

**OFERTA, DEMANDA HIDRICA E INDICE DE ESCASEZ
DE LAS UNIDADES DE MANEJO DE CUENCA DEL DEPARTAMENTO
DEL QUINDIO PARA EL AÑO 2012**



Armenia, Diciembre de 2012

1. OFERTA HIDRICA

La oferta hídrica superficial fue determinada utilizando los registros de las estaciones hidrometeorológicas pertenecientes a la Corporación Autónoma Regional del Quindío, donde, para cada río o quebrada localizada dentro de cada Unidad de Manejo de Cuenca - UMC (ver Tabla 1), se identificaron tramos importantes a evaluar priorizados en la cuenca alta, medio y baja de algunas fuentes superficiales.

Tabla 1. Fuentes Hídricas por Unidad de Manejo de Cuenca

Unidad de Manejo de Cuenca - UMC	SUBCUENCA
RIO QUINDÍO	Rio Quindío Rio Navarco Rio Santo Domingo Rio Verde Quebrada La Picota
RIO ROBLE	Rio Roble Rio Espejo Quebrada Cristales
QUEBRADA BUENAVISTA	Quebrada Buenavista
RIO LEJOS	Rio Lejos Rio Azul
RIO ROJO	Rio Gris Rio San Juan Rio Rojo

Fuente: PAT 2007 – 2009, CRQ.

Luego de analizar la calidad y cantidad de la información hidrometeorológica de las estaciones cercanas a cada corriente en estudio (Tabla 2), se procedió al cálculo de la oferta de cada corriente.

Tabla 2. Estaciones seleccionadas para la determinación de la Oferta Hídrica

CORRIENTE	TRAMO / CUENCA	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	PERIODO DE REGISTRO*
RIO QUINDIO	Alta (1) Media (2) Baja (3)	Bocatoma EPA Bocatoma EPA +Palestina Baja Las dos anteriores +Centro Guadua + La Bella	LG LG LG	Salento - Armenia Salento Calarcá - Córdoba	1990-2012 1990-2012 1990-2012
QUEBRADA LA PICOTA	-	Centro Guadua	CP	Buenavista	1989 -2012
RIO NAVARCO	-	Palestina Baja	LG	Salento	1990-2012
RIO SANTO	-	CRQ – Centro Guadua	CP	Armenia -Córdoba	1990-2012
RIO VERDE	-	Centro de la Guadua	LG	Córdoba	1990-2012

RIO ROBLE	Alta(1) Media(2) Baja(3)	Bremen - Playa CRQ La Española	CP CP LG	Filandia-Salento Armenia Montenegro	1992-2012 1992-2012 1992-2012
RIO ESPEJO	-	La Herradura	LG	La Tebaida	1987-2012
QUEBRADA BUENAVISTA	Alta(1) Baja(2)	Maracay (Cenicafe) Puerto Alejandría	CP LG	Quimbaya Quimbaya	1977-2012 1987-2012
RIO LEJOS	-	La Sierra	CP	Pijao	1995-2012
RIO ROJO	-	El Cairo	CP	Génova	1995-2012

LG: Estación Limnográfica, (caudales directos).

CP: Climatológica principal, mide temperatura, precipitación y brillo solar.

*Se excluyen los meses pertenecientes al fenómeno de la Niña y Niño por variar de forma significativamente la oferta hídrica sobre la media.

De acuerdo con la información hidroclimatológica disponible en cada tramo de la corriente a evaluar, fue necesario la aplicación del Balance Hídrico (Resolución 865 de 2004, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT) para la cuantificación de la oferta, ya que al no contar con lecturas directas sobre la corriente (estación limnográfica), se hace necesario la aplicación de esta metodología donde se considera la escorrentía superficial como caudal aferente a un área determinada.

1.1 BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico contempla todos los elementos del ciclo hidrológico, el cual básicamente consiste en la manera en la que el agua circula entre la atmósfera y la superficie terrestre en una zona determinada, de donde se pueden distinguir dos movimientos generales, los cuales son las entradas y salidas, pudiéndose establecer la siguiente igualdad:

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS}$$

Las entradas comprenden toda el agua que de alguna manera llega a la zona, y las salidas, el agua que se desplaza y distribuye una vez que esta ha entrado en el área estudiada mediante evapotranspiración, escorrentía superficial y escorrentía subterránea (Reinoso, 2009).

Método Directo

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración mensual estimada, es posible calcular el balance de agua en el suelo a lo largo del año. Para cada una de las zonas donde se hallan localizadas las principales fuentes hídricas superficiales del departamento del Quindío, se determinó el Balance Hídrico Directo cuyo periodo de registro varía dependiendo la zona donde esta se encuentre y la cantidad de información disponible.

Al realizar un balance hídrico a largo plazo se tiene que los cambios en los volúmenes de agua almacenados en la atmósfera y los volúmenes de agua almacenados en el suelo, son despreciables. En consecuencia el flujo promedio en la atmósfera es igual al promedio de la escorrentía neta y son iguales a la diferencia entre la precipitación media y la evapotranspiración real.

Entonces se tiene para la columna de suelo:

$$\text{Esc. total} = P - \text{ETR} \quad \text{Ecuación 1}$$

Así se define mes a mes los siguientes parámetros (en mm):

- ETR = Evaporación real (mm)
- P = Precipitación (mm)
- Esc = Caudal superficial generado a partir de la resta de las anteriores variables multiplicadas por el área aferente de cada zona o tramo de análisis para dar como resultado unidades en m^3/s .

La precipitación y la evapotranspiración real se estiman espacialmente a partir de la información meteorológica registrada por la Corporación Autónoma Regional del Quindío, donde la ETR fue calculada por medio de la ecuación de Budyko,

$$ETR = \left[ETP \times P \times \tanh\left(\frac{P}{ETP}\right) \left(1 - \cosh\left(\frac{ETP}{P}\right) + \operatorname{senh}\left(\frac{ETP}{P}\right) \right) \right]^{1/2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- ETR = Evaporación real (mm)
- P = Precipitación (mm)
- ETP = Evaporación potencial (mm) por el período considerado.

La evapotranspiración potencial se calculó aplicando la ecuación de Cenicafé (UNAL, 2005) e introduciendo factores de corrección mensual (González, 1997).

$$ETP = 4.658 \exp(-0.0002h) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde ETP es la evapotranspiración potencial en mm/día y h es la cota sobre el nivel de mar en metros (m).

Los resultados del proceso de cálculo para la obtención del Balance Hídrico en cada corriente, se presentan en el punto 3 del presente informe.

1.2 OFERTA NETA: Reducción por calidad y caudal ecológico

Para obtener la oferta hídrica neta disponible, se procede a reducir la oferta hídrica total calculada por calidad del agua y por caudal mínimo ecológico, según la Resolución 865 de 2004, MAVDT.

