

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO SONSO

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Sonso posee un área de 14.141 has; limita al norte con la cuenca del río Guadalajara, al sur y al oriente con la cuenca del río Guabas y al occidente con el río Cauca.

El río Sonso nace en las estribaciones de la cordillera central, flanco occidental, a una altura cercana a los 2.500 msnm, en inmediaciones de la cuchilla denominada “Chafalote”. Desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Cauca, sirve de límite entre los municipios de Buga y Guacarí, corre en sentido oriente occidente y su cauce tiene una longitud de aproximadamente 26,4 kilómetros. En los primeros 15 kilómetros de recorrido se le conoce con el nombre de río Sonsito y una vez concluye la quebrada Gualí, toma el nombre de río Sonso.

El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución SGA N° 106 del 10 de julio de 2003.

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 la línea de piedemonte, con un área aproximada de 7.937 has. La zona consumidora comprende desde el punto de cierre de la zona productora hasta la desembocadura de la corriente en la margen derecha del río Cauca, cuenta con un área 6.204 has.

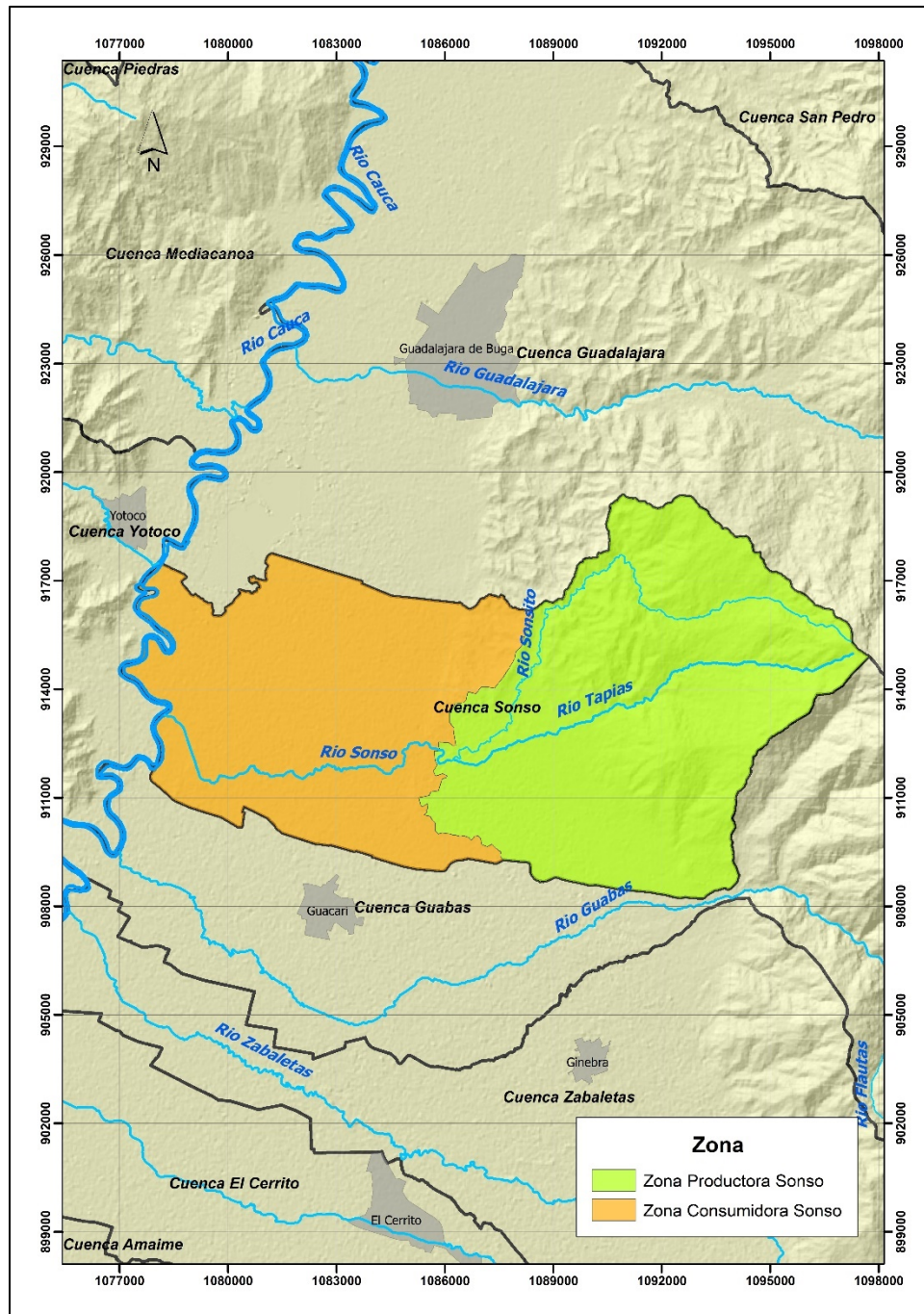


Figura 1. Localización cuenca del río Sonso

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 pastos para ganadería con 32%, cultivos permanentes con 30%, vegetación boscosa y de protección natural con 31% del área total y cultivos mixtos con 2%. La zona consumidora tiene distribuido

porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): cultivos permanentes con 69%, pastos para ganadería con 8% y cultivos transitorios con 5%.

