

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO GUABAS

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Guabas posee un área de 23.800 has; limita al norte con las cuencas de los ríos Sonso y Guadalajara, al sur con la cuenca del río Sabaletas, al oriente con las cuencas de los ríos Amaime y Tuluá y al occidente con el río Cauca.

El río Guabas nace en la cordillera Central, a una altura aproximada de 3.700 metros sobre el nivel del mar, en la reserva forestal “Las Hermosas”. Discurre en jurisdicción de los municipios de Ginebra y Guacarí, entrega sus aguas en la margen derecha del río Cauca.

El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución 0100 No. 0600-0290 del 23 de abril de 2019.

Con el propósito de determinar la demanda y oferta de agua en la cuenca, esta se dividió en dos zonas; productora y consumidora (Figura 1). La zona productora se extiende desde el nacimiento del río hasta el sitio donde se localiza el punto de entrega a la primera derivación de aguas, acequia La Chamba, esta zona tiene un área aproximada de 16.485 has. La zona consumidora fue delimitada partiendo del punto de cierre de la zona productora, hasta la desembocadura en la margen derecha del río Cauca, cuenta con un área 7.315 has.

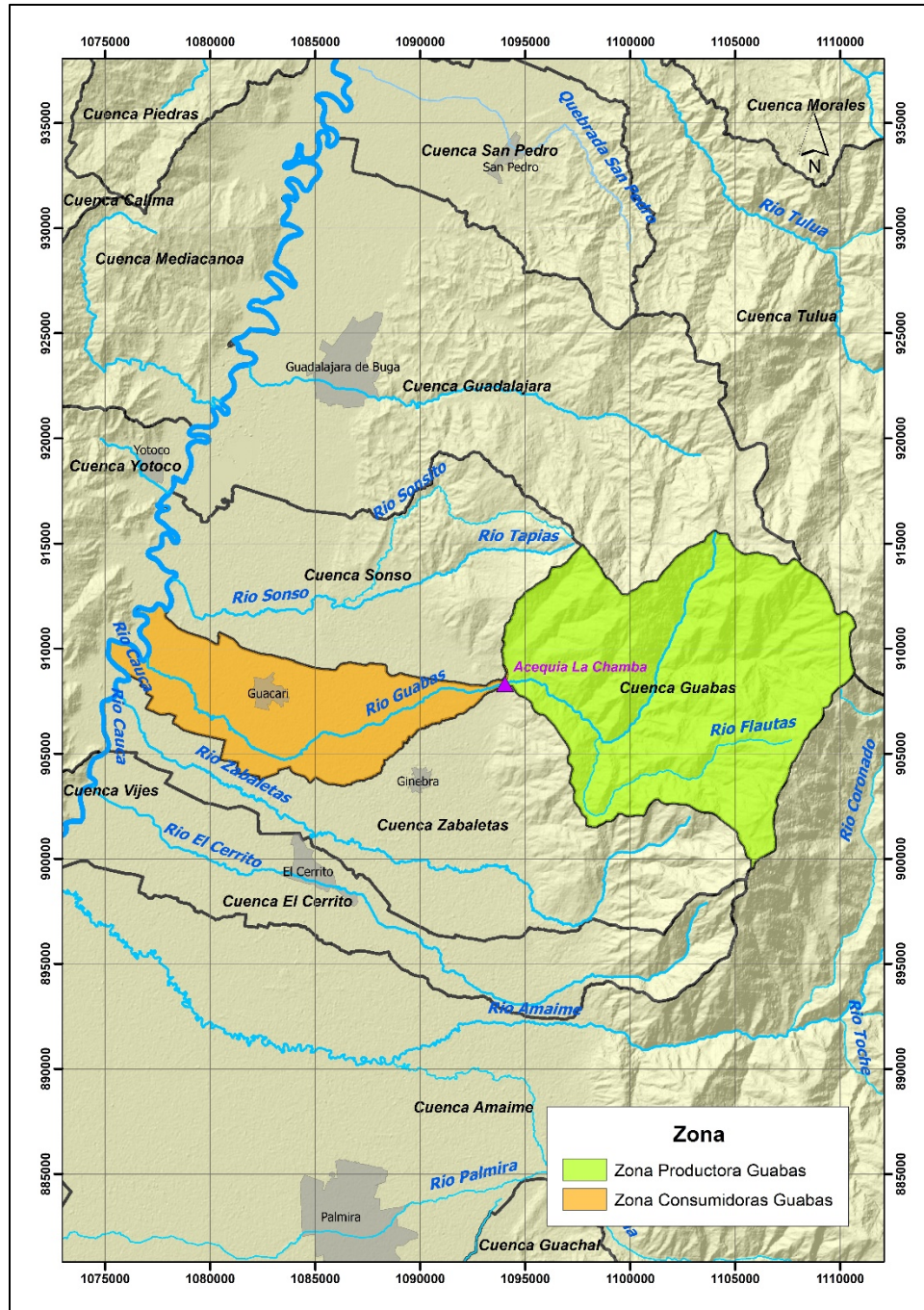


Figura 1. Localización cuenca del río Guabas

2. USO DEL SUELO

De la información de uso y cobertura del suelo, suministrada por el grupo de Sistemas de Información Ambiental de la Corporación, se puede determinar que el uso del suelo en la zona productora (Figura 2), está representado principalmente por vegetación boscosa y de protección natural con 58% del área total, pastos para ganadería con 17%, cultivos permanentes con 10% y cultivos semipermanentes y mixtos con 8% y 6% respectivamente.

La zona consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): cultivos permanentes con 71%, pastos para ganadería con 5%, cultivos transitorios con 4%, infraestructura residencial con 3% y vegetación boscosa y de protección natural con 6%.

