientes que presentan variaciones entre el 12 y 25%, lo que indica que las corrientes recorren un relieve medianamente accidentado y a su vez aumenta la velocidad del agua, afectando el suelo que forma los cauces (CINARA, 2000).

Bajo el concepto de distribución por zonas de diferenciación del impacto del agua, sin dejar de lado la interacción que existe en la Subcuenca, esta se clasifica en parte Alta,

Media y Baja (Figura 2). La clasificación anterior, se realizó con base en un modelo de elevación digital del terreno teniendo en cuenta condiciones orográficas e hidrológicas.

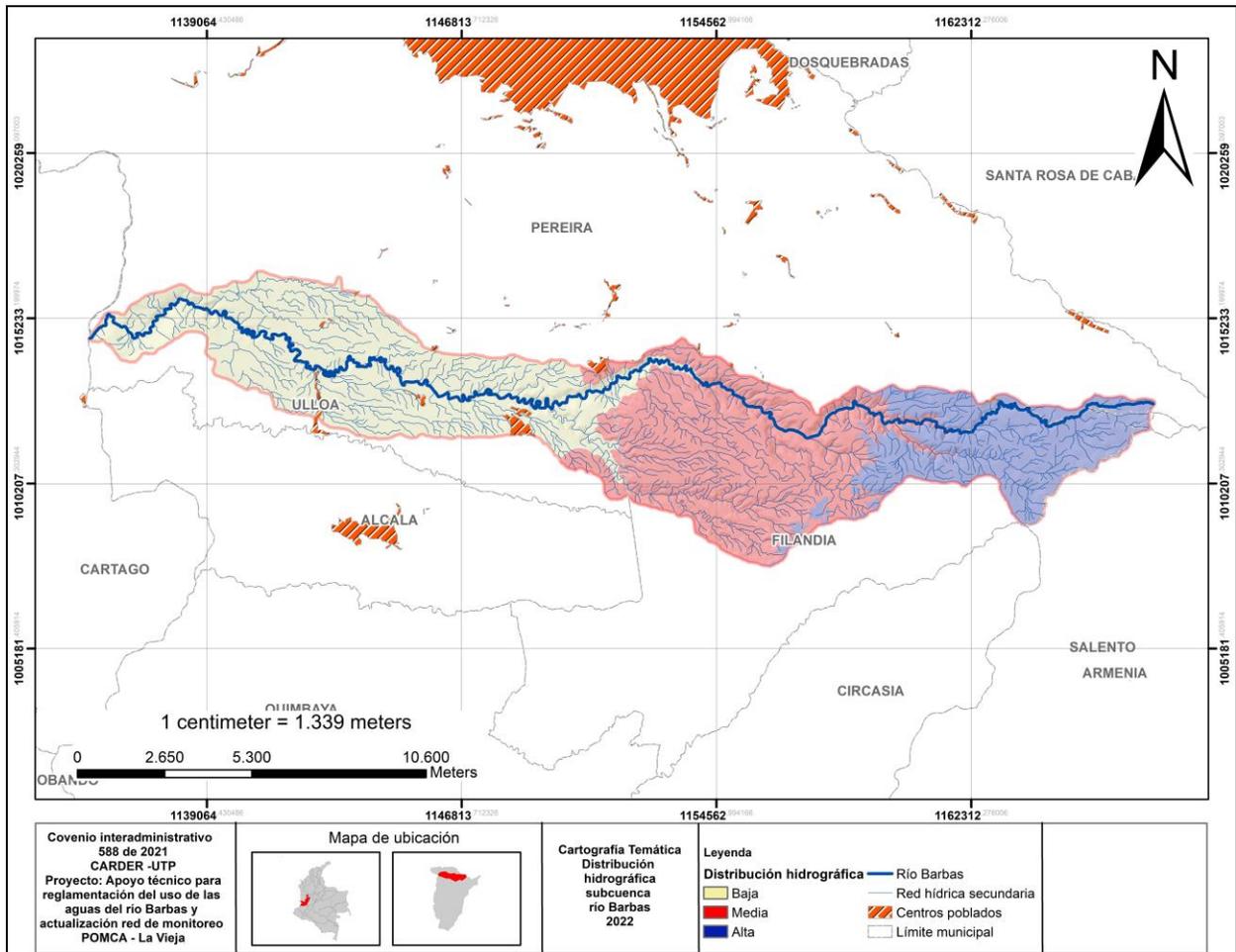


Figura 2. Mapa de Distribución hidrográfica de la subcuenca río Barbas en parte alta, media y baja. (Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

En la Tabla 3, se muestra la distribución de veredas y municipios representativos en la subcuenca río Barbas con base en la información obtenida del DANE (2021) y en la Figura 3, se observa la división territorial por veredas.

Tabla 3. Distribución de las veredas ubicadas sobre la Subcuenca río Barbas por municipios.

Departamento	Municipio	Vereda
Valle del Cauca	Ulloa	Chapinero
		La Montaña
		El Bosque
		Plata
		Dinamarca
		Berlín
		El Cofre
		El Placer
		La Pastora

Departamento	Municipio	Vereda
		Calamonte Bajo
		Calamonte Alto
		El Brillante
Quindío	Filandia	Argenzul
		Santa Teresa
		La Morelia
		La Palmera
		Cruces
		La Julia
		La India
		La Castalia
		La Lotería
	Salento	Cruces
		La Suiza
Risaralda	Pereira	Arabia
		El Gurrio
		El Hogar
		El Manzano
		Betulia
		Betulia Alta
		La Mecenia
		La Estrella
		La Palmilla
		La Suiza
		Santa Cruz de Barbas
		Miralindo
		Pérez Alto
		Pérez Bajo
		Tres Esquinas
Yarumal		

Fuente: DANE, 2021.

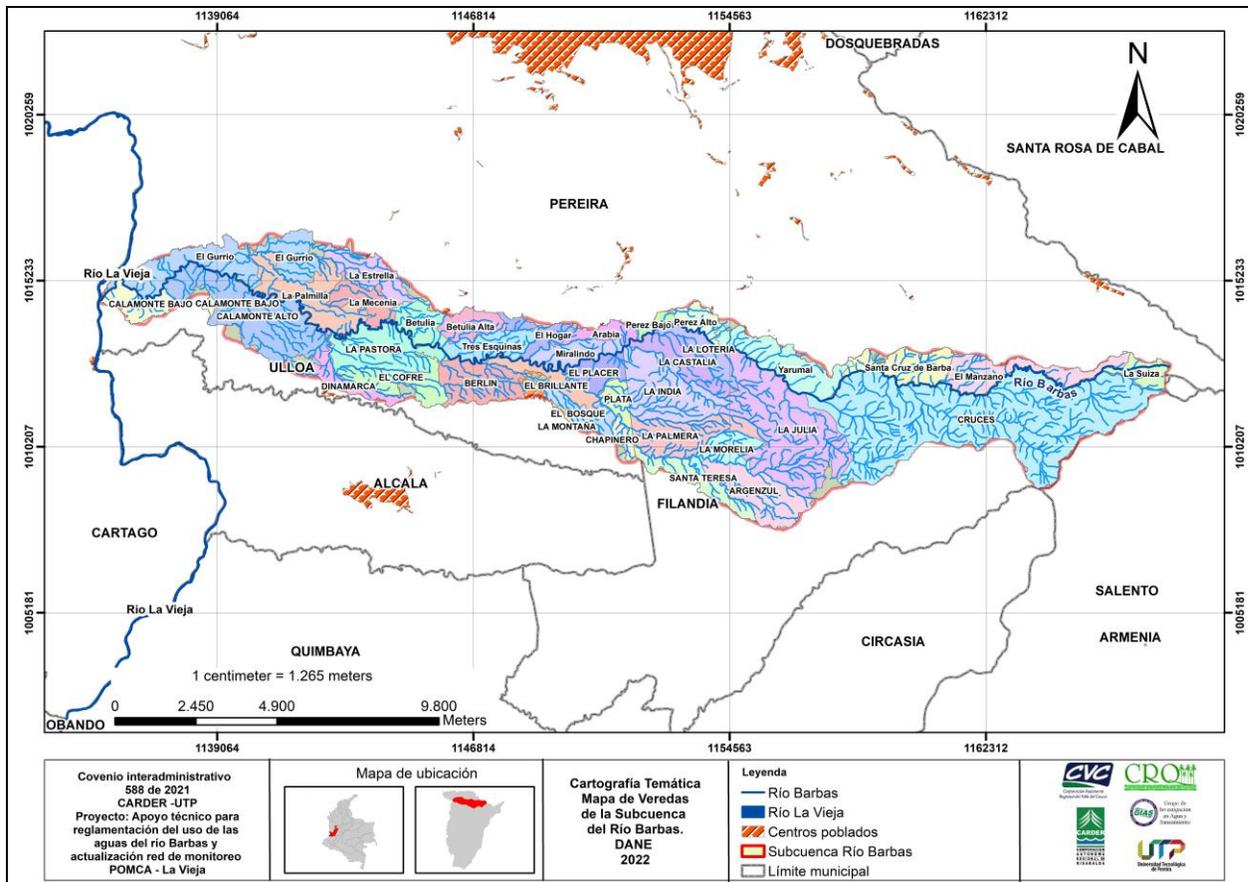


Figura 3. Distribución de las veredas ubicadas sobre la Subcuenca río Barbas, modificada con la información obtenida de DANE (2021).
(Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía DANE, 2021).

3. USOS DEL SUELO

3.1. Condiciones Actuales

Las coberturas naturales correspondientes a bosque y bosque secundario se caracterizan por ubicarse en mayor extensión en la parte alta y media de la Subcuenca derivando una gran diversidad de servicios ecosistémicos, que tienen una importancia estratégica en la regulación hídrica y el suministro de agua. La parte alta de la Subcuenca presenta importantes plantaciones forestales, aproximadamente el 3,08% del total de la zona de estudio. De cobertura boscosa se tienen 625,2 hectáreas que representan el 6% del área (UTP, 2012; Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

La subcuenca media presenta 1.605,32 hectáreas de bosque equivalentes al 15,4% del total de la subcuenca, que fueron protegidas principalmente por sus altas pendientes. El área presenta bosques secundarios y alrededor, un mosaico de sistemas productivos: el costado sur (Quindío) se encuentra rodeado de pastizales utilizados para ganadería, aunque la mayoría son casas de recreo. En la parte norte (Risaralda) existen importantes plantaciones forestales con especies como *Eucalyptus spp.* y *Pinus patula* con

aproximadamente 92,84 hectáreas; también se encuentran pastos para ganadería. Hacia el oriente se encuentran cultivos pequeños de lulo y hacia el occidente cultivos de café y plátano. (Gómez et al., 2006)

En la subcuenca baja la cobertura boscosa es de 354,54 hectáreas, siendo el uno de los principales usos del suelo, los pastos para la ganadería con 1403 hectáreas. En la Figura 4 se muestra el mapa general de cobertura vegetal y los usos del suelo presentes en la Subcuenca del río Barbas (Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

El café tecnificado/asociado y las pasturas para alimento de ganado ocupan una porción importante del territorio; además la cobertura boscosa se encuentra fragmentada y drásticamente reducida. Cabe anotar que existen actividades pecuarias y plantaciones forestales ubicadas en la parte alta de la Subcuenca, lo que hace que exista conflicto de uso del suelo con el Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen, ya que esta zona es estratégica para la protección del recurso hídrico, fauna y flora presentes.

En los últimos 14 años se han presentado cambios sustanciales en los usos del suelo de la cuenca, promovidos principalmente por la crisis cafetera. Se calcula que aproximadamente 12.000 a 14.000 hectáreas de cultivos de café tradicional y tecnificado han sido erradicadas para establecer otros cultivos principalmente pastos, plátano y cítricos, los pastos principalmente para la producción de carne y leche (ganadería). Igualmente, se ha dado un cambio hacia la prestación de servicios, especialmente en el sector turístico (CRQ et al., 2008).

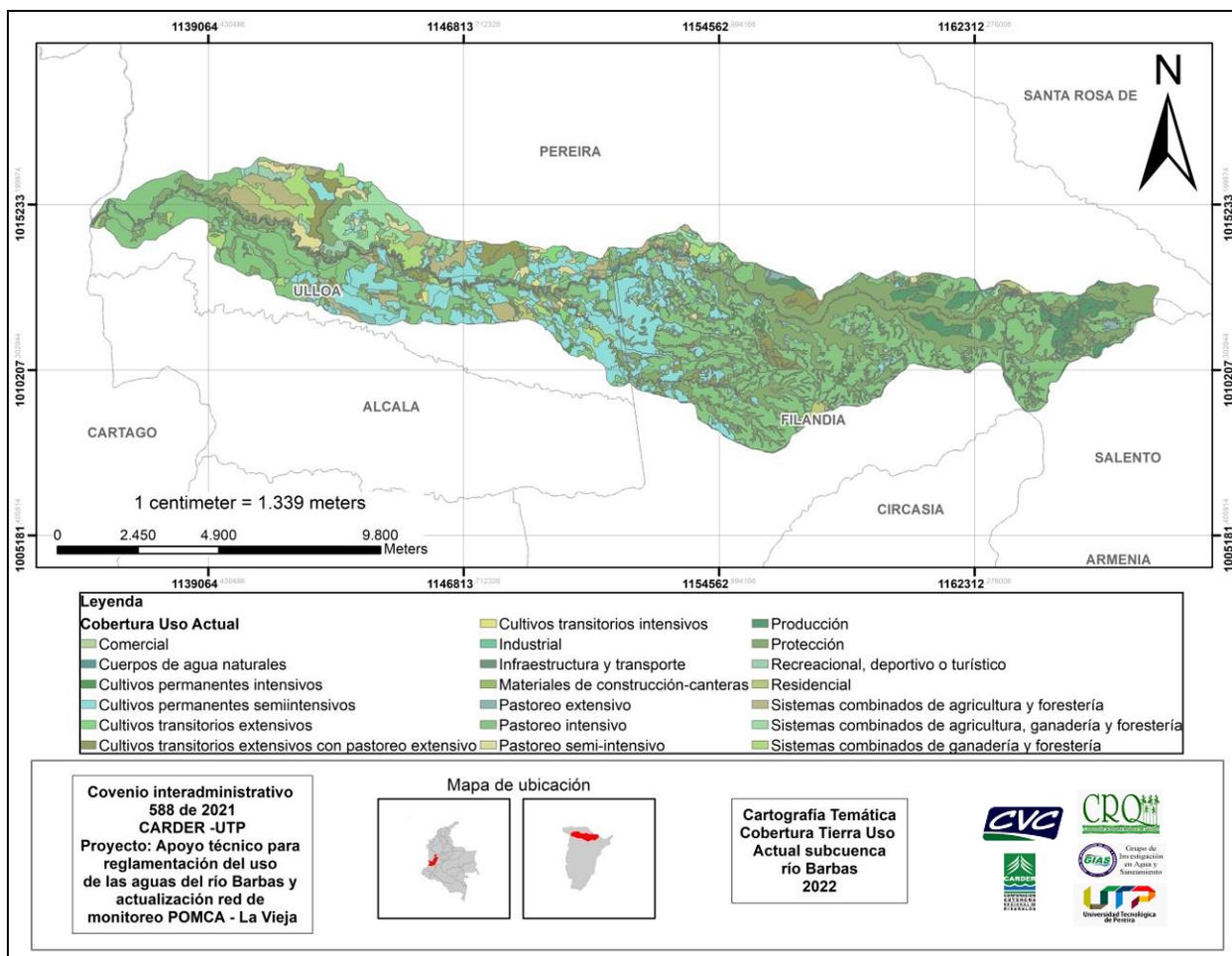


Figura 4. Mapa de cobertura vegetal/uso del suelo en la subcuenca río Barbas.
 (Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

Por medio del análisis de la cartografía existente se establecieron los principales usos del suelo en la Subcuenca, encontrando que predominan el pastoreo intensivo con un total de 3738,02 hectáreas, aproximadamente, seguido de plantación de protección con 2659,75 hectáreas y cultivos permanentes semi-intensivos con 1502,74 hectáreas (Tabla 4 y Figura 5).

En el municipio de Filandia, se encuentra el distrito de riego ASOJULIA, para cultivos de tomate y flores, los cuales, aunque no son el mayor uso en extensión, son muy representativos en términos de demanda de agua, pues son los únicos cultivos que requieren riego (UTP, 2012).

Tabla 4. Distribución actual de los usos del suelo en la subcuenca Río Barbas.

Uso Actual	Cobertura Uso del Suelo	Área (Ha)	Proporción (%)
Pastoreo intensivo	Pastos limpios	3738,02	35,79%
Protección	Arbustal abierto, Arbustal denso, Bosque arbolado (latifoliado), Bosque denso, Bosque denso bajo de guadua, Bosque ripario de guadua, Bosque ripario mixto, Herbazal y arbustal, Vegetación secundaria	2659,75	25,47%

	alta, Vegetación secundaria baja, Zonas pantanosas		
Cultivos permanentes semiintensivos	Platano, Café, Cafe a plena exposicion, Café con semisombra, Café con sombra, Naranja, Lulo, Aguacate, Mandarina, Banano	1502,74	14,39%
Sistemas combinados de agricultura y forestería	Mosaico de cultivos con espacios naturales	433,02	4,15%
Sistemas combinados de ganadería y forestería	Mosaico de pastos con espacios naturales, Pastos y árboles plantados	363,29	3,48%
Cultivos transitorios extensivos con pastoreo extensivo	Mosaico de pastos y cultivos	341,13	3,27%
Producción	Plantación forestal, Plantación forestal productora de eucalipto, Plantación forestal productora de pinos	321,77	3,08%
Sistemas combinados de agricultura, ganadería y forestería	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	310,34	2,97%
Pastoreo semi-intensivo	Pastos arbolados	163,58	1,57%
Recreacional, deportivo o turístico	Condominios recreativos, Fincas recreativas, Zonas verdes artificializadas, no agrícolas, Zonas verdes urbanas	124,26	1,19%
Pastoreo extensivo	Pastos enmalezados	108,52	1,04%
Cuerpos de agua naturales	Ríos (5 m)	83,46	0,80%
Cultivos transitorios extensivos	Mosaico de cultivos	76,62	0,73%
Infraestructura y transporte	Cuerpos de agua artificiales, Territorios asociados a vías, Vía pavimentada, Vía sin pavimentar, Tierras desnudas y degradadas	73,14	0,70%
Residencial	Tejido urbano continuo, Tejido urbano discontinuo	70,41	0,67%
Cultivos permanentes intensivos	Tomate, Flóres, Granadilla, Baby blue, Caña panelera	33,22	0,32%
Cultivos transitorios intensivos	Cultivos anuales o transitorios, Maíz, Otros cultivos transitorios, Yuca	22,76	0,22%
Industrial	Galpones para avicultura, Zonas agroindustriales, Zonas industriales o comerciales	14,29	0,14%
Materiales de construcción-canteras	Zonas de extracción minera	3,99	0,04%
Comercial	Zonas comerciales	0,09	0,001%
Total		10444,39	100,00%

Fuente: Cartografía POMCA Río La Vieja, 2018.