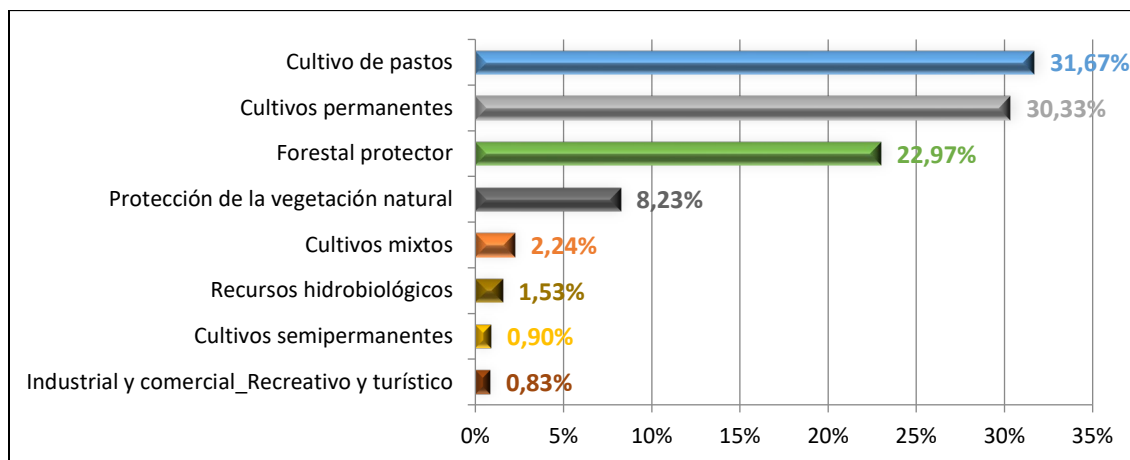


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Sonso

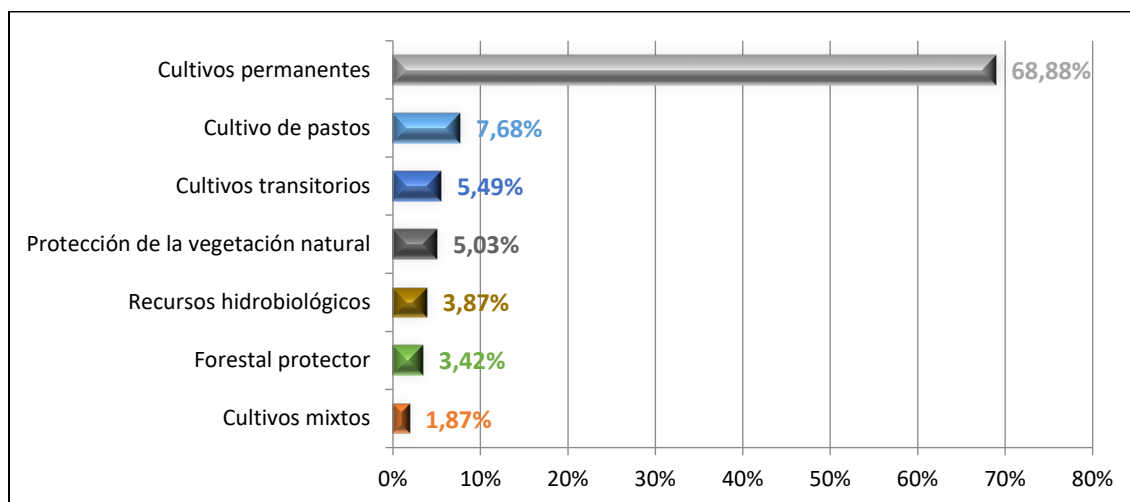


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Sonso

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 Sonso

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	80	67	83	80	82	79	86	76	82	79	75	78	948
Consumidora	83	71	86	83	85	82	88	82	84	81	76	80	982

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es ligeramente 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 Sonso.

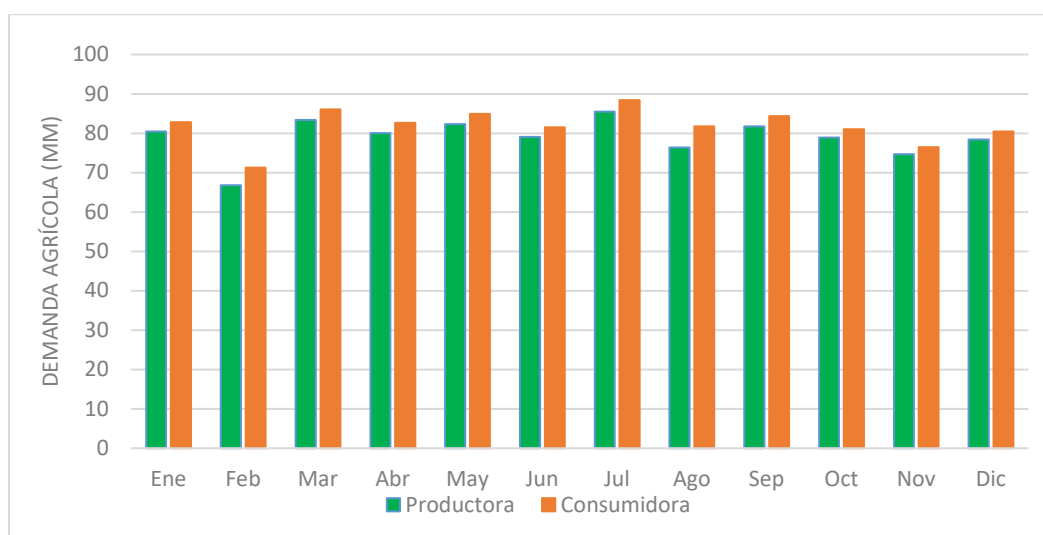


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Sonso

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 Sonso cuenta con 5.334 habitantes y la zona consumidora con 2.424. 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 Sonso (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Sonso

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Guacarí	Rural	39%	12.770	4.988
Productora	Buga	Rural	2%	16.640	346
Consumidora	Guacarí	Rural	11%	12.770	1.394
Consumidora	Buga	Rural	6%	16.640	1.030

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Sonso

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
Consumidora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1

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 Sonso.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Sonso