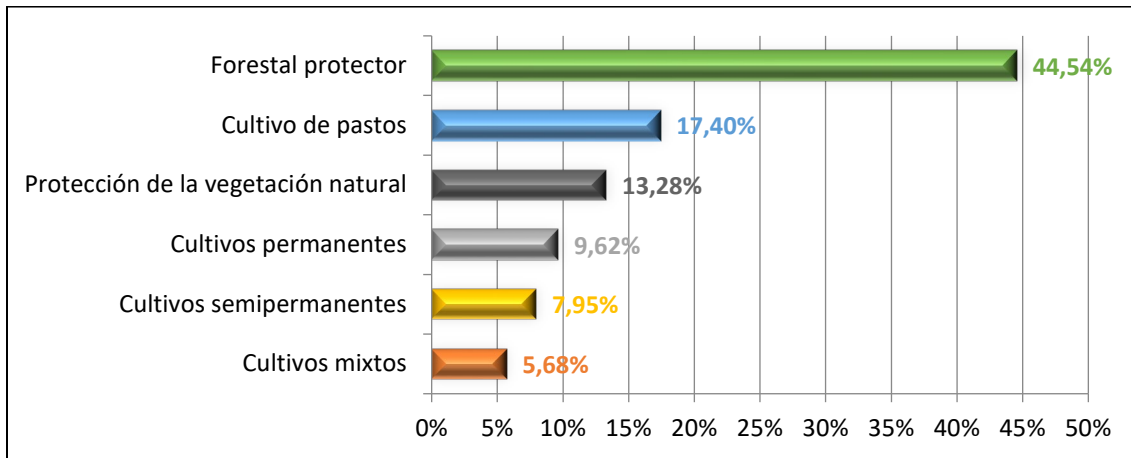


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Guabas

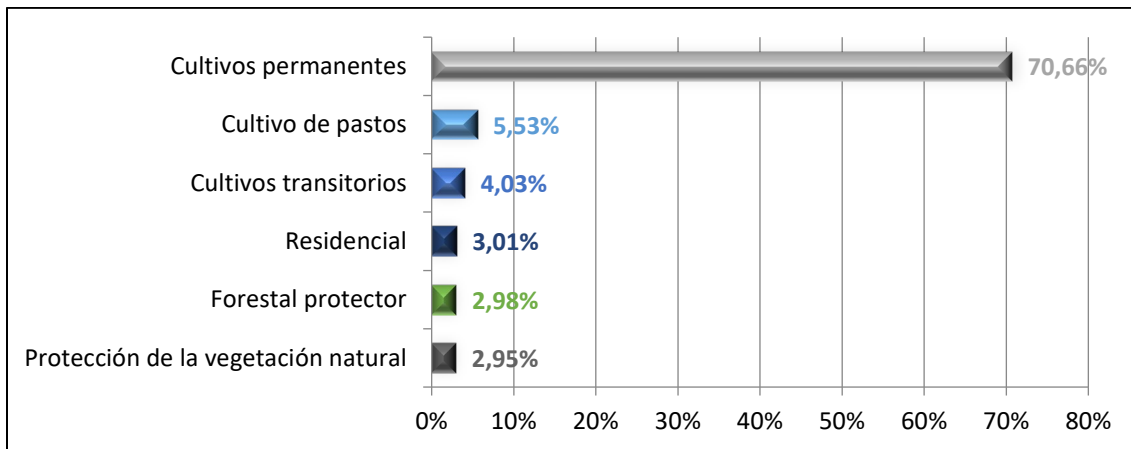


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Guabas

3. DEMANDA DE AGUA

3.1. Demanda de agua para uso agrícola

Para la estimación de esta demanda, se tomaron las coberturas de cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios, mixtos y el pasto de corte. En la Tabla 1, se resume la demanda agrícola para la zona productora y consumidora.

Tabla 1. Demanda agrícola, cuenca del río Guabas

Zona	Demanda Agrícola (mm)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Productora	62	46	64	62	63	61	66	53	63	61	58	61	720
Consumidora	81	69	84	80	83	79	86	79	82	79	75	78	956

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es mayor en la zona consumidora, debido a la presencia de mayores áreas cultivadas con necesidad de riego, principalmente caña de azúcar. El valor máximo de demanda agrícola para ambas zonas se presenta en el mes de julio, ya que este es el mes con mayores registros de evapotranspiración.

En la Figura 4, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en las zonas productora y consumidora de la cuenca del río Guabas.