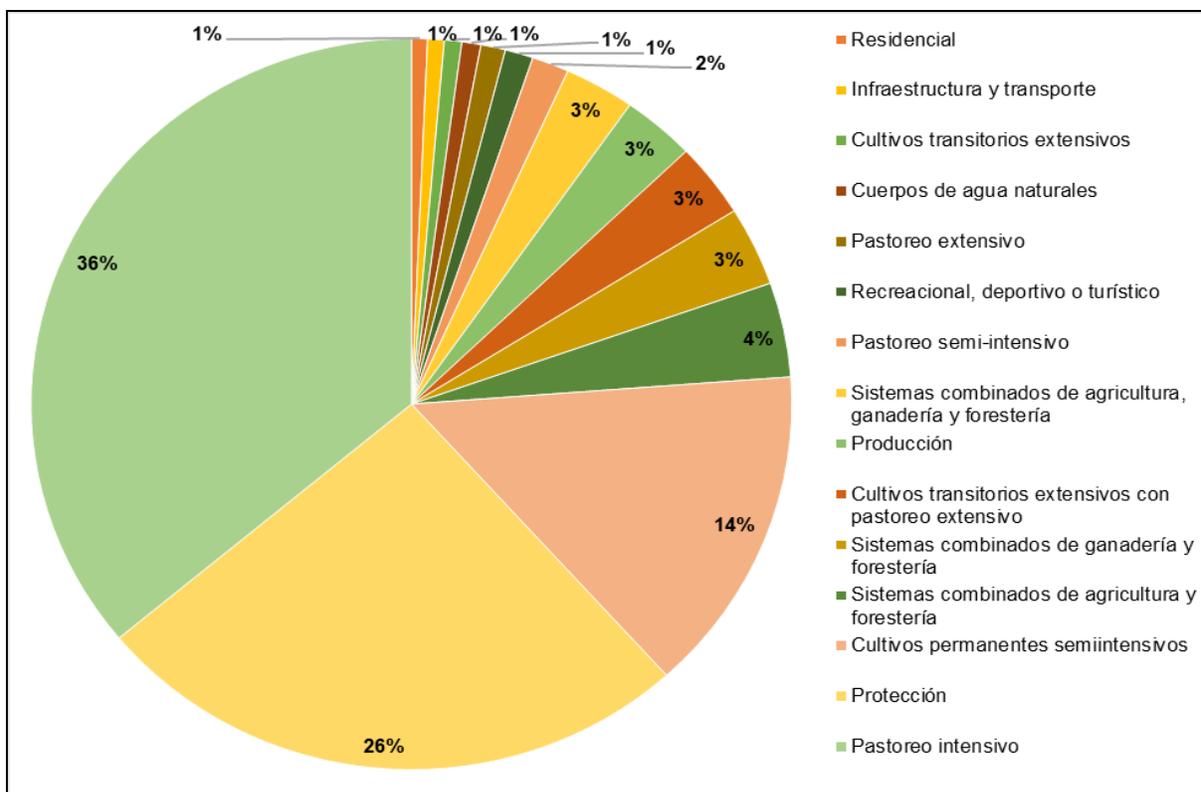


Figura 5. Distribución actual de los usos del suelo en la subcuenca Río Barbas.

Fuente: Cartografía POMCA Río La Vieja, 2018.

3.2. Uso Potencial del Suelo

La parte alta de la subcuenca está reservada para usos del suelo con Sistemas Forestales de Producción (FPD) con un porcentaje mayor comparado con los Sistemas Forestales Protectores de las Fuentes y Nacimientos de Agua (FPR); y también cuenta con un espacio para Sistemas Agro-silvícolas, como un sistema productivo de uso múltiple. En la Subcuenca las tierras para Pastoreo Semi-Intensivo (PSI) se presentan en menor proporción únicamente 2,38 hectáreas y para la práctica de Ganadería de Tipo Extensivo (PEX) el área destinada es de 108,32 hectáreas. Los Sistemas Agro-silvícolas, representan el segundo uso con mayor área. En la Tabla 5 y Figura 6 se presentan las hectáreas para cada uso y la Figura 7 la representación espacial en el área de la Subcuenca.

Tabla 5. Usos potenciales del suelo en la subcuenca Río Barbas.

Capacidad de Uso	Área (Ha)	Proporción (%)
Sistemas Forestales de Producción – FPD	2808,37	26,89%
Sistemas Agrosilvícolas – AGS	2337,22	22,38%
Cultivos Permanentes Intensivos – CPI	1677,66	16,06%
Conservación con Fines de Regulación de las Inundaciones – CRE	1225,51	11,73%
Cultivos Transitorios Semi-Intensivos – CTS	819,42	7,85%
Sistemas Forestales Protectores de las Fuentes y Nacimientos de Agua – FPR	674,82	6,46%
Cultivos Permanentes Semi-Intensivos – CPS	671,55	6,43%
Ganadería de Tipo Extensivo – PEX	108,32	1,04%
Cultivos Transitorios Intensivos – CTI	59,10	0,57%

Capacidad de Uso	Área (Ha)	Proporción (%)
Zonas Urbanas - ZU	39,27	0,38%
Cuerpos de Agua Naturales – CA	20,76	0,20%
Pastoreo Semi-Intensivo – PSI	2,38	0,02%
Total	10444,38	100,00%

Fuente: Cartografía POMCA Río La Vieja, 2018.

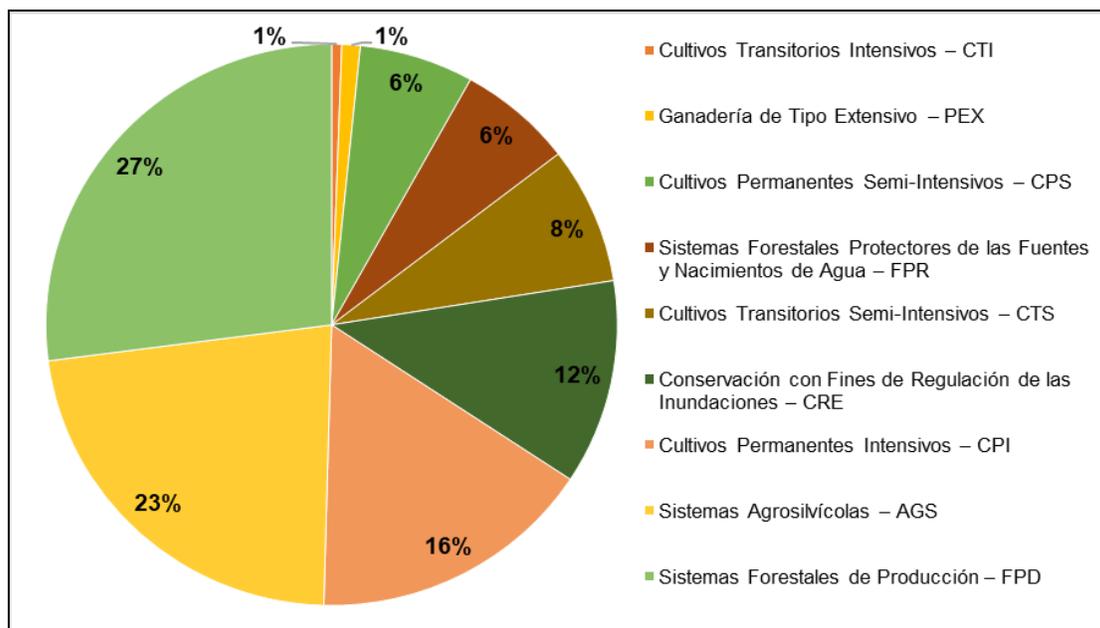


Figura 6. Usos potenciales del suelo en la subcuenca Río Barbas.

Fuente: Cartografía POMCA Río La Vieja, 2018.

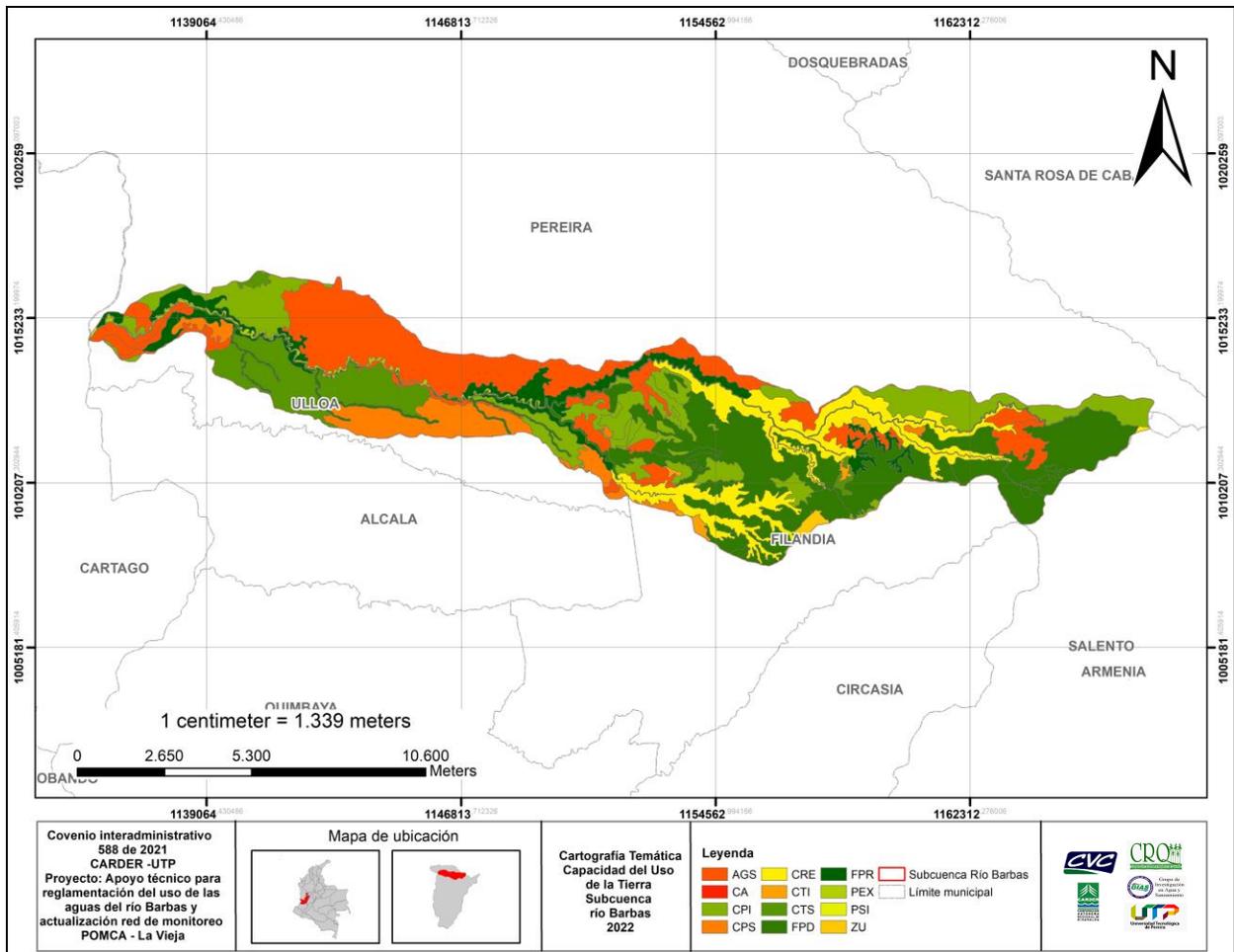


Figura 7. Mapa uso potencial del Suelo subcuenca río Barbas.
(Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

3.3. Conflicto de Uso del Suelo

La mayor limitante del uso del suelo en la parte alta de la Subcuenca del río Barbas es la fuerte y marcada pendiente que se presentan en los paisajes de montaña y piedemonte, sumado a las altas precipitaciones, haciendo que estos suelos tiendan a sufrir procesos erosivos graves y remociones en masa. Algunas áreas presentan rocas cercanas a la superficie, limitando la profundidad efectiva y el adecuado desarrollo de cultivos con sistema radicular profundo, además la estructura del suelo de piedemonte es frágil y con mal drenaje (CRQ, 2009).

Según cartografía oficial del POMCA 2018 en la subcuenca se presentan principalmente Sobreuso moderado y severo. El mayor conflicto, se da en la parte alta y media de la Subcuenca, donde existen grandes zonas con pastos manejados para ganadería. En la Tabla 6 y Figura 8, se observa que si bien el 52,8% de la Subcuenca no presenta conflicto, el restante 47,2% se concentra en la parte media y alta, debido a que es la zona más frágil y de mayor prioridad de conservación, no sólo por ser el nacimiento de la fuente

hídrica principal, sino por la existencia del Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen, el cual alberga especies de importancia hidrobiológica y de investigación.

Tabla 6. Conflictos en el Uso del Suelo en la subcuenca del Río Barbas.

Conflicto Uso del Suelo	Área (Ha)	Proporción (%)
Cuerpos de Agua Naturales – CA	68,13	0,65%
Sobreuso ligero	247,70	2,37%
Sobreuso moderado	2821,25	27,01%
Sobreuso severo	611,07	5,85%
Subuso ligero	463,12	4,43%
Subuso moderado	671,08	6,43%
Uso adecuado	5520,51	52,86%
Zonas Urbanas	41,54	0,40%
Total	10444,39	100,00%

Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018.

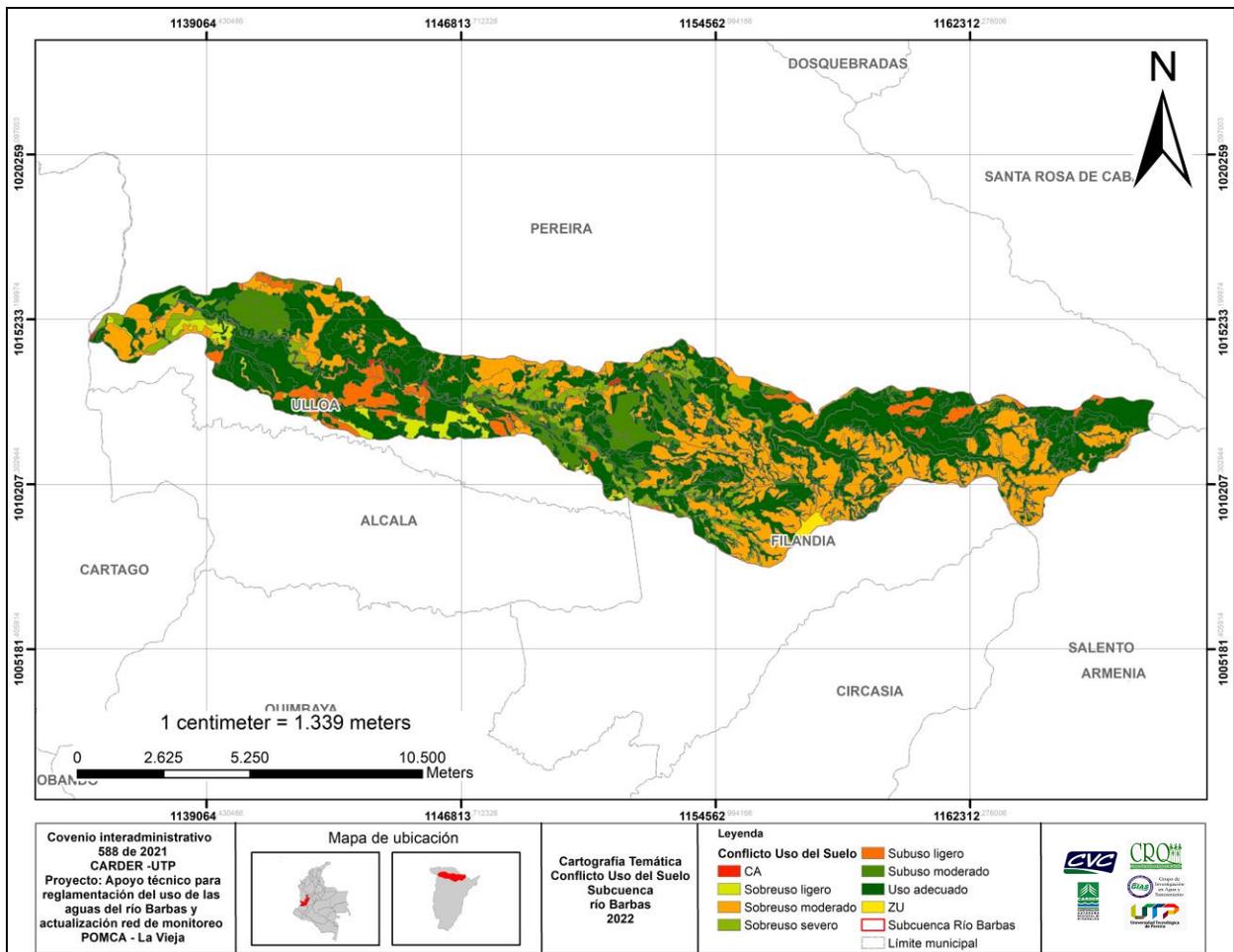


Figura 8. Mapa conflicto de uso del suelo en la Subcuenca del río Barbas.

(Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

4. OFERTA DE AGUA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO BARBAS

Para la subcuenca del río Barbas, se estableció la disponibilidad del recurso hídrico tanto para la subcuenca en general (cierre de la subcuenca), como para los cauces principales de sus tributarios y usuarios de las aguas, considerando caudal ambiental y, la medición y distribución de la precipitación; teniendo en cuenta que la reglamentación de uso de las aguas se considera clave para una distribución y aprovechamiento eficiente de éstas, además, de la solución y prevención de conflictos entre usuarios del recurso hídrico (CARDER, 2009).

El procedimiento previo a la estimación de la oferta hídrica consistió en realizar una selección y Análisis Exploratorio de Datos (AED) de la información pluviométrica y climatológica obtenida de estaciones cercanas a la zona de estudio, con el fin de que la información no tenga alta incertidumbre que pueda alterar el cálculo y posterior análisis de los resultados (Castro & Carvajal, 2010) tanto de la precipitación media de la zona de estudio, como de los caudales de oferta. Luego, a partir de información cartográfica y pluviométrica disponible relacionada anteriormente, se procedió a analizar el método más apropiado para la estimación de la oferta hídrica total, se estimó el caudal ambiental y finalmente, se obtuvo la oferta hídrica disponible (ver Figura 9).

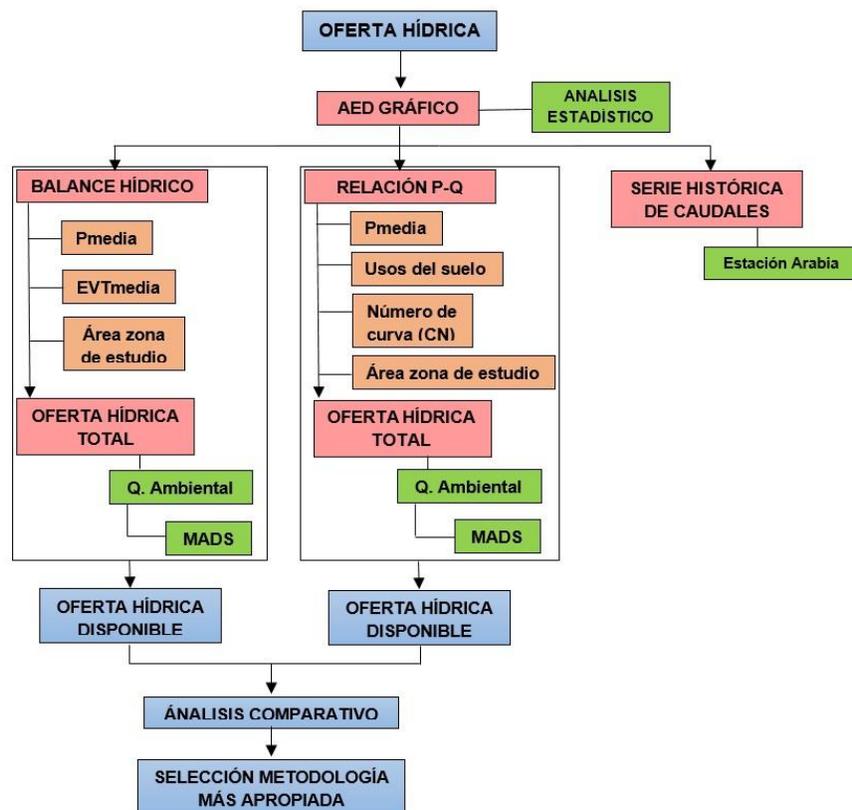


Figura 9. Proceso metodológico para la determinación de la oferta hídrica.