Calidad: De acuerdo al seguimiento de los parámetros de calidad de cada fuente hídrica, teniendo especial énfasis en su uso, la oferta hídrica de estos sistemas se debe afectar por el 25%, teniendo en cuenta la calidad del agua. Esta reducción se aprecia en el Tramo 2 del río Roble,

aguas arriba de la bocatoma que abástese de agua al municipio de Montenegro, debido a las descargas de aguas residuales domésticas provenientes del casco urbano del municipio de Circasia, a través de la quebrada Cajones.

Caudal Ecológico: El Ideam ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio. Para el caso del río Quindío, se cuenta con los resultados obtenidos a escala mensual dentro del estudio “Estimación de Caudales Ecológicos mediante métodos hidrológicos e hidráulicos en la UMC río Quindío”, realizado en el año 2011, donde se determinó el caudal ecológico correspondiente.

2. DEMANDA HIDRICA

La demanda hídrica es calculada con base en las concesiones de agua que existen a lo largo de cada corriente principal y que tributan a ella. El mayor volumen de agua es utilizado para el consumo humano, seguido del uso agrícola.

Para el caso de estudio, se contó con los datos de las concesiones otorgadas por la Corporación Autónoma Regional del Quindío y los promedios mensuales registrados por los macromedidores existentes en algunas estructuras de captación.

Las demandas de agua de tipo no consumtivo como las utilizadas para la generación de energía eléctrica (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas), no son contempladas dentro de la Resolución 865 de 2004, por lo cual no se considera como parte de las demandas hídricas en el presente estudio.

Tabla 3. Demandas hídricas

Vereda / Zona	Demanda (m ³ /s)	Total Demanda (m ³ /s)	Total Demanda (Mm ³ /año)	Municipio	Corriente	Subcuenca	Total Demanda Subcuenca (Mm ³ /año)	UMC	Total Demanda UMC (Mm ³ /año)				
Boquia	0.012	1.06	33.50	Armenia-Salento	Tramo 1 Rio Quindío	RIO QUINDIO	38.32	RIO QUINDIO	53.28				
Agrado (Bocatoma EPA)*	0.856												
Llano Grande	0.001												
Los Andes	0.001												
Los Pinos	0.002												
La Nubia	0.001												
La Playa	0.002												
Luna Park	0.001												
Palestina	0.000												
Playa Verde	0.010												
San Antonio de los Pinos	0.002												
San Juan	0.002												
Ventiaderos	0.000												
San Rafael	0.000												
Camino Nacional	0.001												
Acueducto casco urbano	0.150		0.15	4.81	La Tebaida	Tramo 2 Rio Quindío							
San Juan de Carolina	0.003												
Acueducto casco urbano	0.018	0.02	0.63	Salento	Rio Navarco	RIO NAVARCO	0.63						
Río Arriba	0.001												
Palo Grande	0.001												
Acueducto casco urbano*	0.128	0.22	7.00	Calarcá	*Río Santo Domingo	RIO SANTO DOMINGO	7.00						
Total Subcuenca	0.094												
Acueducto casco urbano	0.013	0.23	7.33	Córdoba	Río Verde	RIO VERDE	7.33						
Total Subcuenca	0.219												
Acueducto casco urbano Circasia	0.131	0.17	5.32	Circasia-Filandia	Tramo 1 Río Roble	RIO ROBLE	10.78						
Total Subcuenca	0.038												
Acueducto casco urbano	0.145	0.17	5.46	Monteregro	Tramo 2 Río Roble								
Total Subcuenca	0.029												
Acueducto casco urbano	0.000	0.02	0.65	Pijao	RIO LEJOS								
Total Subcuenca	0.021												
Acueducto casco urbano	0.060	0.06	2.01	Génova	RIO ROJO								
Total Subcuenca	0.004												
Acueducto casco urbano	0.150	0.29	9.16	Quimbaya	QUEBRADA BUENAVISTA								
Total Subcuenca	0.140												
Acueducto casco urbano	0.020	0.03	0.82	Buenavista	QUEBRADA LA PICOTA								
Total Subcuenca	0.006												

*Incluye el promedio de los registros mensuales del macromedidor

3. INDICE DE ESCASEZ

Una vez realizados los cálculos de oferta y demanda para cada tramo o área perteneciente a una corriente hídrica, se calcula el índice de escasez a partir de la siguiente expresión matemática relacionada de manera porcentual.

$$le = \frac{Dh}{O_h} * Fr * 100 \quad Ecuación 4$$

Donde:

le : Índice de escasez en porcentaje

Dh : Demanda hídrica en metros cúbicos (m^3)

Oh : Oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos (m^3)

Fr : Factor de reducción por caudal ecológico
 100 : Para expresarlo en porcentaje

Tabla 4. Categorías e interpretación del índice de escasez

Categoría	Rango	Color	Explicación
Alto	> 50%	Rojo	Demanda alta
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa

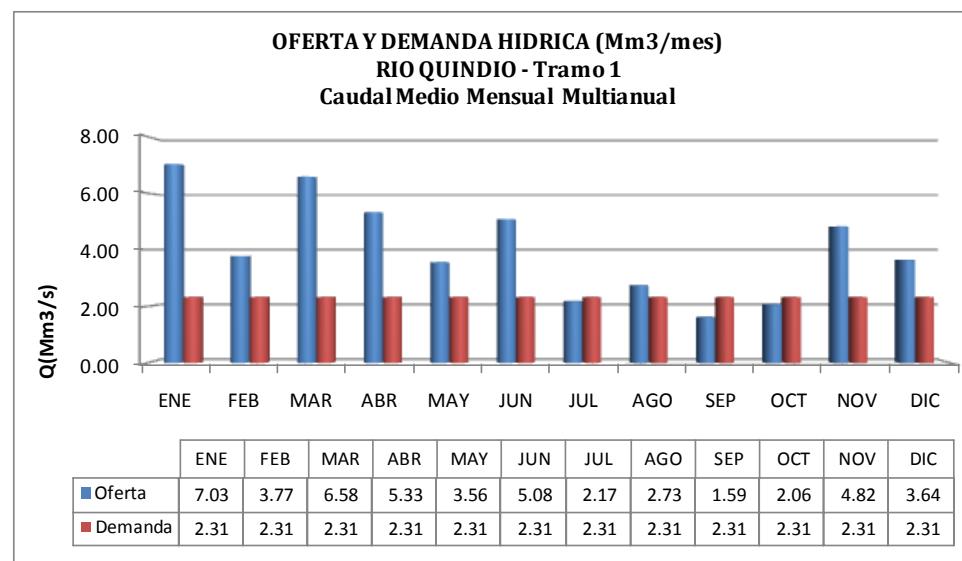
Fuente: Ideam

4. RESULTADOS

Conforme a la información anterior, se presenta la oferta y la demanda hídrica estimada para cada cuerpo de agua en estudio, así como su índice de escasez mensual y promedio anual.

RIO QUINDIO – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estación Limnigráfica “Bocatoma EPA”.