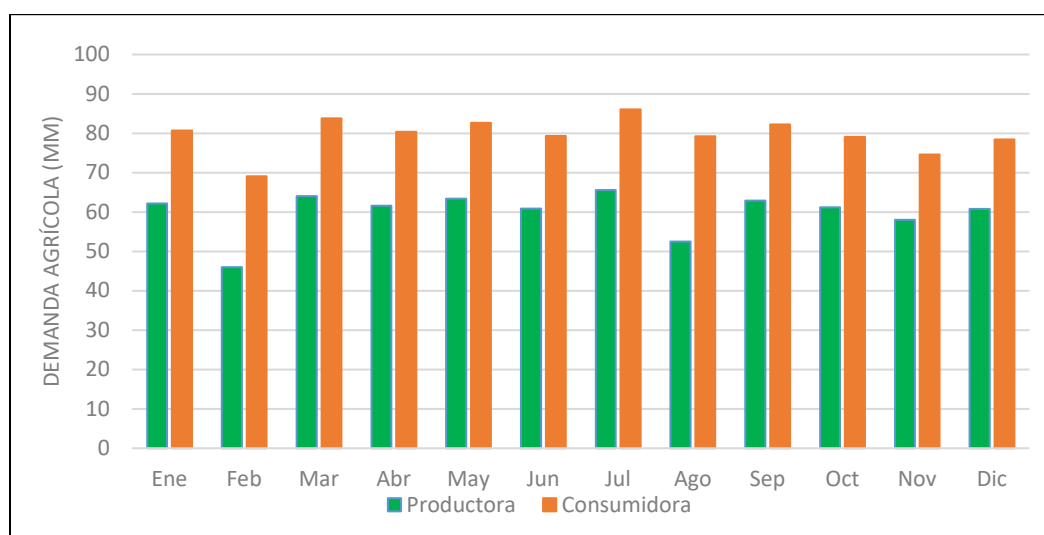


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Guabas

3.2. Demanda de agua para uso doméstico

Para la estimación de esta demanda, se utilizó la información publicada por el DANE en el censo nacional de población y vivienda 2018 para cada municipio del territorio nacional, y la cartografía existente en la Corporación sobre información territorial administrativa, de la cual se determinó el área de cada municipio presente en la cuenca.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, la zona productora del río Guabas cuenta con 8.128 habitantes y la zona consumidora con 25.452. Teniendo en cuenta lo estipulado en la reglamentación técnica del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, cuyo artículo 67 fue modificado por la resolución 2320 de 2009, que establece una dotación de agua para consumo doméstico de 150 litros/habitante/día, se estimó la demanda doméstica para la cuenca del río Guabas (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Guabas

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	El Cerrito	Rural	0,01%	20.493	2
Productora	Ginebra	Rural	55%	12.499	6.925
Productora	Guacarí	Rural	9%	12.770	1.201
Consumidora	Ginebra	Rural	8%	12.499	940
Consumidora	Guacarí	Rural	32%	12.770	4.091
Consumidora	Guacarí	Cabecera	100%	20.421	20.421

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Guabas

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,7
Consumidora	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	19,0

3.3. Demanda de agua para uso pecuario

Para la estimación de esta demanda, se descartaron las áreas correspondientes a las cabeceras municipales, ya que se asume que la producción pecuaria se realiza solo en las zonas rurales. Para determinar la población de especies pecuarias en la cuenca, se utilizó la información del censo realizado por el ICA a comienzos del año 2021, que se encuentra a nivel municipal y tiene en cuenta las especies aviares, bovinas, caprinas, equinas, ovinas y porcinas.

