

# ECOGIS: ENFOQUE COMO HERRAMIENTA HIDROINFORMÁTICA PARA LA CONSULTA DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y CIRCULANTES EN LA CUENCA DEL RÍO QUINDIO

ECOGIS : APPROACH USED AS A HYDROINFORMATIC TOOL FOR CONSULTATION OF ENVIRONMENTAL FLOWS AND BASINS OF QUINDIO RIVER

Gabriel Lozano Sandoval<sup>1-2</sup>, Cesar Augusto Rodríguez Mejía<sup>1-2</sup>, Héctor Javier Triviño<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Investigador Centro de Investigaciones, Desarrollo y Estudios del recurso Hídrico y el Ambiente (CI DERA). Universidad del Quindío. Carrera 15 Calle 12N Facultad de ingeniería. Armenia Colombia.

<sup>2</sup> Docente Programa Ingeniería Civil. Universidad del Quindío.

Recibido: 5 Septiembre

Aceptado: 30 Septiembre

\*Correspondencia del autor: galozano@uniquindio.edu.co

## RESUMEN

En los últimos años los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han venido tomando fuerza en muchas de las áreas del conocimiento, gracias a su versatilidad y capacidad de analizar, editar y consultar información relacionada con un espacio geográfico. En este artículo se presenta ECOGIS, una herramienta de consulta de los caudales ecológicos y circulantes en la cuenca del río Quindío, esta base de datos se creó con el Sistema de Información Geográfica ARCGIS 9.3. Los caudales ecológicos han sido estimados mediante metodologías hidrológicas e hidráulicas y se clasificaron según el paso del tiempo (Anuales y Mensuales) y metodologías aplicadas en Colombia. Los caudales circulantes son producto de la modelación hidrológica de la cuenca del río Quindío en el SSD WEAP.

Con esta herramienta, ECOGIS, los planificadores del recurso hídrico podrán en cualquier momento realizar consultas, generar reportes y elaborar graficas de la información almacenada referente a caudales ecológicos y circulantes; estas actividades se pueden realizar sobre cualquier tramo y/o punto de interés sobre el cauce del río Quindío.

**Palabras claves:** Sistemas de Información Geográfica, Caudales Ecológicos, Base de Datos, ARCGIS, Cuenca Río Quindío.

**ABSTRACT**

In recent years, Geographic Information Systems (GIS) have been gaining strength in many areas of knowledge due to its versatility and ability to analyze, edit and view information related to a geographical area. This article presents ECOGIS, a query tool of ecological and circulating flows in Quindío River basins. This database was created with the GIS ARCGIS 9.3. Environmental flows have been estimated using hydrologic and hydraulic methodologies and classified according to the time (Annual and Monthly) and methodologies implemented in Colombia. Circulating flows are products of hydrological modeling Quindío river basin in the SSD WEAP. With this tool, ECOGIS, water resource planners may make con-queries, generate reports and produce graphs of stored information relating to environmental flows and circu-lating at any time ; these activities can be performed on any stretch and/ or point of interest on the bed of Quindío River.

**Keywords:** Geographic Information Systems, Ecological Flows, Database, ARCGIS, Quindío River Basin.

**I. INTRODUCCIÓN**

Un sistema de información geográfica (SIG) es una poderosa herramienta que permite almacenar, consultar, analizar y editar información relacionada con un espacio geográfico. En este artículo se presenta la aplicación que se le dio al SIG ARCGIS 9.3 con un enfoque de herramienta hidroyinformática que permitirá realizar tareas tales como consultas, generar informes y gráficos de los resultados obtenidos en el proyecto estimación de caudales ecológicos en la cuenca del río Quindío (1). Los caudales ecológicos en la cuenca del río Quindío fueron estimados mediante métodos hidrológicos e hidráulicos, se hizo una clasificación según la escala de tiempo (Anual y Mensual) y las metodologías aplicadas en Colombia. Igualmente se presentan los caudales circulantes en la cuenca del río Quindío los cuales fueron obtenidos de la modelación hidrológica de la cuenca del Quindío en el SSD WEAP.

Para la elaboración de la base datos para consulta de caudales ecológicos y circulantes fue necesario la construcción de cada una de las capas Shape que conforman la cuenca del río Quindío, dentro de las cuales se destacan la delimitación de la cuenca y las sub-cuencas, la hidrografía, localización de estaciones limnigráficas y climatológicas y finalmente los tramos en los cuales fue dividido el río.

Igualmente se lleva a cabo el diseño de las ta-blas con información atributiva correspondiente a los resulta-dos de los caudales ecológicos y circulan-tes que están relacionadas con los tramos y/o puntos de interés de la cuenca del río Quindío.