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Zona Productora													
D. Bovina	0,0482	0,0435	0,0482	0,0466	0,0482	0,0466	0,0482	0,0482	0,0466	0,0482	0,0466	0,0482	0,5670
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	0,0012
D. Equina	0,0061	0,0055	0,0061	0,0059	0,0061	0,0059	0,0061	0,0061	0,0059	0,0061	0,0059	0,0061	0,0716
D. Ovina	0,0017	0,0016	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0204
D. Porcina	0,1519	0,1372	0,1519	0,1470	0,1519	0,1470	0,1519	0,1519	0,1470	0,1519	0,1470	0,1519	1,7881
D. Aviar	3,275	2,958	3,275	3,169	3,275	3,169	3,275	3,275	3,169	3,275	3,169	3,275	38,560
Zona Consumidora													
D. Bovina	0,0587	0,0530	0,0587	0,0568	0,0587	0,0568	0,0587	0,0587	0,0568	0,0587	0,0568	0,0587	0,6912
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	0,0016
D. Equina	0,0048	0,0043	0,0048	0,0046	0,0048	0,0046	0,0048	0,0048	0,0046	0,0048	0,0046	0,0048	0,0559
D. Ovina	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0106
D. Porcina	0,0578	0,0522	0,0578	0,0559	0,0578	0,0559	0,0578	0,0578	0,0559	0,0578	0,0559	0,0578	0,6807
D. Aviar	2,427	2,192	2,427	2,349	2,427	2,349	2,427	2,427	2,349	2,427	2,349	2,427	28,577
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	3,48	3,15	3,48	3,37	3,48	3,37	3,48	3,48	3,37	3,48	3,37	3,48	41,01
Consumidora	2,55	2,30	2,55	2,47	2,55	2,47	2,55	2,55	2,47	2,55	2,47	2,55	30,02