La dotación de agua para cada especie se adoptó de la resolución N°112-1183 del 8 de abril de 2005 de la Corporación Autónoma de los ríos Negro y Nare "CORNARE" que establece los módulos de consumo básicos para los sectores productivos de la industria pecuaria. En la tabla 4, se muestran los valores de demanda de agua para uso pecuario obtenidos para la cuenca del río Guabas.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Guabas

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Zona Productora													
D. Bovina	0,0479	0,0432	0,0479	0,0463	0,0479	0,0463	0,0479	0,0479	0,0463	0,0479	0,0463	0,0479	0,5635
D. Caprina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007
D. Equina	0,0032	0,0029	0,0032	0,0031	0,0032	0,0031	0,0032	0,0032	0,0031	0,0032	0,0031	0,0032	0,0376
D. Ovina	0,0048	0,0044	0,0048	0,0047	0,0048	0,0047	0,0048	0,0048	0,0047	0,0048	0,0047	0,0048	0,0570
D. Porcina	0,0376	0,0339	0,0376	0,0363	0,0376	0,0363	0,0376	0,0376	0,0363	0,0376	0,0363	0,0376	0,4422
D. Aviar	3,0738	2,7763	3,0738	2,9746	3,0738	2,9746	3,0738	3,0738	2,9746	3,0738	2,9746	3,0738	36,191
Zona Consumidora													
D. Bovina	0,0442	0,0399	0,0442	0,0428	0,0442	0,0428	0,0442	0,0442	0,0428	0,0442	0,0428	0,0442	0,5204
D. Caprina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0009
D. Equina	0,0054	0,0049	0,0054	0,0052	0,0054	0,0052	0,0054	0,0054	0,0052	0,0054	0,0052	0,0054	0,0634
D. Ovina	0,0029	0,0026	0,0029	0,0028	0,0029	0,0028	0,0029	0,0029	0,0028	0,0029	0,0028	0,0029	0,0336
D. Porcina	0,1370	0,1238	0,1370	0,1326	0,1370	0,1326	0,1370	0,1370	0,1326	0,1370	0,1326	0,1370	1,6135
D. Aviar	3,348	3,024	3,348	3,240	3,348	3,240	3,348	3,348	3,240	3,348	3,240	3,348	39,421
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	3,17	2,86	3,17	3,07	3,17	3,07	3,17	3,17	3,07	3,17	3,07	3,17	37,29
Consumidora	3,54	3,20	3,54	3,42	3,54	3,42	3,54	3,54	3,42	3,54	3,42	3,54	41,65