Finalmente se presentan dos procedimientos que per-

mitirán la consulta de caudales ecológicos; el primero se realiza mediante relaciones entre tablas con extensión “dbase”, esta extensión es propia de ARCGIS. El otro procedimiento se realiza utilizando hipervínculos el cual permitirá abrir un libro de MS. Excel en el cual se encuentran los resultados de la diferentes metodologías usadas en la estimación de los caudales ecológicos con sus respectivas graficas.

**II. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El Río Quindío es uno de los dos ríos que con-forman el río La Vieja, gran eje fluvial, asiento de poblacio-nes. La Cuenca del río Quindío está ubica-da en el centro-occidente de Colombia en jurisdic-ción del departamento del Quindío, tal como se muestra en la Figura N° 1; la cuenca de río Quindío está integrada por 5 municipios del Departamento, los cuales son. Armenia (Eje Oriental), Calarcá, Salento, Córdoba y Buenavista (2).

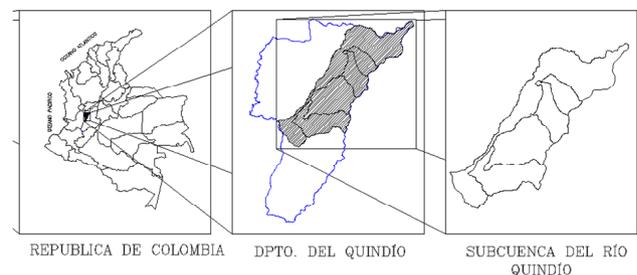


Figura N° 1: Localización del Área de Estudio

Geográficamente los límites de la cuenca del río Quindío se enmarca dentro de las siguientes coordenadas, NORTE: 4° 43' 15" Lat. N. - 75° 23' 35" Long. W. ESTE: 4° 42' 32" Lat. N. - 75° 25' 45" Long. W. SUR: 4° 23' 10" Lat. N. - 75° 48' 32" Long. W.

OESTE: 4° 19' 10" Lat. N. - 75° 44' 40" Long. W. (CRQ, 2007).

Relacionado con el clima el departamento del Quindío se caracteriza por poseer diversidad de pisos térmicos, pero con un denominador común que es la alta pluviosidad en todos ellos, con una pequeña área de clima medio húmedo transicional a medio seco, situado al noroccidente del departamento, en cercanías del río La Vieja (CRQ *et al.*, 2007). La red hidrográfica del departamento es bastante densa y sus caudales no son abundantes. Esta red se extiende sobre un modelo de cenizas volcánicas y recorre diferentes pisos térmicos desde las nieves ocasionales, en el volcán del Quindío, hasta las zonas de clima medio húmedo transicional a medio seco en el Valle del río la Vieja; toda la red de drenaje del departamento pertenece a esta cuenca.

El sistema acuífero de mayor importancia hidrogeológica corresponde al Glacis del Quindío que se extienden del nororiente (Pereira, Filandia y Salento) al occidente (de La Tebaida y Caicedonia a Alcalá y Pereira); el segundo sistema acuífero en orden de importancia está representado por los Depósitos de llanura aluvial localizados principalmente en la planicie de inundación del río Barragán y la Vieja (3).

La demanda hídrica está sujeta a las concesiones de agua que existen a lo largo del río Quindío para los diferentes usos que se le dan a esta. El mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, su uso crítico tiene que ver con el abastecimiento de agua potable para la población, los procesos industriales y la generación de energía eléctrica.

### III. ECOGIS: BASE DE DATOS PARA LA CONSULTA DE CAUDALES ECO-LOGICOS Y CIRCULANTES EN LA CUENCA DEL RIO QUINDIO

Según (4) la definición que caracteriza una base de datos es la siguiente: "Una colección de datos agrupados y soportados en algún medio físico, en cuya organización figuran no solo los datos en si sino también las relaciones existentes entre ellos, a fin de garantizar una redundancia mínima y controlada de la información".

Para el caso específico de la cuenca del río Quindío se utilizara el software ArcGis 9.3 para elaborar una base

de datos con enfoque hidroinformático que permita a los gestores del recurso hídrico de la región consultar los caudales ecológicos y circulantes sobre cualquier tramo y/o punto de interés del río Quindío, esta base de datos se denominara ECOGIS.

ECOGIS básicamente permite relacionar información espacial asociada a entidades geográficas (tramos y/o puntos de interés) con información alfanumérica (caudales ecológicos y circulantes) vinculada a las entidades geográficas pero almacenadas en tablas diferentes. Por lo tanto ECOGIS será un tipo de base de datos relacional, en el que las tablas constituyen la unidad básica de almacenamiento de la información. Estas relaciones entre tablas son las que permitirán estructurar la información de tal manera que se tenga un conjunto de tablas con la menor cantidad de datos posibles, pero sin pérdida de información (4).

