

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO JAMUNDÍ

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Jamundí posee un área de 34.533 has; limita al norte con las cuencas de los ríos Lili-Meléndez-Cañaveralejo y Cali, al sur y occidente con la cuenca del río Claro y al oriente con el río Cauca.

El río Jamundí nace a una altura del 3.800 msnm en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali y tiene una longitud de 58,38 km hasta su desembocadura en el río Cauca. El río Jamundí en la parte plana sirve como límite entre los municipios de Santiago de Cali y Jamundí. El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por el acuerdo N° 003 del 7 de octubre de 2008 de la comisión conjunta DAGMA-Parques Nacionales Naturales de Colombia-CVC.

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 la derivación de aguas Acequia La Planta, con un área aproximada de 15.056 has. La zona consumidora comprende desde la Acequia La Planta hasta la desembocadura de la corriente en la margen izquierda del río Cauca, cuenta con un área 19.477 has.

porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): pastos cultivados con 35%, cultivos permanentes con 25%, vegetación boscosa y de protección natural con 21%, infraestructura recreativa y turística con 9% e infraestructura residencial con 4%.

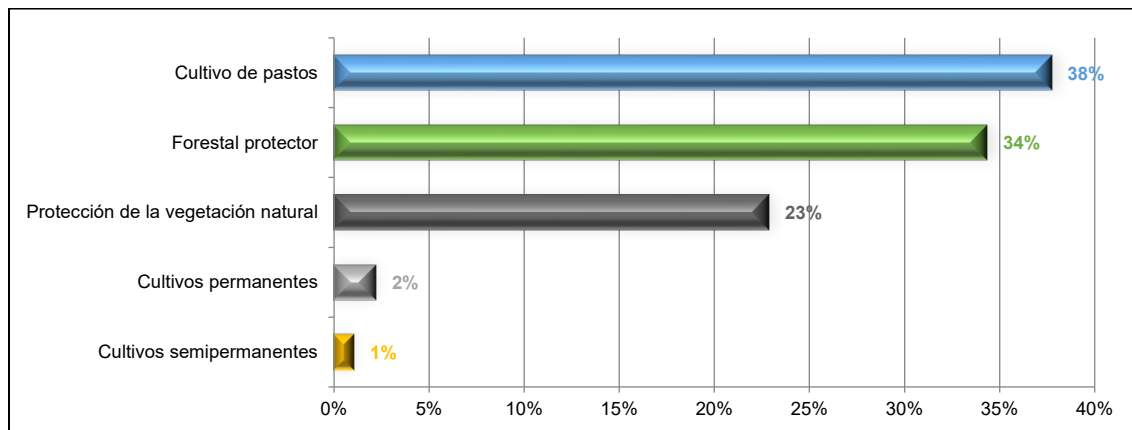


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Jamundí

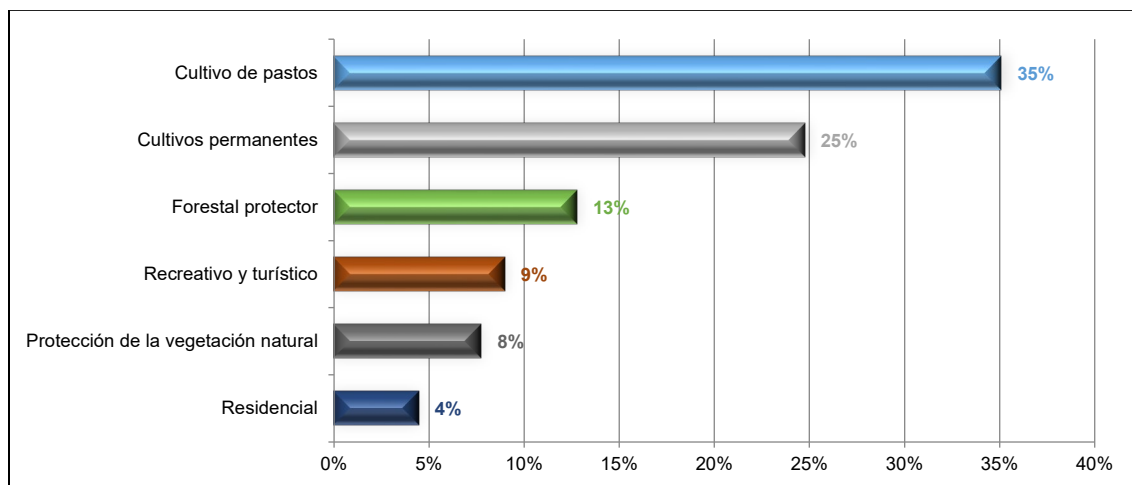


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Jamundí

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 Jamundí

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
Productora	70	55	73	70	72	70	75	63	72	70	66	69	823
Consumidora	86	73	90	86	89	85	93	85	89	86	80	84	1027

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 Jamundí.

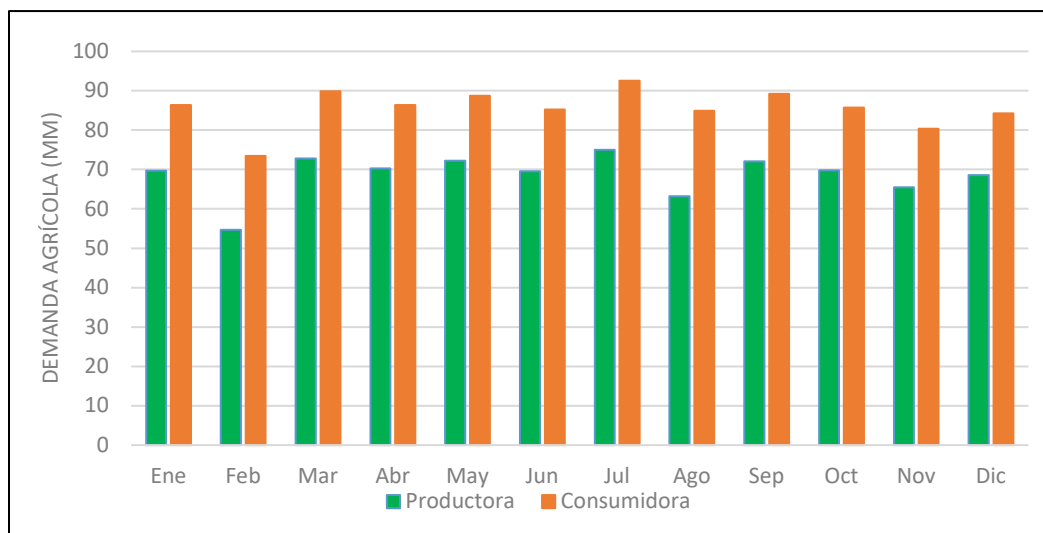


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Jamundí

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 Jamundí cuenta con 11.796 habitantes y la zona consumidora con 178.315. 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 Jamundí (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Jamundí

