

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO GUACHAL

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Guachal analizada en este estudio corresponde a la parte baja de la cuenca con el mismo nombre. La cuenca posee un área de 4.884 has; limita al norte con la cuenca de la quebrada Mulaló, al sur con las cuencas de los ríos Bolo y Fraile, al oriente con la cuenca del río Amaime y al occidente con el río Cauca.

El río Guachal nace de la confluencia de los ríos Bolo y Fraile y desemboca en la margen derecha del río Cauca. El uso de las aguas de este río no se encuentra reglamentado.

Con el propósito de determinar la demanda y oferta de agua en la cuenca, se consideró toda su área, a la cual se le denominó zona consumidora (Figura 1). La zona consumidora comprende desde el nacimiento del río en la confluencia de los ríos Bolo y Fraile, hasta la desembocadura de la corriente en el río Cauca, cuenta con un área 4.884 has.

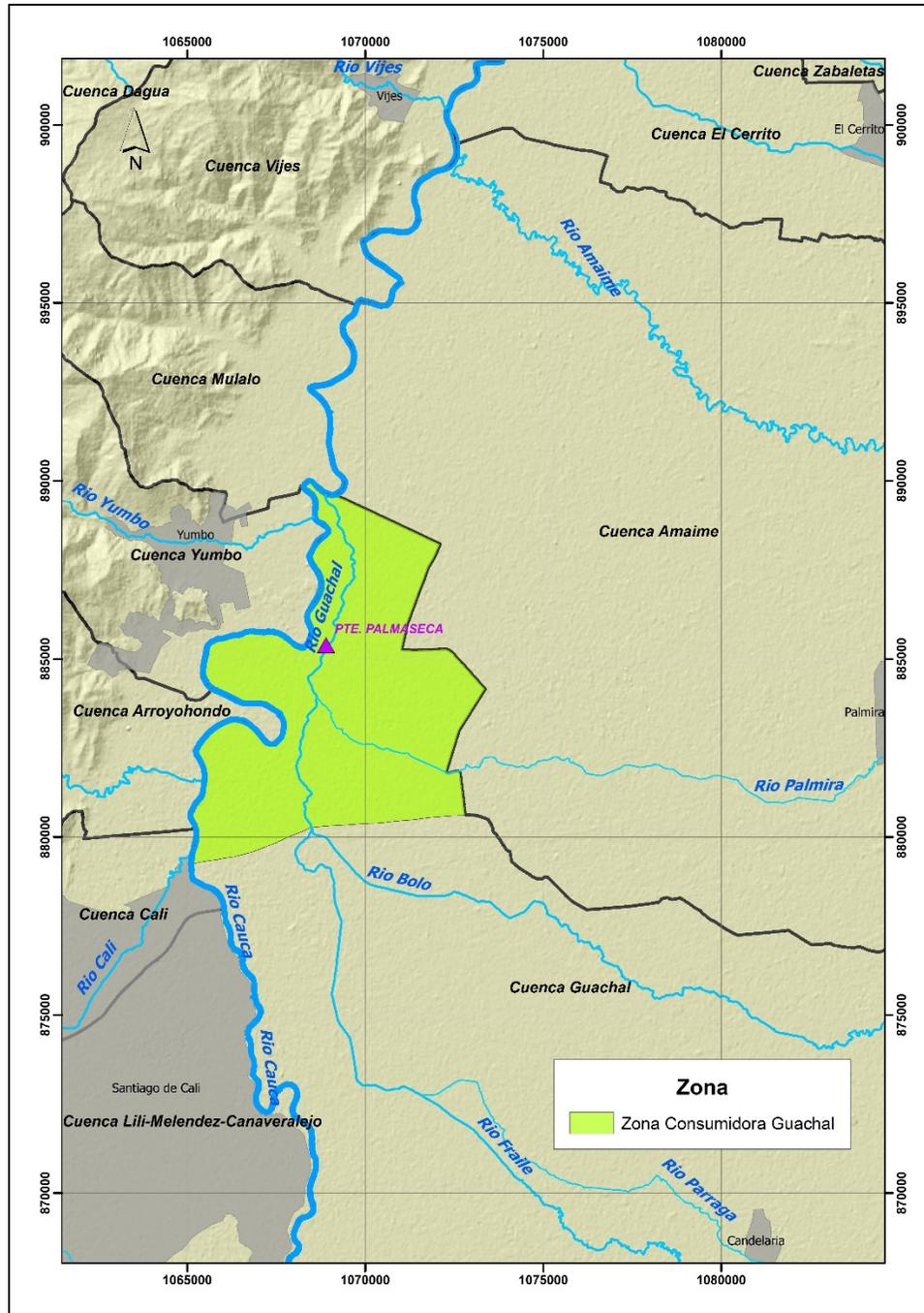


Figura 1. Localización cuenca del río Guachal