#### Elaboracion de Archivos Shape

Los archivos shape fueron construidos con información de diferentes fuentes, dichas fuentes se listan a continuación:

- Plano del departamento del Quindío en formato .dwg de AutoCAD, Suministrado por el grupo CIDERA de la Universidad del Quindío, este plano se encuentra digitalizado y referenciado con el sistema de coordenadas del observatorio astronómico de Bogotá. El plano digital contiene entidades graficas como: curvas de nivel, límite del departamento, Localización de cabeceras municipales y red hidrográfica.
- Coordenadas geográficas de las estaciones climatológicas y Limnigráficas suministradas por la CRQ.
- Coordenadas geográficas de aprovechamientos y flujos de retorno de mayor interés sobre el cauce del río Quindío; Información levantada en campo con navegador GPS.

En la Figura N° 2 se presenta el consolidado de dichos archivos shape, los cuales contienen la información espacial de la cuenca del río Quindío.

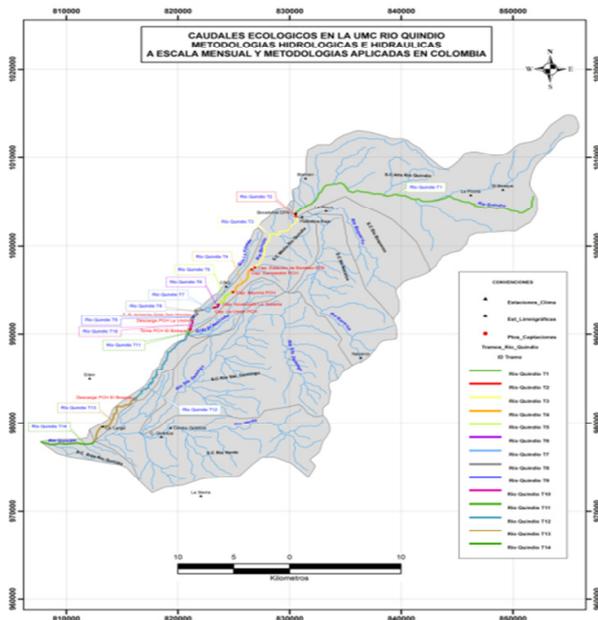


Figura N° 2: Cuenca del río Quindío elaborado con capas Shape

#### IV. CONSTRUCCIÓN HERRAMIENTA DE CONSULTA BASE DE DATOS CAUDALES ECOLOGICOS

La herramienta de consulta ECOGIS construida en ArcGIS 9.3 es alimentada con la información de resultados de las diferentes metodologías para la estimación del caudal ecológico y la modelación hidrológica de la cuenca del río Quindío. Las metodologías de caudal ecológico se dividen en tres grupos denominados; metodologías a escala anual, metodologías a escala mensual y metodologías aplicadas en Colombia. Cada una de estas metodologías son explicadas en (1), en la Tabla N° 3 se presenta un listado de los métodos en cuestión.

Tabla N° 3: Metodologías para la estimación de Caudales Ecológicos

Escala Mensual	Escala Anual	Aplicados en Colombia
Texas	Matthey 1	IDEAM 2004
Utah	Matthey 2	7Q10
NGPRP	Matthey 3	Estudio Nacional del Agua Q_97.5
Análisis Frecuencia Caudales (AFC)	DGOH España	Ley del Agua Q_90
Navarro	Suizo	
Vasco	Asturiano	
Tessman		
Q95		

Como ya se mencionó el río fue dividido en diferentes tramos. Para cada uno de estos tramos se asocia una tabla que contiene las metodologías ya mencionadas y su correspondiente caudal ecológico; el diseño de las tablas es el que se muestra en la Figura N° 3, Figura N° 4 y Figura N° 5.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nombre_1	Unidad_Q	Mes	Texas	Utah	NGPRP	AFC	Navarro
2	Río Quindío T1	m³/s	Enero	2.080	1.080	0.761	1.740	0.286
3	Río Quindío T1	m³/s	Febrero	1.780	1.590	1.669	2.854	0.286
4	Río Quindío T1	m³/s	Marzo	1.190	1.720	1.741	2.716	0.286
5	Río Quindío T1	m³/s	Abril	1.090	1.140	1.751	1.932	0.286
6	Río Quindío T1	m³/s	Mayo	1.060	1.750	2.480	1.934	0.286
7	Río Quindío T1	m³/s	Junio	1.520	0.990	2.271	1.674	0.286
8	Río Quindío T1	m³/s	Julio	1.400	1.660	2.162	2.126	0.286
9	Río Quindío T1	m³/s	Agosto	1.300	1.390	1.699	2.422	0.286
10	Río Quindío T1	m³/s	Septiembre	0.940	1.470	1.683	2.270	0.286
11	Río Quindío T1	m³/s	Octubre	1.150	1.890	2.445	1.966	0.286
12	Río Quindío T1	m³/s	Noviembre	1.640	1.940	1.680	1.884	0.286
13	Río Quindío T1	m³/s	Diciembre	1.920	2.020	1.360	2.368	0.286