El río Barbas es una subcuenca de montaña, tributaria del río La Vieja, tiene una elevación media de 1550 m y una longitud de caudal de 41,24 Km con un tiempo de concentración promedio de 9,57 horas. Respecto a su forma, presenta una forma oval-oblonga a rectangular-oblonga con tendencia a ser alargada, lo que reduce su susceptibilidad a las avenidas torrenciales y es asimétrica, lo que quiere decir que tiene su cauce principal recargado hacia una de sus vertientes (izquierda).

4.1. PRECIPITACIÓN MEDIA

La precipitación se constituye en la principal entrada de agua al sistema hidrográfico. Para la subcuenca del río Barbas, al ser una cuenca de montaña con variación considerable en la altitud (oscila entre 2250 – 1050 msnm aproximadamente) y por el número de estaciones que se ubican en la zona de estudio y fuera de éste, se consideró la estimación de la precipitación media por el método de curvas isoyetas debido a que la precipitación estimada tiende a ser más exacta respecto a otros métodos ampliamente sugeridos tales como el Promedio aritmético y Polígonos de Thiessen.

En la Figura 10 se relacionó el comportamiento de la precipitación media a partir del registro pluviométrico mensual de 13 estaciones en el periodo 1994-2021 y con alta confiabilidad (bajo porcentaje de datos faltantes) (Figura 11). Se observó que el comportamiento de la precipitación obedece a un régimen de tipo bimodal con dos periodos de bajas precipitaciones o secos (Diciembre-Enero-Febrero y Junio-Julio-Agosto) y dos periodos de alta precipitación o húmedos (Marzo-Abril-Mayo y Septiembre-Octubre-Noviembre) típicos de la región andina colombiana (IDEAM, 2010; 2017). También se observó que los meses de Octubre (302,1 mm) y Noviembre (333,3 mm) son los meses de mayor precipitación y los meses de julio (116,8 mm) y agosto (132,2 mm) los de menor precipitación.

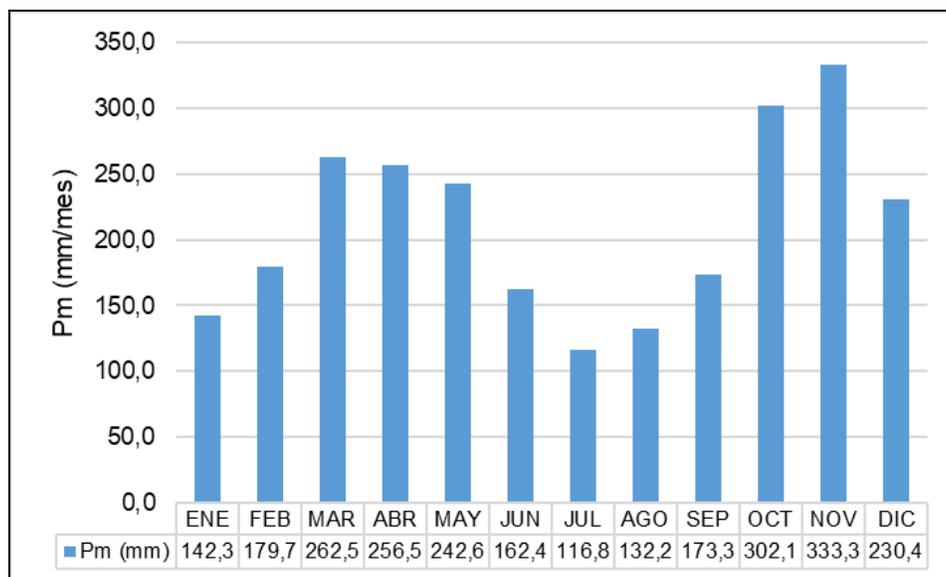


Figura 10. Precipitación media mensual multianual en la subcuenca río Barbas.

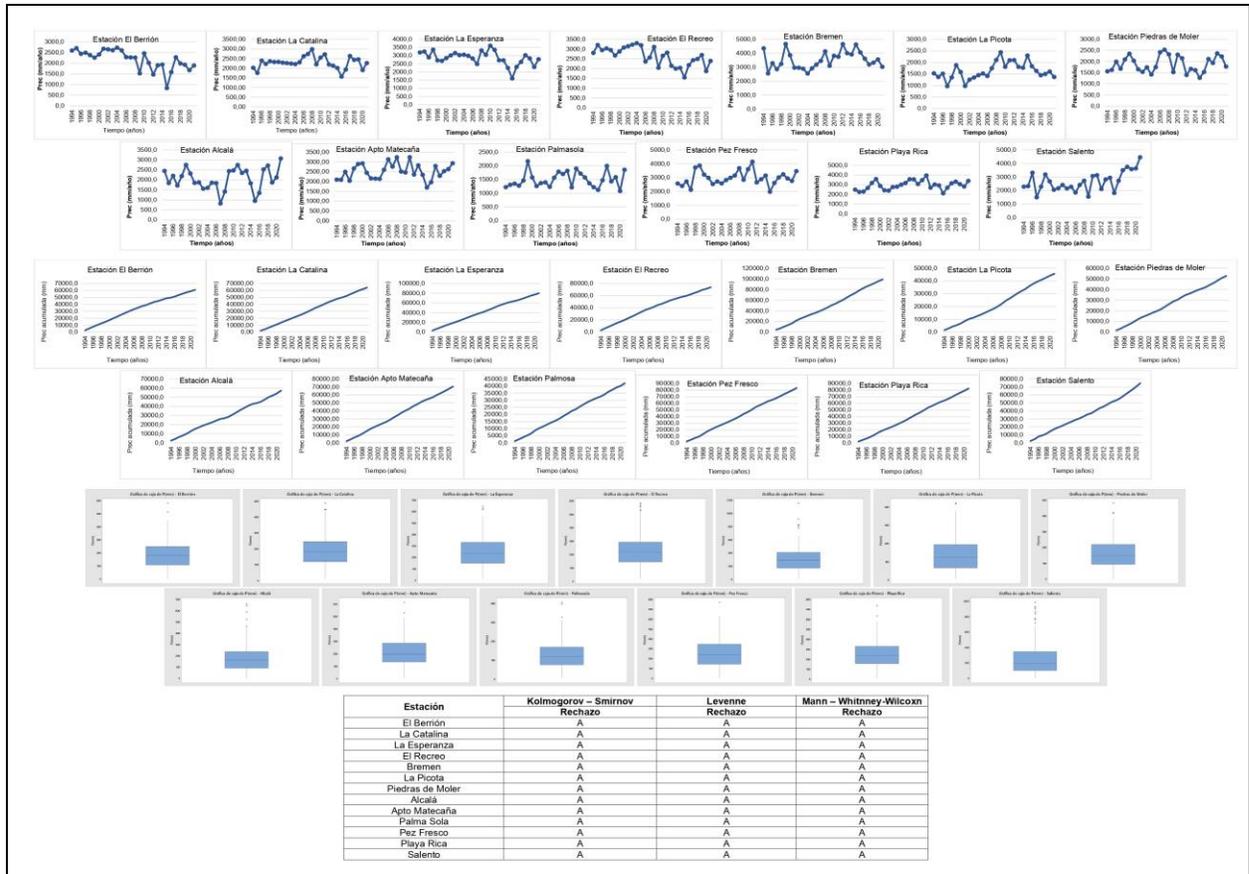


Figura 11. Resultados Análisis Exploratorio de Datos (AED) durante el proceso de selección de estaciones y homogenización de las series históricas para la subcuenca del río Barbas.

En la Figura 12 se presentó la distribución de la precipitación anual en la subcuenca río Barbas, donde se observó que existe una mayor precipitación en la parte este de la subcuenca, especialmente en la parte alta, con precipitaciones anuales que oscilan entre 2800 y 3000 mm. Mientras que en la parte baja de la subcuenca hacia el oeste de la zona de estudio se presentan precipitaciones anuales menores a 2200 mm. En la Figura 13 se muestra la distribución de la precipitación mensual, la cual tiende en general a no presentar una variación considerable.

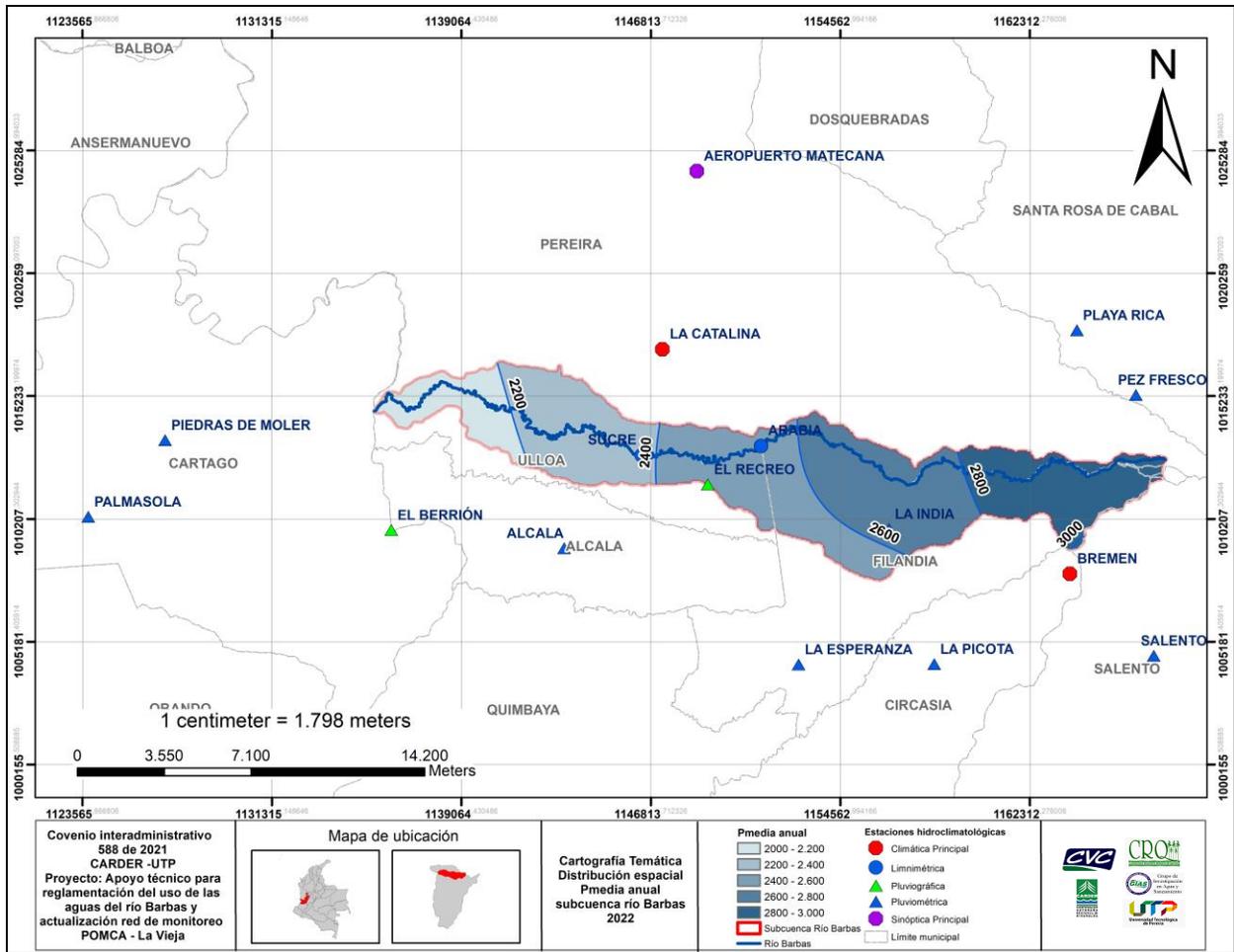


Figura 12. Distribución de la precipitación media anual en la subcuenca río Barbas.
(Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

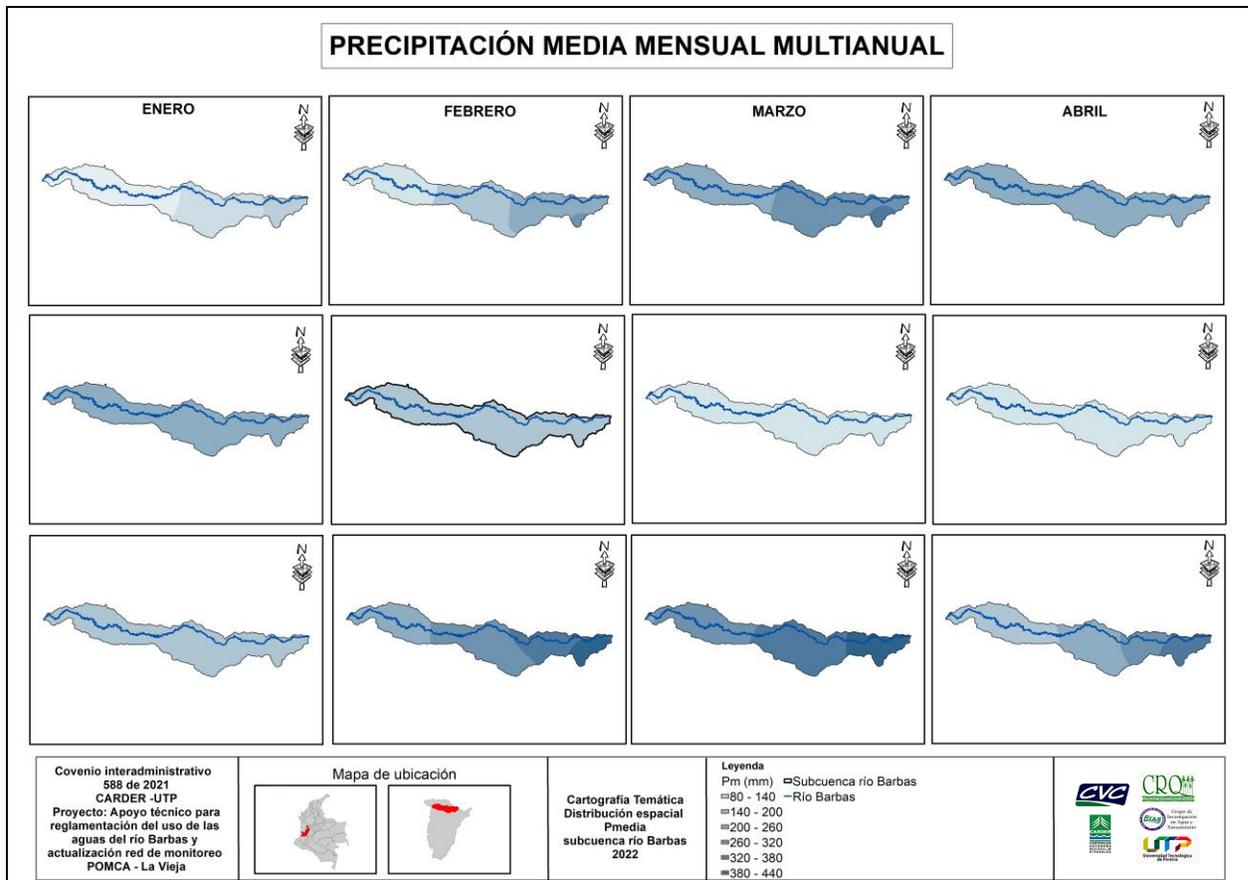


Figura 13. Distribución de la precipitación media mensual multianual en la subcuenca río Barbas.

4.2. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Desde el punto de vista de oferta hídrica, la precipitación efectiva se refiere a la parte de la precipitación que se convierte en escorrentía superficial. Esto significa que una parte se pierde a través de la evapotranspiración, escorrentía superficial y de la percolación profunda (Jiménez, 1992; Guevara, 1994). A su vez, la cantidad de agua que se infiltra o se retiene depende del tipo de suelo, pendiente, tipo de cultivos, intensidad de la precipitación y el contenido inicial de agua en el mismo (Trezza, 2006).

Para la subcuenca río Barbas, se determinó la precipitación efectiva con el fin de determinar el balance hídrico dentro de la divisoria de la zona de estudio, el cual será analizado posteriormente cuando se requiera establecer la demanda hídrica para el sector agrícola en función del requerimiento de riego (de requerirse en la zona de estudio).

Se utilizó el método USDA (U.S. Agricultural Department) el cual es ampliamente utilizado, para calcular la precipitación efectiva, por medio de la aplicación de la Ecuación 1; la cual está expresada en función de la lluvia (precipitación mensual).

Ecuación 1. Cálculo Precipitación efectiva.

$$Pe = Pm * \left(\frac{125 - (0.20 * Pm)}{125} \right) \quad Pm < 250mm/mes$$
$$Pe = 125 + (0.1 * Pm) \quad Pm > 250 mm/mes$$

Donde,

Pe = Precipitación efectiva (mm/mes).

Pm = Precipitación media mensual multianual (mm/mes).

En la Figura 14 se relacionó la precipitación efectiva (Pe) media para el río Barbas donde se observó que la precipitación mensual mayor (en el mes de Noviembre) es de 158,3 mm y la menor (en el mes de julio) de 95,0 mm.

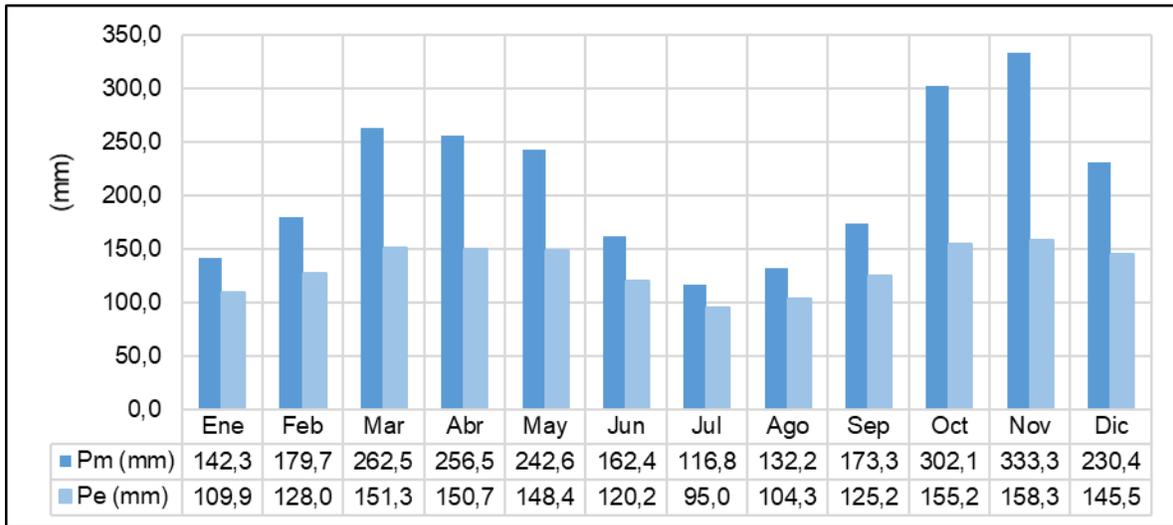


Figura 14. Precipitación efectiva media subcuena río Barbas.