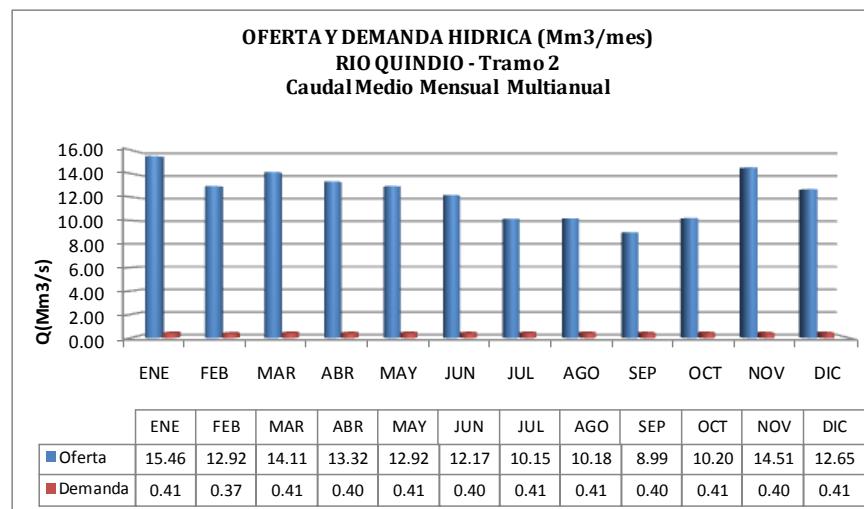
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	1.38	1.98	1.01	1.30	1.82	1.12	1.74	1.24	1.55	2.00	2.21	2.18	1.6
Q mínimo (m³/s)	1.12	1.59	1.72	1.15	1.75	0.99	1.66	1.37	1.18	1.59	1.94	2.02	1.5
Q medio (m³/s)	4.00	3.54	3.47	3.35	3.15	3.08	2.55	2.26	2.17	2.77	4.07	3.54	3.2
Oferta (m³/s)	2.62	1.56	2.46	2.05	1.33	1.96	0.81	1.02	0.62	0.77	1.86	1.36	1.5
Q oferta (Mm³/mes)	7.03	3.77	6.58	5.33	3.56	5.08	2.17	2.73	1.59	2.06	4.82	3.64	4.0
Q mínimo (Mm³/mes)	3.00	3.85	4.61	2.98	4.69	2.57	4.45	3.67	3.06	4.27	5.03	5.41	4.0
Q demanda (Mm³/mes)	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.3
INDICE DE ESCASEZ (%)	32.86	61.22	35.09	43.37	64.90	45.43	106.66	84.53	144.85	112.28	47.87	63.47	70.2



RIO QUINDIO – TRAMO 2: Comprendido desde la confluencia con el río Navarco hasta la toma de la PCH El Bosque (sector cementerio Armenia)

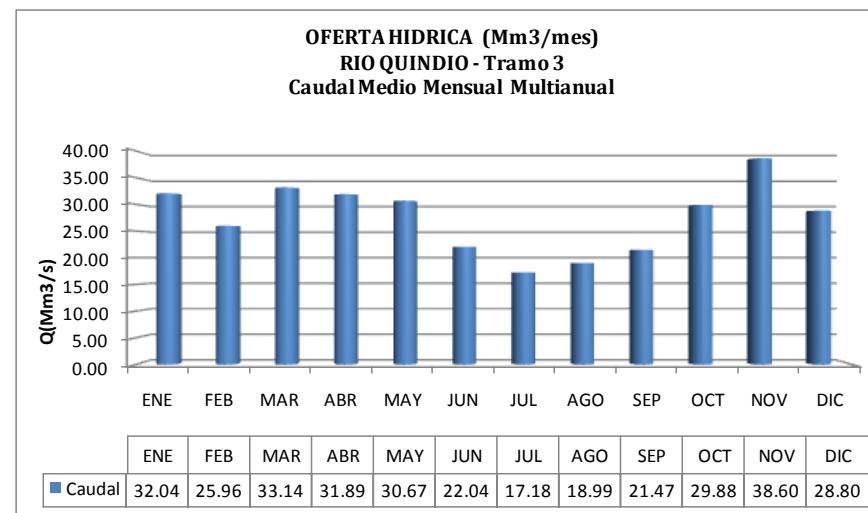
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.88	0.97	1.01	0.97	0.96	1.04	0.76	0.88	0.90	0.72	1.30	0.91	0.94
Q mínimo (m³/s)	3.53	3.88	4.03	3.88	3.83	4.17	3.04	3.53	3.58	2.86	5.20	3.62	3.76
Q medio (m³/s)	6.66	6.31	6.28	6.11	5.78	5.74	4.55	4.68	4.36	4.52	6.90	5.63	5.63
Oferta (m³/s)	5.77	5.34	5.27	5.14	4.82	4.69	3.79	3.80	3.47	3.81	5.60	4.72	4.69
Q oferta (Mm³/mes)	15.46	12.92	14.11	13.32	12.92	12.17	10.15	10.18	8.99	10.20	14.51	12.65	12.30
Q mínimo (Mm³/mes)	2.35	2.67	3.27	2.92	3.20	3.92	2.79	2.97	3.59	2.96	6.15	4.10	3.41
Q demanda (Mm³/mes)	0.41	0.37	0.41	0.40	0.41	0.40	0.41	0.41	0.40	0.40	0.41	0.41	0.40
INDICE DE ESCASEZ (%)	2.65	2.86	2.90	2.98	3.17	3.26	4.04	4.03	4.41	4.02	2.73	3.24	3.36

PCH: Pequeña Central Hidroeléctrica



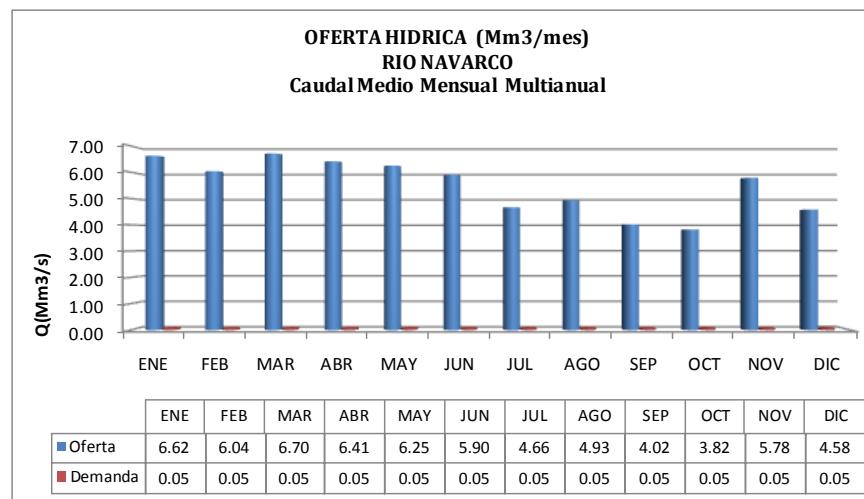
RIO QUINDIO – TRAMO 3: No existen demandas en el cuerpo de agua.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	1.57	0.86	1.69	2.47	1.94	0.85	0.64	0.64	1.01	2.65	2.40	2.12	1.57
Q mínimo (m³/s)	6.30	3.46	6.75	9.89	7.77	3.40	2.56	2.54	4.06	10.60	9.60	8.48	6.28
Q medio (m³/s)	13.54	11.60	14.06	14.78	13.39	9.35	7.06	7.73	9.30	13.81	17.29	12.87	12.06
Oferta (m³/s)	11.96	10.73	12.37	12.30	11.45	8.50	6.42	7.09	8.28	11.16	14.89	10.75	10.49
Q oferta (Mm³/mes)	32.04	25.96	33.14	31.89	30.67	22.04	17.18	18.99	21.47	29.88	38.60	28.80	27.56
Q mínimo (Mm³/mes)	16.87	9.26	18.07	26.50	20.81	9.11	6.86	6.81	10.87	28.40	25.71	22.73	16.83
Q demanda (Mm³/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