Figura N° 3: Diseño Tabla Metodologías Escala Mensual (ArcGIS V 9.3)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nombre_1	Unidad_Q	Año	Matthey 1 (Q347)	Matthey 2 (Q347)	Matthey 3 (Q347)	DGOH España
2	Río Quindío T1	m³/s	1995	0.29	0.30	0.18	0.24
3	Río Quindío T1	m³/s	1996	0.35	0.36	0.23	0.31
4	Río Quindío T1	m³/s	1997	0.37	0.34	0.21	0.26
5	Río Quindío T1	m³/s	1998	0.44	0.48	0.32	0.32
6	Río Quindío T1	m³/s	1999	0.53	0.59	0.41	0.45
7	Río Quindío T1	m³/s	2000	0.44	0.48	0.32	0.35
8	Río Quindío T1	m³/s	2001	0.34	0.35	0.22	0.21
9	Río Quindío T1	m³/s	2002	0.43	0.46	0.31	0.24
10	Río Quindío T1	m³/s	2003	0.36	0.38	0.24	0.22
11	Río Quindío T1	m³/s	2004	0.44	0.48	0.32	0.26
12	Río Quindío T2	m³/s	1995	0.31	0.32	0.20	0.24
13	Río Quindío T2	m³/s	1996	0.35	0.36	0.23	0.31
14	Río Quindío T2	m³/s	1997	0.46	0.51	0.34	0.28
15	Río Quindío T2	m³/s	1998	0.48	0.53	0.36	0.32
16	Río Quindío T2	m³/s	1999	0.65	0.75	0.54	0.45
17	Río Quindío T2	m³/s	2000	0.52	0.58	0.40	0.35
18	Río Quindío T2	m³/s	2001	0.40	0.42	0.28	0.21

Figura N° 4: Diseño Tabla Metodologías Escala Anual (ArcGIS V 9.3)

Para las tablas con paso de tiempo a escala mensual y anual las columnas A, B y C representan la identificación del tramo, la unidad de caudal y paso de tiempo respectivamente; de la columna D en adelante se representa cada una de las metodologías de estimación de caudal ecológico aplicadas para cada uno de los pasos de tiempo, al final se tiene una columna con el promedio de las metodologías por cada paso de tiempo.

A continuación en la Tabla N° 2 se presenta el listado de archivos shape creados y una breve descripción de ellos.

Tabla N° 2: Descripción capas Shape

Entidad Geográfica	Nombre capa Shape	Descripción	Área (Km <sup>2</sup> )	Perimetro (Km)			
UMC del río Quindío	Cuenca_Quindío	Esta capa representa la delimitación de la UMC del río Quindío, fue creada mediante la delimitación de la parte aguas según las curvas de nivel existentes para el departamento del Quindío.	732.099	157.43			
Hidrografía UMC del río Quindío	Hidrografía_Quindío_01	Esta capa representa la red hidrográfica de la UMC del río Quindío, en la cual los ríos principales son el río Quindío, río Narvaco, río Santo Domingo y río Verde	Río	Longitud (Km)			
			Río Quindío	69.88			
			Río Narvaco	24.33			
			Río Santo Domingo	36.47			
			Río Verde	26.47			
Sub-Cuencas Río Quindío	Sub_Cuencas_Quindío	Esta capa representa las subcuencas de los ríos principales que conforman la UMC del río Quindío, fué creada mediante la delimitación de la parte aguas según las curvas de nivel existentes para el departamento del Quindío.	Sub-Cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Perimetro (Km)		
			Río Boqueron	58.39	39.29		
			Río Quindío (Alto)	200.55	80.25		
			Río Narvaco	73.1	46.64		
			Qda. La Florida	6.92	22.38		
			Río Sto. Domingo	161.06	59.14		
			Río Verde	133.87	70.31		
			Río Quindío (Medio)	65.87	79.26		
Estaciones Climatológicas Limnigráficas, puntos de captación y puntos de retorno	Estaciones_Clima Est_Limnigráficas Ptos_Captaciones	Estas capas representan estaciones climatológicas (El edén, La Sierra, Centro de la Guadua, CRQ, Narvaco, La Playa, Bremen, La picota y el Bosque) estaciones Limnigráficas (Bocatoma EPA, Palestina Baja "Narvaco", Calle larga, Centro de la Guadua) y puntos de captación(Bocatoma EPA, Bocatoma Tebaida, toma PCH'S).	Río Quindío Bajo	14	23.14		
			Qda. El pescador	18.33	23.17		
			Tramos río Quindío	Tramos_Río_Quindío	Esta capa shape representa los tramos en los que fué dividido el Río Quindío para el estudio de la estimación del caudal ecológico , estos tramos fueron delimitados físicamente por puntos de interés como las captaciones y los flujos de retornos sobre el cauce del río, cad tramo está diferenciado por un color.		