4.3. OFERTA HÍDRICA TOTAL

La determinación de la oferta hídrica en la subcuena del río Barbas, consistió en establecer una metodología para la estimación del caudal de oferta neta a escala mensual por medio de los métodos sugeridos en la Resolución 865 de 2004 (MAVDT, 2004) y en MADS (2014). Para ello se procedió a analizar cada una de las metodologías que soportan las expresiones teóricas disponibles o reconocidas en la literatura que pueden llegar a ser aplicables para cada una de éstas con base en la disponibilidad de información hidrológica.

El caudal de oferta se estimó aplicando un modelo lluvia – escorrentía. Debido al tamaño de la subcuena, su morfometría y la información disponible, se decidió considerar un modelo semi-distribuido, el cual reproduce valores de escorrentía superficial directa a una resolución temporal diaria, en un lapso de tiempo dado por los periodos de precipitación que se tengan en la cuenca.

4.3.1. Modelo de Tanques

El esquema conceptual del modelo busca representar por medio de un sistema de tanques interconectados entre sí, los procesos determinantes de la producción de la escorrentía: interceptación, detención, infiltración, evaporación y evapotranspiración, recarga del acuífero, y escorrentía superficial y subsuperficial, retorno del flujo base y flujo en los canales de la red de drenaje. Para la reglamentación del uso de las aguas en la cuenca del río Barbas, se utilizaron modelos hidrológicos de tipo semi-distribuido aplicando el software TETIS y SHIA, los cuales han sido ampliamente utilizados en la modelación hidrológica en cuencas de montaña, también, fue tenido en cuenta para la calibración mensual la metodología de estimación de caudales de oferta a partir de rendimientos hídricos el cual ha sido utilizado por la CVC en estudios de análisis de oferta y demanda hídrica en cuencas hidrográficas del departamento del Valle del Cauca.

Para la zona de estudio, se relacionaron el hidrograma resultante con el método mencionado anteriormente (Figura 15) a escala diaria para el periodo 2006-2020, obteniendo el caudal modelado y que fue calibrado con la información limnimétrica de la estación Arabia aplicando los criterios de Raíz de Error Cuadrático Medio -RMSE-, Error del Balance de Masas, Eficiencia de Nash-Sutcliffe (Tabla 7). Sin embargo, se debe tener en cuenta de acuerdo a la morfometría de la subcuenca, el caudal disponible especialmente en la parte alta de la subcuenca y de sus tributarios, es vulnerable a presentar baja retención y regulación hídrica, lo que puede ocasionar que en los mismos periodos de altos caudales, se presenten condiciones de estiaje y por ende, de desabastecimiento en algunos de los usuarios de las aguas que se ubican en dicha parte de la subcuenca.

Tabla 7. Resultados de calibración hidrológica obtenida para el río Barbas.

Método	Valor promedio	Interpretación
RMSE	0,61	Muy adecuado
Nash-SutcliffeE	26,0 - 72,0	Muy bueno
Balance	6,0	Muy adecuado

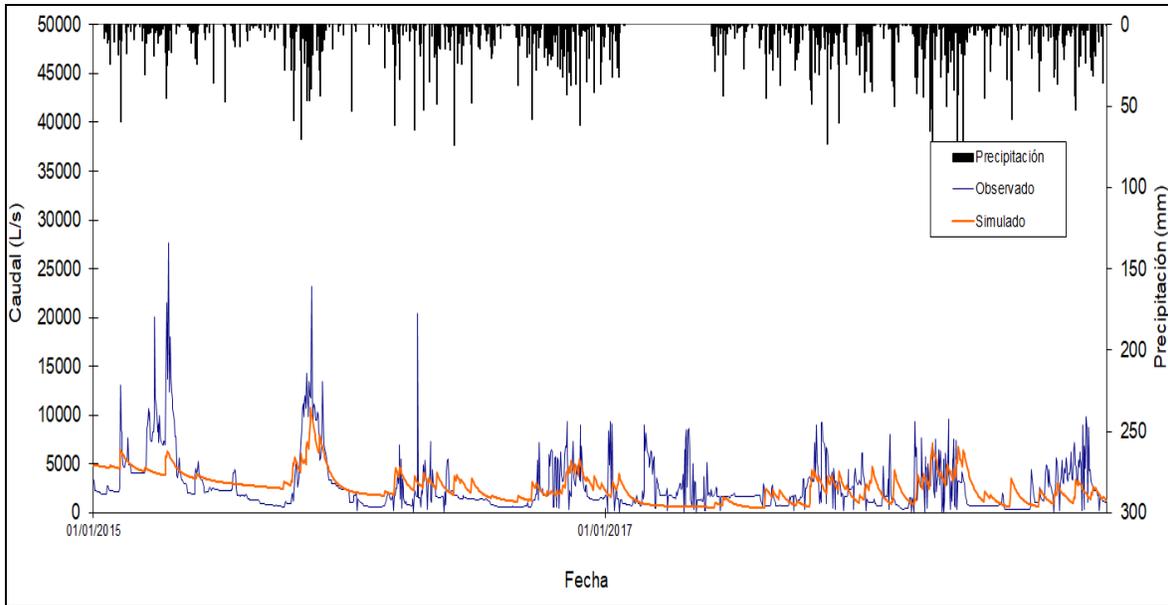


Figura 15. Hidrograma de salida a escala diaria subcuenca río Barbas.

A escala mensual, cierre de la subcuenca se observó que éste obedece a un régimen bimodal característico de las cuencas hidrográficas de la región andina colombiana (IDEAM, 2015; 2010) con dos periodos de bajo caudal de oferta (diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto) y dos periodos de caudales pico (marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre) similar al régimen de precipitación (Figura 16).

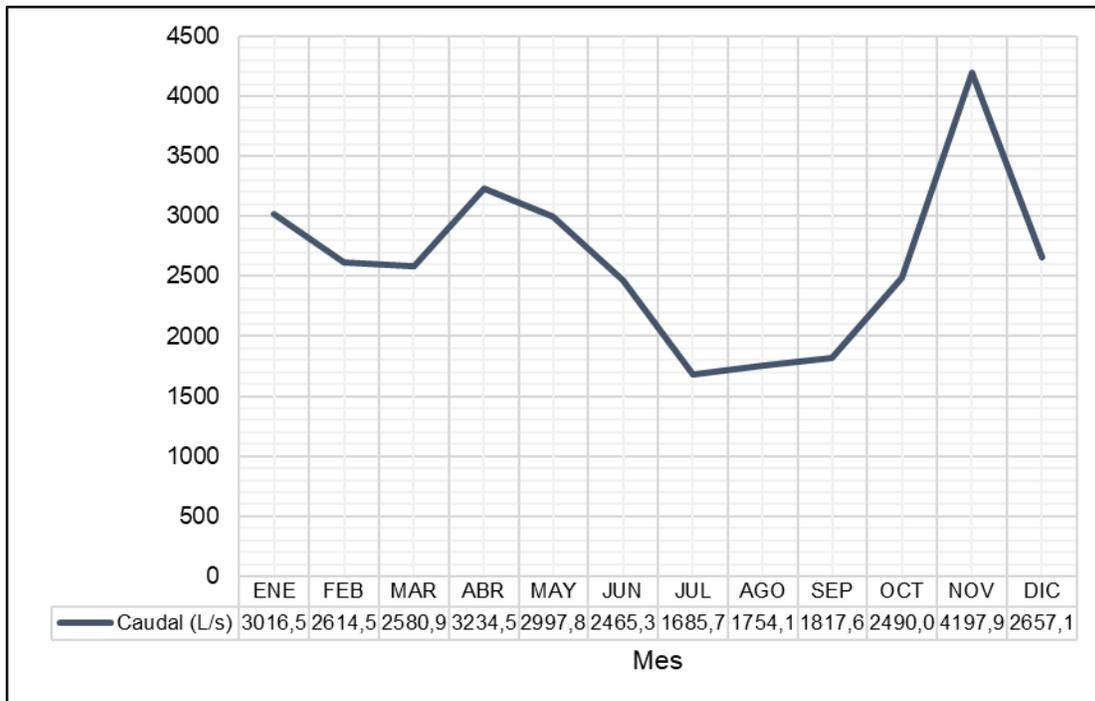


Figura 16. Caudal de oferta total medio mensual multianual subcuenca río Barbas.

Con el propósito de definir que el comportamiento mensual obtenido en la Figura 16 se ajusta a las condiciones mensuales reales, dichos caudales fueron comparados con los caudales medios mensuales obtenidos para la subcuenca del río Barbas a partir del registro limnimétrico mensual histórico de la estación Arabia y del estudio de caudales específicos para diferentes cuencas en el departamento del Valle del Cauca (CVC, 2018), lo que garantiza la confiabilidad de los caudales simulados diarios y convertidos a escala mensual (Figura 17).

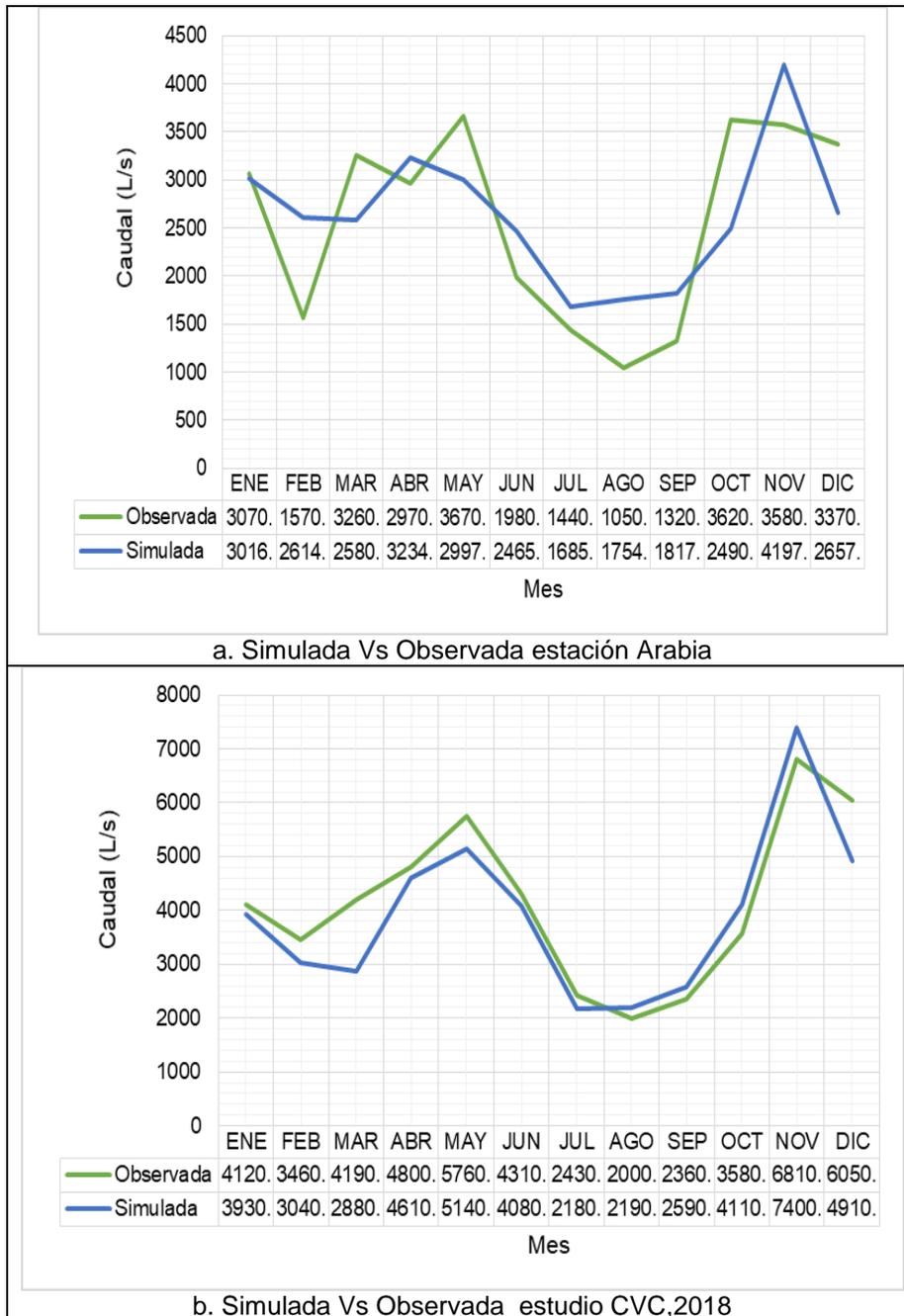


Figura 17. Hidrograma de salida mensual subcuenca río Barbas.

Finalmente, para el proceso de reglamentación del recurso hídrico de la subcuenca del río Barbas, se usaron los resultados simulados y calibrados con la información limnimétrica de la estación Arabia, debido a que representa un comportamiento y caudales más cercano a la realidad que se encuentra en la zona de estudio, lo que permite identificar el comportamiento del caudal medio mensual en cualquier mes del año.

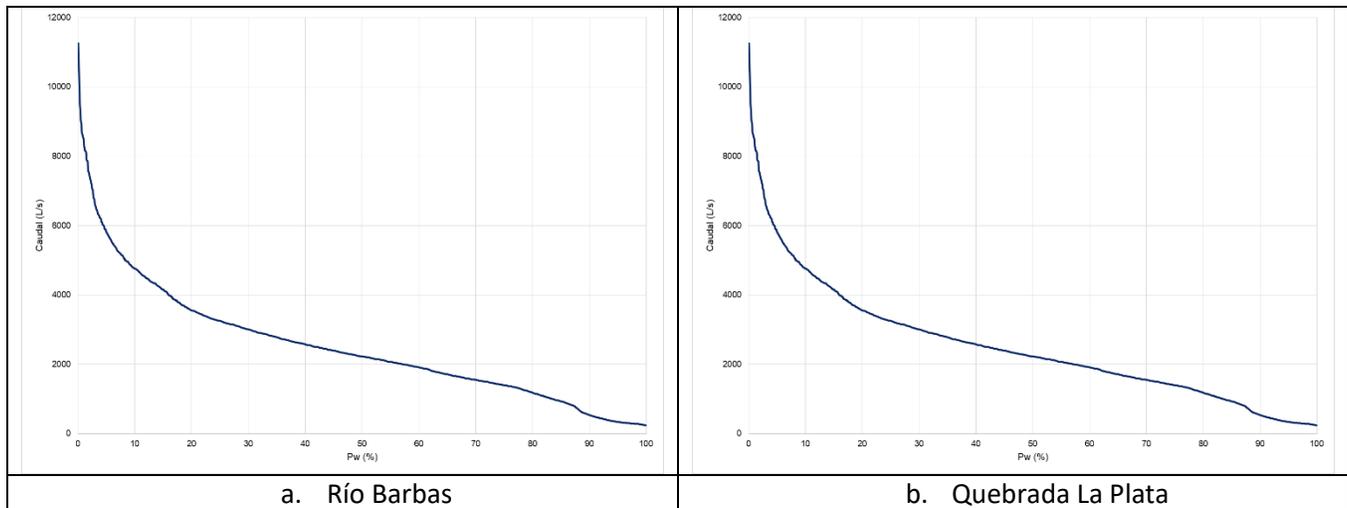
De igual manera, para cierre de tributarios y usuarios del recurso hídrico identificados, se aplicaron los mismos criterios en la modelación contemplados a cierre de subcuenca y de usuario (Tabla 8).

Tabla 8. Comportamiento del caudal de oferta mensual total río Barbas y tributarios priorizados (L/s).

Área aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Barbas	3016,5	2614,5	2580,9	3234,5	2997,8	2465,3	1685,7	1754,1	1817,6	2490,0	4197,9	2644,5
Q. El Chispero	137,0	120,0	120,0	150,0	140,0	110,0	80,0	80,0	80,0	110,0	190,0	120,0
Q. Lacha	222,0	190,0	190,0	240,0	220,0	180,0	120,0	130,0	130,0	180,0	310,0	200,0
Q. El Brillante	84,0	70,0	70,0	90,0	80,0	70,0	50,0	50,0	50,0	70,0	120,0	70,0
Q. Palmichal	55,5	48,1	47,5	59,5	55,1	45,3	31,0	32,3	33,4	45,8	77,2	48,9
Q. La Plata	518,5	449,4	443,7	556,0	515,3	423,8	289,8	301,5	312,5	428,00	721,6	456,8

4.3.2. Curvas de Duración de Caudales

La Curva de Duración de Caudales -CDC- representa la permanencia de los caudales en función de la probabilidad de su ocurrencia (Jiménez, 1992). Para la zona de estudio, la CDC se diseñó a partir de la serie simulada a cierre de la subcuenca (Figura 18). Este proceso también se obtuvo a cierre de tributario priorizado.



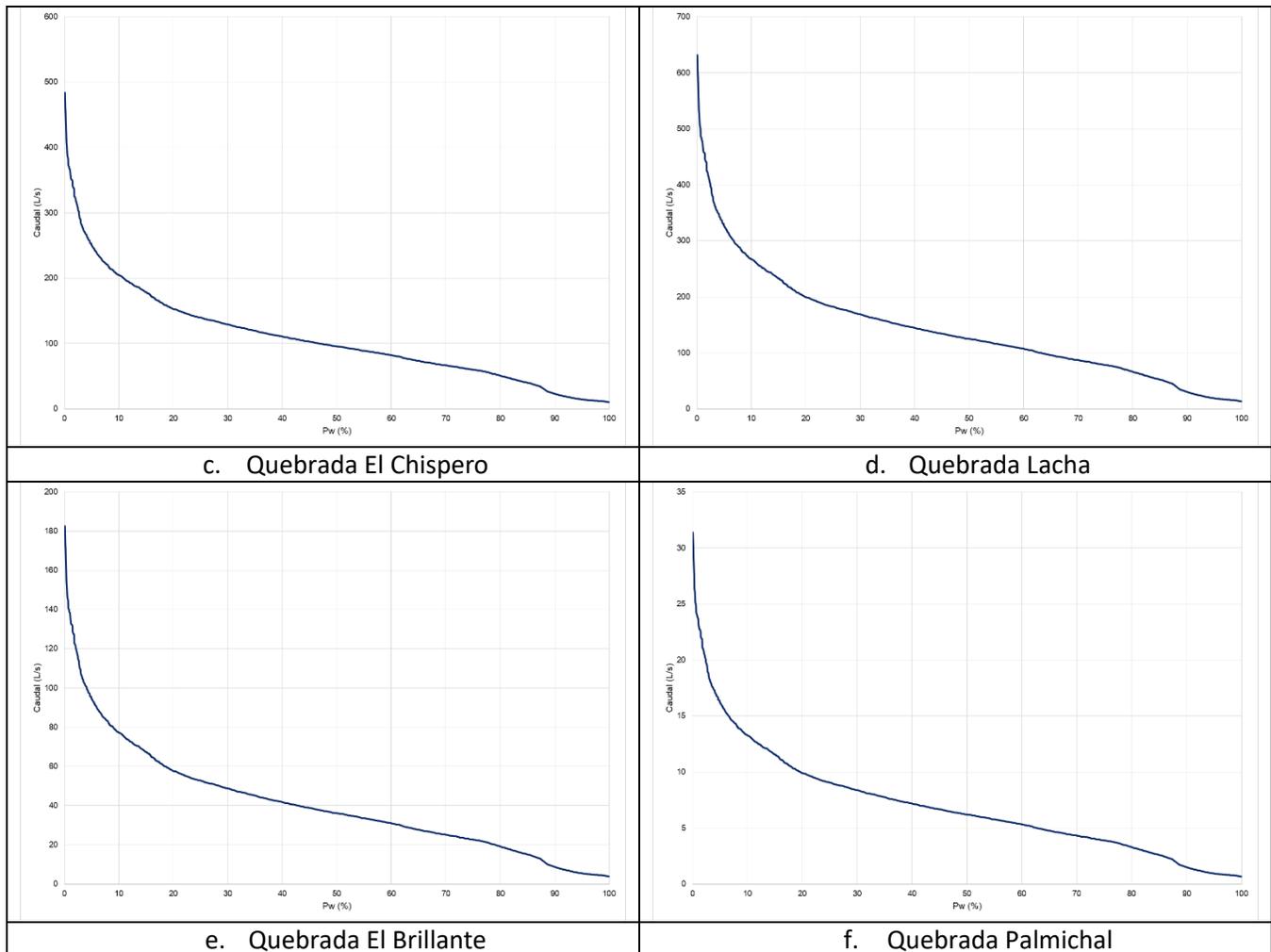


Figura 18. CDC para río Barbas y tributarios priorizados.