3.4. Demanda de agua para uso industrial

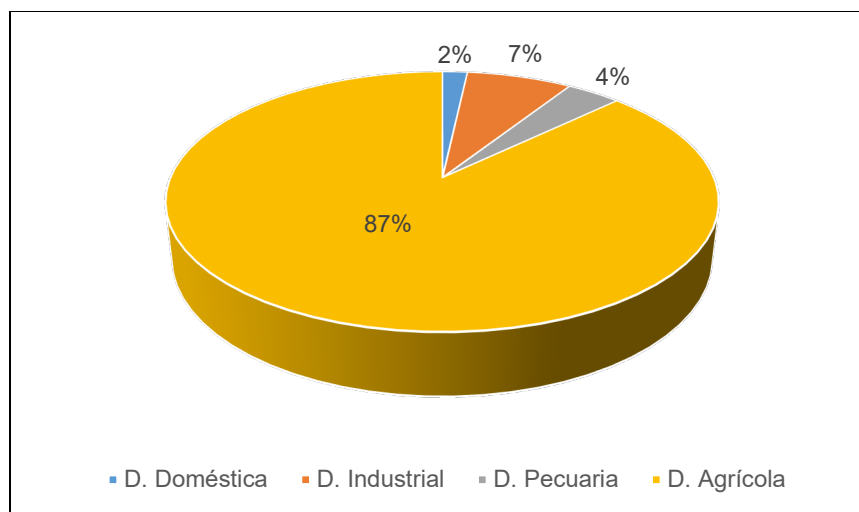
La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en el Registro Único Ambiental -RUA- del año 2020, en el cual se reporta el volumen de agua consumido por las empresas inscritas; para la cuenca del río Guabas, se tuvo en cuenta el volumen de agua registrado para el municipio de Guacarí, cuya cabecera municipal se ubica por completo dentro de la cuenca. El volumen de agua consumido por las industrias manufactureras del municipio de Guacarí para el año 2020 fue de 5'889.631 m³/año.

En la Tabla 5 se muestra la demanda industrial estimada para la zona consumidora del río Guabas, en la zona productora no existe demanda de este tipo.

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Guabas

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	6,8	6,2	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	80,5

La demanda de agua para uso agrícola es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 87% (gráfico 4), lo sigue la demanda industrial con 7%, la pecuaria con 4% y la doméstica con un 2%.



4. OFERTA DE AGUA

4.1. Precipitación

Se calculó la precipitación media mensual y anual multianual (período 1985-2020) para las zonas productora y consumidora de la cuenca por el método de las isoyetas. Para esto se utilizó información de las estaciones de la red hidroclimatológica de la CVC, así como información del IDEAM. En la Tabla 6 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 6. Precipitación media, cuenca del río Guabas

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
121	121	165	182	138	64	46	47	99	223	224	166	1597
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
62	72	116	144	113	55	45	44	80	147	139	79	1082

En la cuenca del río Guabas, el régimen pluviométrico es bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y octubre-noviembre-diciembre; así como dos periodos de menos lluvias en los meses enero-febrero y junio-julio-agosto-septiembre. Las dos zonas de la cuenca presentan sus valores más bajos de precipitación media en los meses de julio y agosto y alcanzan su valor máximo en los meses de octubre y noviembre.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Guabas se encuentra instrumentada por la estación limnigráfica Puente Piedra, localizada a 1.440 msnm. Esta estación posee datos desde el año 2005, pero debido a los grandes vacíos en sus registros y al corto periodo de registros disponibles en ésta, se optó por generar los caudales del río Guabas mediante el modelo hidrológico HBV-IHMS hasta el punto de entrega de aguas para la derivación 1. La simulación hidrológica se realizó para el periodo 1985-2020.

4.2.1. Oferta Hídrica Total

La oferta hídrica total superficial (OHTS) corresponde al volumen de agua que escurre por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora, y se concentra en los cauces de los ríos o en los cuerpos de agua lénticos de una unidad hidrográfica (área, zona y subzona), es decir, la escorrentía. Ésta es calculada de forma anual y mensual para condiciones hidrológicas de años típicos medio (promedio multianual), seco y húmedo.