	A	B	C	D	E
1	Nombre_1	Unidad_Q	IDEAM 2004	ENA Q97.5	LEY AGUA Q90
2	Río Quindío T1	m <sup>3</sup> /s	0.543	0.800	0.840
3	Río Quindío T2	m <sup>3</sup> /s	0.543	1.300	1.700
4	Río Quindío T3	m <sup>3</sup> /s	1.900	6.400	7.510
5	Río Quindío T4	m <sup>3</sup> /s	1.900	6.400	7.510
6	Río Quindío T5	m <sup>3</sup> /s	2.008	6.920	7.950
7	Río Quindío T6	m <sup>3</sup> /s	2.008	6.920	7.950
8	Río Quindío T7	m <sup>3</sup> /s	2.200	7.100	8.520
9	Río Quindío T8	m <sup>3</sup> /s	2.240	7.760	9.000
10	Río Quindío T9	m <sup>3</sup> /s	2.240	7.760	9.000
11	Río Quindío T10	m <sup>3</sup> /s	2.658	8.600	10.180
12	Río Quindío T11	m <sup>3</sup> /s	2.753	9.020	10.700
13	Río Quindío T12	m <sup>3</sup> /s	2.753	9.020	10.700
14	Río Quindío T13	m <sup>3</sup> /s	3.095	8.700	10.580
15	Río Quindío T14	m <sup>3</sup> /s	4.110	14.350	16.100

Figura N° 5: Diseño Tabla Metodologías Aplicadas en Colombia (ArcGIS V 9.3)

Para las metodologías aplicadas en Colombia las Columna A representa el tramo del río Quindío y/o la estación limnigráfica, la columna B representa la unidad del caudal ecológico, de la columna C en adelante se presenta cada una de las metodologías con su respectivo valor. La metodología 7Q10 no aplica para los tramos, ya que esta metodología requiere registros de caudales diarios y para los tramos solo se cuenta con registros medios mensuales, registros con los cuales cuentan las estaciones Limnigráficas.

Una vez se tiene el diseño de las tablas que contienen la información de los caudales ecológicos y circulantes (información alfanumérica) se procedió a cargar dichas tablas en el SIG con el fin de relacionarlas con la información espacial contenida en los archivos sha-

pe principalmente el de los tramos del río Quindío.

Para crear la relación entre las tablas es fundamental que cada una de ellas contenga un campo en común por medio del cual se llevara a cabo la relación (5) (6), para el caso específico del río Quindío se creó el campo denominado “Nombre\_1” el cual contiene el nombre del río y el número del tramo. En la Figura N° 6 se muestra la tabla de atributos de las entidades geográficas específicamente los tramos en los que fue dividido el río Quindío y en la Figura N° 7 se muestran los datos alfanuméricos con los caudales ecológicos a escala mensual para todos los tramos del río Quindío, en ambas tablas se observa el campo “Nombre\_1”.

FID	Shape	Entity	Handle	Layer	Elevation	Reflame	Nombre_1
0	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T13
1	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T1
2	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T2
3	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T3
4	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T4
5	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T5
6	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T6
7	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T7
8	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T8
9	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T10
10	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T11
11	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T12
12	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T14
13	Polyline ZM	Polyline	6D	RIOS-PPALES	0	Río Quindío	Río Quindío T9