El caudal total para ser distribuido se asumió como el valor de la oferta hídrica superficial total - expresada en términos de la curva de duración de caudales – excedido 292 días del año u 80%, debido a que tiene un mayor ajuste respecto al método de Q95 que es el sugerido en el Resolución 0330 de 2017.

A partir de lo anterior, se acuerda que el caudal disponible final dependerá de las demandas existentes, en ese caso se analizará el porcentaje de caudal a utilizar, siendo el que se defina por medio de los caudales de demanda actuales tanto concesionadas, como no concesionadas, dando prioridad al consumo humano colectivo e individual.

Por lo tanto, la CDC fue diseñada también a punto de captación de cada uno de los usuarios, siendo importante para la estimación de la oferta hídrica media, el caudal que coincide con el 80% de permanencia para cada uno de los usuarios de acuerdo con el conceso logrado con las Corporaciones en jurisdicción de la subcuenca del río Barbas. Lo anteriormente explicado implica para los usuarios de la subcuenca del río Barbas:

- Oferta hídrica permanente en el tiempo.
- Futura estimación del IUA medio al compararse dicho valor con el caudal de demanda asumido para cada usuario.
- La oferta hídrica a nuevos usuarios.

4.4. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL

Las metodologías existentes para la determinación del caudal ambiental en corrientes hídricas superficiales son amplias. CORPOCALDAS y UTP (2013) relacionaron al año 2013 que existen más de 207 metodologías y que se agrupan en aproximadamente 32 desarrollos metodológicos existentes para su determinación, las cuales se basan en enfoques solamente hidrológicos, hidráulicos, hidrobiológicos, de calidad de agua u holísticos, donde incorporan parte o la totalidad de enfoques mencionados.

Para el río Barbas, se analizó de manera general la información hidrológica disponible y se aplicó la metodología de Q_{95} para valores de caudal ambiental por modelo hidrológico (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) luego de un análisis comparativo entre diferentes metodologías de estimación de éste, considerando para su selección, el método que más se ajustara a las condiciones reales de las corrientes hídricas superficiales del río Barbas.

Tabla 9. Caudal ambiental Q_{95} subcuenca río Barbas y tributarios priorizados (l/s).

Área aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIO
Río Barbas	1625,4	935,1	701,5	632,9	586,3	598,2	574,6	508,6	698,0	727,4	1553,6	1257,0	340.0
Q. El Chispero	73,6	42,3	31,8	28,7	26,5	27,1	26,0	23,0	31,6	32,9	70,3	56,9	14.61
Q. Lacha	119,6	68,8	51,6	46,6	43,1	44,0	42,3	37,4	51,4	53,5	114,3	92,6	19.08
Q. El Brillante	45,1	25,9	19,5	17,6	16,3	16,6	15,9	14,1	19,4	20,2	43,1	34,9	5.51
Q. Palmichal	29,9	17,2	12,9	11,6	10,8	11,0	10,6	9,4	12,8	13,4	28,6	23,1	0.92
Q. La Plata	279,4	160,7	120,6	108,8	100,8	102,8	98,8	87,4	119,9	125,0	267,1	216,2	15.53

4.5. CAUDAL DE OFERTA DISPONIBLE

Luego de obtener los valores de caudales de oferta hídrica media mensual (mediante modelación hidrológica) y el caudal ambiental, se estimó el caudal de oferta disponible mensual en términos de caudal en flujo continuo y volumen aplicando la expresión de la Ecuación 2.

Ecuación 2. Expresión para el cálculo del caudal de oferta neto.

$$Q_{OHD} = Q_{OHT} - Q_{amb}$$

Donde,

QOHD: caudal de oferta hídrica disponible para el periodo contemplado (L/s, Mm3/mes)

QOHT: caudal de oferta hídrica total para el periodo contemplado (L/s, Mm3/mes)

QAMB: caudal ambiental para el periodo contemplado (L/s, Mm3/mes)

En la Tabla 10, se relaciona el comportamiento del caudal de oferta disponible en la subcuenca del río Barbas y tributarios priorizados.

Tabla 10. Caudal de oferta disponible Q_{80} subcuenca río Barbas y tributarios priorizados (l/s).

Área aferente	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Barbas	1391,1	1679,4	1879,4	2601,6	2411,5	1867,1	1111,1	1245,5	1119,6	1762,6	2644,3	1387,5
Q. El Chispero	63,4	77,7	88,2	121,3	113,4	82,9	53,9	56,9	48,4	77,1	119,6	63,0
Q. Lacha	102,4	121,2	138,4	193,4	176,8	135,9	77,7	92,6	78,6	126,5	195,7	107,4
Q. El Brillante	38,9	44,0	50,5	72,4	63,7	53,4	34,0	35,9	30,6	49,8	76,9	35,1
Q. Palmichal	25,6	30,9	34,6	47,9	44,4	34,3	20,4	22,9	20,6	32,4	48,6	25,7
Q. La Plata	239,1	288,7	323,1	447,2	414,5	320,9	191,0	214,1	192,5	303,0	454,6	240,5

En la Figura 19, se identifican las corrientes hídricas o tramos en las que se ajustaron los caudales de oferta disponible diferente al caudal Q_{80} ; debido al valor del caudal de demanda requerido para suplir las necesidades hídricas de algunos usuarios. En estos casos, se observa que las ubicaciones de las captaciones por parte de los usuarios se encuentran en la parte alta de las fuentes hídricas, cerca de los nacimientos, donde se asume en función de la morfología de la cuenca, que la regulación hídrica es baja.

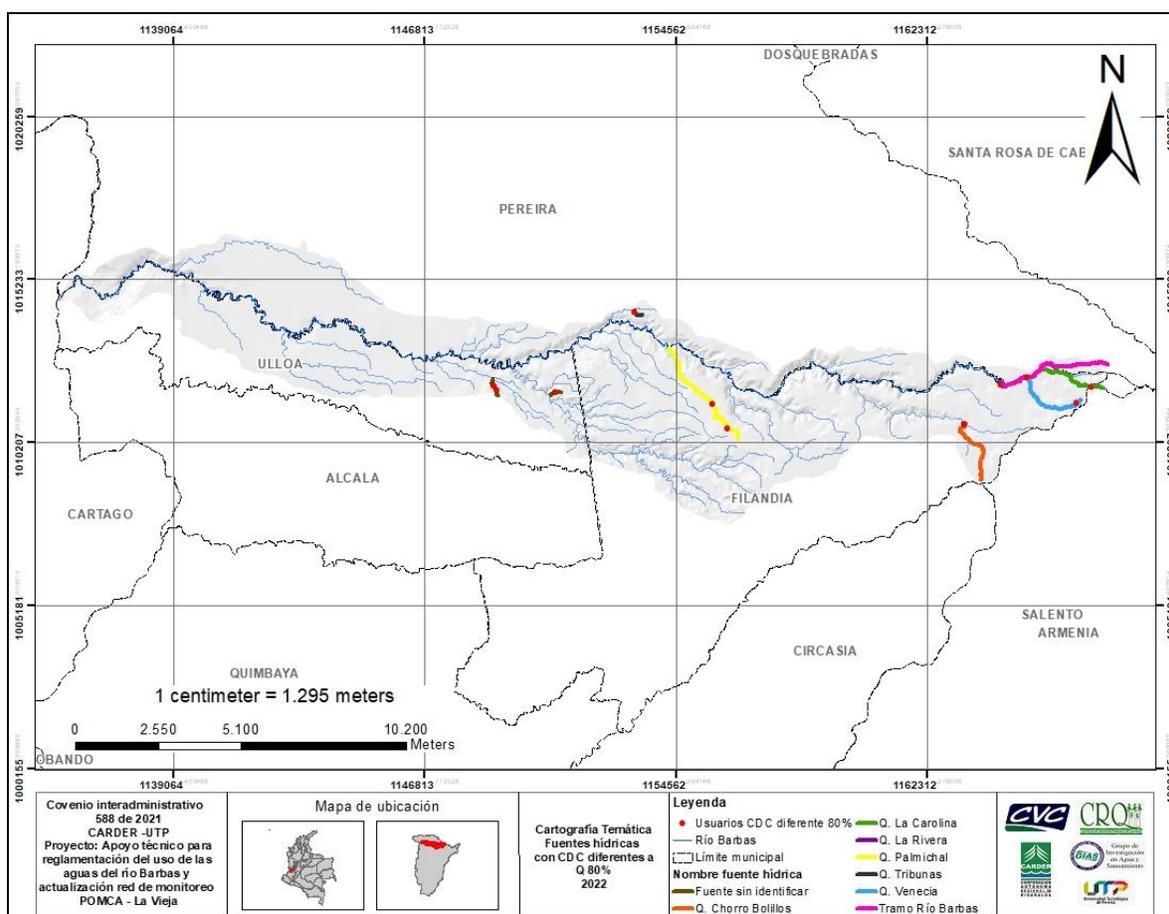


Figura 19. Espacialización de usuarios con CDC diferentes a $Q_{80}\%$.

En la Tabla 11, se detallan las fuentes hídricas y tramos en las que se ajustaron los caudales de oferta disponible por un valor diferente al caudal Q_{80} .



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 28 de 53

Tabla 11. Fuentes hídricas y tramos con CDC diferentes a Q_{80}

Código	Fuente hídrica	Valor CDC	Coordenadas inicio tramo		Coordenadas fin tramo		Usuarios relacionados
			x	y	x	y	
2612154154101	Q. La Carolina	65	1167733,27	1011885,17	1165828,36	1012492,87	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Roble Cruces 1
2612154157800	Q. Venecia	65	1167038,16	1011527,32	1165396,29	1012222,86	Asociación de Usuarios del Acueducto Rural Roble Cruces 3
2612154157103	Q. Chorro Bolillos	50	1163959,40	1009075,30	1163485,01	1010790,57	Acueducto Regional Rural Filandia 2 / Empresas Públicas del Quindío E.P.Q. S.A. E.S.P.
2612154157400	Q. Palmichal	51	1156478,89	1010315,20	1154329,08	1013154,99	Federación Nacional de Cafeteros de Colombia Comité Departamental de Cafeteros del Quindío – Acueducto La India - Palmichal / Duván Guillermo Cardona López - Granja Avícola La Carmelita
261215415420301	Q. Tribunas	60	1153525,21	1014167,49	1153283,07	1014292,80	Junta de Acción Comunal Pérez Bajo
2612154150104	Fuente sin identificar	60	1151023,29	1011750,55	1150679,12	1011679,43	Jaime Rodríguez - Finca Las Margaritas 1
2612154150601	Fuente sin identificar	60	1149056,69	1011648,89	1148917,83	1012182,29	Jairo Alfonso Vanegas Sabogal – Finca El Recuerdo / Usuario 4 - Asentamiento de viviendas subnormal - Vereda El Brillante
261215415	Tramo Río Barbás - desde nacimiento hasta Empresa de Servicios públicos Tribunás Córcega ESP 2 (Charco Negro)	50	1167853,86	1012629,87	1164571,92	1012007,99	Empresa de Servicios públicos Tribunás Córcega ESP 1 y 2

Nota aclaratoria: se debe tener presente que para usuarios futuros sobre las fuentes hídricas o tramos en las que se les aplicó una CDC diferente al Q_{80} , se le podrá otorgar el caudal requerido siempre y cuando el índice del Uso del Agua – IUA no supere el 100% bajo las condiciones ya establecidas para mencionadas fuentes. De lo contrario se deberá declarar agotado el tramo.



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 29 de 53

5. DEMANDA DE AGUA

En el marco del Estudio nacional del Agua (ENA) 2010, la demanda hídrica se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir los requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos. La extracción y por ende la utilización del recurso, implican la sustracción, alteración, desviación o retención temporal del recurso hídrico, incluidos en este los sistemas de almacenamiento que limitan el aprovechamiento para usos compartidos u otros usos excluyentes (IDEAM., 2010); en otras palabras, la demanda de agua representa el volumen de agua utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (MADS, 2012); en este sentido, al conocer la demanda hídrica se pueden identificar las presiones que ejercen los diferentes sectores usuarios sobre la disponibilidad de agua superficial y subterránea (IDEAM, 2014).

La demanda de agua representa el volumen de agua extraído, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinados y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (Ecuación 3).

Ecuación 3. Expresión para el cálculo de la Demanda Hídrica Total (DHT)

(Fuente: adaptado de IDEAM, 2010)

$$DH_T = DUD + DUA + DUP + DAC + DUS + DUI + DUR + DUE + DUN$$

Dónde:

DH_T= Demanda Hídrica Total

DUD= Demanda de Agua para Uso Humano y Doméstico

DUA= Demanda para Uso Agrícola (demanda agrícola riego + demanda agrícola proceso poscosecha)

DAC= Demanda para uso pesca, maricultura y acuicultura

DUP= Demanda para Uso Pecuario

DUS= Demanda de Agua para el Sector Servicios (instituciones educativas, hospitales prisiones, lavado de carros, lavanderías, cines, clubes, entre otros)

DUI= Demanda de agua para Uso Industrial

DUR= Demanda de agua uso recreativo

DUE= Demanda de agua uso estético

DUN= Demanda de agua uso navegación y transporte acuático



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 30 de 53

Luego de haber realizado las jornadas de campo en la cuenca, el censo a los usuarios del agua, la consulta de expedientes de concesiones de uso de las aguas superficiales, en la cuenca del río Barbás la ecuación anterior se reduce a la expresión de la Ecuación 4.

Ecuación 4. Expresión para el cálculo de la Demanda Hídrica Total (DH_T) en la cuenca del río Barbás
(Fuente: adaptado de IDEAM, 2010)

$$DH_T = DUD + DUA + DUP + DAC + DUP$$

Dónde:

DH_T = Demanda Hídrica Total

DUD=Demanda de Agua para Uso Humano y Doméstico

DUA=Demanda para Uso Agrícola (demanda agrícola proceso poscosecha)

DAC=Demanda para uso acuícola/piscícola

DUP=Demanda para Uso Pecuario.

Para estimar la demanda de agua en la subcuenca del río Barbás, se procedió a analizar los resultados del censo de usuarios del agua (Figura 20); donde se identificaron 55 captaciones pertenecientes a 40 usuarios del recurso hídrico superficial de la zona de estudio.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 31 de 53

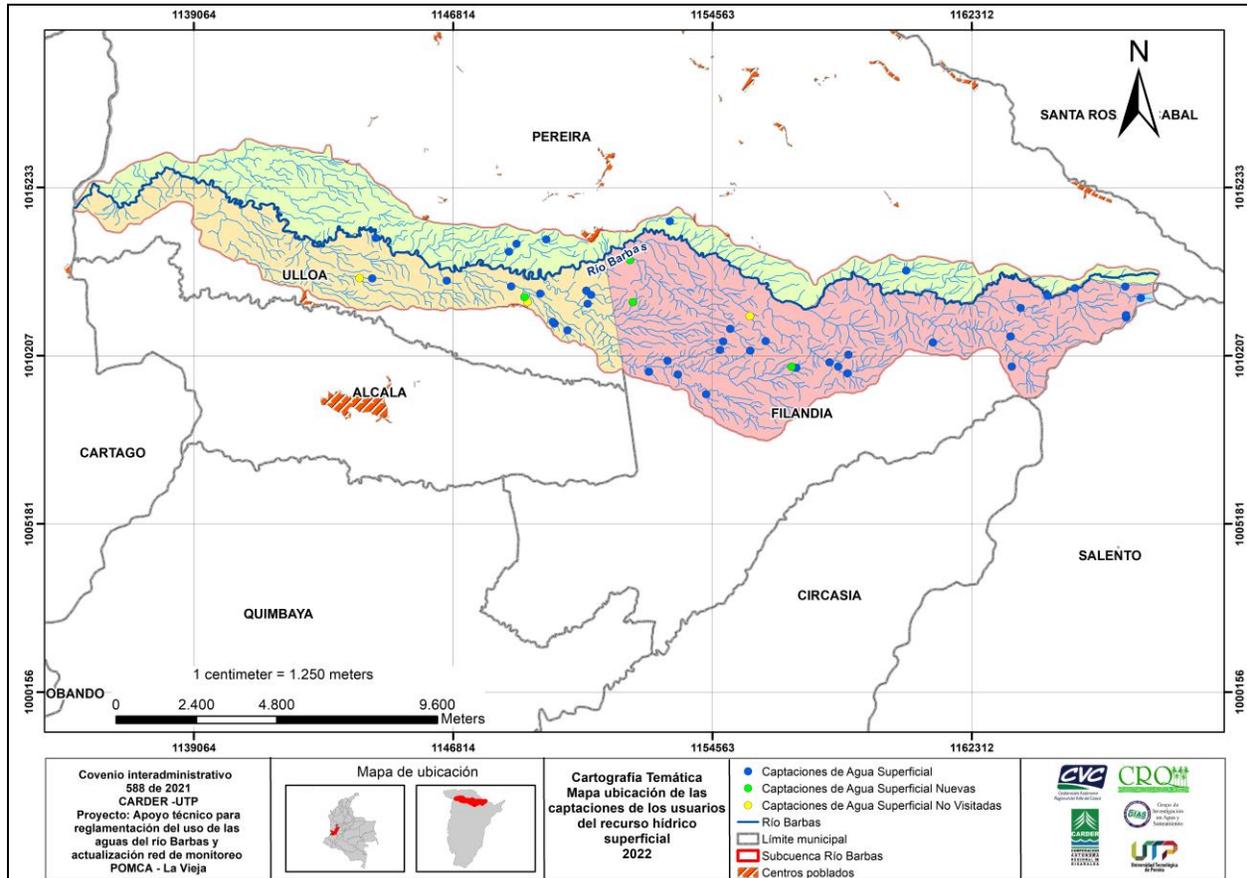


Figura 20. Distribución espacial de las captaciones de los usuarios identificados en las visitas oculares. (Elaboración GIAS con base en Fuente: Cartografía POMCA río La Vieja, 2018).

La recolección de información en campo del censo de usuarios, se realizó a través de dos formatos físicos realizados por el equipo técnico del GIAS-UTP, un primer formato a partir de la información suministrados por los funcionarios de la CVC (Encuesta para Visitas Oculares de Inventario de Usuarios de Agua Superficial), CRQ (Formato de Identificación de Usuarios del Recurso Hídrico) y el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico (RURH) para documentar información de base para la reglamentación de uso de las aguas y un segundo formato para registrar conflictos actuales o potenciales asociados con el acceso o uso del recurso hídrico. Además, se recopiló y actualizó información geográfica de las captaciones utilizando la aplicación Avenza Maps, para ello previamente se elaboró un mapa georreferenciado del área

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 32 de 53

estudio que contenía información de base como ubicación captaciones de los usuarios identificados previamente, red hídrica, vías de acceso y veredas entre otras.