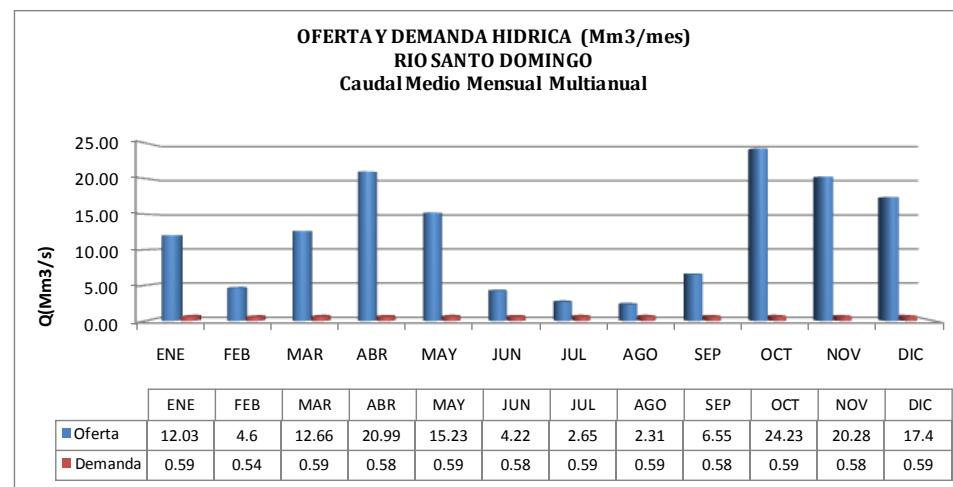
RIO NAVARCO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.33	0.28	0.31	0.28	0.30	0.38	0.26	0.28	0.23	0.38	0.59	0.38	0.33
Q mínimo (m ³ /s)	1.31	1.11	1.22	1.13	1.19	1.51	1.04	1.11	0.90	1.52	2.37	1.53	1.33
Q medio (m ³ /s)	2.80	2.77	2.81	2.75	2.63	2.65	2.00	2.12	1.78	1.80	2.82	2.09	2.42
Oferta (m ³ /s)	2.47	2.50	2.50	2.47	2.33	2.28	1.74	1.84	1.55	1.43	2.23	1.71	2.09
Q oferta (Mm ³ /mes)	6.62	6.04	6.70	6.41	6.25	5.90	4.66	4.93	4.02	3.82	5.78	4.58	5.48
Q mínimo (Mm ³ /mes)	2.35	2.67	3.27	2.92	3.20	3.92	2.79	2.97	3.59	2.96	6.15	4.10	3.41
Q demanda (Mm ³ /mes)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
INDICE DE ESCASEZ (%)	0.81	0.80	0.80	0.81	0.86	0.88	1.15	1.09	1.29	1.40	0.90	1.17	1.00



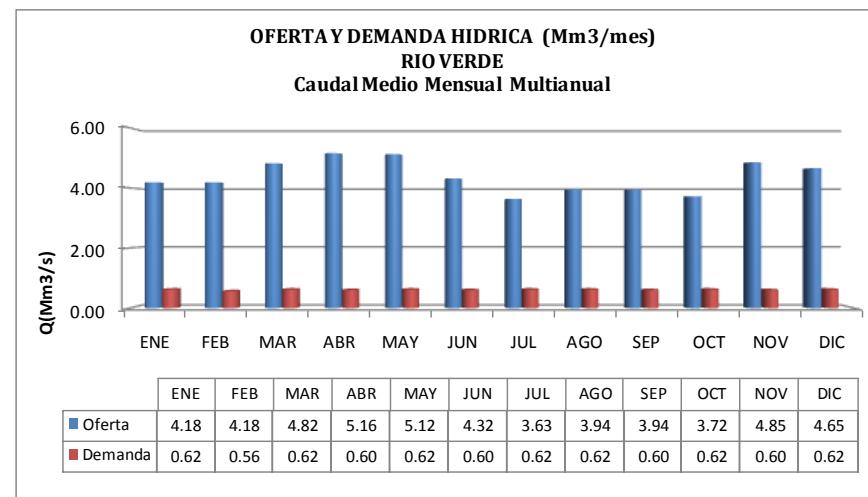
RIO SANTO DOMINGO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.21	0.17	0.25	0.49	0.34	0.04	0.03	0.07	0.14	0.62	0.91	0.26	0.29
Q mínimo (m³/s)	0.85	0.68	0.99	1.94	1.36	0.15	0.10	0.29	0.55	2.49	3.64	1.03	1.17
Q medio (m³/s)	4.49	1.72	4.73	7.83	5.69	1.57	0.99	0.86	2.45	9.05	7.57	6.50	4.45
Oferta (m³/s)	4.28	1.55	4.48	7.35	5.35	1.54	0.96	0.79	2.31	8.43	6.66	6.24	4.16
Q oferta (Mm³/mes)	12.03	4.60	12.66	20.99	15.23	4.22	2.65	2.31	6.55	24.23	20.28	17.40	11.93
Q mínimo (Mm³/mes)	2.29	1.83	2.65	5.20	3.64	0.39	0.27	0.76	1.48	6.67	9.76	2.77	3.14
Q demanda (Mm³/mes)	0.59	0.54	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59	0.59	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58
INDICE DE ESCASEZ (%)	4.94	11.68	4.70	2.74	3.90	13.64	22.47	25.77	8.78	2.45	2.84	3.42	8.94