Figura N° 6: Tabla de atributos tramos río Quindío

OID	Nombre_1	Unidad Q	Mes	Texas	Utah	NGPRP	AFC
0	Río Quindío T1	m3/s	Enero	2.08	1.08	0.76	1.74
1	Río Quindío T1	m3/s	Febrero	1.78	1.59	1.67	2.85
2	Río Quindío T1	m3/s	Marzo	1.19	1.72	1.74	2.72
3	Río Quindío T1	m3/s	Abril	1.09	1.14	1.75	1.93
4	Río Quindío T1	m3/s	Mayo	1.06	1.75	2.48	1.93
5	Río Quindío T1	m3/s	Junio	1.52	0.99	2.27	1.67
6	Río Quindío T1	m3/s	Julio	1.4	1.66	2.16	2.13
7	Río Quindío T1	m3/s	Agosto	1.3	1.39	1.7	2.42
8	Río Quindío T1	m3/s	Septiembre	0.94	1.47	1.68	2.27
9	Río Quindío T1	m3/s	Octubre	1.15	1.89	2.45	1.97
10	Río Quindío T1	m3/s	Noviembre	1.64	1.94	1.68	1.88
11	Río Quindío T1	m3/s	Diciembre	1.92	2.02	1.36	2.37
12	Río Quindío T2	m3/s	Enero	2.08	1.08	0.96	3.51
13	Río Quindío T2	m3/s	Febrero	1.78	1.59	1.67	2.97
14	Río Quindío T2	m3/s	Marzo	1.19	1.72	1.74	2.97
15	Río Quindío T2	m3/s	Abril	1.09	1.14	1.57	2.72

Figura N° 7: Tabla alfanumérica con información de caudales ecológicos a escala mensual para los tramos del río Quindío

Para la consulta de los caudales ecológicos en la base de datos ECOGIS se han planteado dos procedimientos; el primero es utilizando relaciones entre tablas .dbf, formato exclusivo de ArcGIS. El segundo procedimiento es utilizando hipervínculos con tablas de M.S Excel.

## V. RESULTADOS

Como resultado se tiene la base de datos ECO-GIS la cual contiene información de caudales eco-lógicos y circulantes de la cuenca del río Quindío, y la relaciona con las entidades geográficas principalmente cada uno de los tramos y puntos de interés de la cuenca. En la Figura N° 8 se puede observar la interface gráfica de ECOGIS bajo la plataforma de ARCGIS 9.3, en esta interface se puede seleccionar cualquier tramo del cauce del río Quindío y consultar los caudales ecológicos o circulantes, igualmente se pueden generar reportes y graficas de dichos caudales por cualquiera de los dos procedimientos planteados, utilizando la relación de tablas (Figura N° 9) o por medio de hipervínculos; este último procedimiento es más sencillo ya que basta con activar el icono de hipervínculo “rayo color amarillo” en la barra de herramientas y seleccionar cualquiera de los tramos para desplegar una ventana donde se debe seleccionar el hipervínculo que se desee (metodologías mensuales, anuales o aplicadas en Colombia), se da doble clic o clic sobre el botón Jump e inmediatamente se despliega una hoja de M.S Excel donde se encuentran los resultados de las diferentes metodologías aplicadas para la estimación de caudales ecológicos o los caudales circulantes para la cuenca del río Quindío (Figura N° 10).

## VI. CONCLUSIONES

Con la aplicación de cualquiera de los procedimientos de consulta descritos (Relacion de Tablas e Hipervinculos) se pueden ver los resultados de las diferentes metodologías aplicadas en la estimación de caudales ecológicos en la cuenca del río Quindío que se encuentran dentro de la base de datos construida bajo la plataforma de ARCGIS 9.3.

Con el uso de ECOGIS (herramienta de consulta) las entidades o personas encargadas de la gestión del recurso hídrico en el departamento del Quindío, podrán en cualquier momento, conocer de manera fácil y práctica, el caudal ecológico y circulante sobre cada uno de los tramos en los que fue dividido el río, igualmente en algunas estaciones limnigráficas ubicadas dentro de la jurisdicción de la cuenca del río Quindío.

Esta herramienta servirá de apoyo a los planificadores del recurso hídrico en la toma de decisiones relacionadas con la administración, ordenación y la gestión del recurso hídrico, ya que permite conocer rápidamente la disponibilidad los caudales circulantes y ecológicos sobre el río Quindío.