Las visitas oculares se panificaron con base en la información obtenida de la revisión de expedientes de usuarios con concesión de agua superficial; lo anterior, permitió la identificación preliminar de usuarios representativos y su posterior espacialización el área que cubre la zona de estudio. La información cartográfica permitió establecer las rutas para la planificación de las jornadas de campo. El cronograma se publicó y concertó durante los talleres de socialización de los alcances del proyecto realizados en el marco del desarrollo de la estrategia de participación social con los actores claves en los municipios de Filandia, Pereira y Ulloa.

Durante el censo de usuarios, se encontró que algunos usuarios se encuentran haciendo aprovechamiento de agua subterránea según las definiciones del Decreto 1076 de 2015 (artículo 2.2.3.1.1.3.); cuatro de ellos están localizados en el municipio de Filandia y tres en el municipio de Ulloa (Tabla 12). Por lo tanto, a estos usuarios se les deberá realizar una modificación en el otorgamiento de la concesión de agua superficial pasando a ser una concesión de agua subterránea; aplicando así el Decreto 1076 de 2015.

Tabla 12. Usuarios con captaciones de agua subterránea.

Usuario	Municipio	Abastecimiento	Coordenadas	
			X	y
La Castilla - Cesar Augusto Arango	Ulloa	Nacimiento	-75,7751	4,7185
Finca El Zafiro - Antonio Zambrano Quiroga	Ulloa	Nacimiento	-75,7216	4,6987
Finca El Recuerdo - Nelson Alfonso Ospina	Ulloa	Nacimiento	-75,7175	4,7013
San José El Edén - German Ossa Jurado	Filandia	Nacimiento	-75,7041	4,7109
Finca La Samaria - Carmen Elisa Cifuentes Ríos	Filandia	Nacimiento	-75,7091	4,7086
Augusto Acuña Arango - Porcícola El Ruby	Filandia	Nacimiento	-75,7053	4,7101
Asociación de usuarios PLATACER	Filandia	Galería filtrante	-75,7035	4,7033

Una vez consolidada y analizada la información de los usos del agua de la subcuenca río Barbas, se procedió a establecer la demanda teniendo en cuenta los Módulos de Consumo de Agua definidos para la subcuenca objeto de reglamentación.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 33 de 53

5.1. DEMANDA DE AGUA PARA USO HUMANO Y DOMÉSTICO (DUD)

Se estimó la demanda de agua para consumo humano, aplicando los valores de MCA propuestos para uso humano y doméstico consignados en la Tabla 13 y un valor de pérdidas del 25% según Resolución 844 de 2018.

Tabla 13. Módulos de consumo para uso humano y doméstico.

Dotación neta máxima (L/Hab*día)	Fuente	Casos de uso
130	Res. 0332 de 2022 – CARDER, basada en el RAS por medio de la Res. 330 de 2017 – MinVivienda, para una altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida entre 1.000 y 2.000 msnm.	Usuarios colectivos o individuales que tengan infraestructura del sistema de abastecimiento incluido la PTAP y/o el recurso hídrico sea usado solo para consumo humano/doméstico.
200	Resolución 844 de 2018 del MinVivienda para Abastos de Agua.	Para los usuarios colectivos o individuales tenga otros usos (pecuario-agrícola) y de los cuales no se tenga información precisa y además no cuenten con una PTAP
Pérdidas totales en el sistema de conducción: 25% (Resolución 844 de 2018)		

Para efectos de realizar la equivalencia entre suscriptor y la dotación neta de la tabla anterior, se tendrá en cuenta el promedio de habitantes por vivienda determinado en el censo DANE inmediatamente anterior para la población objetivo urbana o rural, que en este caso corresponde al Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018 con un promedio de cuatro personas por hogar.

Además, se contempló la proyección de la demanda para consumo humano/doméstico que se constituye en un elemento clave que permite estimar el caudal de demanda a futuro y con base en estas estimaciones determinar si la oferta de la subcuenca es suficiente para garantizar el suministro en el tiempo para los diferentes usuarios; cuando los resultados de un ejercicio de proyección de demanda arrojan información que permite inferir algún tipo de conflicto asociado con ésta, se pueden desarrollar e implementar estrategias de gestión de la demanda de manera anticipada que permitan por un lado prevenir conflictos y por otro facilitar procesos de planificación adecuada del recurso hídrico en marco del concepto de desarrollo sostenible.

La proyección del crecimiento poblacional por municipio se realizó mediante el método exponencial aplicando la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 34 de 53

Ecuación 5. Método exponencial

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde:

Pf = Población del año para el que se quiere proyectar la población.

Puc = Población del último año censado con Información.

Tuc = Último año censado con información.

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

r = Tasa de crecimiento anual en forma decimal para el método geométrico.

En la subcuenca del río Barbas se realizó la proyección de demanda para consumo humano/doméstico para el año 2033 aplicando las tasas de crecimiento poblacional de la Tabla 14 según el último Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 realizado por el DANE.

Tabla 14. Tasa de crecimiento aplicada para la subcuenca del río Barbas

Municipio	r (tasa de crecimiento)	Observación
Filandia (Quindío)	0,015	Tasa de crecimiento de la población en la cabecera municipal y, centros poblados y rural disperso del municipio.
Pereira (Risaralda)	0,0024	Tasa de crecimiento de la población en centros poblados y rural disperso del municipio.
Ulloa (Valle del Cauca)	0,0023	Tasa de crecimiento de la población en la cabecera municipal y, centros poblados y rural disperso del municipio.

Fuente: DANE, 2018.

5.2. DEMANDA PARA USO AGRÍCOLA (DUA)

Para la subcuenca del río Barbas, se identificaron usuarios con proceso de beneficio de café como una actividad que requiere de un proceso poscosecha. Por lo tanto, se determinó la demanda de agua para procesos de poscosecha (lavados, despulpe, cocción, entre otros) (IDEAM, 2010); aplicando los Módulos de Consumo de Agua propuestos para uso agrícola beneficio de café, en la subcuenca río Barbas y sus afluentes priorizados. Establecidos en la resolución Número 0332 de 2022 de la CARDER con base en los estudios realizados por GENICAFE, ver Tabla 15.

Tabla 15. Módulos de consumo para actividades de poscosecha del cultivo de café.

Tipo de beneficio y/o Tecnología	MCA	Unidad
Tradicional	0,0003	Litro/Segundo – Kg de CPS
Canal de correteo	0,0001	Litro/Segundo – Kg de CPS
Bomba sumergible	0,0001	Litro/Segundo – Kg de CPS

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 35 de 53

Tipo de beneficio y/o Tecnología	MCA	Unidad
Tanque tina	0,00003	Litro/Segundo – Kg de CPS
Tecnología BELCOSUB	0,000007	Litro/Segundo – Kg de CPS
Tecnología ECOMILL	0,000004	Litro/Segundo – Kg de CPS

La demanda de agua para uso agrícola de los diferentes cultivos que se encuentren dentro del área de estudio de la subcuenca del río Barbas, se establece en función de las necesidades de riego de los diferentes cultivos. Está referido a la cantidad de agua y al momento de su aplicación, a fin de alcanzar un equilibrio entre la cantidad de agua requerida por el cultivo, en compensación por la pérdida por evapotranspiración, y la precipitación efectiva. Entonces, la necesidad de riego representa la diferencia entre el requerimiento de agua del cultivo y la precipitación efectiva, más un componente de agua adicional para el lavado de sales de los suelos y para compensar la falta de uniformidad o eficiencia en la aplicación de los sistemas de riego (ENA, 2010).

Ya que para este sector en particular el cálculo del consumo de agua por unidad de producción (módulo de consumo) requiere la previa verificación del déficit hídrico para las condiciones particulares de cada cultivo, se recomienda acudir a la metodología y a los coeficientes del cultivo (kc) sugeridos en el anexo 2 de la Resolución 865 de 2004 del MAVDT, que se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Coeficientes del cultivo Kc sugeridos en la Resolución 865 de 2004.

CULTIVO	ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO					Período vegetativo total
	Inicial	Desarrollo del cultivo	Medios del período	Finales del período	Recolección	
Banano -tropical -subtropical	0.40 - 0.50	0.70 - 0.85	1.00 - 1.10	0.90 - 1.00	0.75 - 0.85	0.70 - 0.80
	0.50 - 0.65	0.80 - 0.90	1.00 - 1.20	1.00 - 1.15	1.00 - 1.15	0.85 - 0.95
Frijol -verde -seco	0.30 - 0.40	0.65 - 0.75	0.95 - 1.05	0.90 - 0.95	0.85 - 0.95	0.85 - 0.90
	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.75	0.25 - 0.30	0.70 - 0.80
Col	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.90 - 1.00	0.80 - 0.95	0.70 - 0.80
Algodón	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.25	0.80 - 0.90	0.65 - 0.70	0.80 - 0.90
Vid	0.35 - 0.55	0.60 - 0.80	0.70 - 0.90	0.60 - 0.80	0.55 - 0.70	0.55 - 0.75
Cacahuete	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.75 - 0.85	0.55 - 0.60	0.75 - 0.80
Máiz -dulce -grano	0.30 - 0.50	0.70 - 0.90	1.05 - 1.20	1.00 - 1.15	0.95 - 1.10	0.80 - 0.95
	0.30 - 0.50	0.70 - 0.85	1.05 - 1.20	0.80 - 0.95	0.55 - 0.60	0.75 - 0.90
Cebolla -seca -verde	0.40 - 0.60	0.70 - 0.80	0.95 - 1.10	0.85 - 0.90	0.75 - 0.85	0.80 - 0.90
	0.40 - 0.60	0.60 - 0.75	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.65 - 0.80

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 36 de 53

Guisante	0.40 - 0.50	0.70 - 0.85	1.05 - 1.20	1.00 - 1.15	0.95 - 1.10	0.80 - 0.95
Pimentero	0.30 - 0.40	0.60 - 0.75	0.95 - 1.10	0.85 - 1.00	0.80 - 0.90	0.70 - 0.80
Papa	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.85 - 0.95	0.70 - 0.75	0.75 - 0.90
Arroz	1.10 - 1.15	1.10 - 1.50	1.10 - 1.30	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	1.05 - 1.20
Cártamo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.70	0.20 - 0.25	0.65 - 0.70
Sorgo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.75	1.10 - 1.15	0.75 - 0.80	0.50 - 0.55	0.75 - 0.85
Soya	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.10 - 1.15	0.70 - 0.80	0.40 - 0.50	0.75 - 0.90
Remolach-azuc	0.40 - 0.50	0.75 - 0.85	1.05 - 1.20	0.90 - 1.00	0.60 - 0.70	0.80 - 0.90
Caña azúcar	0.40 - 0.50	0.70 - 1.00	1.00 - 1.30	0.75 - 0.80	0.50 - 0.60	0.85 - 1.05
Girasol	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.70 - 0.80	0.35 - 0.45	0.75 - 0.85
Tabaco	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.00 - 1.20	0.90 - 1.00	0.75 - 0.85	0.85 - 0.95
Tomate	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	1.05 - 1.25	0.80 - 0.95	0.60 - 0.65	0.75 - 0.90
Sandía	0.40 - 0.50	0.70 - 0.80	0.95 - 1.05	0.80 - 0.90	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
Trigo	0.30 - 0.40	0.70 - 0.80	1.05 - 1.20	0.65 - 0.75	0.20 - 0.25	0.80 - 0.90
Alfalfa	0.30 - 0.40				1.05 - 1.20	0.85 - 1.05
Cítricos -desyerbe -sin control de malezas						0.65 - 0.75 0.85 - 0.90
Olivo						0.40 - 0.60

El dato de la izquierda representa el kc correspondiente a condiciones climáticas de alta humedad (RHmin >70%) y poco viento (<5 m/s), mientras que el dato de la derecha representa el kc correspondiente a condiciones climáticas de baja humedad (RHmin >20%) y fuerte viento (>5 m/s).

En la Tabla 17 se incluyen algunos kc para cultivos comúnmente encontrados en la región, que no se encuentran en la Resolución 865/04 y que han sido incluidos por la FAO (2006) en su estudio de riego drenaje, específicamente en “Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”.

Tabla 17. Otros coeficientes del cultivo Kc sugeridos por la FAO (2006).

Cultivo	Kc ini	Kc med	Kc fin	Alt. Máx. Cultivo (h) (m)
Aguacate, sin cobertura del suelo	0.60	0.85	0.75	3.00
Cítricos, sin cobertura del suelo				
– 70% cubierta vegetativa	0.70	0.65	0.70	4.00
– 50% cubierta vegetativa	0.65	0.60	0.65	3.00
– 20% cubierta vegetativa	0.50	0.45	0.55	2.00
Cítricos, con cobertura activa del suelo o malezas				
– 70% cubierta vegetativa	0.75	0.70	0.70	4.00
– 50% cubierta vegetativa	0.80	0.80	0.80	3.00
– 20% cubierta vegetativa	0.85	0.85	0.85	2.00
Coníferas	1.00	1.00	1.00	10.00

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 37 de 53

Piña				
– suelo sin cobertura	0.50	0.30	0.30	0.6-1.2
– con cobertura de gramíneas	0.50	0.50	0.50	0.6-1.2
Café				
– suelo sin cobertura	0.90	0.95	0.95	2-3
– con malezas	1.05	1.10	1.10	2-3
Cacao	1.00	1.05	1.05	3.00
Moras (arbusto)	0.30	1.05	0.56	1.50
Yuca o mandioca				
– año 1	0.30	0.80	0.30	1.00
– año 2	0.30	1.10	0.50	1.50

5.3. DEMANDA PARA USO ACUÍCOLA/PISCÍCOLA (DAC)

La demanda de agua para Uso Acuícola/piscícola en la subcuenca río Barbas, se determinó aplicando los Módulos de Consumo de Agua propuestos para uso piscícola, en la subcuenca río Barbas y sus afluentes priorizados, basados en la resolución Número 0332 de 2022 de la CARDER, ver Tabla 18.

Tabla 18. Módulos de consumo para uso acuícola/piscícola.

PISCÍCOLA (para reposición)	Valor	Unidades
Mojarra	0,00039	L/s*m ² estanque
Alevinos de Mojarra	0,00005	L/s*m ² estanque

5.4. DEMANDA PARA USO PECUARIO (DUP)

La demanda de agua para Uso Pecuario en la subcuenca río Barbas, se tuvo en cuenta la cantidad de animales (bovinos, porcinos, aves) y su consumo de agua durante la fase de cría, levante y terminación, aplicando los Módulos de Consumo de Agua propuestos para uso pecuario, en la subcuenca río Barbas y sus afluentes priorizados, basados en la resolución Número 0332 de 2022 de la CARDER, ver Tabla 19.

Tabla 19. Módulos de consumo para uso pecuario.

SECTOR PECUARIO	Valor	Unidades
AVÍCOLA		
Cría, levante y terminación pollos y gallinas	2,4	L/animal*día
Operación y mantenimiento de naves	20,0	L/animal*día
PORCÍCOLA		
Cría, levante y terminación de cerdas madres	18,0	L/animal*día
Cría, levante y terminación de cerdas para reposición	18,0	L/animal*día
Cría, levante y terminación de cerdos en ceba	8,0	L/animal*día
Cría, levante y terminación de cerdos no clasificados	8,0	L/animal*día

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 38 de 53

SECTOR PECUARIO	Valor	Unidades
Cría, levante y terminación de cerdos en levante	5,0	L/animal*día
Cría, levante y terminación de lechones, lactantes y pre cebos	1,8	L/animal*día
Cría, levante y terminación de reproductores	16,0	L/animal*día
Operación y mantenimiento	10,0	L/animal*día
BOVINO Y EQUINO		
Cría, levante y terminación de machos y hembras de 0 a 12 meses	30,0	L/animal*día
Cría, levante y terminación de machos y hembras de 12 a 24 meses	45,0	
Cría, levante y terminación machos y hembras de 24 a 36 meses	100,0	
Cría, levante y terminación machos y hembras mayores a 36 meses	100,0	
Operación y mantenimiento	40,0	L/animal*día

5.5. DEMANDA SECTOR SERVICIOS (DUS)

La demanda de agua para el Sector Servicios en la subcuenca río Barbas, se calculo aplicando los Módulos de Consumo de Agua propuestos para uso institucional, comercial y de servicios, basados en la resolución Número 0332 de 2022 de la CARDER (ver Tabla 20).

Tabla 20. Módulos de consumo para el sector institucional, comercial y de servicios.

Sector institucional, comercial y de servicios	Valor	Unidades
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20	L/m ² mínimo 400 litros/día
Mercados	15	L/m ²
Universidades	50	L/persona/día
Internados	250	L/persona/día
Hoteles (a)	500	L/habitación*día
Hoteles (b)	250	L/cama*día
Oficinas	90	L/persona/día
Cuarteles	350	L/persona/día
Restaurantes (preparación de alimentos)	4	L/día/comida
Comedor campestre – restaurante con baño y ducha por persona	75	L/día
Comedor campestre – restaurante con servicio de baño solamente por persona	50	L/día
Hospitales	600	L/persona/día
Hospitales con lavandería	800	L/Cama*día
Prisiones	600	L/persona/día
Lavanderías	48	L/kg de ropa

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 39 de 53

Sector institucional, comercial y de servicios	Valor	Unidades
Lavado de carros	400	L/carro/día
W.C. públicos	50	L/hora
W.C. intermitentes	150	L/hora
Cabarets, casinos v salas de baile	30	L/m ²
El suministro de agua para bares, fuentes de soda, refresquerías, cafeterías y similares se calculará con base en los siguientes consumos:		
Área en m ²		
Hasta 30	1.500	L/m ² *día
De 31 a 60	60	L/m ² *día
De 61 a 100	50	L/m ² *día
Mayor de 100	40	L/m ² *día
Jardines	2	L/m ²
Piscinas	300	L/persona
Duchas piscina	60	L/persona
<p>Hoteles tipo (a): hoteles comunes que prestan servicio de alojamiento por días, entre ellos clasifican los alojamientos rurales tipo Glamping con servicio de Jacuzzi o tina, entre otros.</p> <p>Hoteles tipo (b): Alojamiento por horas tipo de Motel o Aparta Hotel, alojamientos rurales tipo Glamping sin servicio de Jacuzzi o tina.</p>		

5.6. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA

Con la información levantada en campo durante las visitas oculares y aplicando los Módulos de Consumo de Agua descritos anteriormente, se obtuvieron los resultados de la demanda de agua por usos que se registra actualmente en la subcuenca del río Barbas. En la Figura 21 se observa el caudal requerido por cada uso encontrado en las tres jurisdicciones de la zona de estudio objeto de reglamentación; de manera general el uso principal es consumo humano y doméstico en jurisdicción de CARDER y CRQ, y en jurisdicción de CVC el uso pecuario es representativo.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 40 de 53

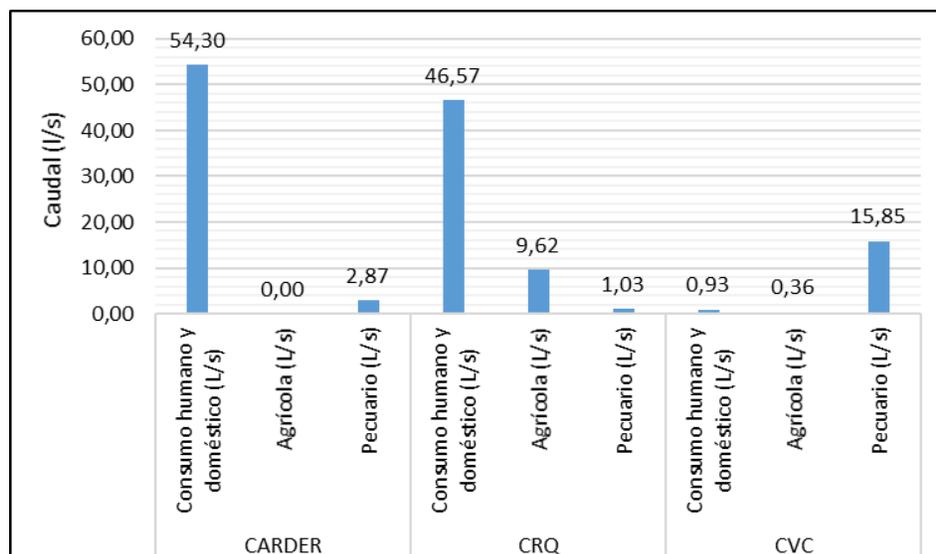


Figura 21. Usos del agua representativos en la subcuenca del río Barbas.