3.4. Demanda de agua para uso industrial

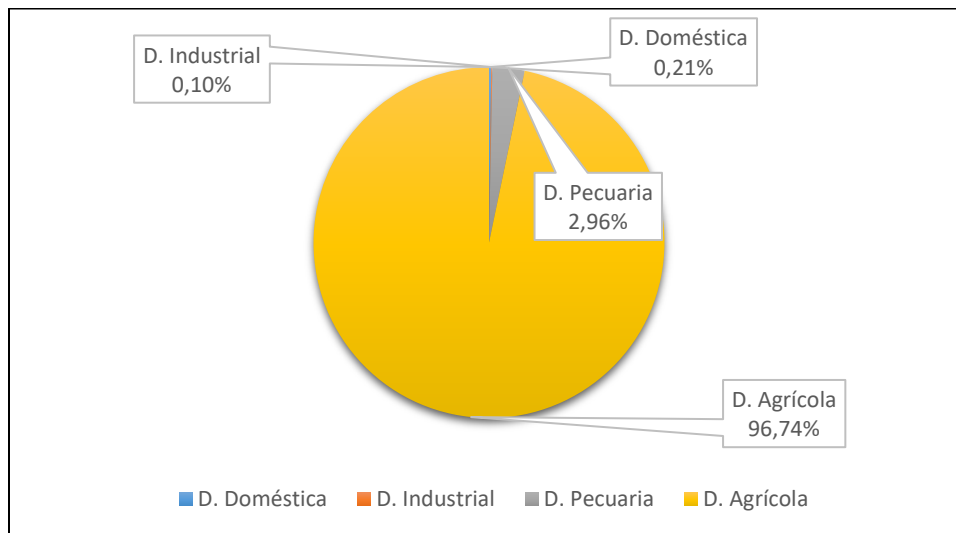
La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en las concesiones de agua superficial y subterránea otorgadas para este uso en esta cuenca y que se encuentran vigentes a la fecha. El volumen de agua concesionado en la cuenca del río Sonso es de 63.072 m³/año.

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

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Sonso

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	1,02

La demanda de agua para uso agrícola es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 97%, le sigue la demanda pecuaria con un 3% y finalmente la doméstica y la industrial con menos del 1%.



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 Sonso

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
99	105	153	179	142	72	53	54	103	192	198	128	1472
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
61	73	117	146	117	59	49	48	87	147	140	79	1105

En la cuenca del río Sonso, 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. La zona productora de la cuenca presenta su valor más bajo de precipitación media en el mes de julio, mientras que la zona consumidora registra su valor más bajo en agosto. Por otra parte, los valores máximos se registran en los meses de noviembre y octubre respectivamente.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Sonso se encuentra instrumentada desde el año 1.998 por la estación limnigráfica Guacas, localizada a 957 msnm. Debido a la ubicación de esta estación, los registros no se consideran representativos de la oferta hídrica superficial de la cuenca, ya que se encuentra aguas abajo de las derivaciones de agua. Por lo tanto, para estimar el caudal ofertado por la cuenca, se realizó una modelación hidrológica mediante el modelo lluvia-escorrentía HBV-IHMS. 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 Sonso bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Sonso

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	0,96	0,89	0,92	1,11	1,17	1,05	0,83	0,64	0,55	0,67	0,99	1,14	0,91
Seco	0,35	0,26	0,28	0,46	0,47	0,41	0,29	0,22	0,18	0,22	0,33	0,44	0,41
Húmedo	2,47	2,30	2,28	4,03	2,32	2,26	1,91	1,53	1,62	1,49	2,56	3,17	2,03