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Jamundí	Rural	16%	36.262	5.756
Productora	Cali	Rural	11%	55.115	6.040
Consumidora	Jamundí	Rural	9%	36.262	3.438
Consumidora	Jamundí	Rural	1%	36.262	362
Consumidora	Jamundí	Cabecera	83%	123.615	102.671
Consumidora	Cali	Rural	26%	55.115	14.090
Consumidora	Cali	Cabecera	3%	2.172.527	57.755

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Jamundí

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4,3
Consumidora	4,3	3,8	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	50,1

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 Jamundí.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Jamundí

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora													
D. Bovina	0,0294	0,0266	0,0294	0,0285	0,0294	0,0285	0,0294	0,0294	0,0285	0,0294	0,0285	0,0294	0,347
D. Caprina	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,002
D. Equina	0,0039	0,0035	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,046
D. Ovina	0,0010	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,012
D. Porcina	0,0056	0,0051	0,0056	0,0054	0,0056	0,0054	0,0056	0,0056	0,0054	0,0056	0,0054	0,0056	0,066
D. Aviar	1,1297	1,0204	1,1297	1,0932	1,1297	1,0932	1,1297	1,1297	1,0932	1,1297	1,0932	1,1297	13,301
Consumidora													
D. Bovina	0,0257	0,0233	0,0257	0,0249	0,0257	0,0249	0,0257	0,0257	0,0249	0,0257	0,0249	0,0257	0,303
D. Caprina	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,002
D. Equina	0,0035	0,0031	0,0035	0,0034	0,0035	0,0034	0,0035	0,0035	0,0034	0,0035	0,0034	0,0035	0,041
D. Ovina	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,009
D. Porcina	0,0038	0,0034	0,0038	0,0037	0,0038	0,0037	0,0038	0,0038	0,0037	0,0038	0,0037	0,0038	0,045
D. Aviar	0,6785	0,6129	0,6785	0,6566	0,6785	0,6566	0,6785	0,6785	0,6566	0,6785	0,6566	0,6785	7,989
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	13,8
Consumidora	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,4