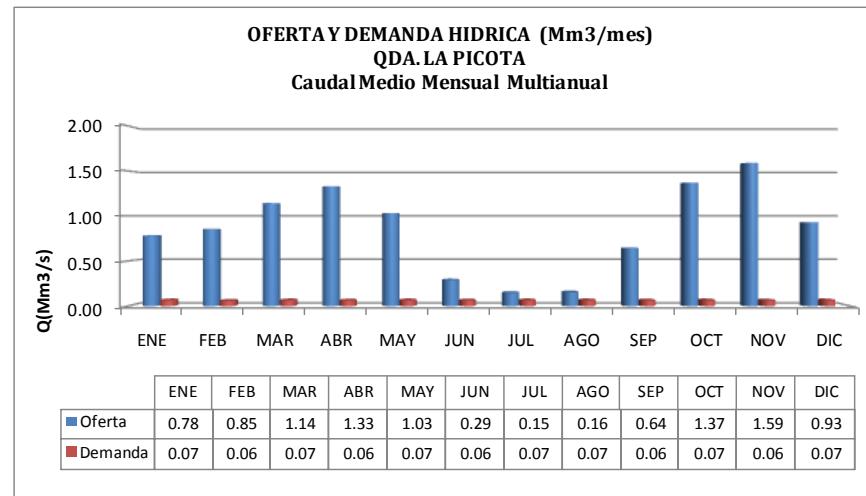
RIO VERDE: Desde su nacimiento hasta antes de la confluencia con el río Santo Domingo.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.25	0.18	0.22	0.14	0.17	0.21	0.22	0.21	0.14	0.17	0.22	0.25	0.20
Q mínimo (m³/s)	0.98	0.72	0.89	0.54	0.68	0.85	0.87	0.83	0.56	0.67	0.86	1.00	0.79
Q medio (m³/s)	1.81	1.74	2.02	2.06	2.08	1.82	1.57	1.68	1.61	1.56	2.03	1.99	1.83
Oferta (m³/s)	1.56	1.56	1.80	1.92	1.91	1.61	1.36	1.47	1.47	1.39	1.81	1.74	1.63
Q oferta (Mm³/mes)	4.18	4.18	4.82	5.16	5.12	4.32	3.63	3.94	3.94	3.72	4.85	4.65	4.38
Q mínimo (Mm³/mes)	2.62	1.74	2.38	1.40	1.82	2.20	2.33	2.22	1.45	1.79	2.23	2.69	2.07
Q demanda (Mm³/mes)	0.62	0.56	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.61
INDICE DE ESCASEZ (%)	14.85	13.41	12.90	11.67	12.13	13.92	17.11	15.76	15.26	16.70	12.40	13.35	14.12



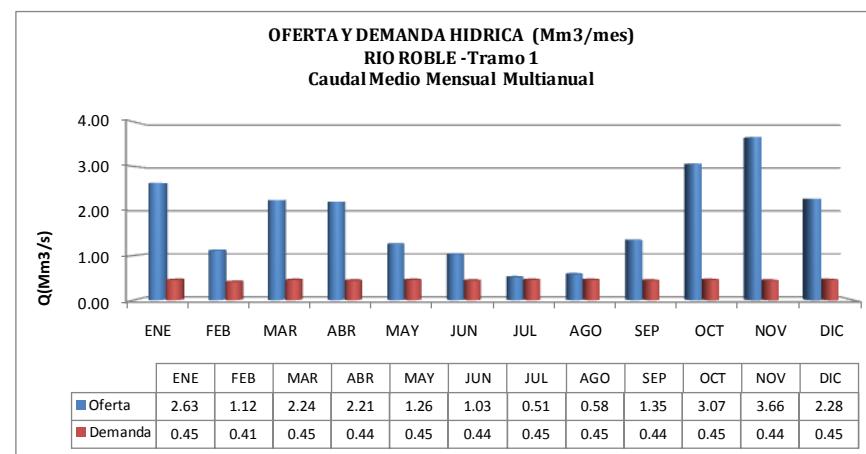
QUEBRADA LA PICOTA: Desde su nacimiento hasta antes de la unión con el río Barragán.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01
Q mínimo (m³/s)	0.03	0.00	0.07	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04	0.09	0.26	0.11	0.05
Q medio (m³/s)	0.30	0.32	0.44	0.50	0.39	0.11	0.06	0.06	0.25	0.53	0.66	0.37	0.33
Oferta (m³/s)	0.29	0.32	0.43	0.50	0.39	0.11	0.06	0.06	0.24	0.51	0.59	0.35	0.32
Q oferta (Mm³/mes)	0.78	0.85	1.14	1.33	1.03	0.29	0.15	0.16	0.64	1.37	1.59	0.93	0.86
Q mínimo (Mm³/mes)	0.07	0.00	0.18	0.05	0.05	0.03	0.00	0.02	0.09	0.24	0.67	0.30	0.14
Q demanda (Mm³/mes)	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
INDICE DE ESCASEZ (%)	8.90	7.36	6.09	5.07	6.75	23.22	47.04	44.88	10.47	5.08	4.24	7.50	14.72



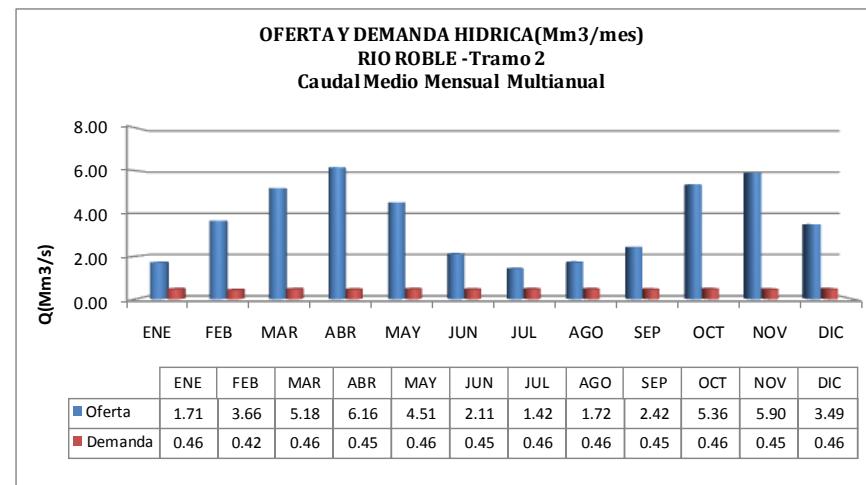
RIO ROBLE – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estructura de captación “Bocatoma Circasia, ESAQUIN”.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.14	0.07	0.10	0.18	0.05	0.03	0.04	0.04	0.07	0.28	0.33	0.17	0.13
Q mínimo (m³/s)	0.47	0.25	0.34	0.60	0.16	0.11	0.12	0.15	0.24	0.93	1.10	0.57	0.42
Q medio (m³/s)	1.12	0.54	0.94	1.03	0.52	0.43	0.23	0.26	0.59	1.42	1.74	1.02	0.82
Oferta (m³/s)	0.98	0.46	0.84	0.85	0.47	0.40	0.19	0.22	0.52	1.14	1.41	0.85	0.69
Q oferta (Mm³/mes)	2.63	1.12	2.24	2.21	1.26	1.03	0.51	0.58	1.35	3.07	3.66	2.28	1.83
Q mínimo (Mm³/mes)	1.25	0.60	0.91	1.55	0.42	0.27	0.33	0.39	0.63	2.50	2.86	1.52	1.10
Q demanda (Mm³/mes)	0.45	0.41	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44
INDICE DE ESCASEZ (%)	17.22	36.61	20.17	19.82	35.85	42.45	88.39	77.77	32.53	14.77	11.98	19.89	34.79