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 Sonso es de 25%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Sonso

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,24	0,22	0,23	0,28	0,29	0,26	0,21	0,16	0,14	0,17	0,25	0,29	0,23

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Sonso

Oferta Hídrica Disponible Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
30,93	25,97	29,63	34,79	37,83	33,02	26,80	20,74	17,38	21,66	31,13	37,00	346,88
Oferta Hídrica Disponible Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
11,29	7,59	8,99	14,49	15,31	12,76	9,35	7,28	5,72	7,18	10,40	14,19	124,54
Oferta Hídrica Disponible Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
80,00	67,17	73,67	126,22	75,01	70,88	61,76	49,64	50,73	48,40	80,13	102,73	886,34

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 Sonso es de 32,88 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Sonso

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
45,01	40,66	45,01	43,56	45,01	43,56	45,01	45,01	43,56	45,01	43,56	45,01	529,99

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 Sonso

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	19	38	69	99	60	-7	-33	-23	21	113	123	50	524
Consumidora	-22	2	31	63	32	-22	-39	-33	2	66	64	-1	123

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

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	30,9	26,0	29,6	34,8	37,8	33,0	26,8	20,7	17,4	21,7	31,1	37,0	346,9
O. Subterránea	45,0	40,7	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	530,0
O. TOTAL	75,9	66,6	74,6	78,3	82,8	76,6	71,8	65,7	60,9	66,7	74,7	82,0	876,9
D. Doméstica	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1
D. Industrial	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Pecuaria	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	30,0
D. Agrícola	57,9	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	103,9	88,1	0,0	0,0	0,0	3,6	312,2
D. TOTAL	60,7	2,5	2,8	2,7	2,8	61,4	106,7	90,9	2,7	2,8	2,7	6,5	345,3
BALANCE 2	15,2	64,1	71,8	75,6	80,0	15,2	-34,9	-25,1	58,2	63,9	72,0	75,6	531,6
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	11,3	7,6	9,0	14,5	15,3	12,8	9,3	7,3	5,7	7,2	10,4	14,2	124,5
O. Subterránea	45,0	40,7	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	530,0
O. TOTAL	56,3	48,2	54,0	58,0	60,3	56,3	54,4	52,3	49,3	52,2	54,0	59,2	654,5
D. Doméstica	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1
D. Industrial	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Pecuaria	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	30,0
D. Agrícola	57,9	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	103,9	88,1	0,0	0,0	0,0	3,6	312,2
D. TOTAL	60,7	2,5	2,8	2,7	2,8	61,4	106,7	90,9	2,7	2,8	2,7	6,5	345,3
BALANCE 2	-4,4	45,7	51,2	55,3	57,5	-5,1	-52,3	-38,6	46,6	49,4	51,2	52,8	309,2
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	80,0	67,2	73,7	126,2	75,0	70,9	61,8	49,6	50,7	48,4	80,1	102,7	886,3
O. Subterránea	45,0	40,7	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	45,0	43,6	45,0	43,6	45,0	530,0
O. TOTAL	125,0	107,8	118,7	169,8	120,0	114,4	106,8	94,7	94,3	93,4	123,7	147,7	1416,3
D. Doméstica	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1
D. Industrial	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Pecuaria	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	30,0
D. Agrícola	57,9	0,0	0,0	0,0	0,0	58,7	103,9	88,1	0,0	0,0	0,0	3,6	312,2
D. TOTAL	60,7	2,5	2,8	2,7	2,8	61,4	106,7	90,9	2,7	2,8	2,7	6,5	345,3
BALANCE 2	64,3	105,3	115,9	167,1	117,2	53,0	0,1	3,8	91,6	90,6	121,0	141,3	1071,0

Se puede observar que, en la condición de año hidrológico normal, los meses de julio y agosto presentan déficit de agua. En las condiciones de año hidrológico seco, el déficit se presenta en los meses de enero, junio, julio y agosto. Esto se debe a que son meses que hacen parte de las dos temporadas secas del año, en las cuales se reducen significativamente las lluvias y aumenta la evapotranspiración. En las condiciones de año hidrológico húmedo, la oferta es superior a la demanda en todos los meses.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Sonso 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 (teniendo en cuenta que la demanda agrícola es muy alta), 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.