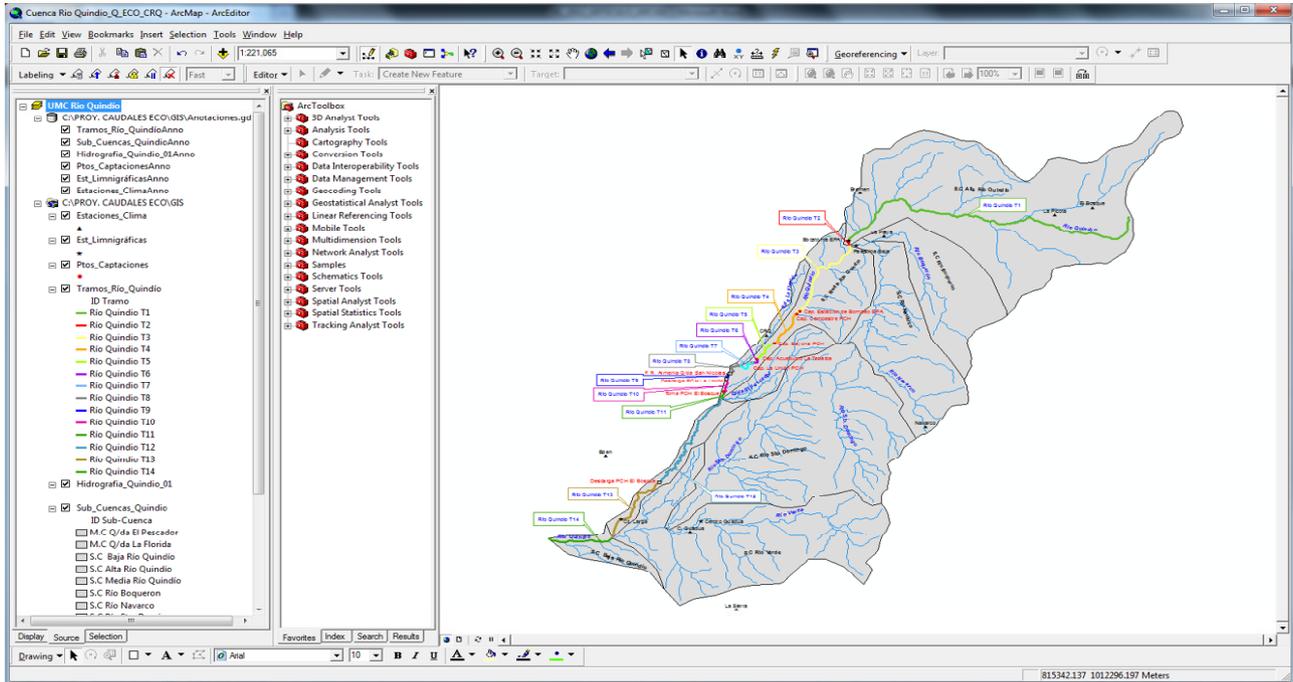


Figura N° 8 Interface ArcMap para la cuenca del río Quindío (ArcGIS V 9.3)