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 consumidora (Figura 2), está representado principalmente por cultivos permanentes con 76% del área total, pastos cultivados con 11%, cuerpos de agua con 4%, infraestructura industrial y comercial con 3% y cultivos mixtos con 2%.

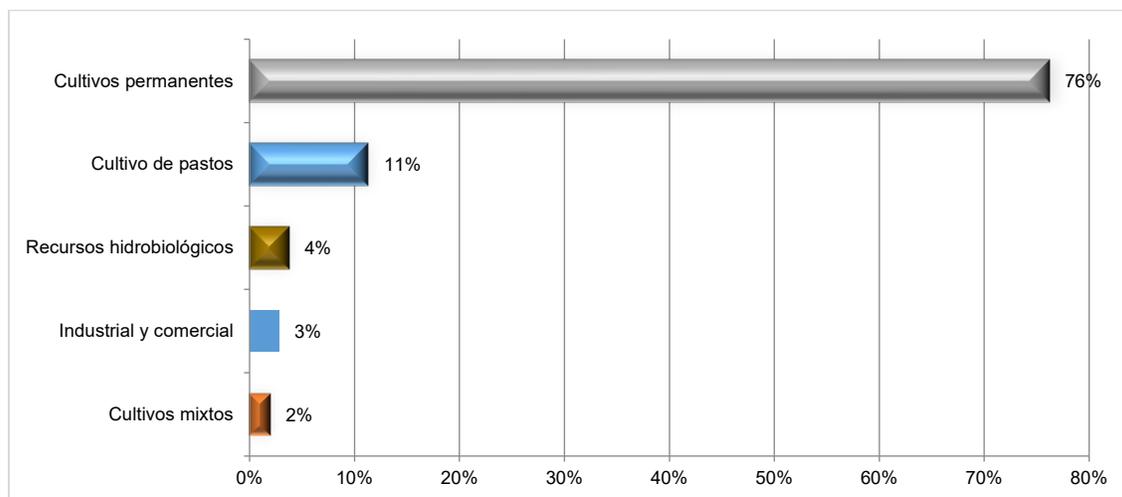


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Guachal

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 consumidora.

Tabla 1. Demanda agrícola, cuenca del río Guachal

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	83	71	86	83	85	81	88	82	85	81	77	80	982

Se puede observar que la demanda de agua es bastante alta, debido a la presencia de grandes áreas cultivadas con necesidad de riego, principalmente caña de azúcar. El valor máximo de demanda agrícola se presenta en el mes de julio, ya que este es el mes con mayores registros de evapotranspiración.

En la Figura 3, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en la zona consumidora de la cuenca del río Guachal.