En la Tabla 7, se presenta la oferta hídrica total estimada para la cuenca del río Guabas bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Guabas

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	4,13	3,80	4,77	5,40	4,78	2,90	1,70	1,21	1,36	3,89	6,82	5,93	3,89
Seco	1,01	0,86	1,02	1,86	1,77	1,36	0,65	0,34	0,20	0,85	2,00	1,27	1,90
Húmedo	11,00	9,65	12,49	10,66	8,29	5,65	5,49	3,91	4,76	8,35	24,35	16,01	6,49

4.2.2. Oferta Hídrica Disponible

La Oferta Hídrica Disponible (OHTD) es el volumen de agua promedio que resulta de sustraer a la OHTS el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental.

El caudal ambiental, de acuerdo con el decreto 3930 de 2010 publicado por el Ministerio de Ambiente, es el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los sistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios, aguas debajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas. Para determinar el caudal ambiental, la CVC define un porcentaje de caudal que se debe mantener en la corriente, asociado al régimen de caudales característicos de la misma; para ello, desde hace varios años aplica los conceptos propuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM–, para determinar la oferta hídrica superficial neta, que considera un factor de reducción para mantener el régimen de estiaje, en el documento “*Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial*”. El factor de reducción para mantener el régimen de estiaje estimado para el río Guabas es de 14%.

En la Tabla 8 se muestra el caudal ambiental determinado para el río Guabas y en la Tabla 9, la oferta hídrica disponible.

Tabla 8. Caudal ambiental, río Guabas

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,58	0,53	0,67	0,76	0,67	0,41	0,24	0,17	0,19	0,54	0,95	0,83	0,54

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Guabas

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
130	108	150	165	150	88	54	38	42	122	208	187	1442
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
32	24	32	57	56	41	20	11	6	27	61	40	407
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
346	274	393	325	261	172	173	123	145	263	742	504	3722

4.3. Agua subterránea

Para estimar la oferta de agua subterránea, se tuvo en cuenta la información disponible en la CVC sobre el caudal explotable del acuífero para cada cuenca. Esta información corresponde al caudal que puede ser explotado de un acuífero durante un tiempo sin provocar efectos no deseados, y está determinado por condiciones económicas (costo de inversión y operación del pozo, rentabilidad de la inversión, etc.), legales (legislación ambiental, derechos previamente adquiridos, etc.) o técnicas (infraestructura existente y características hidrológicas de la zona) que dependen de las circunstancias de cada región.

El volumen total de agua subterránea para la cuenca del río Guabas es de 50,1 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Guabas

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
58,1	52,5	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	684,3

5. BALANCE 1: PRECIPITACIÓN – DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA

Se realizó el primer balance con el fin de establecer las situaciones de déficit y/o excesos de agua en la cuenca. Este balance consiste en restar a la precipitación media de la cuenca, los valores de demanda agrícola; para de esta forma establecer los meses en los que la lluvia no cubre la totalidad de la demanda agrícola y por ende es necesario aplicar riego a los cultivos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Balance 1, cuenca del río Guabas

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	59	75	101	120	75	3	-20	-5	37	162	166	106	877
Consumidora	-19	3	32	63	30	-25	-41	-35	-2	68	64	1	127

El balance 1 muestra déficit de agua tanto en la zona productora como en la consumidora para los meses de julio y agosto, así como en enero, junio y septiembre para la zona consumidora.

6. BALANCE 2: OFERTA TOTAL – DEMANDA TOTAL

El balance entre oferta y demanda de agua total corresponde a la diferencia entre la oferta representada por el aporte de agua superficial y subterránea de la cuenca, y la demanda total correspondiente a la suma de la demanda doméstica, industrial, pecuaria y agrícola (en caso de no ser satisfecha por la precipitación). La demanda agrícola es afectada por un factor relacionado con la eficiencia del sistema de riego; en ella se incluye la eficiencia de aplicación, conducción y captación, para la cual se tomó un valor de 36% en caso de tener riego por gravedad y 50,4% en riego por aspersión. Los cultivos a los que se les afectó por el factor de riego por gravedad son caña de azúcar, caña panelera y arroz; para los restantes se asumió riego por aspersión, ya que no hay información detallada sobre cada uno de los cultivos asentados en el departamento.