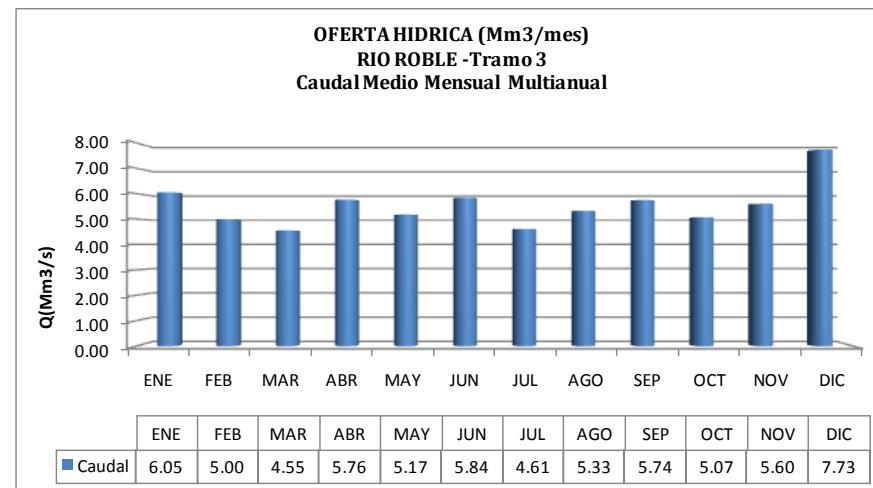
RIO ROBLE – TRAMO 2: Comprendido desde la estructura de captación “Bocatoma Circasia, ESAQUIN”, hasta la estructura de captación del acueducto para el municipio de Montenegro “Bocatoma Montenegro, ESAQUIN.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.13	0.20	0.34	0.48	0.31	0.13	0.08	0.12	0.12	0.33	0.31	0.31	0.24
Q mínimo (m³/s)	0.52	0.80	1.36	1.93	1.25	0.53	0.30	0.50	0.47	1.32	1.23	1.23	0.95
Q medio (m³/s)	1.02	2.28	3.03	3.81	2.66	1.26	0.81	1.02	1.40	3.11	3.44	2.15	2.17
Oferta (m³/s)	0.26	0.57	0.76	0.95	0.67	0.32	0.20	0.26	0.35	0.78	0.86	0.54	0.54
Q oferta (Mm³/mes)	0.64	1.51	1.93	2.38	1.68	0.82	0.53	0.64	0.93	2.00	2.28	1.30	1.39
Q mínimo (Mm³/mes)	1.71	3.66	5.18	6.16	4.51	2.11	1.42	1.72	2.42	5.36	5.90	3.49	3.64
Q demanda (Mm³/mes)	0.46	0.42	0.46	0.45	0.46	0.45	0.46	0.46	0.45	0.46	0.45	0.46	0.45
INDICE DE ESCASEZ (%)	27.15	11.45	8.94	7.28	10.27	21.21	32.70	26.96	18.56	8.64	7.60	13.26	16.17



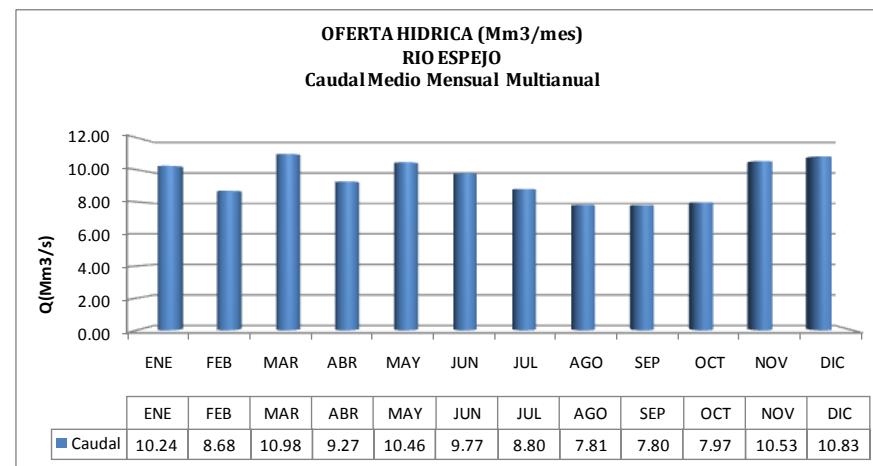
TOTAL RIO ROBLE: Registro de caudales de la estación limnigráfica La Española. Esta registra el total del agua que circula sobre el río Roble antes de su desembocadura con el río La Vieja.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.40	0.33	0.31	0.35	0.39	0.34	0.35	0.39	0.38	0.37	0.39	0.38	0.36
Q mínimo (m³/s)	1.59	1.33	1.25	1.41	1.54	1.34	1.41	1.58	1.52	1.48	1.56	1.50	1.46
Q medio (m³/s)	2.66	2.20	2.01	2.50	2.32	2.51	2.07	2.38	2.52	2.26	2.48	3.26	2.43
Oferta (m³/s)	2.26	1.87	1.70	2.15	1.93	2.18	1.72	1.99	2.14	1.89	2.09	2.89	2.07
Q oferta (Mm³/mes)	6.05	5.00	4.55	5.76	5.17	5.84	4.61	5.33	5.74	5.07	5.60	7.73	5.54
Q mínimo (Mm³/mes)	4.26	3.23	3.36	3.66	4.13	3.47	3.78	4.23	3.93	3.96	4.04	4.02	3.84
Q demanda (Mm³/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



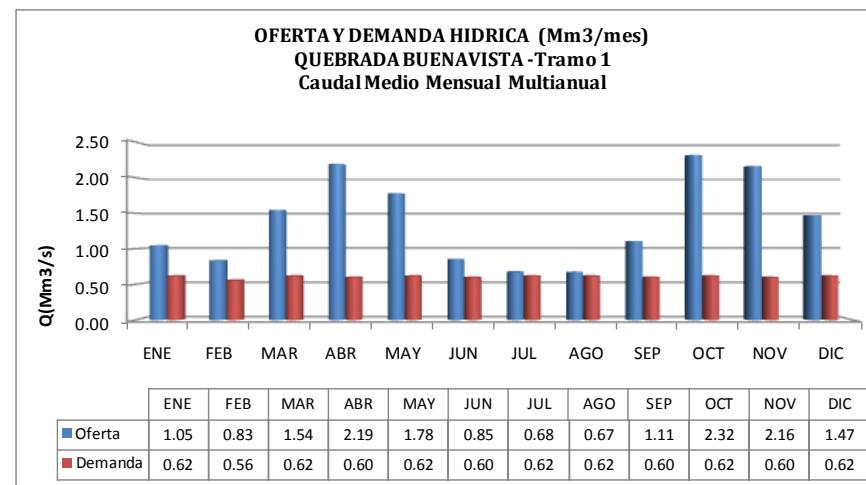
RIO ESPEJO: No existen demandas en el cuerpo de agua.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.35	0.30	0.15	0.55	0.15	0.15	0.15	0.51	0.48	0.49	0.46	0.41	0.35
Q mínimo (m³/s)	1.41	1.20	0.61	2.20	0.61	0.60	0.61	2.03	1.93	1.96	1.82	1.65	1.39
Q medio (m³/s)	4.18	3.89	4.25	4.12	4.06	3.92	3.44	3.42	3.49	3.47	4.52	4.45	3.93
Oferta (m³/s)	3.82	3.59	4.10	3.57	3.91	3.77	3.29	2.92	3.01	2.98	4.06	4.04	3.59
Q oferta (Mm³/mes)	10.24	8.68	10.98	9.27	10.46	9.77	8.80	7.81	7.80	7.97	10.53	10.83	9.43
Q mínimo (Mm³/mes)	3.78	2.90	1.63	5.70	1.63	1.56	1.63	5.44	5.00	5.25	4.72	4.42	3.64
Q demanda (Mm³/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