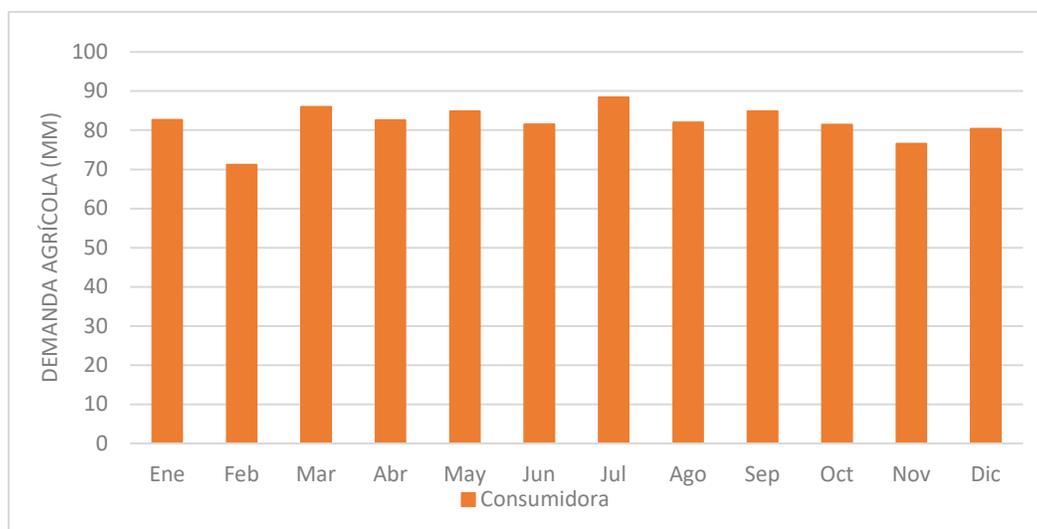


Figura 3. Demanda agrícola, cuenca del río Guachal

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 consumidora del río Guachal cuenta con 3.669 habitantes. 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 Guachal (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Guachal

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Consumidora	Palmira	Rural	5%	74.040	3.669

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Guachal

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	0,35	0,32	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,35	4,11

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 Guachal.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Guachal

Zona Consumidora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
D. Bovina	0,0412	0,0372	0,0412	0,0399	0,0412	0,0399	0,0412	0,0412	0,0399	0,0412	0,0399	0,0412	0,485
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	0,001
D. Equina	0,0027	0,0024	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,031
D. Ovina	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009	0,0008	0,0009	0,0008	0,0009	0,010
D. Porcina	0,0439	0,0397	0,0439	0,0425	0,0439	0,0425	0,0439	0,0439	0,0425	0,0439	0,0425	0,0439	0,517
D. Aviar	1,4438	1,3041	1,4438	1,3973	1,4438	1,3973	1,4438	1,4438	1,3973	1,4438	1,3973	1,4438	17,000

Zona Consumidora	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	1,53	1,38	1,53	1,48	1,53	1,48	1,53	1,53	1,48	1,53	1,48	1,53	18,04

3.4. Demanda de agua para uso industrial

La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en las concesiones de agua superficial y subterránea otorgadas para este uso en esta cuenca y que se encuentran vigentes a la fecha. El volumen de agua concesionado en la cuenca del río Guachal es de 10'236.586 m³/año.

En la Tabla 5 se muestra la demanda industrial estimada para la zona consumidora del río Guachal.

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Guachal

Zona Consumidora	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	17,8	16,1	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	209,6

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 Guachal

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
56	56	97	142	117	63	39	37	70	106	111	80	964

En la cuenca del río Guachal, 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 menos lluviosos en los meses enero-febrero y junio-julio-agosto-septiembre. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de agosto, mientras que el valor máximo se registra en el mes de abril.

4.2. Agua superficial

La oferta de agua superficial de la cuenca del río Guachal está compuesta por el caudal disponible en los ríos Bolo, Fraile y Párraga, después de que en cada cuenca se hace el aprovechamiento de la corriente; para ello, se tuvieron en cuenta los balances oferta-demanda de agua en cada una de ellas. El caudal medio mensual se obtiene de la sumatoria de los caudales remanentes en los ríos Bolo, Fraile y Párraga.