El balance 2 se realizó para las tres condiciones de año hidrológico contempladas en este estudio (normal, seco y húmedo). En la Tabla 12 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 12. Balance 2, cuenca del río Guabas

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	130,0	108,2	150,2	164,6	150,5	88,3	53,6	37,9	41,6	122,4	207,7	186,8	1441,8
O. Subterránea	58,1	52,5	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	684,3
O. TOTAL	188,1	160,7	208,3	220,8	208,6	144,5	111,7	96,1	97,8	180,6	264,0	244,9	2126,1
D. Doméstica	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	19,0
D. Industrial	6,8	6,2	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	80,5
D. Pecuaria	3,5	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	41,7
D. Agrícola	49,3	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	108,1	93,1	4,9	0,0	0,0	0,0	320,7
D. TOTAL	61,3	10,8	12,0	11,6	12,0	76,9	120,1	105,1	16,5	12,0	11,6	12,0	461,9
BALANCE 2	126,8	149,9	196,3	209,2	196,6	67,6	-8,4	-9,0	81,4	168,6	252,4	232,9	1664,2
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	31,7	24,4	32,2	56,6	55,7	41,3	20,3	10,6	6,1	26,8	61,0	39,9	406,6
O. Subterránea	58,1	52,5	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	684,3
O. TOTAL	89,8	76,9	90,4	112,8	113,8	97,6	78,4	68,7	62,3	84,9	117,3	98,1	1090,9
D. Doméstica	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	19,0
D. Industrial	6,8	6,2	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	80,5
D. Pecuaria	3,5	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	41,7
D. Agrícola	49,3	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	108,1	93,1	4,9	0,0	0,0	0,0	320,7
D. TOTAL	61,3	10,8	12,0	11,6	12,0	76,9	120,1	105,1	16,5	12,0	11,6	12,0	461,9
BALANCE 2	28,5	66,0	78,4	101,2	101,8	20,7	-41,7	-36,4	45,9	72,9	105,7	86,1	629,0
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	346,3	274,4	393,2	324,9	261,2	172,1	172,8	123,2	145,2	262,9	742,1	504,1	3722,3
O. Subterránea	58,1	52,5	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	58,1	56,2	58,1	56,2	58,1	684,3
O. TOTAL	404,4	326,9	451,3	381,2	319,3	228,4	230,9	181,3	201,4	321,0	798,3	562,2	4406,6
D. Doméstica	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	19,0
D. Industrial	6,8	6,2	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	6,8	6,6	6,8	6,6	6,8	80,5
D. Pecuaria	3,5	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	41,7
D. Agrícola	49,3	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	108,1	93,1	4,9	0,0	0,0	0,0	320,7
D. TOTAL	61,3	10,8	12,0	11,6	12,0	76,9	120,1	105,1	16,5	12,0	11,6	12,0	461,9
BALANCE 2	343,1	316,1	439,3	369,6	307,3	151,4	110,8	76,2	185,0	309,0	786,7	550,2	3944,7

Se puede observar que, en las condiciones de año hidrológico normal y seco, los meses de julio y agosto presentan déficit de agua. Esto se debe a que son meses que hacen parte de la segunda temporada seca del año, la cual se ve reflejada en la disminución de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración. En las condiciones de año hidrológico normal, la demanda anual es de 462 mm y la oferta alcanza los 2.126 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 1.664 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Guabas se hace necesario implementar alternativas que permitan suplir las necesidades de agua en los meses que presentan déficit, por ejemplo, el manejo adecuado del recurso a través del mejoramiento

de las eficiencias de los proyectos de riego, la regulación de agua mediante el almacenamiento en épocas de lluvia para emplear este recurso en épocas de verano y la captación de agua de otras fuentes.