En la Figura 22, se observa que en jurisdicción de CARDER y CRQ, la mayoría de los usuarios son colectivos, mientras que en el caso de la jurisdicción de CVC predominan los usuarios individuales. Existe una situación crítica con respecto a la demanda de agua en los sistemas colectivos, lo cual puede estar asociado a dos panoramas; primero el uso irracional del recurso y segundo las pérdidas en los sistemas, lo anterior alerta sobre la urgencia de tomar medidas preventivas e implementar de manera urgente programas de uso eficiente y ahorro del agua, que incorporen el mejoramiento en los sistemas y educación ambiental sobre la importancia del consumo responsable del recurso.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 41 de 53

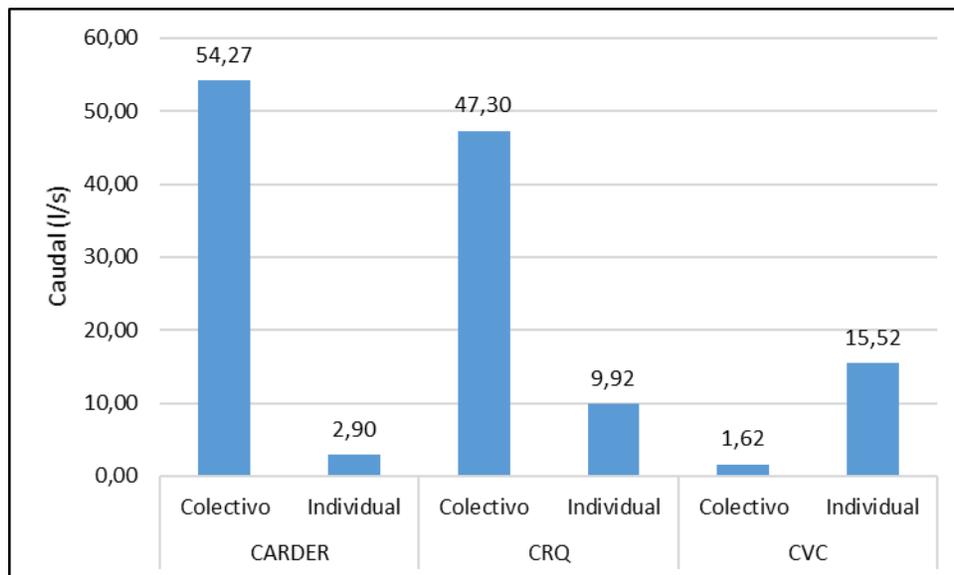


Figura 22. Distribución de la demanda de agua según la clasificación de los usuarios encontrados en la subcuenca del río Barbas.

En la Figura 23 se observa la distribución de la demanda por tributario priorizado calculada a partir de los Módulos de Consumo de Agua que se encuentra en la subcuenca del río Barbas.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 42 de 53

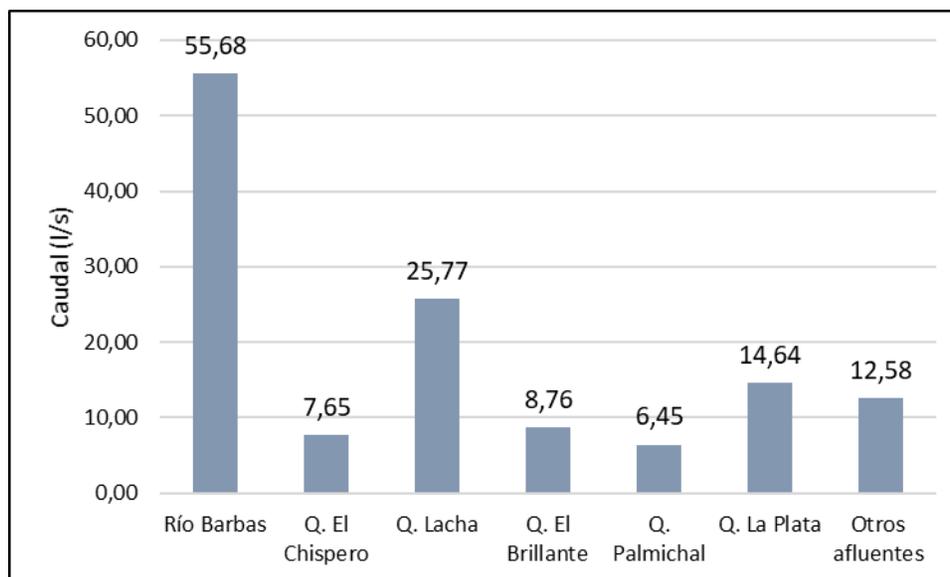


Figura 23. Distribución de la demanda de agua por tributarios priorizados y otros afluentes que aportan a la subcuenca del río Barbas.

6. BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA

En la Figura 24 se presenta el balance oferta hídrica disponible para la distribución y la demanda total de agua que actualmente sostiene la subcuenca del río Barbas. Es necesario aclarar que la oferta disponible es la determinada por el caudal estimado al 80% de probabilidad de permanencia en el cauce. Se observa que en los cauces de la quebrada La Plata, quebrada El Chispero, quebrada Lacha, quebrada El Brillante y quebrada Palmichal, a escala mensual, la demanda hídrica es alta respecto a la oferta, lo que genera que en algunos meses ésta sea superada.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

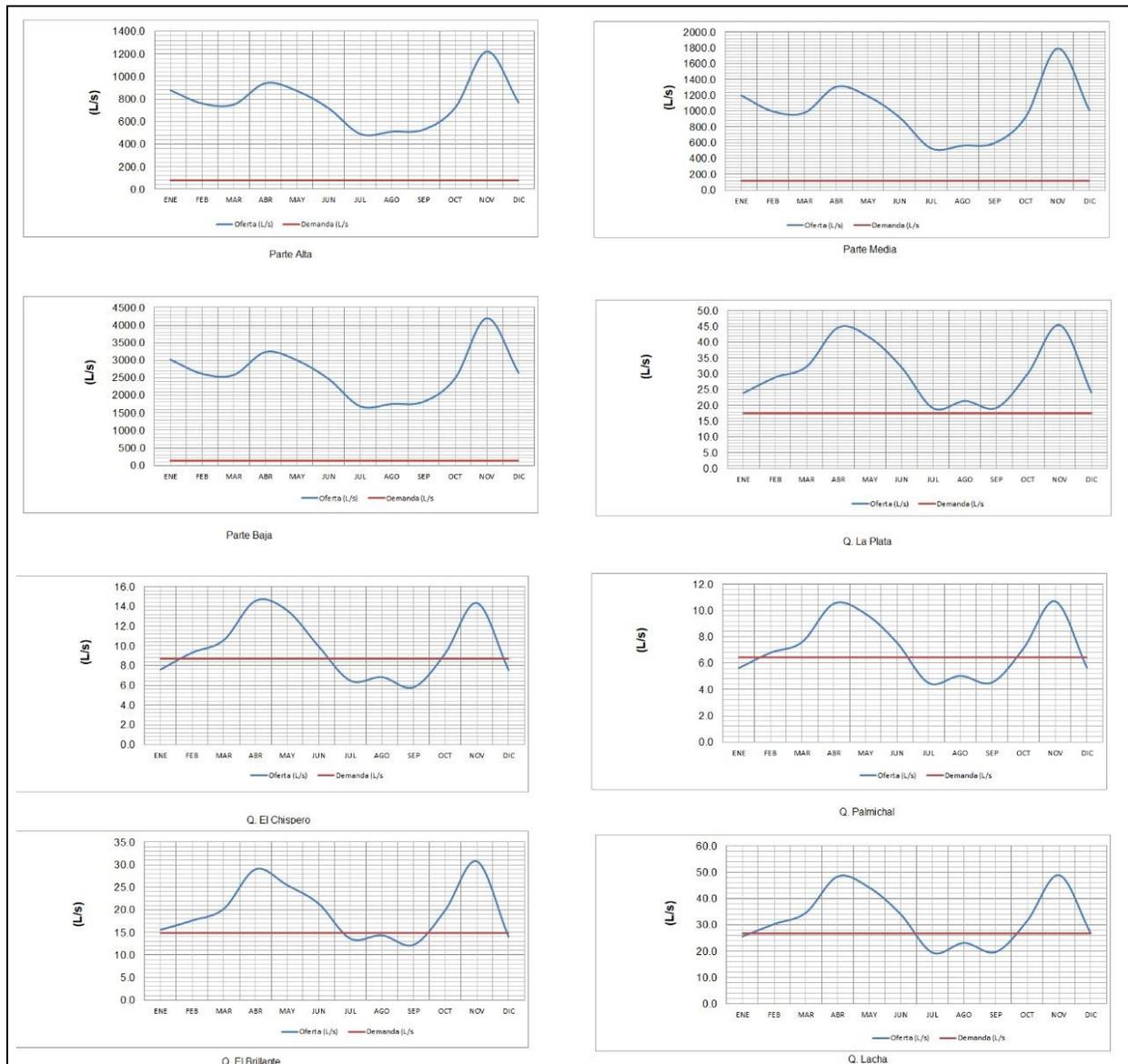


Figura 24. Balance oferta hídrica disponible vs demanda hídrica.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 44 de 53

7. ÍNDICE DE USO DEL AGUA –IUA-

El IUA es la relación porcentual del agua utilizada (demanda hídrica) y el agua disponible (oferta hídrica neta) en términos de caudal en flujo continuo y/o volumen (IDEAM 2013, 2010), el cual permite medir el grado de presión que se tiene sobre el recurso hídrico de una unidad hidrográfica de análisis. El Índice del Uso del Agua se estima aplicando la Ecuación 6.

Ecuación 6. Estimación del Índice del Uso del Agua.

$$I_{UA} = \left(\frac{D_H}{O_H} \right) * 100$$

Dónde:

I_{UA} = Índice del Uso del Agua (%).

D_H = Demanda hídrica (caudal o volumen).

O_H = Oferta hídrica (caudal o volumen).

A partir del IUA estimado, se categorizó el estado de la presión sobre el recurso hídrico que se tiene en cada una de las unidades hidrográficas de estudio, de acuerdo a la clasificación relacionada en la Tabla 21.

Tabla 21. Rangos y categorías para la evaluación del Índice del Uso del Agua.

Rango (%)	Categoría IUA	Interpretación
>50	MUY ALTO	La presión de la demanda es muy alta respecto a la oferta disponible.
20.01 – 50	ALTO	La presión de la demanda es alta respecto a la oferta disponible.
10.01 – 20	MEDIO	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
1 – 10	BAJO	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
<1	MUY BAJO	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.

Fuente: adaptado de IDEAM, 2010.

7.1. IUA con valores de demanda hídrica actual (caudales concesionados vigentes)

Para la subcuenca del río Barbas, se estimó el IUA actual (caudales concesionados vigentes) con el fin de analizar el impacto de la demanda hídrica sobre el caudal de oferta, e identificar los posibles usos que pueden alterar su comportamiento en cada uno de las zonas de aferencia

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 45 de 53

establecidas en este análisis. De manera general, a pesar que en el río Barbas se presentan presiones sobre el recurso hídrico entre Baja y Media en promedio durante el año (Figura 25), en los cauces tributarios la presión sobre el recurso oscila entre Alta y Muy Alta (Figura 26).

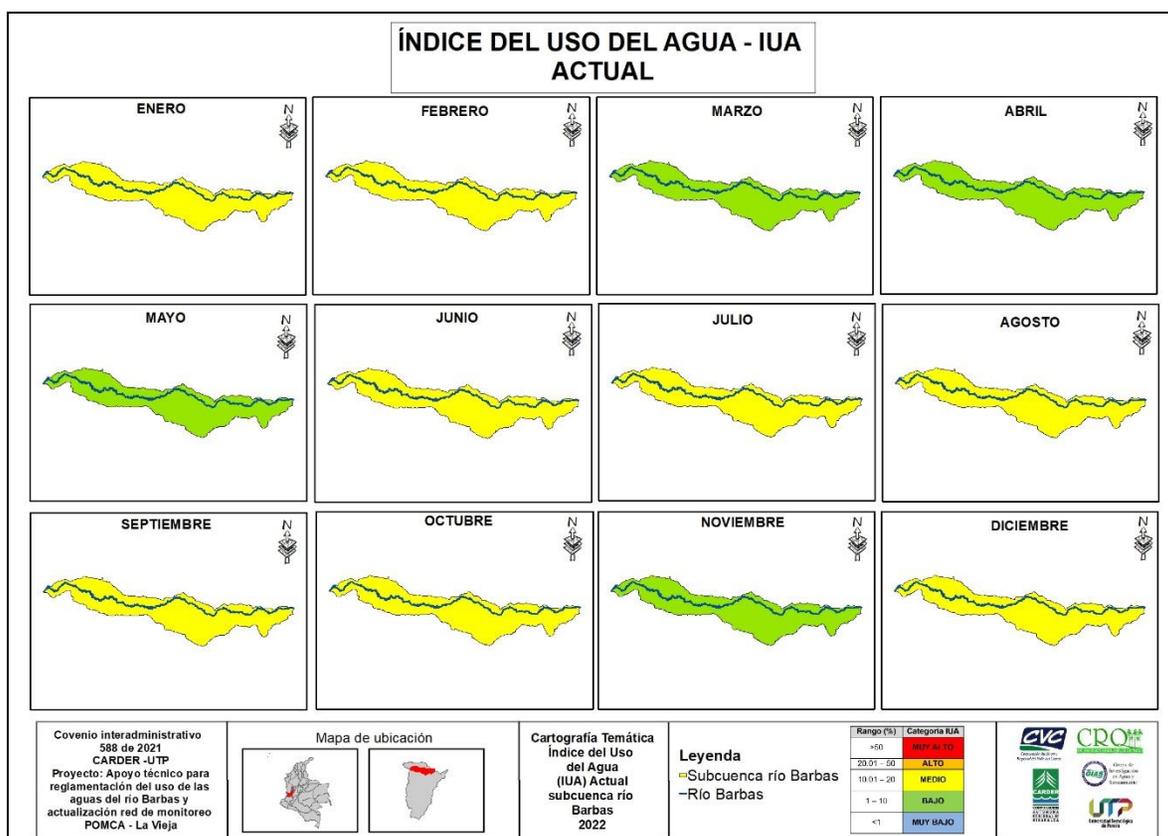


Figura 25. IUA actual (caudales concesionados vigentes) en la subcuenca del río Barbas.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 46 de 53

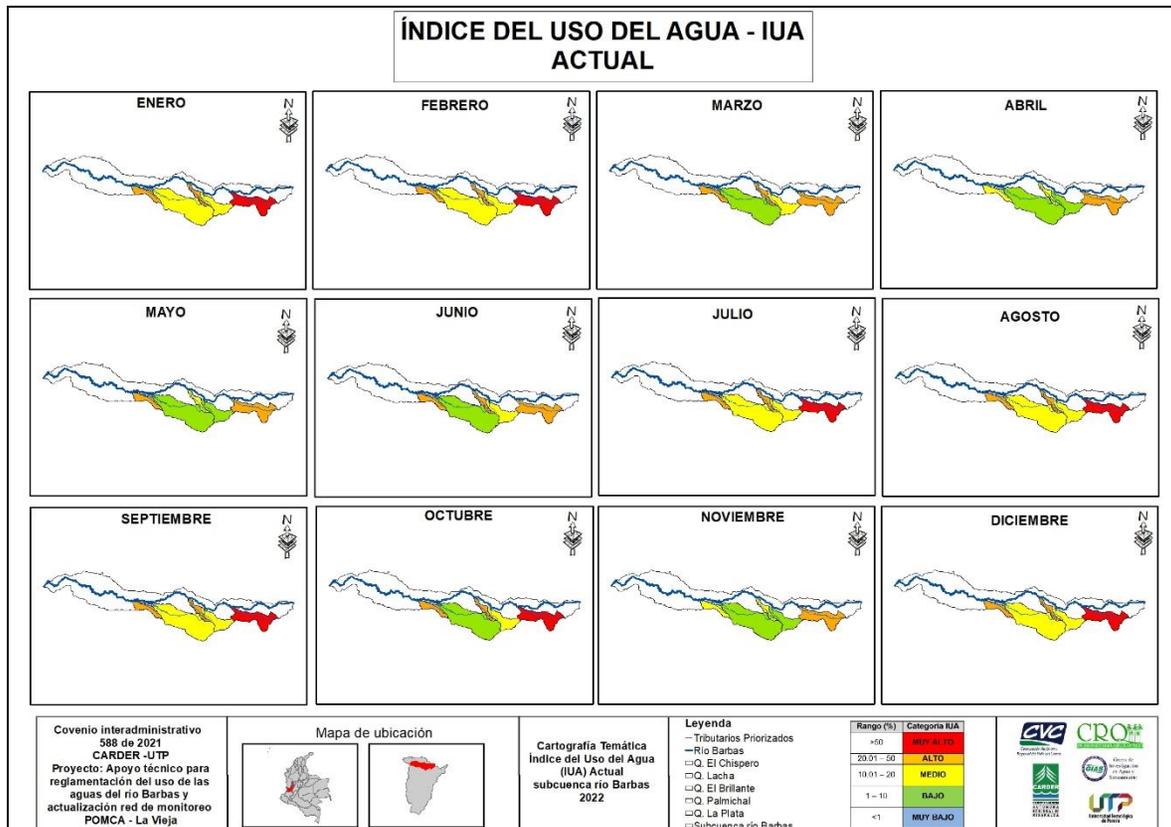


Figura 26. IUA actual (caudales concesionados vigentes) en los tributarios priorizados de la subcuenca del río Barbas.

7.2. IUA con valores de demanda hídrica propuestos

Para la subcuenca del río Barbas, se estimó el IUA con los caudales de demanda propuestos con el fin de analizar el impacto de la demanda hídrica sobre el caudal de oferta adoptada durante el proceso de reglamentación del uso de las aguas en el río Barbas y sus tributarios priorizados. De manera general y en comparación con los IUA calculados a partir de los caudales concesionados vigentes, se observa que a nivel de subcuenca se siguen presentando presiones sobre el recurso hídrico entre Baja y Media en promedio durante el año (Figura 27), pero a nivel de los tributarios priorizados se logra disminuir la presión sobre el recurso hídrico oscilando en Alto y Medio (Figura 28).