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 Guachal bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Guachal

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	9,25	8,12	10,43	11,78	10,39	1,36	1,36	1,36	2,72	8,49	14,69	12,56	7,37
Seco	1,36	1,43	0,95	3,58	1,82	0,47	0,47	0,47	0,47	1,56	4,89	2,67	1,52
Húmedo	25,21	22,76	29,06	29,32	21,73	5,61	2,80	2,80	11,11	22,12	36,23	29,91	19,42

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 Guachal es de 16%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Guachal

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1,48	1,30	1,67	1,89	1,66	0,22	0,22	0,22	0,44	1,36	2,35	2,01	1,18

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Guachal

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
426,2	338,0	480,6	525,3	478,4	60,7	62,8	62,8	121,5	391,2	654,8	578,7	4181,0
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
62,4	59,5	43,6	159,5	83,7	21,1	21,8	21,8	21,1	71,9	218,1	122,9	907,6
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1161,1	946,8	1338,9	1307,1	1000,9	250,0	129,2	129,2	495,4	1018,9	1615,0	1377,9	10770,4

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 Guachal es de 58,0 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Guachal

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6

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 Guachal

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	-27	-15	11	59	32	-18	-49	-45	-14	24	35	0	-18

El balance 1 muestra déficit de agua para los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y septiembre.

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 Guachal

	ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	426,2	338,0	480,6	525,3	478,4	60,7	62,8	62,8	121,5	391,2	654,8	578,7	4181,0
O. Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
O. TOTAL	527,1	429,1	581,5	622,9	579,3	158,3	163,6	163,6	219,1	492,0	752,4	679,6	5368,6
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,1
D. Industrial	17,8	16,1	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	209,6
D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	18,0
D. Agrícola	71,9	41,2	0,0	0,0	0,0	49,2	131,5	119,9	38,6	0,0	0,0	0,9	453,1
D. TOTAL	91,5	59,0	19,7	19,0	19,7	68,3	151,1	139,6	57,6	19,7	19,0	20,6	684,9
BALANCE 2	435,6	370,1	561,8	603,8	559,6	90,1	12,5	24,1	161,5	472,4	733,4	659,0	4683,7
	ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO												
O. Superficial	62,4	59,5	43,6	159,5	83,7	21,1	21,8	21,8	21,1	71,9	218,1	122,9	907,6

O. Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
O. TOTAL	163,3	150,6	144,5	257,1	184,5	118,7	122,7	122,7	118,7	172,8	315,7	223,8	2095,3
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,1
D. Industrial	17,8	16,1	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	209,6
D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	18,0
D. Agrícola	71,9	41,2	0,0	0,0	0,0	49,2	131,5	119,9	38,6	0,0	0,0	0,9	453,1
D. TOTAL	91,5	59,0	19,7	19,0	19,7	68,3	151,1	139,6	57,6	19,7	19,0	20,6	684,9
BALANCE 2	71,8	91,6	124,8	238,1	164,8	50,4	-28,5	-16,9	61,1	153,1	296,7	203,2	1410,4
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	1161,1	946,8	1338,9	1307,1	1000,9	250,0	129,2	129,2	495,4	1018,9	1615,0	1377,9	10770,4
O. Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
O. TOTAL	1262,0	1037,9	1439,8	1404,7	1101,8	347,6	230,0	230,0	593,0	1119,7	1712,6	1478,7	11958,0
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,1
D. Industrial	17,8	16,1	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	17,8	17,2	17,8	17,2	17,8	209,6
D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	18,0
D. Agrícola	71,9	41,2	0,0	0,0	0,0	49,2	131,5	119,9	38,6	0,0	0,0	0,9	453,1
D. TOTAL	91,5	59,0	19,7	19,0	19,7	68,3	151,1	139,6	57,6	19,7	19,0	20,6	684,9
BALANCE 2	1170,5	978,9	1420,1	1385,6	1082,1	279,4	78,9	90,5	535,4	1100,0	1693,6	1458,1	11273,1

Se puede observar que, en la condición de año hidrológico 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 685 mm y la oferta alcanza los 5.369 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 4.684 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores y teniendo en cuenta que casi el 70% del área de la cuenca corresponde a producción agrícola (principalmente caña de azúcar), se hace necesario un buen manejo y gestión del recurso hídrico, con el fin de aumentar las eficiencias de captación, almacenamiento y aplicación de los sistemas de riego de los cultivos.