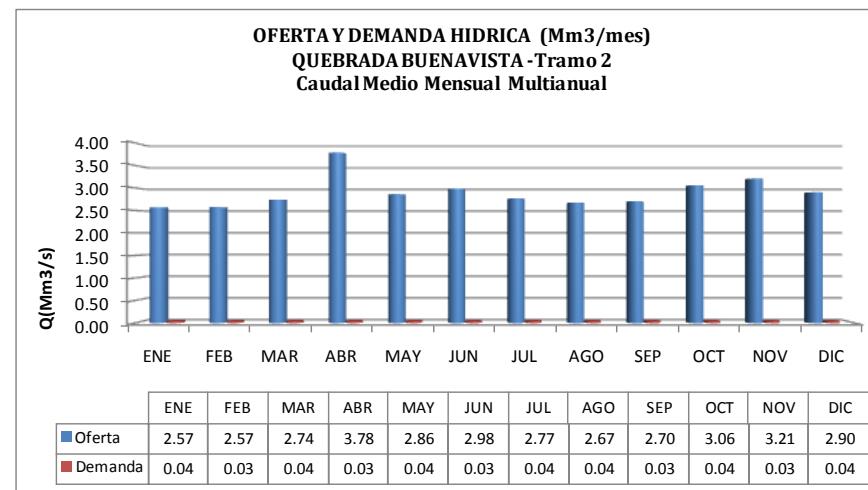
QUEBRADA BUENAVISTA – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estructura de captación “Bocatoma Quimbaya, ESAQUIN” que surte de agua al acueducto del municipio de Quimbaya.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.02	0.03	0.02	0.04	0.12	0.02	0.02	0.01	0.03	0.07	0.07	0.03	0.04
Q mínimo (m³/s)	0.05	0.10	0.08	0.13	0.39	0.08	0.06	0.04	0.10	0.22	0.23	0.11	0.13
Q medio (m³/s)	0.41	0.38	0.60	0.89	0.78	0.35	0.27	0.26	0.46	0.93	0.90	0.58	0.57
Oferta (m³/s)	0.39	0.34	0.58	0.84	0.66	0.33	0.25	0.25	0.43	0.86	0.83	0.55	0.53
Q oferta (Mm³/mes)	1.05	0.83	1.54	2.19	1.78	0.85	0.68	0.67	1.11	2.32	2.16	1.47	1.39
Q mínimo (Mm³/mes)	0.14	0.28	0.21	0.36	1.03	0.21	0.15	0.10	0.26	0.58	0.61	0.30	0.35
Q demanda (Mm³/mes)	0.62	0.56	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.61
INDICE DE ESCASEZ (%)	59.06	67.06	40.06	27.34	34.79	70.42	91.63	92.60	54.07	26.72	27.70	42.05	52.79



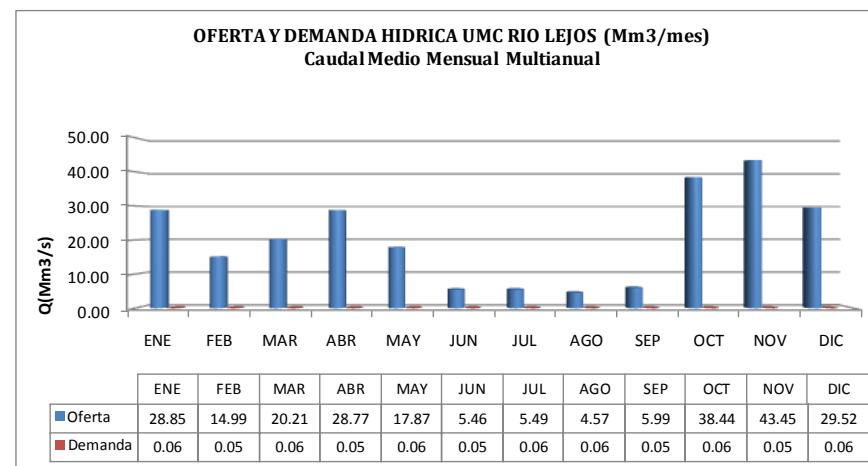
TOTAL QUEBRADA BUENAVISTA: Registro de caudales de la estación limnigráfica Puerto Alejandría. Esta registra el total del agua que circula sobre la quebrada Buenavista antes de su desembocadura con el río La Vieja.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Qecológico (m³/s)	0.23	0.18	0.15	0.18	0.23	0.18	0.16	0.13	0.16	0.20	0.15	0.11	0.17
Qmínimo (m³/s)	0.90	0.72	0.59	0.72	0.92	0.70	0.64	0.52	0.64	0.79	0.59	0.43	0.68
Qmedio (m³/s)	1.18	1.24	1.17	1.64	1.30	1.33	1.19	1.13	1.20	1.34	1.38	1.19	1.27
Oferta (m³/s)	0.96	1.06	1.02	1.46	1.07	1.15	1.03	1.00	1.04	1.14	1.24	1.08	1.10
Qoferta (Mm³/mes)	2.57	2.57	2.74	3.78	2.86	2.98	2.77	2.67	2.70	3.06	3.21	2.90	2.90
Qmínimo (Mm³/mes)	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
Qdemanda (Mm³/mes)	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
INDICE DE ESCASEZ (%)	1.41	1.27	1.32	0.93	1.26	1.17	1.31	1.35	1.29	1.18	1.09	1.25	1.24