3.4. Demanda de agua para uso industrial

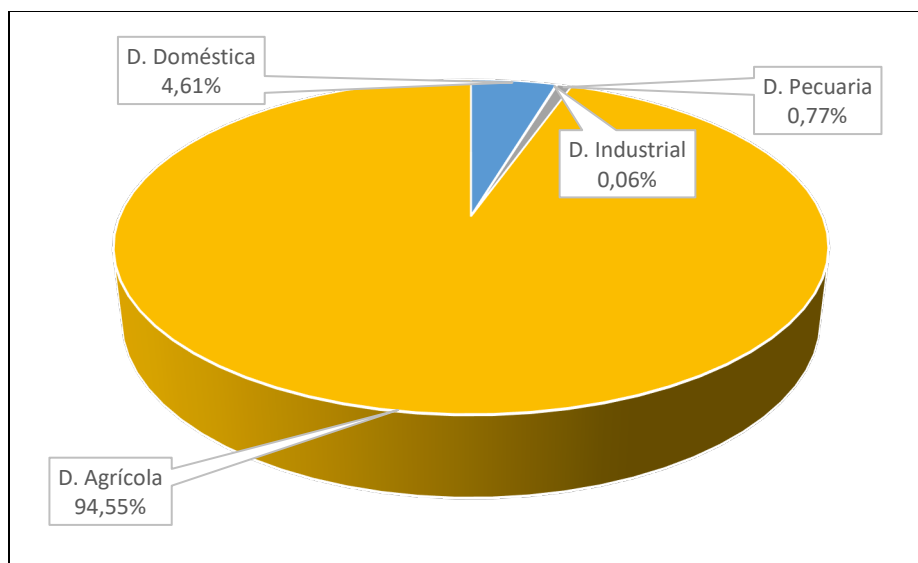
La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en el Registro Único Ambiental -RUA- del año 2020, en el cual se reporta el volumen de agua consumido por las empresas inscritas; para la cuenca del río Jamundí, se tuvo en cuenta el volumen de agua registrado para el municipio de Jamundí, cuya cabecera municipal se ubica casi por completo dentro de la cuenca. El volumen de agua consumido por las industrias manufactureras del municipio de Jamundí para el año 2020 fue de 129.036 m³/año.

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

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Jamundí

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,66

La demanda de agua para uso agrícola es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 94,5% (gráfico 4), lo sigue la demanda doméstica con un 4,6% y finalmente la pecuaria y la industrial con menos 1% cada una.



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 Jamundí

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
234	225	279	362	308	185	120	97	194	342	371	268	3005
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
146	150	199	263	225	123	79	62	135	224	246	169	2013

En la cuenca del río Jamundí, 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. Las dos zonas de la cuenca presentan su valor más bajo de precipitación media en el mes de agosto y alcanzan su valor máximo en el mes de abril y noviembre respectivamente.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Jamundí se encuentra instrumentada desde el año 1.977 por la estación limnigráfica Puente Carretera, localizada a una altura de 961 msnm aproximadamente. Debido a que la estación se encuentra ubicada en la parte baja del río, sus registros no son representativos de la oferta hídrica superficial de la cuenca. Por lo tanto, se realizó una modelación hidrológica con el modelo lluvia-escorrentía HBV-IHMS hasta el punto de cierre de la zona productora. 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 Jamundí bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Jamundí

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	6,26	5,95	8,04	10,96	10,27	5,99	3,23	1,98	2,65	6,47	11,93	8,24	6,85
Seco	0,79	0,73	1,76	2,17	1,96	1,11	0,22	0,47	0,82	1,34	2,22	0,86	2,72
Húmedo	17,39	18,28	17,49	21,93	22,58	11,99	12,04	5,71	11,95	15,19	31,03	18,86	10,89