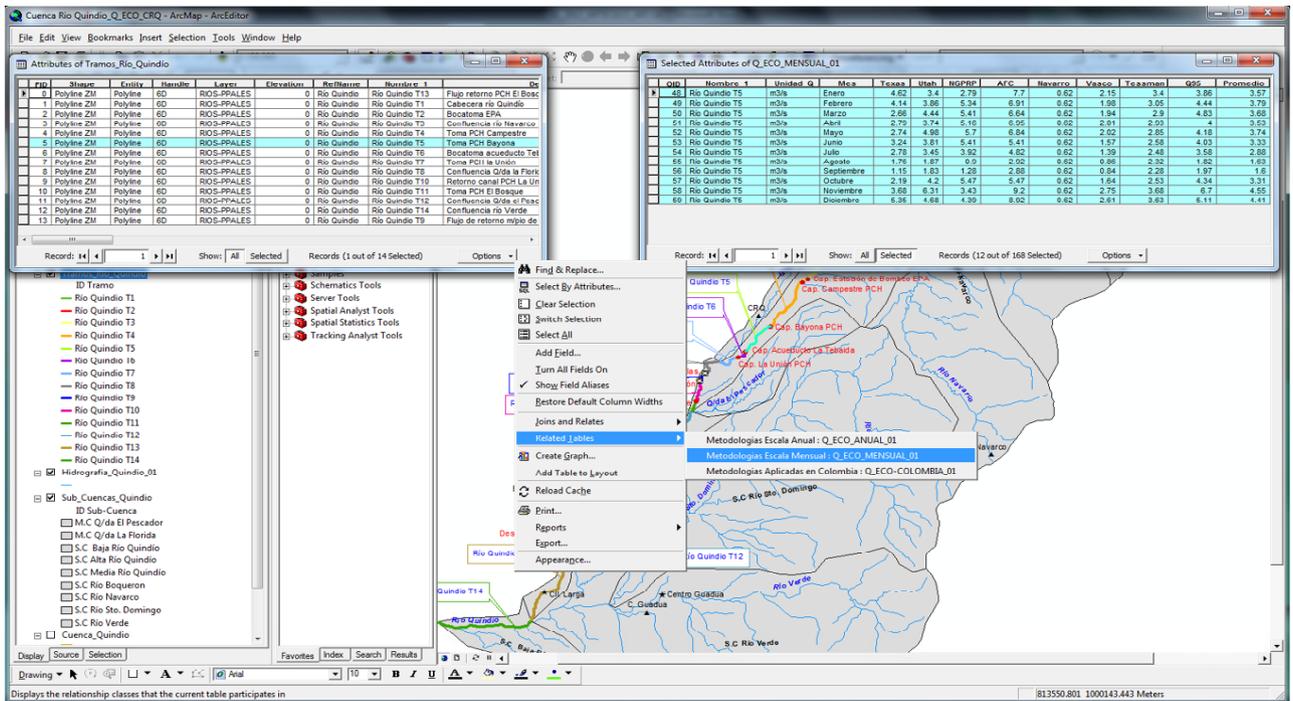


Figura N° 9: Consulta de caudales ecológicos por medio de relación entre tablas

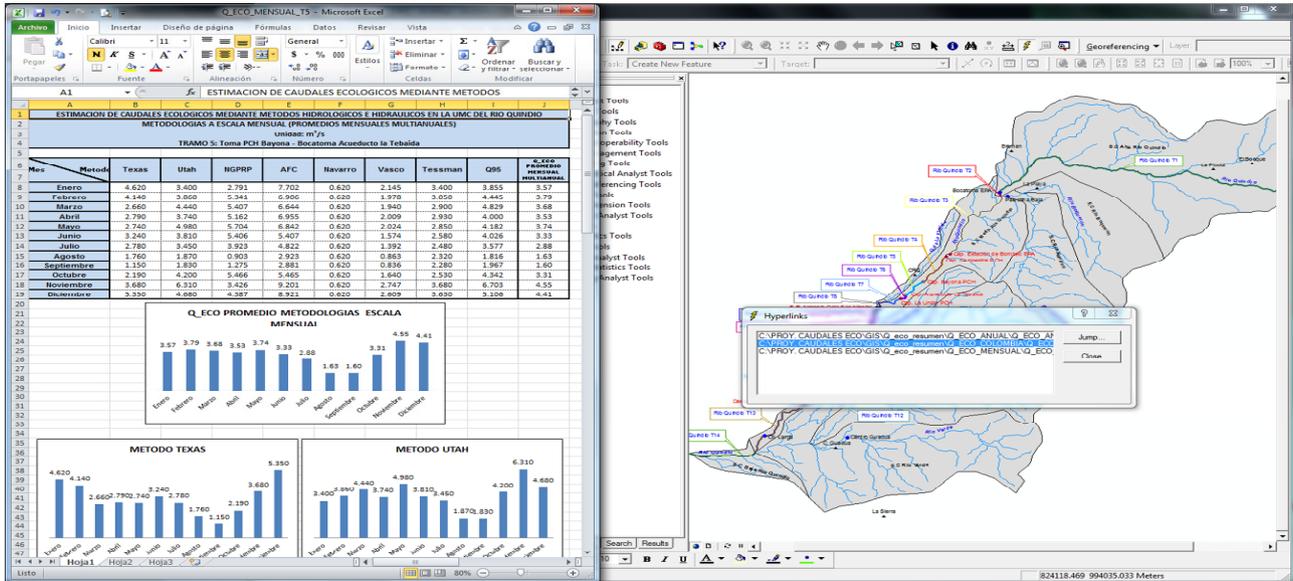


Figura N° 10: consulta de caudales ecológicos por medio de hipervínculos

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lozano, G., Monsalve, E., García, P., Rodríguez, C., Gómez, J., & Triviño, H. Estimación de Caudales Ecológicos Mediante Métodos Hidrológicos e Hidráulicos en la Cuenca del Río Quindío. Universidad del Quindío - Vicerrectoria de investigaciones – Grupo CIDERA, Proyecto de Investigación N°444, Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ. Convenio Interadministrativo No 027. Armenia. 2011.
2. Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ. Plan de ordenación y manejo ambiental UMC Río Quindío. Armenia. 2007.
3. CRQ, CVC, CARDER, UAESPNN, MAVDT, IDEAM, & GTZ. (2007). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río La Vieja. Armenia. 2007.
4. Moreno, A. Sistemas y análisis de la información geográfica, Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Alfaomega. México. 2008.
5. Chang V.B, Vicente González J.L. Consulta, Edición y Análisis Espacial con ARCGIS 9.2 Tomo I: Teoría. Junta de Castilla y León; 2008
6. Chang V.B, Vicente González J.L. Consulta, Edición y Análisis Espacial con ARCGIS 9.2 Tomo II: Ejercicios. Junta de Castilla y León. 2008.