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

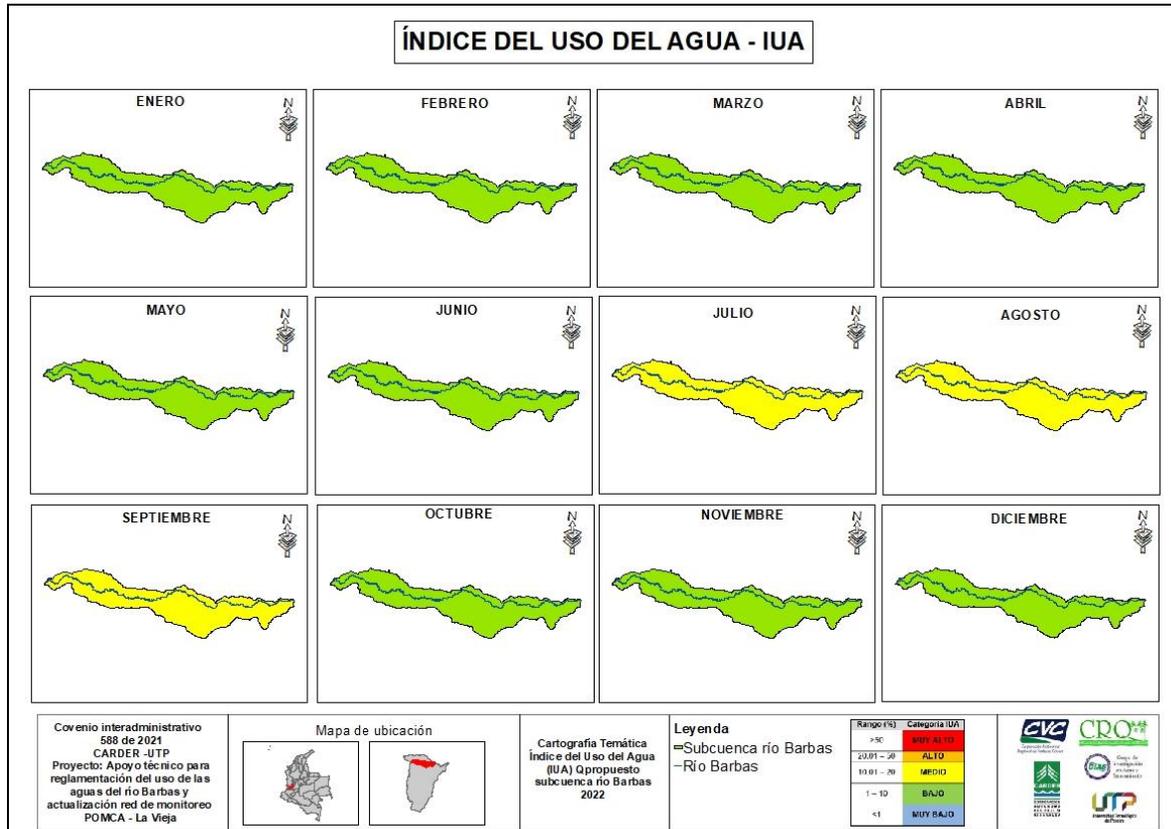


Figura 27. IUA con caudales de demanda propuestos en la subcuenca del río Barbas.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 48 de 53

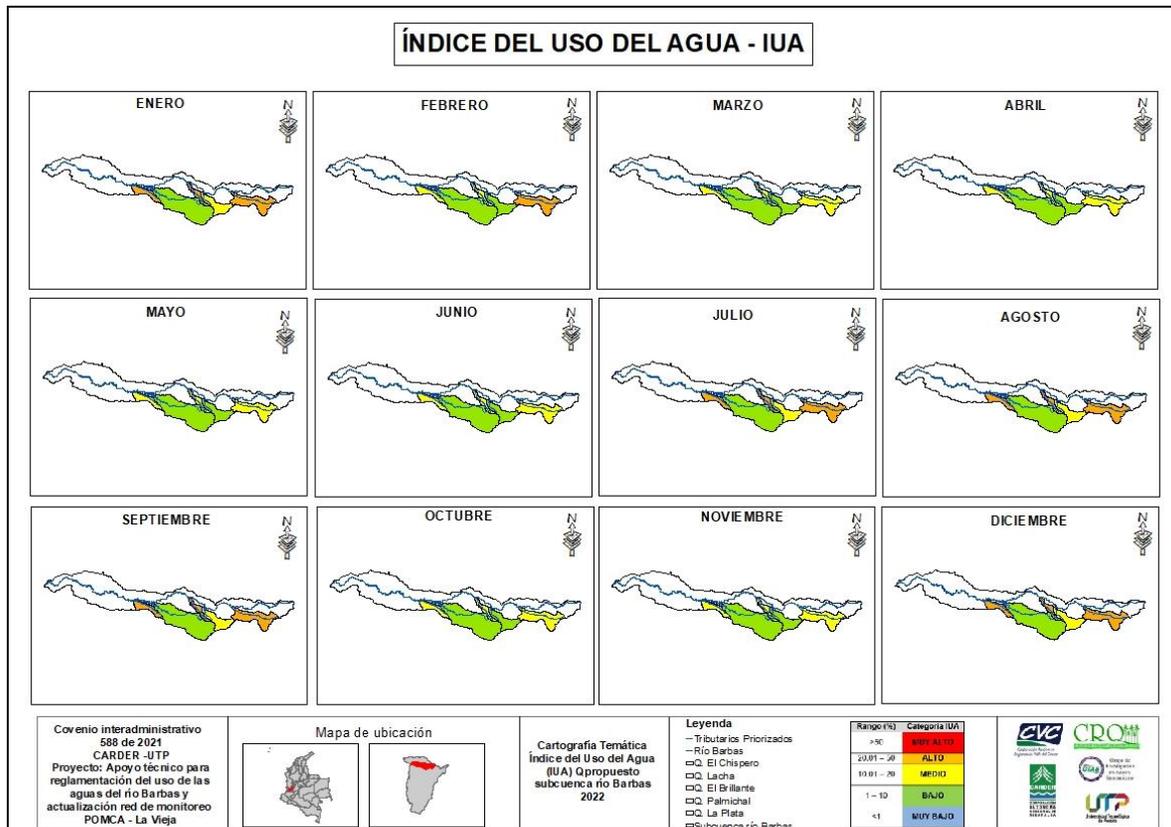


Figura 28. IUA con caudales de demanda propuestos en los tributarios priorizados de la subcuenca del río Barbas.

8. Propuesta de distribución de las aguas

Con el fin de presentar la propuesta de distribución de caudales para la reglamentación del uso de las aguas del Río Barbas y sus tributarios priorizados, se tuvieron en cuenta los resultados de los valores del Índice del Uso del Agua – IUA a partir de los caudales concesionados vigentes por las Autoridades Ambientales y la demanda calculada por los Módulos de Consumo de Agua – MCA propuestos. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales del presente proceso de reglamentación es realizar una distribución de caudales equilibrada que permita hacer un buen uso del recurso hídrico superficial y asegurar su sostenibilidad en el tiempo dentro de la unidad hidrográfica en estudio.

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 49 de 53

Una vez obtenidos los resultados del esquema de distribución de las aguas propuesto para la reglamentación del uso de las aguas del río Barbas y sus tributarios priorizados, se realizó su debida publicación en los medios dispuestos por las Corporaciones Autónomas Regionales (Figura 29) y a su vez se llevó a cabo la socialización de los resultados a los usuarios del recurso hídrico pertenecientes a la subcuenca del río Barbas mediante talleres de socialización; con la finalidad de que los usuarios del recurso hídrico frente a inconformidades puedan presentar objeciones que consideren pertinentes.

PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES PUBLICACIONES

Se comunicará a los interesados mediante aviso por dos (2) veces con intervalo de diez (10) días entre uno y otro, en dos de los periódicos y emisoras de mayor circulación en el departamento o municipio correspondiente, con el fin de que puedan presentar objeciones que consideren pertinentes dentro de los veinte (20) días siguientes a la publicación del último aviso.

PRIMER AVISO
La Corporación Autónoma Regional del Risaralda - CARDER
HACE SABER

Que se ha elaborado el Proyecto de Reglamentación General del uso del río Barbas y tributarios priorizados, aguas que discurren por los municipios de Pereira, en el departamento de Risaralda; Salento y Filandia en el departamento de Quindío; y por el municipio de Ulloa, en el departamento del Valle del Cauca, en la cuenca del río La Vieja.
Los documentos respectivos están disponibles para consulta de los usuarios en la Sede de la CARDER ubicada en la Avenida Américas No. 46-40, Pereira, Risaralda.
Las objeciones a este proyecto deben ser presentadas durante los tres (3) días siguientes a la publicación de este aviso (Decreto 1076 de 2015 artículo 2.2.3.2.13.5). Estas serán estudiadas y resueltas por la CARDER dentro de los términos legales y sus resultados serán consignados en la Resolución Reglamentaria definitiva.

JULIO CÉSAR GÓMEZ SALAZAR
Director General

PRIMER AVISO
La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC,
HACE SABER

Que se ha elaborado el Proyecto de Reglamentación General del uso general de las aguas del río Barbas y tributarios priorizados, que discurren por los municipios de Pereira, en el departamento de Risaralda; Salento y Filandia en el departamento de Quindío; y por el municipio de Ulloa, en el departamento del Valle del Cauca, en la cuenca del río La Vieja.
Los documentos respectivos están disponibles para consulta de los usuarios en la CVC, en las siguientes direcciones:
- CVC - Cali, Edificio Principal, en la Carrera 56 # 11-36, Barajas - Grupo de Recursos Hídricos.
- Dirección Ambiental Regional DAR Norte - Cra 4 N° 9-73 Piso 4, Cartago.
En el link <https://www.cvc.gov.co/documentos/informacion/escasez/2018/reglamentacion-de-caudales>
Las objeciones a este proyecto deben ser presentadas durante los treinta (30) días hábiles siguientes a la publicación de este aviso (Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.2.13.5). Estas serán estudiadas y resueltas por la CVC dentro de los términos legales y sus resultados serán consignados en la Resolución Reglamentaria definitiva.

MARCO ANTONIO SUÁREZ GUTIÉRREZ
Director General

1er aviso : 05 de noviembre de 2022
2do aviso: 23 de noviembre de 2022

Fecha máxima para presentar objeciones 22 de diciembre de 2022

Figura 29. Publicación proyecto de reglamentación del río Barbas.

A través de este mecanismo, se presentaron 7 objeciones por parte de los usuarios del recurso hídrico pertenecientes a la subcuenca del río Barbas a las que se le dieron respuesta desde el punto de vista técnico.

Lo anterior, implicó que se realizarán modificaciones y ajustes al esquema de distribución de las aguas propuesto para la reglamentación del uso de las aguas del río Barbas y sus tributarios priorizados. Atendiendo las necesidades presentadas en las objeciones por parte de los usuarios del recurso hídrico superficial de la subcuenca del río Barbas, y con el fin de realizar una distribución de caudales equilibrada para hacer un buen uso del recurso hídrico superficial y



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 50 de 53

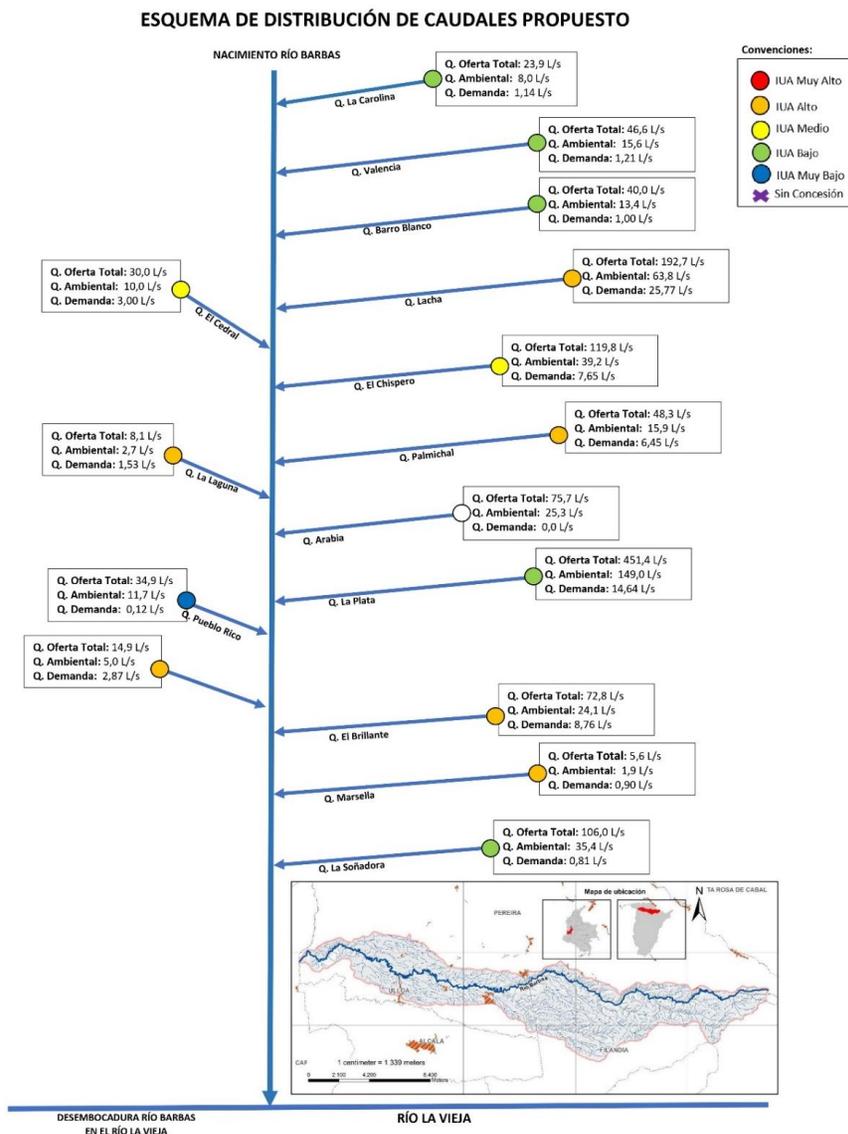
asegurar su sostenibilidad en el tiempo dentro de la unidad hidrográfica en estudio; se asumieron los siguientes criterios:

1. Priorizar los usuarios colectivos para consumo humano y uso doméstico, al momento de reparto de caudales.
2. Realizar el reparto de caudales en el río Barbas, en función de los Módulos de Consumo de Agua – MCA propuestos en el marco del estudio de reglamentación para consumo humano y uso doméstico usando una dotación de siguiente manera:
 - ✓ Para usuarios colectivos o individuales que tengan infraestructura del sistema de abastecimiento incluido la PTAP y/o el recurso hídrico sea usado solo para consumo humano/doméstico, se aplica una dotación de 130 L/hab*día.
 - ✓ Para usuarios colectivos o individuales que tenga usos múltiples y además no cuenten con una PTAP, se aplica una dotación de 200 L/hab*día.Adicionalmente, se asumen 25% de pérdidas para el sistema, 4 habitantes por vivienda con una proyección al año 2033 con las tasas de crecimiento determinadas a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 del DANE (2018).
3. En el caso de los usuarios que usen el recurso hídrico en actividades agrícolas, pecuarias y agropecuarias, se les otorgará el valor del caudal calculado por los MCA según la actividad e información suministrada durante el censo de usuarios; y en los casos donde el valor del caudal por MCA sea mayor al caudal concesionado por la Autoridad Ambiental, se conservará el valor del caudal vigente; debido a que este tipo de usuarios ante la solicitud de la concesión deben presentar información detallada sobre la actividad que desarrollan por lo que solo así será otorgado el caudal requerido.
4. Los caudales otorgados nunca deben superar la oferta disponible en una corriente o tramo específico. Según sea el caso, deberá utilizarse como valor de caudal el máximo posible según la oferta disponible.

Finalmente, se presenta el esquema de distribución de caudales propuesto para el proceso de reglamentación del recurso hídrico superficial en la subcuenca del río Barbas y tributarios priorizados (Figura 30).

PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.



Nota: El caudal disponible dependerá en todo caso de la variabilidad climática y la operación de las captaciones, dado que la cuenca no cuenta con un sistema de regulación de caudales que garantice la permanencia del caudal en el tiempo. El 80% definido en la CDC corresponde por tanto al comportamiento mensual multianual estudiado para este proyecto, pudiéndose ver afectado en años Niño o periodos secos prolongados.

Figura 30. Esquema de distribución de caudales propuesto.



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 52 de 53

A partir de un valor de IUA del 80% se considerará una alerta de agotamiento en el sitio o tramo evaluado, y en toda su área de drenaje hasta este punto de cierre. En este sentido, se deberá evaluar el otorgamiento de las nuevas concesiones analizando la oferta disponible y debe estar sujeta a los usos prioritarios (consumo humano y doméstico, tanto colectivo e individual).

En los casos en los cuales la fuente superficial de agua, no pueda garantizar la oferta necesaria para los usos establecidos, se sugiere la búsqueda de fuentes alternas de abastecimiento.

Se sugiere a los usuarios del recurso hídrico superficial de la subcuenca del río Barbas y tributarios priorizados crear una Asociación de Usuarios del Agua, sistemas de almacenamiento y aumentar los programas de uso eficiente de ahorro del agua – PUEAA.

9. BIBLIOGRAFÍA

Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), Facultad de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento (GIAS). 2010. Reglamentación del uso de las aguas del Río Barbas (cuenca del Río La Vieja). Convenio interadministrativo No. 040. Alianza CARDER-UTP. Programa gestión integrada del recurso hídrico.

Castro, L.; Carvajal, Y. 2010. Análisis de tendencia y homogeneidad de series hidroclimatológica. Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, 9: 15-25.

Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico (CINARA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Universidad del Valle. 2008. Caracterización del Río Barbas. Desarrollo de un modelo para la gestión integrada del recurso hídrico - GIRH - que promueva la equidad, la reducción de la pobreza y el desarrollo del país, bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico (CINARA). 2000. Informe de Diagnóstico Participativo del Sistema de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Básico del Corregimiento de Tribunas Córcega. Pereira.



PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN

POR MEDIO DE LA CUAL SE ORDENA FORMULAR LA REGLAMENTACIÓN DEL USO GENERAL DE LAS AGUAS DEL RÍO BARBAS Y TRIBUTARIOS PRIORIZADOS, QUE DISCURREN POR LOS MUNICIPIOS DE PEREIRA, EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA; SALENTO Y FILANDIA EN EL DEPARTAMENTO DE QUINDÍO; Y POR EL MUNICIPIO DE ULLOA, EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, EN LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.

Página 53 de 53

Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN), Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). 2008. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja “El rejuvenecer de La Vieja”.

Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). 2009. Plan trianual de acción (PAT) 2007-2011.

Gómez, C., Giraldo, P., Álvarez, Z., Londoño, J. 2006. Evaluación de la densidad poblacional del mono aullador (*Alouatta seniculus*) en bosques del eje cafetero. Capítulos: cuenca media y alta del Río Barbas. Fundación Ecoandina - WLC (Wild Life Conservation Society).

Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2013. Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua. Bogotá, D. C.

Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente (IDEAM). 2010. Mapas de disponibilidad hídrica. Disponible En: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=1006>.

Jiménez, H.1992. Hidrología Básica I. Universidad del Valle, Colombia.

Guevara, E. 1994. Hidrología: Una introducción a la ciencia hidrológica aplicada. Universidad de Carabobo. Venezuela.

MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2004. Resolución 865 de 2004. Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales. Bogotá D.C.

Trezza. 2006. CROPWAT para Windows. Rome, Italy.