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 Jamundí es de 26%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Jamundí

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1,63	1,55	2,09	2,85	2,67	1,56	0,84	0,51	0,69	1,68	3,10	2,14	1,78

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Jamundí

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
63,7	54,7	81,8	107,9	104,6	59,0	32,8	20,1	26,1	65,9	117,5	83,9	818,0
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
8,0	6,7	17,9	21,3	19,9	11,0	2,2	4,8	8,1	13,6	21,9	8,7	144,1
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
176,9	168,0	178,0	216,0	229,7	118,1	122,5	58,1	117,7	154,5	305,5	191,9	2037,1

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 Jamundí es de 54,19 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Jamundí

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
23,6	21,3	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	278,2

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 Jamundí

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	164	171	207	292	236	116	45	34	121	272	305	200	2182
Consumidora	60	76	109	176	137	38	-14	-23	46	138	166	85	985

El balance 1 no muestra déficit de agua en la zona productora, mientras que en la consumidora se presenta déficit de agua en los meses de julio y agosto.

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 Jamundí

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	63,7	54,7	81,8	107,9	104,6	59,0	32,8	20,1	26,1	65,9	117,5	83,9	818,0
O. Subterránea	23,6	21,3	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	278,2
O. TOTAL	87,3	76,0	105,4	130,8	128,2	81,9	56,5	43,8	49,0	89,5	140,3	107,5	1096,3
D. Doméstica	4,3	3,8	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	50,1
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	0,7
D. Pecuaria	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,4
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	85,1
D. TOTAL	5,0	4,5	5,0	4,9	5,0	4,9	36,8	58,3	4,9	5,0	4,9	5,0	144,3
BALANCE 2	82,3	71,5	100,4	125,9	123,2	77,0	19,6	-14,6	44,1	84,5	135,5	102,5	951,9
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	8,0	6,7	17,9	21,3	19,9	11,0	2,2	4,8	8,1	13,6	21,9	8,7	144,1
O. Subterránea	23,6	21,3	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	278,2
O. TOTAL	31,6	28,0	41,5	44,2	43,5	33,8	25,8	28,4	30,9	37,2	44,8	32,4	422,3
D. Doméstica	4,3	3,8	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	50,1
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	0,7
D. Pecuaria	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,4
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	85,1
D. TOTAL	5,0	4,5	5,0	4,9	5,0	4,9	36,8	58,3	4,9	5,0	4,9	5,0	144,3
BALANCE 2	26,6	23,5	36,5	39,3	38,5	29,0	-11,0	-29,9	26,1	32,2	39,9	27,3	278,0
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	176,9	168,0	178,0	216,0	229,7	118,1	122,5	58,1	117,7	154,5	305,5	191,9	2037,1
O. Subterránea	23,6	21,3	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	23,6	22,9	23,6	22,9	23,6	278,2
O. TOTAL	200,6	189,4	201,6	238,8	253,4	141,0	146,2	81,7	140,6	178,2	328,4	215,6	2315,4
D. Doméstica	4,3	3,8	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	4,3	4,1	4,3	4,1	4,3	50,1
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	0,7
D. Pecuaria	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,4
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	85,1
D. TOTAL	5,0	4,5	5,0	4,9	5,0	4,9	36,8	58,3	4,9	5,0	4,9	5,0	144,3
BALANCE 2	195,5	184,8	196,6	234,0	248,3	136,1	109,3	23,3	135,7	173,1	323,6	210,5	2171,1

Se puede observar que, en las condiciones de año hidrológico normal y seco, el mes de agosto presenta déficit de agua, así como el mes de julio en año hidrológico seco. 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 la condición de año hidrológico húmedo, no se presenta déficit de agua en ningún mes del año.

De acuerdo con los resultados anteriores, los excedentes de agua en la segunda temporada seca el año son relativamente bajos. Por lo tanto, en la cuenca del río Jamundí se hace necesario mantener un constante seguimiento sobre los usuarios de agua y usos de suelo

en la zona, teniendo en cuenta que la demanda agrícola es la que mayor presión ejerce sobre la demanda total.