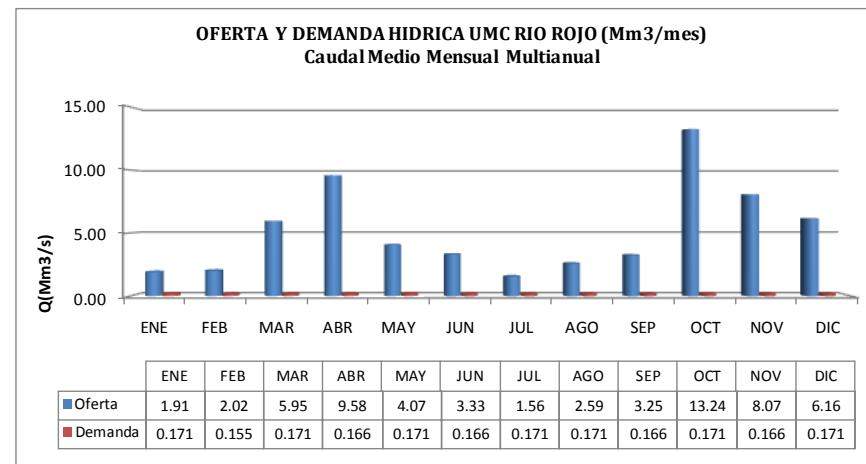
RIO LEJOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.08	0.10	0.08	0.16	0.28	0.01	0.01	0.02	0.08	0.69	1.36	0.66	0.29
Q mínimo (m³/s)	0.33	0.41	0.32	0.62	1.13	0.03	0.02	0.07	0.34	2.77	5.42	2.66	1.18
Q medio (m³/s)	10.77	6.19	7.54	11.10	6.67	2.11	2.05	1.71	2.31	14.35	16.76	11.02	7.72
Oferta (m³/s)	10.69	6.09	7.47	10.94	6.39	2.10	2.05	1.69	2.23	13.66	15.41	10.36	7.42
Q oferta (Mm³/mes)	28.85	14.99	20.21	28.77	17.87	5.46	5.49	4.57	5.99	38.44	43.45	29.52	20.30
Q mínimo (Mm³/mes)	0.89	0.99	0.85	1.62	3.03	0.07	0.06	0.18	0.88	7.43	14.05	7.12	3.10
Q demanda (Mm³/mes)	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
INDICE DE ESCASEZ (%)	0.53	0.83	0.75	0.50	0.88	2.59	2.75	3.33	2.44	0.41	0.35	0.54	1.33



RIO ROJO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m³/s)	0.02	0.02	0.21	0.52	0.09	0.08	0.09	0.10	0.13	0.32	0.19	0.13	0.16
Q mínimo (m³/s)	0.08	0.08	0.85	2.06	0.36	0.34	0.35	0.38	0.52	1.28	0.74	0.51	0.63
Q medio (m³/s)	0.71	0.83	2.22	3.70	1.52	1.28	0.58	0.97	1.25	4.94	3.11	2.30	1.95
Oferta (m³/s)	0.69	0.82	2.01	3.18	1.43	1.20	0.49	0.87	1.12	4.62	2.93	2.17	1.79
Q oferta (Mm³/mes)	1.91	2.02	5.95	9.58	4.07	3.33	1.56	2.59	3.25	13.24	8.07	6.16	5.14
Q mínimo (Mm³/mes)	0.22	0.19	2.27	5.34	0.96	0.87	0.95	1.03	1.35	3.43	1.92	1.36	1.66
Q demanda (Mm³/mes)	0.171	0.155	0.171	0.166	0.171	0.166	0.171	0.171	0.166	0.171	0.166	0.171	0.17
INDICE DE ESCASEZ (%)	8.97	7.67	2.88	1.73	4.21	4.99	11.00	6.61	5.10	1.29	2.06	2.78	4.94



4.1 CONCLUSIONES

Río Quindío

A lo largo del año hidrológico, la oferta del río Quindío calculado en su primer tramo (hasta bocatoma EPA), posee una demanda alta en la mayoría de los doce meses, siendo el mes de enero de demanda moderada. El tramo a seguir (Confluencia Navarco – Toma PCH El Bosque), el río evidencia un índice de escasez bajo (demanda muy baja) ya que sobre este, no se consideran las captaciones de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - PCH (Campestre, Bayona, La Unión y El Bosque) por ser de uso no consuntivo.

En general los tributarios del río Quindío como los ríos Navarco, Santo Domingo y Verde, poseen demandas bajas. Es por ello que se cuenta con buena oferta de agua en todo el año. No obstante, para los meses de julio y agosto, el río Santo Domingo evidencia un índice de escasez con demanda apreciable, donde su oferta se ve reducida para estos meses.

Río Roble

Al incluirse las demandas totales concesionadas por la Corporación, se evidencia déficit de agua en los meses de julio y agosto en el Tramo 1 (hasta la bocatoma de Circasia) y para los meses de enero, junio a septiembre en el tramo 2 (hasta la bocatoma acueducto de Montenegro). Aguas abajo del tramo anterior, no existen demandas sobre el río Roble.

Río Espejo

No existe demanda alguna sobre este cauce, dada la condición del río en cuanto a calidad, ya que es el receptor de los vertimientos sin tratamiento de las aguas residuales del casco urbano de Armenia.

Quebrada Buenavista

La menor oferta hídrica se presenta sobre los meses enero a febrero y de junio a agosto donde según el rango de valores para el cálculo del índice de escasez, la quebrada Buenavista en su primer tramo (hasta la bocatoma del acueducto para el municipio de Quimbaya) posee una demanda alta. El índice de lluvias se ve reducido significativamente y para el resto de los meses; su demanda es apreciable.

Río Lejos

El presente balance, muestra una leve reducción en su oferta para los meses de junio a septiembre. Para el resto de los meses la corriente hídrica presenta una buena oferta hídrica. En general, esta corriente presenta una demanda baja.

Río Rojo

Dentro de la UMC, la mayor demanda de agua está relacionada directamente con el tributario río Gris. En general, no se aprecian demandas significativas dado que el índice poblacional decrece en la zona.

Promediando el porcentaje del índice se escasez para cada fuente en estudio, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5. Índice de Escasez

UMC	RIO	Demanda (Mm3/Año)	Oferta (Mm3/Año)	IE%	TOTAL UMC		
					IE%	Demanda (Mm3/Año)	Oferta (Mm3/Año)
RIO QUINDÍO	Quindío Tramo 1	33.50	48.36	70.2	18.72	53.28	467.56
	Quindío Tramo 2	4.81	147.57	3.36			
	Navarco	0.63	65.71	1.00			
	Rio Santo Domingo	7.00	143.13	8.94			
	Rio Verde	7.33	52.53	14.12			
	Quebrada La Picota	0.82	10.26	14.72			
	Quindío Tramo 3		330.68				
RIO ROBLE	Tramo 1	5.32	21.94	34.79	25.48	10.78	65.58
	Tramo 2	5.46	43.64	16.17			
	Tramo 3		66.44				
	Espejo		113.14				
RIO LEJOS	Rio Lejos	0.65	243.6	1.33	1.33	0.65	243.6
RIO ROJO	Rio Rojo	2.01	61.72	4.94	4.94	2.01	61.72
QUEBRADA BUENAVISTA	Tramo 1	7.28	16.64	52.79	27.02	9.16	51.45
	Tramo 2	0.43	34.81	1.25			

De la Tabla 5, se observa un *índice con demanda baja*, cercana a *apreciable* para el total del aprovechamiento hídrico relacionado con las UMC ríos Quindío, Roble y la quebrada Buenavista. En general, las otras UMC no presentan déficit de agua sobre las fuentes de abastecimiento, a excepción de los meses contemplados anteriormente.

5. BIBLIOGRAFIA

- Germán Poveda (2000), Balances Hidrológicos de Colombia. COLCIENCIAS.
- Resolución 865 de 2004, Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT.
- Sánchez, M.I. (1992). Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración