ATLAS
HIDROGEOLÓGICO
DE EL BAJO CAUCA
ANTIOQUEÑO

ATLAS HIDROGEOLÓGICO DE EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO
Teresita Betancur Vargas.
Universidad de Antioquia – CORANTIOQUIA.

CORANTIOQUIA
Director General: Alejandro Gonzáles Valencia.
Subdirector de Calidad Ambiental: Juan D. Ramírez Soto.
Equipo Técnico: Gloria C. Araque Giraldo y Arbei Osorio Restrepo.
Oficina Asesora de Comunicaciones.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Rector: Alberto Uribe Correa.
Decano Facultad de Ingeniería: Carlos A. Palacio Tobón.

RECOPILACIÓN Y TEXTOS:
Teresita Betancur Vargas.

DISEÑO DE ILUSTRACIONES Y CARTOGRAFÍA:
Cristina Martínez Uribe y Silvana Bolaños Chavarría.

COLABORADORES: Paola A. Palacio Buitrago, Miriam Benjumea Hernández, José A. Posada Marín.

ARCHIVO DE FOTOGRAFÍA: Grupo GIGA – Universidad de Antioquia.

AGRADECIMIENTOS:
En el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Claudia P. Pineda González, Directora de Gestión Integral del Recurso Hídrico, y a Doris L. Otálvaro Hoyo.

En la Universidad de Antioquia: Ángel J. Cardona Pérez, Jhon C. Duque Duque, Juliana Ossa Valencia, Daniel A. García García, Laura Pineda Zapata, Diana P. Cárdenas Quintero, John F. Escobar Martínez, egresados de pre y posgrado de la Universidad de Antioquia que realizaron proyectos de investigación en El Bajo Cauca antioqueño.

A la comunidad de El Bajo Cauca antioqueño.

ISBN: 978 - 958 - 8848 - 85 - 3

Diseño y producción:
Punto Tres. Lina Pérez y Margarita Ochoa G.

Primera Edición: Julio de 2014
Tiraje: 1.000 Ejemplares

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación con fines pedagógicos, citando la fuente.
Publicación elaborada en papel propalmate 150 gr

Distribución gratuita.

PRESENTACIÓN 4
INTRODUCCIÓN 5
1 TERRITORIO EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO 12
Localización de el Bajo Cauca 14
Relieve y Fisiografía 16
Geología 18
Geomorfología 21
Clima e Hidrología 24
Usos y Cobertura del Suelo 27
Marco Socioeconómico y Poblacional 31
2 IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS 36
Usos del Agua Subterránea 38
Cultura del Agua 41
Las Comunidades Ancestrales que Habitan el Territorio 41
Las Comunidades y el Agua Hoy 44
Oferta de Agua Subterránea 44
Demanda de Agua Subterránea 46
3 MODELO HIDROGEOLÓGICO 48
Unidades Hidrogeológicas 50
Recarga 56
Flujo Subterráneo 60
Propiedades Hidráulicas 63
Calidad del Agua 65
Hidrogeoquímica e Hidrología Isotópica – Validación de la Hidrogeología 68
4 EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS 74
Vulnerabilidad Intrínseca 75
Carga Contaminante 77
Vulnerabilidad Humana 81
Peligro de Contaminación de Aguas Subterráneas 86
Riesgo 90
Otros Riesgos 90
5 PARTICIPACIÓN Y GESTIÓN 94
Actores y Sectores Claves para el Manejo Ambiental de Acuífero 94
Momentos Clave 97
6 GLOSARIO DE TÉRMINOS HIDROGEOLÓGICOS 98
7 BIBLIOGRAFÍA 102

PRESENTACIÓN

En torno al agua se tejen relatos que abarcan todos los géneros literarios. En relación con el agua se propician encuentros que incluyen paneles de investigadores expertos, ritos religiosos, cumbres de gobernantes, seminarios de académicos, talleres multisectoriales. El origen del agua sigue siendo un misterio, el futuro del agua cada vez se torna incierto. El agua es un bien, un recurso, un patrimonio o un derecho, su cuidado es responsabilidad de todos.

CORANTIOQUIA en virtud de su función, y la Universidad de Antioquia en cumplimiento de su misión, han enfrentado una y otra vez -con éxito-, el reto de aunar esfuerzos para contribuir a la solución de problemas regionales. Ambas entidades llegaron de la mano en 2002 a la subregión de El Bajo Cauca, con el propósito de dar curso a una serie de proyectos que permitieran avanzar en el conocimiento de las aguas subterráneas y obtener así elementos técnicamente soportados para la toma de decisiones, en los aspectos que tuvieran que ver con la sostenibilidad de este bien estratégico para la subregión.

Es deber del hombre el conservar el planeta en un estado que le permita reconocerlo siempre como el hogar de la vida y de la humanidad. A escala del cosmos la tierra tiene el tamaño de una gota de polvo suspendida en un rayo de sol. Dicen que la astronomía enseña humildad y forja el carácter, el hombre necesita de estas cualidades para salvarse de su poder de autodestrucción.

Hace algunos siglos, un segundo en el tiempo cósmico, el hombre no sabía nada acerca del mundo en el que habitaba. Ha sido el trabajo de buscadores basados en la observación y la experimentación, el que ha permitido una aproximación para explicar y entender las leyes que rigen la naturaleza, sus espacios y sus procesos. Mediante la ciencia se genera el conocimiento necesario para evitar engañarnos y engañar a otros.

Convencidos que el conocimiento debe divulgarse, para difundir sus bondades y para que sea usado en procura del bienestar humano, después de mas de 10 años de exploración e investigación, se materializa la iniciativa de poner a disposición de la comunidad, en un lenguaje al alcance de ella, el conocimiento que a la fecha se tiene del sistema hidrogeológico de El Bajo Cauca antioqueño, incluyendo además de los aspectos técnicos, factores humanos que intervienen sobre él y aspectos sociales relacionados con la dependencia, que de la disponibilidad de agua subterránea, tiene la población.

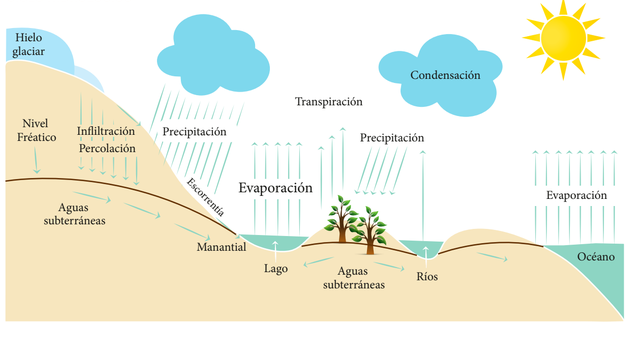
CORANTIOQUIA y la Universidad de Antioquia plasman en este Atlas Hidrogeológico de El Bajo Cauca antioqueño, el resultado de un esfuerzo por sintetizar el conocimiento y devolverlo a la sociedad.

Alejandro González Valencia
CORANTIOQUIA
Director

Alberto Uribe Correa
Universidad de Antioquia
Rector

ORIGEN DEL AGUA WIKIMEDIA COMMONS, HECHA POR WOLFGANG STAUDT.

CICLO HIDROLÓGICO



INTRODUCCIÓN

El agua, la sustancia generadora de vida, permanece en un continuo movimiento entre la atmósfera, el suelo, la superficie de la tierra, los mares, los lagos, los ríos, la litósfera y los seres vivos. A la Tierra se le ha asignado la denominación de planeta azul, por la apariencia que desde el espacio, le imprime el agua. No se tiene certeza acerca de cuál es el origen del agua del planeta, algunas hipótesis asocian ese origen a la desgasificación dada desde sus principios a través del vulcanismo, otros científicos sostienen que esta sustancia provino del espacio exterior y que llegó hasta aquí en meteoritos que colisionaron con la superficie terrestre cuando esta era prácticamente una bola de fuego; recientemente se ha hablado del descubrimiento del diamante negro, un mineral que revelaría la presencia de más agua en el manto terrestre que en todos los océanos y corrientes de la superficie.

De una u otra forma el agua llegó al planeta, y desde entonces se ha estado moviendo sigilosamente, a veces imperceptiblemente. Para describir este movimiento se puede decir que todo inicia cuando el agua de los océanos, mares y ríos es calentada por el sol, ésta se evapora para luego formar las nubes que más tarde vuelven a la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo, una parte del agua precipitada fluye por la superficie del terreno, otra puede infiltrarse a través del suelo, y después percola hacia niveles más profundos; desde allí vuelve a la superficie donde de nuevo es evaporada por el sol. Este movimiento sin fin del agua es conocido como el ciclo hidrológico. El sol, el viento y la gravedad son los motores de este ciclo.

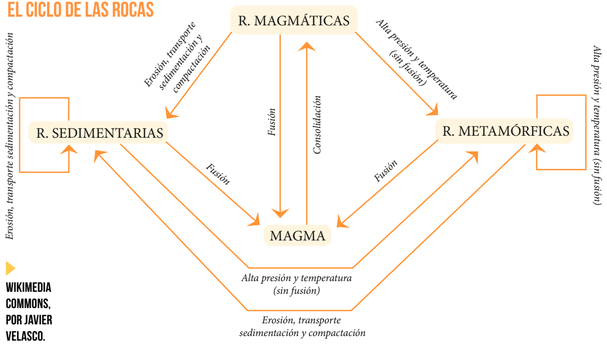
El tercer planeta interior del sistema solar es la tierra, se dice que es una masa sólida, que tiene una edad de 4.500 millones de años y que posee una corteza formada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; unas rocas se transforman en otras, la dinámica endógena y los agentes meteóricos crean y destruyen la corteza terrestre a lo largo de los límites de las placas tectónicas. Esta masa sólida experimenta también sus propios ciclos geofísicos.

La Hidrogeología, ciencia que floreció en el siglo XX, se soporta en el entendimiento del ciclo del agua seguido por la hidrología, y en la naturaleza de los materiales de la corteza terrestre explicados desde la geología. La Hidrogeología se ha definido formalmente como la parte de la Hidrología que se ocupa de estudiar el almacenamiento, circulación y distribución de las aguas subterráneas en la zona saturada de las formaciones geológicas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, sus interacciones tanto con el medio físico como con el biológico y sus reacciones ante la acción del hombre.

El agua subterránea es la porción de agua lluvia que primero se infiltra a través de la superficie del terreno alcanzando las capas de suelo, para luego percolar, almacenarse y fluir a través de las formaciones geológicas que tienen condiciones adecuadas de porosidad y permeabilidad. Según la magnitud de los volúmenes de agua en las rocas o depósitos sedimentarios, y dependiendo de las características de flujo en estos medios, se tendrán unidades hidrogeológicas denominadas acuíferos (almacenan y transportan agua), acuitardos (retardan el flujo de agua), acuicludos (encierran el agua) o acuífugos (no retienen el agua).

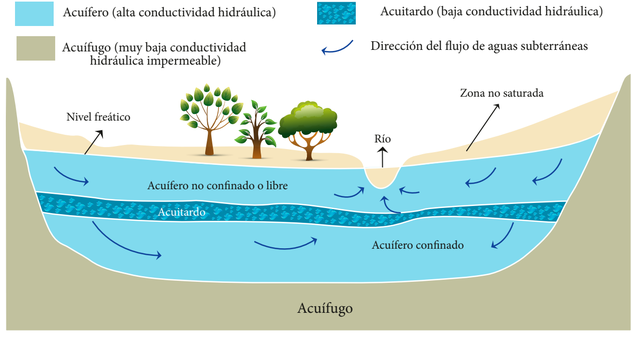
Las aguas subterráneas representan aproximadamente el 30% del agua dulce total del planeta, y si se descuentan los casquetes polares y los hielos glaciares, ellas constituyen más del 95% del agua dulce y líquida, magnitud que representa una cifra considerable comparada con el agua de los ríos que suma aproximadamente 0,006% del total (Shimanko, 1997).

EL CICLO DE LAS ROCAS

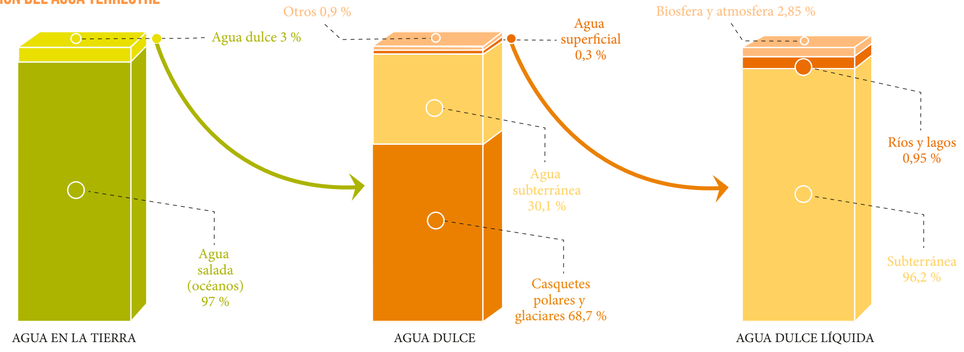


WIKIMEDIA COMMONS. POR JAVIER VELASCO.

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS



DISTRIBUCIÓN DEL AGUA TERRESTRE



En todos los ámbitos de la discusión en torno al ambiente sale a relucir la "apocalíptica" sentencia de la "crisis del agua", siendo aún sus causas y efectos objeto de debate y especulación. La preocupación en torno a este aspecto no puede descuidarse porque el agua es un bien vital para el hombre y para todas las especies que habitamos la tierra. Esto y las relaciones de abundancia y distribución han llevado a que se incremente el interés por el estudio del agua subterránea.

El uso, la conservación, la recuperación, la administración y la gestión del agua, tienen que soportarse en el entendimiento y en el conocimiento de los sistemas hidrológicos. La investigación es el camino que posibilita el cumplir con estos propósitos.

El conocimiento producido por la Hidrogeología se puede sintetizar en un Modelo Conceptual, el cual registra las principales características del sistema acuífero: i) la geometría de las unidades hidroestratigráficas, ii) las áreas, fuentes y magnitud de la recarga, iii) los sistemas de flujo, iv) las propiedades hidráulicas y v) la calidad del agua. Los modelos hidrogeológicos se obtienen a partir de labores de exploración, se refinan mediante monitoreo y se validan con la aplicación de métodos de modelación numérica, hidrogeoquímica, hidrología isotópica, entre otros.

La exploración hidrogeológica en Colombia tiene una historia de más de medio siglo; con la creación, en 1993, del Ministerio de Ambiente y las Corporaciones Autónomas Regionales con función de Autoridad Ambiental, la investigación en aguas subterráneas cobró fuerza; y a partir de 2010, con la promulgación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, ha ganado más ímpetu. En una y otra latitud del territorio nacional han surgido una y más iniciativas para conocer y entender, y con ello para contar con modelos hidrogeológicos en regiones donde esté bien adquiere el carácter de recurso estratégico. La academia y la investigación, desde la Universidad han estado, como le corresponde, al orden del día para aportar y contribuir en la búsqueda de caminos y soluciones a las necesidades del país, del ambiente y del planeta.

En 2004, La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA- y la Universidad de Antioquia, dieron inicio al desarrollo de tres proyectos, resultado de los cuales se obtuvo un modelo hidrogeológico conceptual para la zona donde la dependencia al agua subterránea es casi exclusiva, en El Bajo Cauca antioqueño, luego se dio un primer paso hacia la validación de este modelo mediante la aplicación de técnicas isotópicas. A partir de entonces y

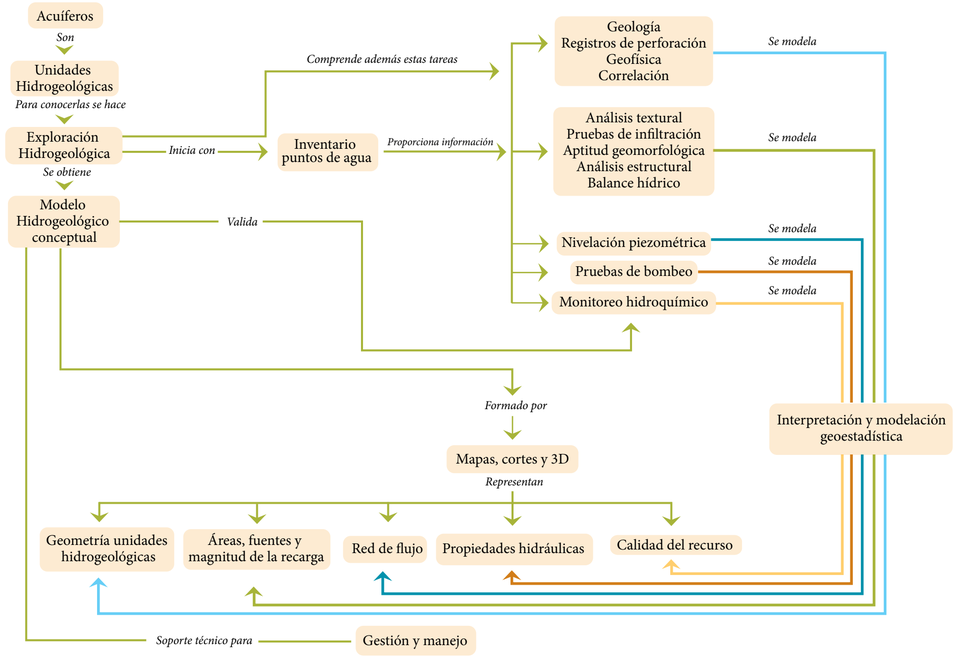
hasta la fecha, la Universidad ha mantenido su condición de investigadora en la zona; con el trabajo de Betancur (2008) se consolidó a escala regional, un modelo conceptual validado con hidrogeoquímica e hidrología isotópica, se calibró un modelo numérico de flujo y se alcanzó la evaluación del peligro de contaminación de las aguas subterráneas. Mediante convenio de la Universidad de Antioquia con la Agencia Internacional de Energía Atómica (Betancur et al, 2010), se lograron adelantar importantes iniciativas –sin precedentes a nivel nacional- para evaluar la relación agua subterránea-humedales a escala de microcuenca en El Bajo Cauca (Santa, 2010 Montoya y Gaviria, 2011). Ha sido El Bajo Cauca, un laboratorio natural, en el cual desde la Universidad, se han propuesto y aplicado nuevas metodologías para la evaluación del Índice de Carga Contaminante en Acuíferos (Gaviria, 2005) y riesgo de contaminación de aguas subterráneas (Montoya y Gaviria, 2011). En la cuenca del río Man, la Universidad ha indagado por la relación agua superficial-agua subterránea mediante intentos por encontrar el camino para formular modelos hidrológicos integrados (Gómez, 2010 y Palacio, 2014). El reencuentro Universidad - Corporación en 2010, hizo de El Bajo Cauca antioqueño una zona piloto para el ajuste y aplicación de las metodologías de formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuífero, ejercicio que se adelantó a la regulación requerida con el Decreto 1640 de 2012. Luego entre 2013 y 2014, con la participación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, CORANTIOQUIA y la Universidad de Antioquia completan el Plan de Manejo Ambiental de Acuífero, y dentro de él se concreta una gran iniciativa: la de publicar un documento que recoja y divulgue en un lenguaje amplio, el conocimiento que se tiene del sistema hidrogeológico de la subregión, ese documento es este ATLAS HIDROGEOLÓGICO DE EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO.

En este texto se consignan en seis capítulos los resultados más relevantes de esta historia de estudios hidrogeológicos llevados a cabo en la zona. En el Capítulo 1 se hace una descripción general del territorio de El Bajo Cauca antioqueño, en el Capítulo 2 se señala la importancia de las aguas subterráneas para ésta región, luego se presenta el modelo hidrogeológico en el Capítulo 3. Los Capítulos 4 y 5, contienen la información que corresponde a el riesgo de contaminación y los procesos de participación y gestión en torno a las aguas subterráneas, respectivamente. Por último, queriendo facilitar la comprensión del texto en sus aspectos técnicos, se recopila en un glosario una serie de definiciones.

Estudios previos de relevancia para el Atlas Hidrogeológico del Bajo Cauca antioqueño.

Titulo	Autor	Entidad
· Evaluación hidrogeológica entre los municipios de Caucasia y Cáceres.	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos al norte del municipio de Caucasia.	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos en la cuenca del Río Cacerí.	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· Validación del modelo hidrogeológico de la territorial Panzenú usando técnicas isotópicas.	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· Geología de la plancha 93 Cáceres, 1:100000	INGEOMINAS.	INGEOMINAS
· Atlas veredal departamento de Antioquia.	Departamento Administrativo de Planeación Departamental	Gobernación de Antioquia
· Memorias del mapa geomorfológico, de amenazas y áreas degradadas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA a escala 1:100.000. CORANTIOQUIA.	Universidad Nacional - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· Estudio general de suelos y coberturas terrestres, 1:100.000, 1:25.000.	Departamento Administrativo de Planeación Departamental	Gobernación de Antioquia
· Estudio de suelos del departamento de Antioquia. Tomos I, II, III, IV.	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
· Ciénagas de la región Panzenú	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Neotrópicos.	CORANTIOQUIA
· Territorio CORANTIOQUIA; atlas geográfico	Córdoba M,N CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· El Recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA	Mejía, Oscar Mejía, CORANTIOQUIA	CORANTIOQUIA
· Bajo Cauca, desarrollo regional: una tarea común universidad-región.	INER	Universidad de Antioquia
· Marcas de agua, relatos, memorias y evidencias.	CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA.
· Identificación y clasificación de fuentes potenciales de contaminación del acuífero - libre del Bajo Cauca antioqueño.	Gaviria, J. I.	Universidad de Antioquia
· Aplicación y análisis comparativo entre metodologías de evaluación de vulnerabilidad de acuíferos y parámetros de calidad del agua subterránea en el Bajo Cauca.	Rueda, O. M.	Universidad de Antioquia
· Identificación de fuente y zonas de recarga a un sistema acuífero a partir de isótopos estables del agua. Caso de estudio Bajo Cauca antioqueño.	Palacio, P.A.	Universidad de Antioquia
· Una aproximación al conocimiento de un sistema acuífero tropical. Caso de estudio: el Bajo Cauca antioqueño.	Betancur, T.	Universidad de Antioquia
· Caracterización de la cuenca del humedal Ciénaga Colombia a partir de información secundaria y utilizando herramientas geoinformáticas.	Quintero, D.	Universidad de Antioquia
· Identificación de interacciones hidrológicas entre el humedal Ciénaga Colombia y el acuífero libre del Bajo Cauca antioqueño mediante la utilización de técnicas hidroquímicas.	Santa, D. P.	Universidad de Antioquia
· Modelo conceptual y numérico del sistema hidrológico Ciénaga Colombia Bajo Cauca antioqueño.	Montoya, D. M.	Universidad de Antioquia
· Propuesta metodológica para la generación de un Modelo hidrológico conceptual: aplicación a la cuenca del río Man (Bajo Cauca antioqueño).	Gómez, A. M.	Universidad de Antioquia
· Desarrollo y aplicación de una metodología para evaluar el riesgo a la contaminación de las aguas en un acuífero libre, caso de estudio: cuenca baja del río Man, Bajo Cauca antioqueño.	Gaviria, J. I.	Universidad de Antioquia
· Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos -PMAA- Fase I Dirección Territorial Panzenú.	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA
· PMAA - Fase II acabado de entregar Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos - PMAA- Fase II. Dirección Territorial Panzenú	Universidad de Antioquia - CORANTIOQUIA.	CORANTIOQUIA

MAPA CONCEPTUAL: EXPLORACIÓN Y MODELO HIDROGEOLÓGICO



Capítulo 1

"Este territorio es una suerte de rompecabezas y los mapas muestran apenas una parte de la realidad, un aspecto de las cosas que existen. Para entender un mundo hay que superponer mapas de suelos, de cultivos, de climas, de cursos de agua, de fenómenos atmosféricos, de períodos históricos, de poblaciones, de culturas. Como diría Borges, el mejor mapa es la realidad y el mejor aprendizaje la vida misma."

(Fragmento: William Ospina, 2011.)

TERRITORIO BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

Una vez se desciende del dominio montañoso de los andes septentrionales, en el pie de monte de las cordilleras Occidental y Central de Colombia, el territorio surcado por las aguas del río Cauca hasta su desembocadura en el río Magdalena, se abre en una inmensa planicie aluvial, puerta de entrada a la región costera de mar Atlántico. Esta planicie, territorio de El Bajo Cauca antioqueño, esta bañada por los ríos Man, Cauca, Cacerí y Nechí, además de cientos de pequeños afluentes.

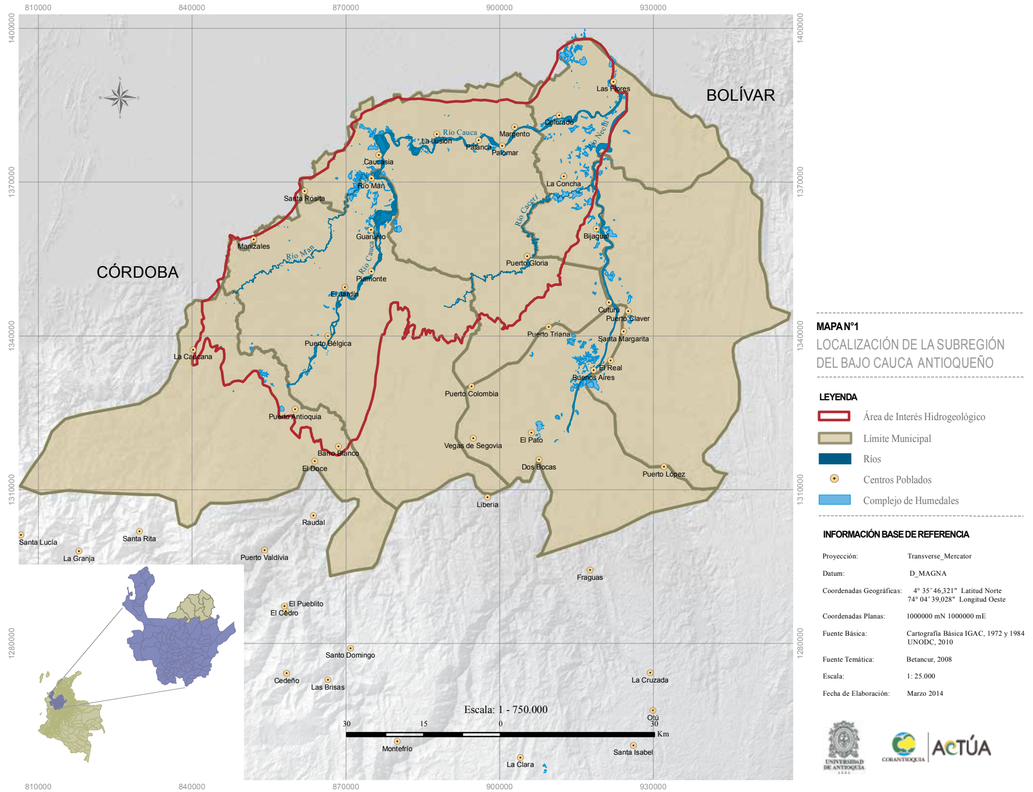
En esta inmensa llanura, flanqueada por montañas, se forman numerosas ciénagas con una extensión de más de 40.000 hectáreas, conectadas con los ríos mediante caños, formando complejos sistemas de lagos, pozas, pantanos y playones que retienen el agua de las crecientes y la liberan lentamente en el estiaje. Los ecosistemas bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano ocupan más del 80% de la subregión.

En El Bajo Cauca viven aproximadamente 270.000 habitantes asentados en las zonas urbanas y las áreas rurales de los municipios de Tarazá, Cáceres, Caucasia, El Bagre, Zaragoza y Nechí. La población urbana es de cerca de 156.600 y la rural de 113.400 habitantes.

LOCALIZACIÓN DE EL BAJO CAUCA

Con una extensión de 8.485 km², la subregión de El Bajo Cauca antioqueño está localizada al norte del departamento de Antioquia, en las últimas estribaciones de las cordilleras Central y Occidental de Los Andes colombianos, entre las coordenadas geográficas 7°14'24" y 8°11'31,2" Latitud Norte y -75°49'8,4" y -74°25'40,8" Longitud Oeste, limita con los departamentos de Sucre, Córdoba y Bolívar. Registra alturas entre 30 y 1.200 m.s.n.m., y está conformada por seis municipios ubicados sobre la cuenca baja del sistema fluvial Cauca-Nechí.

El dominio de estudio del sistema hidrogeológico en El Bajo Cauca antioqueño está ubicado en la llanura aluvial que se abre en el piedemonte de las cordilleras Occidental y Central de Los Andes de Colombia. Está conformado por rocas sedimentarias y depósitos aluviales emplazados sobre rocas metamórficas e ígneas. La zona comprende una superficie de 3.273 km² y está limitada al norte y noroeste por la frontera del departamento, que coincide parcialmente con la divisoria de aguas superficiales entre los ríos Man y Cauca con el río San Jorge, al sur por las formaciones geológicas de roca cristalina, y al este por la divisoria de la cuenca del río Cacerí y por el río Nechí.



MAPA N°1

LOCALIZACIÓN DE LA SUBREGIÓN DEL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

CORANTIOQUIA | ACTÚA

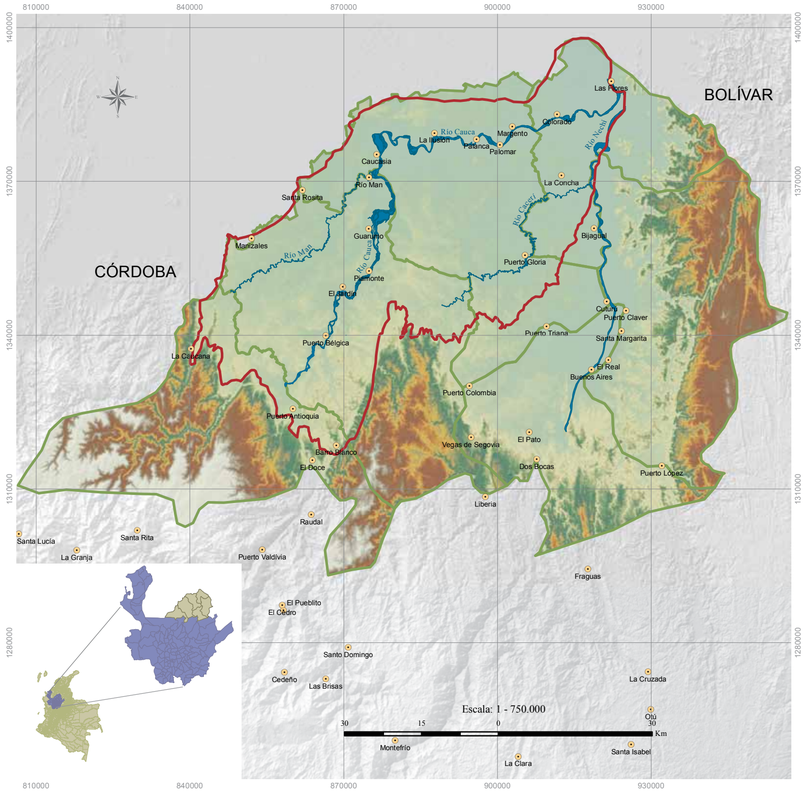
DE ARRIBA A ABAJO. RELIEVE MONTAÑOSO, RELIEVE ONDULADO, PLANICIE

RELIEVE Y FISIOGRAFÍA

Desde el páramo de Ventanas y hacia el norte, la cordillera Central pierde altura en forma gradual hasta confundirse con las tierras de las planicies sedimentarias del río Cauca. Hacia el occidente, la Serranía de Ayapel, representa la estribación oriental de la cordillera Occidental; al oriente la Serranía de San Lucas marca el límite con el río Nechí; al norte amplias franjas de terrenos inundables se confunden con la cuenca del río San Jorge.

Recorriendo el territorio entre municipios, cada uno de ellos enmarca características particulares del relieve:

- **CÁCERES.** El relieve es relativamente montañoso con alturas inferiores a los 500 m.s.n.m. Entre las numerosas corrientes que bañan sus tierras sobresalen los ríos Cauca, Man y Tamaná.
- **CAUCASIA.** En su mayor parte el relieve es plano. No se encuentran alturas mayores de 500 m.s.n.m. El río Cauca atraviesa el municipio recibiendo numerosos afluentes entre los que se destacan los ríos Cacerí y Nechí y numerosas corrientes menores.
- **EL BAGRE.** Su topografía es ligeramente quebrada hacia el oriente y plana hacia el sur y occidente del municipio. Lo riegan ríos y quebradas afluentes del río Nechí en su mayor parte, entre ellos los ríos Amacerí, Torcoral y El Bagre, y las quebradas Ucurú, Villa y Urapá.
- **NECHÍ.** El municipio es ligeramente quebrado en el oriente y plano hacia el occidente. Lo riegan los ríos Cauca y Nechí, además de varias corrientes menores afluentes del río Cauca.
- **TARAZÁ.** En su mayor parte su relieve es ondulado. Riegan sus tierras los ríos Tarazá, Rayo, San Agustín y Puquí.
- **ZARAGOZA.** De topografía ligeramente quebrada en el sector occidental y plana hacia el norte y el oriente; lo riegan los ríos Nechí, Porce, Bagre, Pocune, Tigüí y Cana, además de numerosas quebradas.



MAPA N° 2

MODELO DIGITAL DEL TERRENO, DTM
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

Elevación

m.s.n.m

Max : 2280

Min : 2

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA · CORANTIOQUIA · ACTÚA

ASPECTO GENERAL DE LA FORMACIÓN CERRITO

DOS DETALLES DEL MIEMBRO SUPERIOR DE LA FORMACIÓN CERRITO

TERRAZA RÍO MAN, DEPÓSITOS ALUVIALES

GEOLOGÍA

A partir de las memorias del mapa geológico de Antioquia (INGEOMINAS, 1997) y de los estudios hidrogeológicos realizados en la región (Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA, 2004, Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA, 2005 y Betancur, 2008) se conoce la geología de la zona de El Bajo Cauca a escala 1:25.000.

• **En el entorno montañoso,** el Batolito Jurásico de Segovia (Jdse), de facies fundamentalmente diorítica, es el principal cuerpo ígneo regional. Las rocas metamórficas del Complejo Puquí (Pcrn) con edades Proterozoico o Paleozoico Inferior, afloran al occidente con manifestaciones de metatonalita (P∈mtp), anfibolitas (P∈ap), neises y granulitas (P∈np). El Complejo Cajamarca, que reúne los grupos Cajamarca, Ayurá-Montebello y Valdivia, está formado por unidades de esquistos cuarzo grafitosos, esquistos verdes (Pzce), neises cuarzosos (Pzcn), esquistos cuarzo-sericíticos (Pzes) y neises cuarzo feldespáticos (Pznf); su edad sería del Paleozoico aunque hipótesis de aloctonismo y autoctonismo imponen una discusión al respecto; el Complejo Cajamarca determina el límite sur de las cuencas sedimentarias de El Bajo Cauca y los ríos Cacerí, Man y Nechí.

• **Desde el piedemonte y en toda la planicie,** el dominio geológico es sedimentario, con condiciones de permeabilidad que favorecen la presencia y el flujo del agua subterránea.

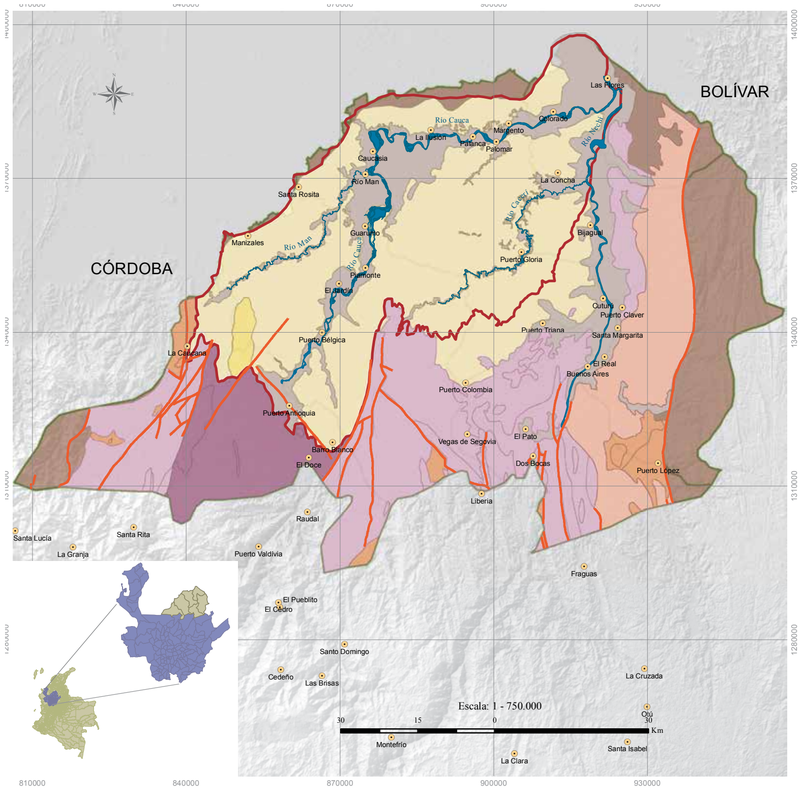
• **La Formación Cerrito (Ngc):** Su edad es del terciario y está dividida en tres miembros: Miembro Superior, areno-arcilloso, con niveles de arenitas calcáreas fosilíferas y algunos mantos de carbón, registra espesores de hasta 300 m; Miembro Medio, principalmente limo-arcillosos con capas de arenitas calcáreas fosilíferas hacia la parte media, presenta 54 mantos de carbón y espesores que alcanzan 850 m; el Miembro Inferior, conformado por areniscas, conglomerados y calizas, se caracteriza por la ausencia de mantos de carbón y posee un espesor de 400 m. En general los clastos de areniscas y conglomerados son 90% silíceos y el cemento dolomítico. El ambiente de formación de la Formación Cerrito, según sus características litológicas, es de marino somero a continental, con predominio del ambiente continental, evidenciado por la presencia de mantos de carbón.

• **El Grupo Sincelejo (NgsQ):** Dispuesto de manera discordante sobre la Formación Cerrito, de edad del Terciario Superior (Neógeno), el Grupo Sincelejo está constituido en la base por arcillolitas de color gris claro, con pequeñas intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso, que localmente llegan a ser calcáreas, en la parte media y superior se presentan areniscas de grano medio a grueso, de color amarillo, poco consolidadas, localmente conglomeráticas, con estratificación cruzada, hacia la parte superior se observan lentes de conglomerados cuarzosos, con matriz arcillo limosa.

• **Depósitos aluviales (Qal, Qat):** Regionalmente los depósitos aluviales de mayor importancia están asociados a las llanuras de inundación y terrazas de los ríos Cauca, Nechí y Man.

• **Tectónica:** Estructuralmente la falla Espíritu Santo representa el rasgo tectónico más importante del Bajo Cauca, con un rumbo de N30°-50°E pone en contacto los sedimentos terciarios con las rocas del Complejo Cajamarca. Según González (1996) se trata de una falla normal activa con un ángulo de buzamiento alto al occidente, con un bloque oriental levantado y desplazamiento lateral izquierdo. La falla del río Tarazá, con dirección N10°-20°E controla el flanco oriental del sinclinal de Tarazá, desaparece hacia el norte, y mantiene la expresión topográfica por un trayecto de 10 km, sobre los sedimentos de la Formación Sincelejo. Sin evidencias directas medidas en afloramientos, las manifestaciones puntuales en superficie de los Miembros Medio e Inferior de la Formación Cerrito al occidente, norte y suroeste de la planicie del Bajo Cauca antioqueño sugieren la existencia de un amplio sinclinal con dirección aproximada N40°-60°E.

ATLAS HIDROGEOLÓGICO DE EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO



MAPA N°3

GEOLOGÍA
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

UNIDAD GEOLÓGICA

- Qal - Aluvial Reciente
- NgsQ - Grupo Sincelejo
- Ngc - Formación Cerrito
- Ksg - Instrusivos Sintectónicos
- Jdse - Batolito de Segovia
- Pzn - Complejo Cajamarca
- Pcm - Complejo Puquí
- Sin Dato
- Fallas

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

GEOMORFOLOGÍA:
SUPERFICIES DE EROSIÓN
EL BAGRE - NECHÍ,
ZARAGOZA Y CAUCASIA

GEOMORFOLOGÍA

En las memorias del mapa geomorfológico de Antioquia (Universidad Nacional, 2002) se describen, para las últimas estribaciones de las cordilleras Occidental y Central en el entorno de El Bajo Cauca, con pendientes entre 8 y 55º, las unidades de relieve presentes en la subregión.

Superficie de erosión El Bagre – Nechí: Se localiza principalmente al oriente de la zona aluvial del río Nechí entre las poblaciones de El Bagre y Nechí, al norte del departamento, aunque también se observan algunos pequeños sectores al sur de Cáceres y al oriente de Zaragoza. Está conformado por colinas de alturas entre los 200 y 300 m.s.n.m. Se desarrolla sobre las rocas metamórficas paleozoicas del Complejo Cajamarca tipo neis y rocas ígneas intrusivas cretáceas del Batolito de Segovia.

Superficie de erosión Zaragoza –Cáceres: Se localiza al oriente y sur del casco urbano de Zaragoza al igual que en los alrededores del municipio de Cáceres. Está conformado por colinas de alturas entre los 150 y 200 m.s.n.m. Se desarrolla sobre las rocas metamórficas paleozoicas del Complejo Cajamarca tipo neis y rocas ígneas intrusivas cretáceas del Batolito de Segovia.

Superficie de erosión Caucasia: Se localiza entre el río Nechí al oriente y el límite departamental con Córdoba al occidente y norte. Esta superficie es la más joven de las identificadas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Se encuentra a una altura entre los 100 y 150 m.s.n.m., conformando una superficie colinada, que se desarrolla principalmente sobre saprolitos de rocas metamórficas paleozoicas tipo neis y rocas sedimentarias terciarias de la Formación Cerrito.

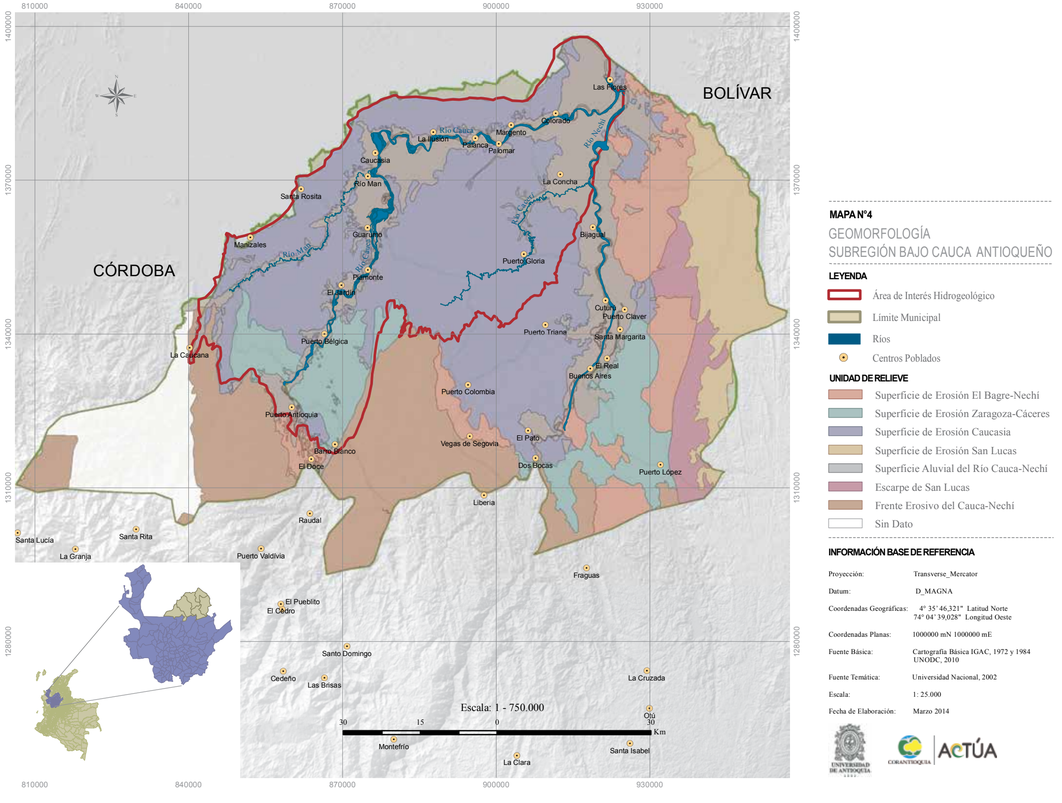
GEOMORFOLOGÍA: SUPERFICIE DE EROSIÓN, ESCARPE Y FRENTE EROSIVO

Superficie de erosión San Lucas: Se localiza en una franja alargada norte-sur, al oriente del Bajo Cauca en el límite departamental con Bolívar. Se ubican a alturas entre los 600 y 700 m.s.n.m., donde se observa claramente el control estructural del sistema de fallas Palestina.

Superficie aluvial del río Cauca-Nechí: La superficie aluvial asociada al río Nechí se extiende desde el sitio Dos Bocas hasta la confluencia con el río Cauca, y en este se localiza desde el corregimiento El Doce, del municipio de Tarazá, hasta los límites con los departamentos de Bolívar y Córdoba. Se caracteriza por presentar una amplia llanura de inundación especialmente en el río Nechí y en su confluencia con el río Cauca. Esta unidad de relieve presenta alto grado de intervención antrópica debida a la explotación aurífera de las terrazas y la llanura inundable.

Escarpe regional de San Lucas: Se localiza hacía la margen derecha del río Nechí, en los municipios de El Bagre y Zaragoza. Este escarpe separa las superficies de erosión de San Lucas y El Bagre - Nechí; presenta una diferencia de alturas que varían entre 200 y 300 m.s.n.m. y no es homogéneo, ya que al norte se presenta más disectado y hacía el sur presenta un aspecto ondulado. Este escarpe presenta una marcada influencia de la Falla El Bagre.

Frente erosivo del Cauca- Nechí: Se localiza al norte del departamento; y en él se encuentran, al occidente los cañones secundarios de los ríos San Andrés, Ituango, Espíritu Santo y las quebradas Santa María y Valdivia; en el medio los cañones de los ríos Porce (parte final), Mata, Titina y Anorí, entre otros; y más al oriente los cañones de los ríos Pocuné y El Bagre principalmente. Al occidente de esta unidad se presentan una serie de procesos erosivos y movimientos en masa con alta actividad en el presente.



MAPA N°4

GEOMORFOLOGÍA
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

UNIDAD DE RELIEVE

- Superficie de Erosión El Bagre-Nechí
- Superficie de Erosión Zaragoza-Cáceres
- Superficie de Erosión Caucasia
- Superficie de Erosión San Lucas
- Superficie Aluvial del Río Cauca-Nechí
- Escarpe de San Lucas
- Frente Erosivo del Cauca-Nechí
- Sin Dato

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Universidad Nacional, 2002
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

CLIMA E HIDROLOGÍA

La posición de Colombia en la zona tropical hace que su territorio sea partícipe de las mayores proporciones de energía que el sol le transfiere a la tierra y, la ubicación de El Bajo Cauca antioqueño en Colombia hace que sus condiciones climáticas estén afectadas por un amplio conjunto de circunstancias, que le confieren una especial complejidad: a escala regional, se tiene influencia de los vientos alisios dentro de la zona de confluencia intertropical. El Bajo Cauca es la puerta de entrada a la región costera del Atlántico y estaría influenciada por la curvatura ciclónica de las ondas del este del Caribe, además la cercanía a las vertientes de la cordillera Occidental podría imponerle alguna influencia de los sistemas sinópticos del Pacífico y asociado al tiempo de invierno en el hemisferio norte se presentaría la influencia de vaguadas de latitudes medias.

La localización tropical de la planicie de El Bajo Cauca antioqueño, donde se ubica el sistema acuífero de la región, presenta alturas entre 50 y 200 m.s.n.m., condiciones climáticas con temperatura promedio anual de 27,8 ºC con variabilidad no superior a 1º C y precipitación promedio anual multianual de 2.800 mm.

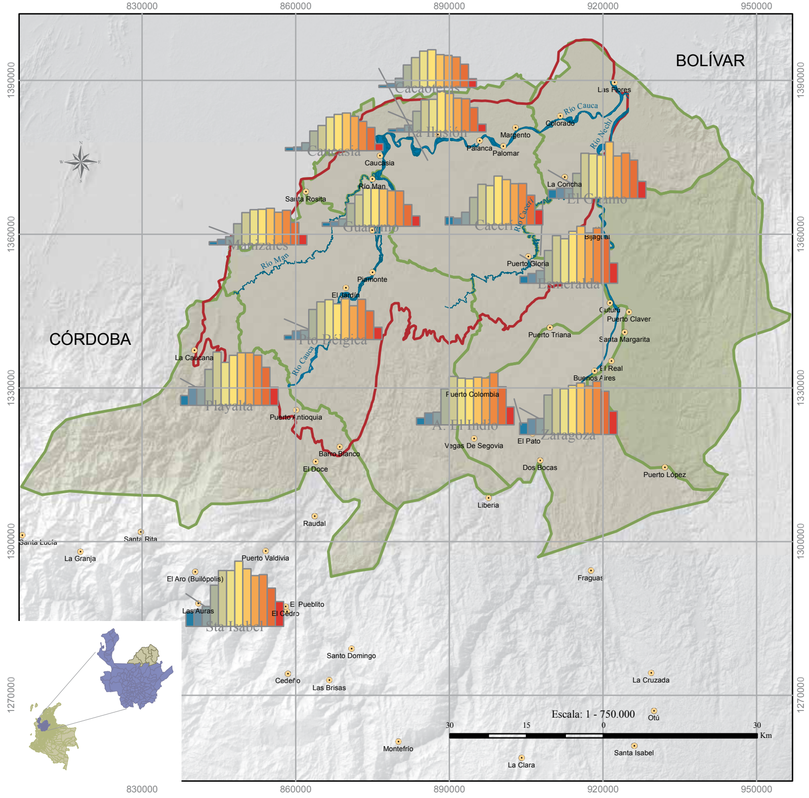
Todo esto configura un conjunto de circunstancias que imprimen a la zona un patrón climático homogéneo al que se le aplican denominaciones tales como tropical lluvioso de selva, cálido, húmedo, húmedo lluvioso o cálido húmedo.

Debido a la influencia que puede llegar a tener la cercanía de las vertientes de las cordilleras Central y Occidental y del mar Caribe sobre algunas variables climatológicas, es necesario que la descripción de las condiciones climáticas de El Bajo Cauca trascienda la planicie aluvial del sistema Cauca - Nechí y se remonte vertiente arriba, comprendiendo inclusive regiones con climas templado y frío.

PANORAMICAS AÉREAS DE EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

De acuerdo con la información obtenida del IDEAM de 13 estaciones de lluvia, la distribución estacional de la precipitación en El Bajo Cauca muestra un régimen monomodal, con período seco entre diciembre y marzo y condiciones húmedas entre abril y noviembre. La zona más húmeda se sitúa hacia las cabeceras del río Man y la cuenca del río Cacerí, con totales anuales del orden de 4.300 mm, indicando el efecto orográfico asociado a las estribaciones de las cordilleras. En la porción noroeste, la lámina total anual se ubica alrededor de 2.300 mm. Los análisis regionales realizados por el IDEAM, para el comportamiento de la precipitación en las épocas de anomalías climáticas asociadas a los fenómenos El Niño y La Niña, ubican al Bajo Cauca como una región en la que el comportamiento de la precipitación es normal, presentando excesos solamente, para ambos escenarios climatológicos, hacia la confluencia del río Nechí en el Cauca.

Según la Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA (2004) en el Bajo Cauca antioqueño, conforme con su posición ecuatorial, las variaciones estacionales de la temperatura son poco significativas; y, en general, la región presenta condiciones de alta humedad, en conformidad con el régimen pluviométrico, siguiendo su misma tendencia estacional. El período de verano, con su mayor carencia de lluvia entre febrero y marzo, alcanza el mínimo de humedad con 77,6 %. Los máximos se registran en la etapa final del período lluvioso con valores de 84,2% entre octubre y noviembre.



MAPA N°5

LLUVIA MEDIA MENSUAL MULTIANUAL
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

Estaciones de Lluvia IDEAM

Mes

- Enero
- Febrero
- Marzo
- Abril
- Mayo
- Junio
- Julio
- Agosto
- Septiembre
- Octubre
- Noviembre
- Diciembre

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4°35'46,321" Latitud Norte 74°04'39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000mN 1000000mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1:25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

USOS Y COBERTURA DEL SUELO

El suelo constituye por mucho, la base física sobre la cual se sustenta la actividad económica de una región. Es así como en El Bajo Cauca caracterizado históricamente por la actividad minera que legó enormes conflictos ambientales y sociales, hoy se desarrollan prácticas de ganadería extensiva, pesca, extracción forestal y agricultura.

La minería aluvial se concentra en la parte baja de los ríos Cacerí y Nechí, el uso agropecuario es el más extendido en la región y corresponde a la ganadería extensiva que se desarrolla en predios de las grandes fincas y a cultivos de autoconsumo y cría de animales de corral, que practican los habitantes de la zona rural; relictos de bosque se encuentran hacia la margen derecha del río Cacerí y zonas de bajos y ciénagas están en proceso de reglamentación para convertirlas en áreas protegidas.

En El Bajo Cauca, las coberturas del suelo encontradas, son en un 42,9% paisaje de montaña y un 43,6% en paisaje de loma. Además, según los resultados obtenidos con la metodología Corine Land Cover (CLC), por el IGAC en el 2007, indican que hay cinco coberturas en la subregión:

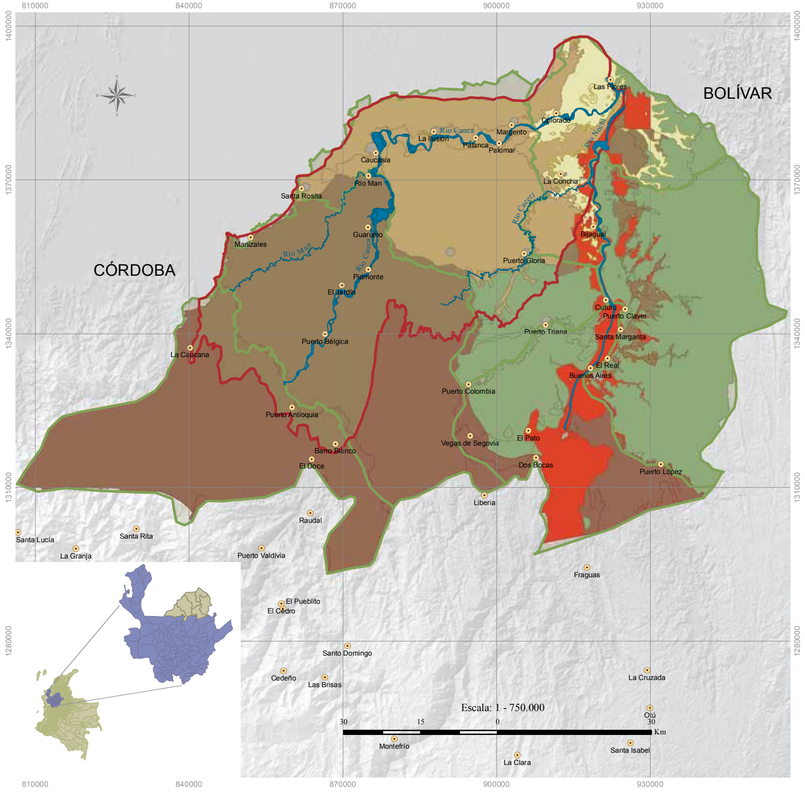
- **Territorios artificializados:** Esta agrupación comprende tres coberturas específicas denominadas de acuerdo con la metodología CLC, como: i) zonas urbanizadas, ii) zonas industriales o comerciales y redes de comunicación y iii) zonas de extracción minera y escombreras

- **Territorios agrícolas:** Agrupa esta gran unidad las áreas que en la actualidad están destinadas a la agricultura, con cultivos transitorios o permanentes y las áreas destinadas a la ganadería, como: i) cultivos anuales o transitorios, ii) cultivos permanentes, iii) pastos y iv) áreas agrícolas heterogéneas – mosaicos

- **Bosques y áreas seminaturales en la que se incluyen:** i) bosques, ii) áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, iii) áreas abiertas sin o con poca vegetación.

- **Áreas húmedas:** Según el método CLC, las áreas húmedas continentales en la subregión de El Bajo Cauca corresponden a dos niveles: i) zonas pantanosas y ii) vegetación acuática sobre cuerpos de agua.

- **Superficies de agua en las que se incluyen:** i) cuerpos de ríos, ii) lagunas, iii) lagos y ciénagas.



MAPA N°6

USO DEL SUELO
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

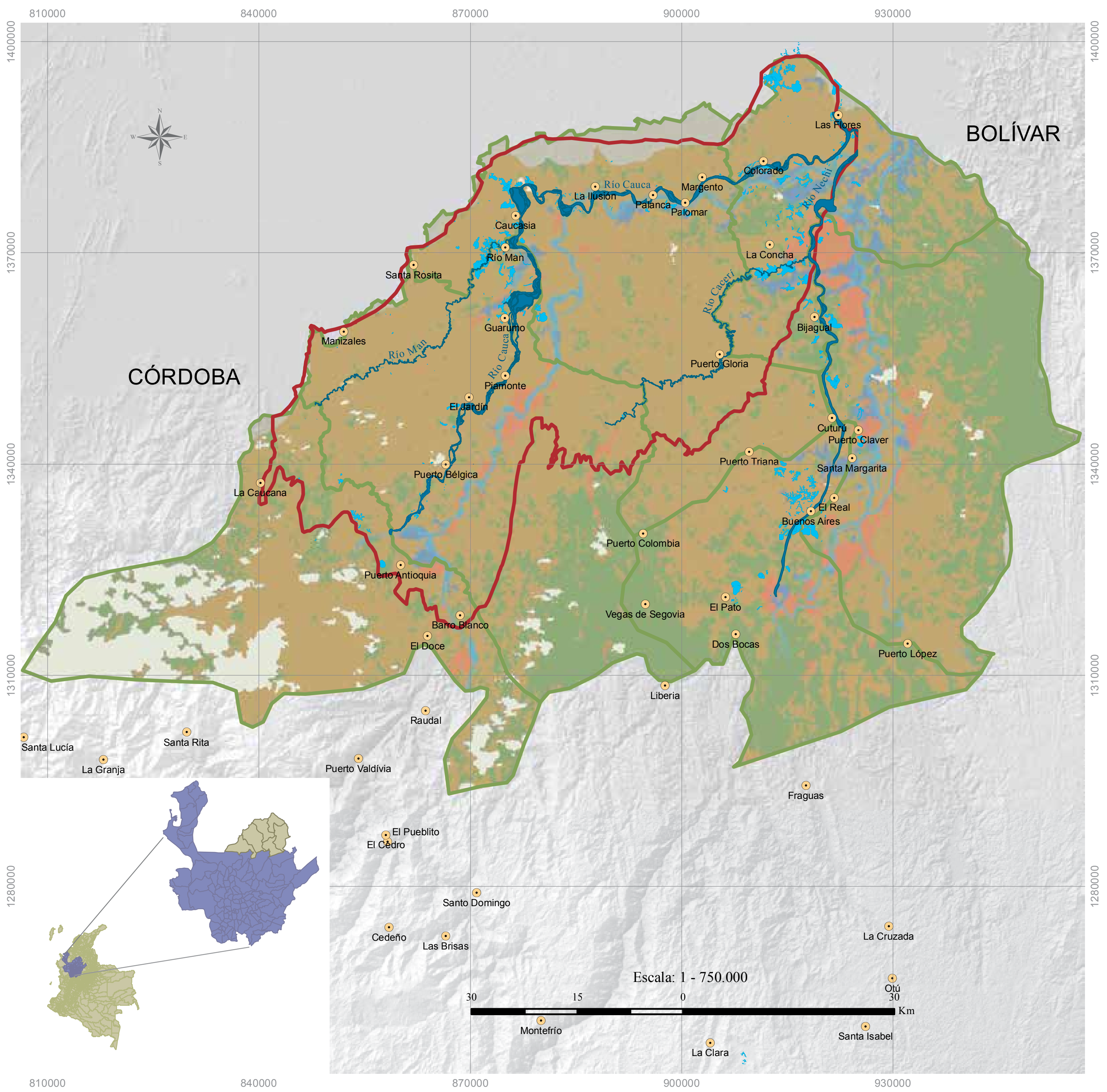
USO DEL SUELO

- Protección
- Bosques
- Agropecuario
- Agropecuario y otros
- Minero
- Urbano
- Por definir

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4°35'46,321" Latitud Norte 74°04'39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000mN 1000000mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (1979) Estudio de Suelos del Depto del Antioquia. Tomos I, II, III, IV. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC.
Escala:	1:25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CORANTIOQUIA | ACTÚA



MAPA N° 7

COBERTURAS DEL SUELO
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

COBERTURA

- Territorios Artificializados
- Territorios Agrícolas
- Bosques y Áreas Seminaturales
- Áreas Húmedas
- Superficies de Agua
- Nubes

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4°35'46,321" Latitud Norte 74°04'39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000mN 1000000mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi- IGAC Gobernación de Antioquia (2007) Levantamiento semidetallado de las Coberturas Terrestres, Depto de Antioquia 1:25.000. 250 p.
Escala:	1:25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CORANTIOQUIA ACTÚA

MARCO SOCIOECONÓMICO Y POBLACIONAL

El Bajo Cauca es la puerta de entrada desde el interior hacia la costa Atlántica, su carácter periférico y limítrofe la convierte en una subregión con un fuerte proceso de interacción e interpenetración sociocultural; en otras palabras, es un punto transicional entre el territorio antioqueño y la costa Caribe colombiana. Se caracteriza por su gran diversidad étnica y cultural, mezcla de costumbres antioqueñas y costeñas que hace que sus pobladores se caractericen por un carácter fiestero, alegre y trabajador, que les permiten sortear las dificultades y mantener el optimismo para emprender sus proyectos de vida.

En la subregión de El Bajo Cauca se encuentra asentada una población aproximada de 270.000 habitantes (Gobernación de Antioquia, 2009), el 58% se ubica en las cabeceras urbanas y el 42% en áreas rurales. El Bajo Cauca es una de las subregiones del departamento que presenta los más bajos indicadores en materia social, sus precarias condiciones de vida se expresan desde elevados porcentajes de población con Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, hasta un gran número de población en condiciones de pobreza y miseria.

Aspectos sociales relevantes de los municipios localizados en el sistema de acuíferos de El Bajo Cauca antioqueño.

Municipios	Demografía										Condiciones de vida (%)		Cobertura de servicios públicos (%) - Censo 2005					Población sin ningún nivel de educación (%)	Población en el SSSS (%)	
	Población Censo 2005 (número)			Población proyectada a 2013 (número)			Densidad (hab/km^2)	Población por grupo étnico (%)											Régimen	
	C	R	T	C	R	T		I	A	N	NBI	ICV	EE	AL	AC	GN	TE		CON	SUB
Caucasia	70.859	14.808	85.667	87.225	19.662	106.887	54,23	1,1	9,9	89,1	52,4	72,4	93,2	78,8	82,4	28,2	41,8	16,2	24,6	66,9
Cáceres	6.338	21.807	28.145	8.189	27.634	35.823	15,3	2,1	27,2	70,8	66,81	56,9	76,3	42,6	48	0	18,1	25,9	23,02	55,94
Tarazá	18.427	12.206	30.633	24.702	15.653	40.355	27,75	0,3	8,8	91,0	61,9	66	89	57,9	66,5	0	16,9	27,6	5,79	84,73
Zaragoza	12.558	12.615	25.173	13.685	16.304	29.989	28,83	6,6	38,0	55,3	60,6	59,8	68,3	42,4	53,7	0	24,4	19,5	5,94	66,68
El Bagre	25.193	12.669	37.862	25.849	23.065	48.914	28,83	2,0	20,7	77,3	50,8	64,5	79,9	42,2	68,2	0	5,9	19,2	15,5	85,4
Nechí	10.606	7.183	17.789	13.367	11.944	25.311	22,94	0,3	35,6	64,1	68,1	53,4	74,1	2,2	42,5	0	3,2	22,3	4,42	79,03

Convenciones

C: Cabecera
R: Resto
T: Total

I: Indígena
A: Negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente
N: Ninguna

NBI: Población con Necesidades Básicas Insatisfechas
ICV: Índice de Condiciones de Vida

EE: Energía Eléctrica
AL: Alcantarillado
AC: Acueducto
GN: Gas natural
TE: Telecomunicaciones

SSSS: Sistema de Seguridad Social en Salud
CON: Contributivo
SUB: Subsidiado

ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

Las principales actividades económicas en la subregión son la ganadería y la minería, también se practican, a menor escala, la agricultura, la pesca y el comercio.

Históricamente, a El Bajo Cauca se le conoce por su minería aurífera, tanto en explotación aluvial como de veta; la primera se ha realizado en los municipios de El Bagre, Zaragoza y Nechí, mientras la minería de veta se ha ejecutado principalmente en Zaragoza y en menor proporción en Cáceres. La fiebre del oro, existente desde la época de la conquista, se convirtió en una alternativa de desarrollo que no se supo aprovechar y que dejó a la zona en la extrema pobreza y en una situación ambiental crítica. Tras años de esfuerzos, gran parte de los terrenos degradados por la minería se fueron recuperando, no obstante hoy de nuevo la minería ilegal e informal invade el territorio con métodos agresivos de explotación que ponen en riesgo la sostenibilidad ambiental de este territorio. Esta característica de ser una subregión rica en oro, ha opacado otras actividades económicas como la ganadería, la pesca, la extracción forestal y la agricultura, las cuales podrían ser alternativas potenciales para sacar adelante a la subregión (INER, 2003).

ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

La agricultura es una actividad de subsistencia, con un carácter de autoconsumo realizada en pequeñas parcelas con cultivos de maíz, arroz, yuca y plátano; esta actividad se combina con la pesca y la minería. En algunas áreas se ha desarrollado una agricultura comercial, con cultivos de arroz y sorgo (INER, 2003). Un proyecto económico a destacar, es el del sistema caucho - cacao, al que se le viene apuntando como alternativa de los cultivos ilícitos y como fuente jalonadora de desarrollo de la subregión. Este "cordón cacotero - cauchero" es promovido por el Ministerio de Agricultura y la Secretaría de Agricultura de Antioquia (LOTA, 2007).

En lo que respecta a la ganadería, es decarácter extensivo absorbiendo de esta manera poca mano de obra; se desarrolla en los frágiles ecosistemas de las riberas de los ríos Cauca y Nechí que presentan importantes efectos de deterioro ambiental. En El Bajo Cauca se le apunta al ganado de carne, pues las características de la zona la definen como áreas de mayor interés para dicha producción, llevándolas a ser una de las más especializadas de todo el departamento (LOTA, 2007). El potencial forestal de El Bajo Cauca es grande, sin embargo la explotación no se da en forma comercial y adecuada, sino como resultado de la economía informal y de la expansión de la frontera agrícola en la subregión, también se destaca el sector servicios en general y el comercio en particular, siendo Caucasia el epicentro de éste desarrollo en la subregión.

Capítulo 2

"La Madre Tierra nos da el seno, como la madre a su niño... Los manantiales son los senos que forman los ríos y los ríos forman los océanos. Los árboles dan la sombra para producir la humedad y manan por las raíces, y por las raíces se alimentan los árboles."

(Mamo Mayor Arhuaco Zarey Maku, Ortiz 2005, p. 51)

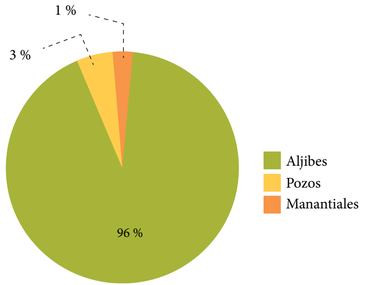
IMPORTANCIA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La evolución de la tierra, del agua y de la vida hacen parte de una misma historia, una historia que empezó hace 4.500 millones de años y, que en contra de toda razón, lleva al hombre en el siglo XXI a proclamar como derecho algo que es, sencillamente, natural: el derecho al agua.

DE IZQUIERDA A DERECHA
PANORÁMICA,
RÍO NECHÍ

El agua es un bien natural renovable que dada la falta de un manejo adecuado, la industrialización irracional, la quema y tala de bosques, la aplicación de fertilizantes, plaguicidas, así como el vertimiento de aguas residuales (fábricas y labores agropecuarias) y de alcantarillas (sin tratamientos previos en cuerpos de agua como lagunas, ríos, lagos, mares) amenazan la vida del hombre y el equilibrio natural de los ecosistemas. Por dichas razones, es importante avanzar en la caracterización, valoración e identificación de las riquezas hídricas naturales, debido a que su conocimiento posibilitará la adecuada protección, recuperación y utilización de manera sostenible. Las comunidades que habitan el territorio Panzenú tienen un precario acceso a este recurso y, según sus testimonios, tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas se encuentran en un alto grado de contaminación. Esto lo siente y lo ve la comunidad y lo expresa de manera abierta comentando como sus ríos han cambiado drásticamente y como las aguas hoy en día no son lo que eran tiempo atrás.

TIPOS DE CAPTACIONES



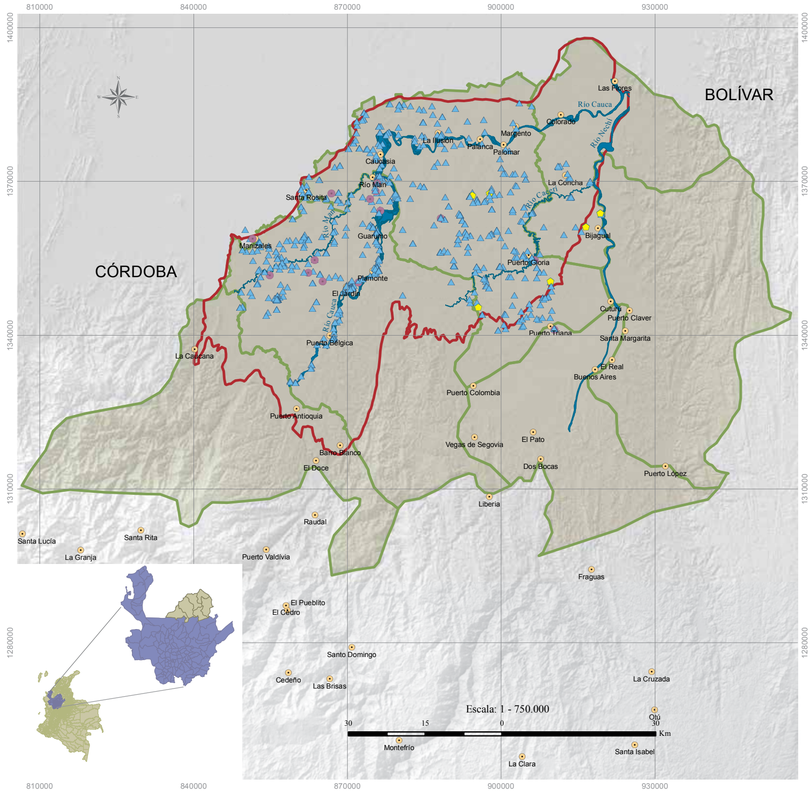
Tipo de captación	
Aljibes	1.662
Pozos	54
Manantiales	22
Total	1662

USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

En El Bajo Cauca antioqueño, se destaca el hecho que el agua subterránea constituye la única fuente de abastecimiento permanente para satisfacer la demanda de los habitantes de varios municipios de esta región. Cada casa de los cascos urbanos de Caucasia y el corregimiento El Jardín cuentan con una captación. Las viviendas rurales de Cáceres, Caucasia, El Bagre y Nechí tienen en su mayoría un aljibe. El abastecimiento de acueductos urbanos y rurales se da principalmente con agua subterránea. Existen más de 1.500 puntos de aguas activos entre manantiales, aljibes y pozos.

En estos municipios prevalecen los usuarios de tipo residencial, la actividad ganadera por ser una de las principales actividades económicas de la región, también demanda gran cantidad de agua subterránea. Son también usuarios de este recurso hídrico las instituciones educativas y aquellos lugares donde se presentan áreas de siembra de productos agrícolas.

El uso que se da al agua subterránea en los aljibes se concentra principalmente en el abastecimiento doméstico (62,3%), el cual comprende la cocción de alimentos, bebida y aseo. Las captaciones destinadas al abastecimiento público (11,1%) cumplen también estas funciones. El segundo renglón de importancia es la ganadería con un 13,2%, los demás usos presentan porcentajes inferiores al 10%



MAPA N°8

CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA

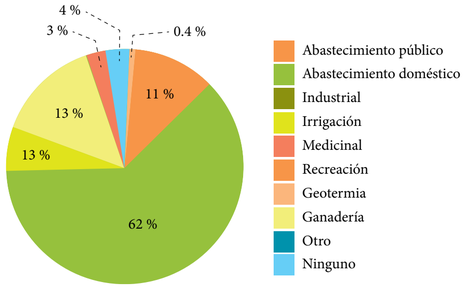
Tipo de Captación

- Manantial
- Aljibe
- Pozo

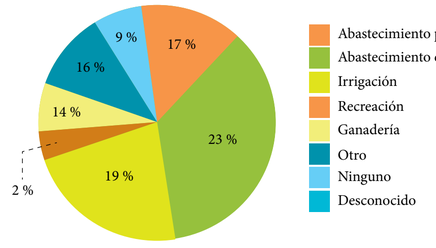
INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia - Universidad de Antioquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE ALJIBES



EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE POZOS

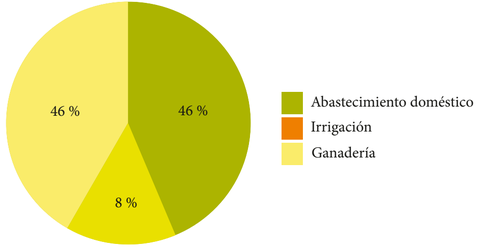


Uso del agua	Aljibes Caucasia	Pozos Caucasia	Manantiales Caucasia	Aljibes Caceri	Pozos Caceri	Manantiales Caceri	Aljibes man	Pozos man	Manantiales man	Aljibes	Pozos	Manantiales
Abastecimiento público	5,7	17,8		21,4			6,1	33,3	0	11,1	17,1	0
Abastecimiento doméstico	67,1	44,4	100	67	25	37,5	52,9	0	0	62,3	23,2	45,8
Industrial	0	0		0	0		9	0	0	0	0	0
Irrigación	7,1	6,7		0,6	0	25	13	50	0	6,9	18,9	8,4
Medicinal	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
Recreación	0,3	6,7		0	0		0	0	0	0,1	2,2	0
Geotermia	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
Ganadería	10	17,7		6	25	37,5	23,5	0	100	13,2	14,2	45,8
Otro	2,3	6,7		0,6	25		4,5	16,7	0	2,5	16,1	0
Ninguno	6,9	0		3,8	25		0	0	0	3,5	8,3	0
Desconocido	0,6	0		0,6			0	0	0	0,4	0	0
	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

El principal uso del agua subterránea extraída de los pozos es el abastecimiento doméstico (23%), la irrigación ocupa el 18,9%, el abastecimiento público el 17,1%, la recreación un 2,2% y los demás usos no se encuentran especificados.

El agua de los manantiales se usa en igual porcentaje en la ganadería y el abastecimiento doméstico y un 8,4% se destina para irrigación.

EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA DESDE MANANTIALES



CULTURA DEL AGUA

La cultura del agua puede definirse de manera sencilla como una forma de ser y de sentir sabiendo que somos gracias al agua y que dejamos de ser sin ella.

LAS COMUNIDADES ANCESTRALES QUE HABITAN EL TERRITORIO

Los cronistas llamaron Zenúes a los nativos que habitaban las extensas sabanas comprendidas entre los cursos medios y bajos de los ríos conocidos hoy en día como Sinú, San Jorge y Cauca. El vocablo "Zenú" al parecer fue retomado del nombre dado por estos aborígenes al río Sinú. De igual manera, se encuentra asociado a los nombres de las regiones en las cuales se dividía su territorio al momento de la conquista: Finzenú, Panzenú y Zenufaná, en cada una de las cuales se rendía tributo a un cacique, siendo en Zenufaná una mujer, la cacica Tota.

Estaban localizados en el territorio comprendido por los departamentos de Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar. Una numerosa población se estableció a lo largo de los ríos, en viviendas aisladas o en aldeas, construidas sobre plataformas artificiales. Sus actividades económicas se basaban en la producción de yuca y maíz, manufacturas y explotación de sal y oro nativo, el cual les auguraba felicidad y contacto con los dioses. Sus jefes controlaban la producción. Sus principales actividades eran la orfebrería, la alfarería y la caza.

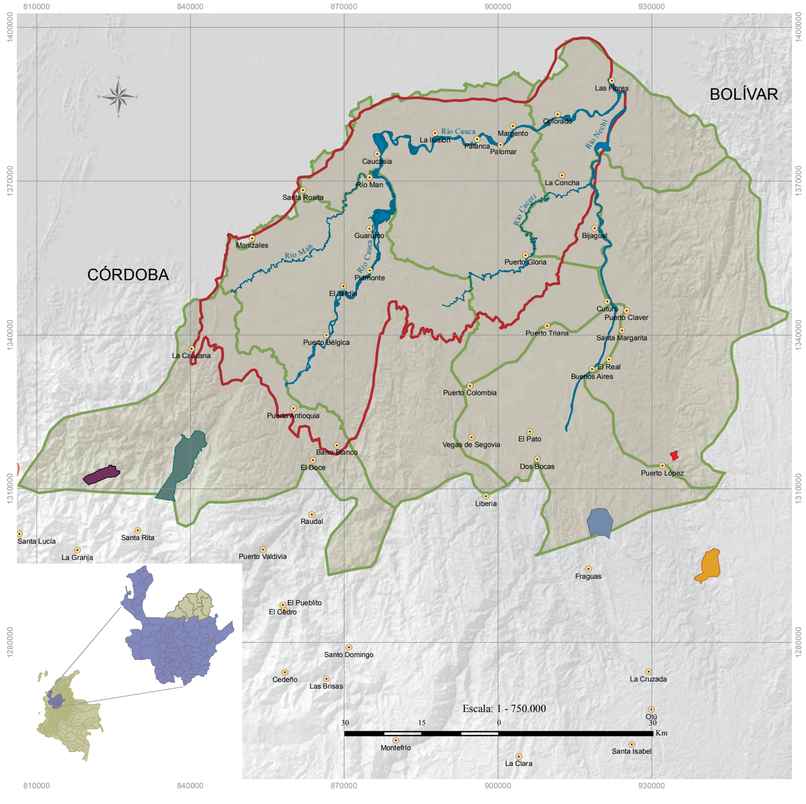
Tras la conquista española en el año 1510 d.C., al mando del General Juan de la Cosa, toda su cultura fue destruida, sus tumbas, monumentos, templos y santuarios fueron saqueados y los indígenas fueron sometidos a trabajos forzados, siendo además víctimas de todas las enfermedades traídas por los conquistadores para las cuales no tenían defensas, y para el año 1610 d.C. la población de la tribu Zenú ya había disminuido notablemente. Por tales razones la gobernación de Cartagena ordenó, para ese entonces, reducir las encomiendas e iniciar el proceso de creación de los resguardos de indios, creándose el resguardo San Andrés que hasta hoy se encuentra vigente.

Los Zenúes tenían un ingenioso control y manejo de las llanuras de inundación de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge que frecuentemente desbordaban sus cauces y mantenían inundadas las llanuras durante ocho meses al año, dejando así un depósito de sedimentos de varios metros que dificulta la salida al mar. A pesar de saber esto antes de habitar esta región, los Zenúes encontraban grandes atractivos para asentarse en dicha zona debido a la gran riqueza y variedad de fauna al igual que la fertilidad de sus suelos, de manera que transformaron estas tierras en una región segura y fértil durante todo el año mediante un sistema

DE ARRIBA A ABAJO. CANALES SINUES 1, 2, 3 (FUENTE: ARCHIVOS BANCO DE LA REPÚBLICA)

hidráulico conformado por una red de drenaje nutrida de canales y campos elevados de diferentes dimensiones que cubría hasta 500.000 ha, en el río San Jorge y 150.000 ha alrededor del río Sinú. Perpendiculares a los cursos de agua, los Zenúes cavaron canales hasta de 4 km de largo con 10 m de separación entre sí, para controlar grandes volúmenes de agua. La corriente de agua se frenaba y distribuía entre canales cortos en áreas dedicadas al cultivo. Lo que seguramente empezó siendo una medida preventiva para proteger las casas y los cultivos terminó convirtiéndose paulatinamente en una obra ingenieril desarrollada, por casi 2.000 años, digna de ser reconocida y exaltada incluso en la actualidad.

A partir de 1970 debido a la pérdida de las tierras por la creciente expansión y consolidación de la hacienda ganadera e incluso de la explotación minera, y a pesar de algunos esfuerzos por rescatar la historia y riqueza precolombina de la zona, los pocos pobladores de esta tribu emigraron hacia otras regiones del país y la antigua red de canales construidos por los Zenúes fue deteriorándose hasta perderse. A pesar de ser una región que todavía sufre procesos de inundación por el desbordamiento de los ríos que circundan la zona, especialmente en épocas de lluvia intensa como las evidenciadas en los últimos años, el legado dejado por los indígenas sobre el manejo de los niveles en los cuerpos de agua se ignora y se olvida. Lo que antes era una llanura organizada y controlada termina siendo una gran extensión de tierra y lodo, con socavones, despoblada e infértil. Los indígenas que permanecían en los resguardos o que decidieron habitar las tierras de sus ancestros eran tratados como una raza humana inferior, siendo peyorativamente llamados, como "cholos" o "indios" y vulgarizando comúnmente su historia.



MAPA N° 9

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE RESGUARDOS INDÍGENAS SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

RESGUARDO INDÍGENA

- Jai-Dukama
- Jaidezavi
- Los Almendros
- Pablo Muera
- Quebrada Cañaveral
- Tagual-La Po

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia - Universidad de Antioquia. 2014.
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

LAS COMUNIDADES Y EL AGUA HOY

Encontrar hoy la concepción de cultura del agua arraigada en la comunidad que habita el territorio Panzenú es difícil, no obstante esta población desciende - sin haber heredado este sentir - de los Zenúes. A diferencia de sus ancestros, que comprendían la dinámica natural de los ríos y sabían cómo, mediante técnicas hidráulicas, evitar inundaciones y aprovechar el agua de los drenajes para regar y fertilizar sus cultivos, los nuevos pobladores buscan ganarle terreno a las ciénagas, generando un desequilibrio en el sistema al disminuir la capacidad de regulación hídrica en la región. La actual relación de los habitantes de El Bajo Cauca con el agua superficial y con el agua subterránea presenta una serie de contradicciones, se vive en medio de los efectos de las condiciones hidrológicas que con cada temporada invernal anega tierras e inunda poblados, y de la escasez de oferta por parte del Estado, de agua de calidad adecuada para garantizar el consumo.

Es escasa la conciencia de que el agua de los aljibes proviene de la atmósfera y se conecta con los ríos y las ciénagas; apenas se empieza a comprender que los residuos sólidos y los vertimientos de aguas residuales sobre el suelo pueden contaminar el acuífero; no se entiende que los efectos negativos de la minería no controlada perturban, además del paisaje, la calidad y los cursos de agua superficial y subterránea. La planeación en materia de agua está casi ausente, los resultados de los estudios no se divulgan, razón por la cual no son tenidos en cuenta a la hora de planear la construcción de nuevas captaciones; la legalidad en el uso de éste recurso es casi un mito.
Pero en el carácter optimista y alegre de los habitantes de El Bajo Cauca antioqueño reside una esperanza, su disposición a aprender y a actuar, se convierten en una oportunidad que podría llevar a esta región, con el apoyo del Estado, a vivir ejerciendo el derecho constitucional a un ambiente sano, garantizando para el agua la condición de Patrimonio.

OFERTA DE AGUA SUBTERRÁNEA

Las dimensiones, condiciones y propiedades hidráulicas de un acuífero determinan el volumen de agua que en él se puede almacenar, la recarga directa que por excedentes de la precipitación se infiltra y alcanza la zona saturada representa un indicador de la renovabilidad de recurso, los flujos regionales naturales entre cuencas y unidades hidrogeológicas alcanzan dimensiones inimaginadas y hacen casi imposible estimar cálculos de reservas. Formalmente la oferta de agua subterránea se ha asimilado con el concepto de caudal explotable y este se remite a un porcentaje de la recarga. La normatividad colombiana, al respecto, estableció mediante Resolución 872 de 2006 que ese caudal explotable se calcularía mediante la fórmula:

QE = a * QN

Dónde:

QE: Caudal Explotable.

a: Coeficiente adimensional que toma valores entre 0,3 y 1,0 de acuerdo con el régimen de explotación establecido por la Autoridad Ambiental competente.

QN: Recarga del acuífero en condiciones naturales y los componentes de recarga artificial cuando ellos son conocidos.

Considerando el valor de recarga correspondiente a la condición hidrológica seca y aplicando un factor de explotación del 0,3, se puede determinar que para El Bajo Cauca antioqueño la oferta de agua subterránea sería de 861'726.664 m^3/año.

DEMANDA DE AGUA SUBTERRÁNEA

De las más de 1.000 captaciones de agua subterránea que se han inventariado en El Bajo Cauca antioqueño, sólo 46 puntos han sido legalizados hasta 2013 por sus usuarios ante la autoridad ambiental, de ellos sólo se registran datos sobre caudal concesionado para 30 captaciones; la suma de esas cifras totalizan 1'792.728,16 m^3 de agua al año. Sin embargo, considerando que más de 100.000 habitantes dependen del agua subterránea, aplicando una dotación de agua por habitante de 178 L/día (CORANTIOQUIA y Universidad Pontificia Bolivariana, 2004), se tendría que la demanda superaría los 7 millones de m^3 al año.

De acuerdo con estas cifras, y teniendo en cuenta la Ecuación para el cáculo del Índice de escasez según resolución 872 de 2006: IE = QC/QE x 100 el Índice de Escasez general para el acuífero libre de El Bajo Cauca antioqueño, sería del orden de 0,2%, correspondiente a una intensidad de presión o calificación de NO SIGNIFICATIVA, es decir que en términos de cantidad el actual régimen de explotación no constituye un riesgo para su La demanda futura, que sobre el recurso hídrico subterráneo se haga en El Bajo Cauca antioqueño, puede evaluarse estableciendo escenarios en función del crecimiento poblacional, lo cual permite tener una aproximación hacia los caudales que serán explotados en los próximos años. Esto brinda la posibilidad de evaluar las distintas circunstancias que puedan presentarse y, con base a ellas, entablar medidas de manejo necesarias en pro de la preservación del recurso para las para las generaciones futuras.

Estimación de la demanda de agua subterránea según la dotación por habitante en El Bajo Cauca antioqueño.

Municipios	Población proyectada a 2013 según DANE			Porcentaje dentro de la cuenca (%)	Población Cuenca	DEMANDA	
	Cabecera	Rural	Total			Dotación 178 L/hab. día	Dotación m3/año
Caucasia	87,225	19,662	106,887	80	85,51	15.220.709	5.555.559
Cáceres	8,189	27,634	35,823	60	16,58	2.951.311	1.077.229
Tarazá	24,702	15,653	40,355	10	1,565	278,623	101,698
El Bagre	25,849	23,065	48,914	1	231	41,056	14,985
Zaragoza	13,685	16,304	29,989	0	0	0	0
Nechí	13,367	11,944	25,311	50	5,972	1.063.016	388,001
Total						19.554.715	7.137.471

disponibilidad futura.
No obstante es de crucial importancia tener en cuenta que la estimación del índice no contempla las condiciones de calidad del acuífero, ni las afectaciones que sobre el flujo subterráneo puedan tener las modificaciones físicas que se hagan al sistema productor, por ejemplo, de las actividades de minería extractiva, las cuales cambian completamente las propiedades hidráulicas de las unidades hidrogeológicas y con ellas la condición de estas como acuífero. Tampoco se tienen en cuenta en este cálculo las perspectivas de escenarios adversos a causa de cambio climático.

Determinación del Índice de Escasez para El Bajo Cauca antioqueño

Índice de Escasez Bajo Cauca	
Caudal explotable (m^3/año)	861'726.664
Caudal concesionado (m^3/año)	1'792.728
Demanda proyectada (m^3/año)	7'137.471
Índice de escasez concesiones	0,2%
Índice de escasez según demanda	0,8%

DE ARRIBA A ABAJO AJIBE, CONSTRUCCIÓN LA GABRIELA, AGUAS BONITAS

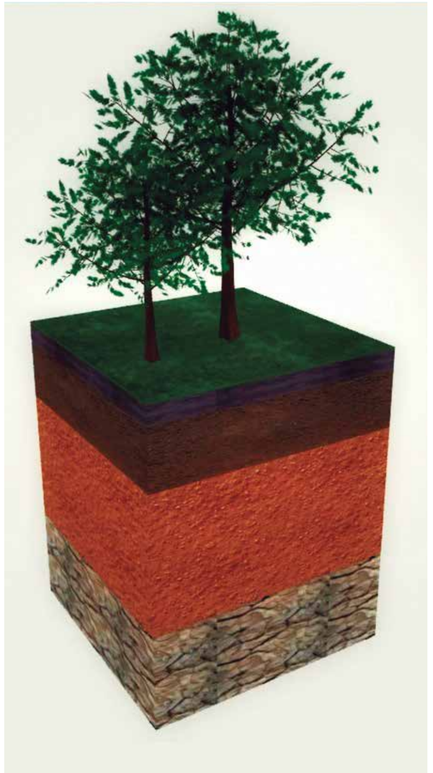
Capítulo 3

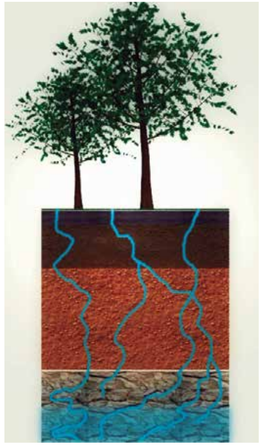
"Y es que el agua, acostumbrada a correr furtivamente debajo de la tierra, al ver un espacio abierto aprieta a huir."
(Fragmento: Ben Raia)

MODELO HIDROGEOLÓGICO

En el Bajo Cauca antioqueño se conjugan condiciones geológicas, geomorfológicas, edafológicas e hidrológicas que favorecen la configuración de un sistema con un acuífero libre y otro confinado. El acuífero libre es la única fuente segura de abastecimiento de agua para consumo doméstico para más de 150.000 personas y, constituye un elemento regulador de caudales de corrientes y cuerpos lénticos, contribuyendo así al sostenimiento de los ecosistemas que en torno a ellos crecen (Betancur., 2008). Como resultado de los estudios de exploración hechos hasta ahora se ha construido una interpretación de los componentes y procesos que intervienen en este sistema hidrogeológico, con una buena caracterización del acuífero libre, y una descripción que en poco trasciende el reconocer su ocurrencia, para el acuífero confinado.

DE IZQUIERDA A DERECHA
MODELOS DE UN ACUÍFERO
(RODRÍGUEZ Y TEJADA)





Un modelo es una representación simplificada de un sistema, una unidad hidrogeológica es una porción de la corteza que se caracteriza por tener propiedades hidráulicas semejantes, según las cuales el agua puede almacenarse y fluir –acuífero-, hacerlo muy lentamente –acuitardo-, permanecer cautiva –acuícludo- o no estar –acuífugo.

El Modelo hidrogeológico conceptual de El Bajo Cauca antioqueño, es el resultado del análisis y reinterpretación de la información obtenida durante tres años – 2003 a 2006- de exploración hidrogeológica realizada en la región por la Universidad de Antioquia, en convenio con la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA y de ocho trabajos de investigación entre tesis de maestría y doctorado que se han realizado en la Universidad. Esta exploración se ha centrado en la región comprendida entre Caucasia - Cáceres, norte de Caucasia y cuenca del río Cacerí.

Un módulo hidrogeológico conceptual está constituido por cinco componentes fundamentales: la distribución de las unidades hidrogeológicas, las áreas, fuentes y magnitud de la recarga, la red de flujo, las propiedades hidráulicas y la calidad del agua.

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

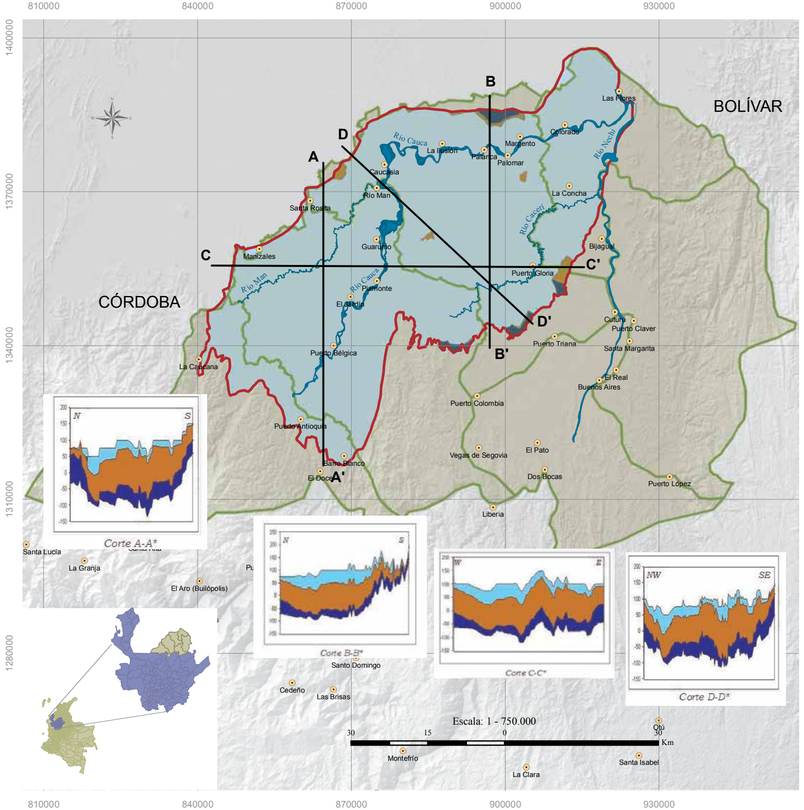
El sistema acuífero del Bajo Cauca antioqueño está conformado por tres unidades hidrogeológicas, un acuífero libre, un acuitardo y un acuífero confinado:

• **Acuífero libre del Bajo Cauca:** En esta unidad se conjugan- cubiertas por una delgada capa de suelo- los depósitos aluviales de los ríos Cauca, Man, Nechí y Cacerí y el saprolito poco consolidado de las rocas sedimentarias del Terciario del Miembro Superior de la Formación Cerrito. Abarca toda la planicie del norte de Antioquia, sus mayores espesores se dan a lo largo de varias franjas longitudinales en sentido N10°-15°E y supera los 90 m en los sectores de El Jardín, Río Man y casco urbano de Caucasia; entre los ríos Man y Cauca la profundidad de esta unidad oscila entre 40 y 90 m, paralelo al curso del río Cacerí y hacia la confluencia de los ríos Nechí y Cauca. Esta unidad tiene también importantes espesores que alcanzan hasta 60 m. El acuífero libre se hace considerablemente menos potente, por debajo incluso de los 10 m hacia el norte y el occidente, en los límites con el departamento de Córdoba y hacia el sur en la vertiente andina.

POZO CONSTRUCCIÓN
EL RECREO

• **Acuitardo:** Esta unidad subyace en toda el área de estudio al acuífero libre, está constituida por el Miembro Medio de la Formación Cerrito. Tiene el carácter de acuitardo, aunque en ella existen varias captaciones desde las cuales se extrae agua para satisfacer demandas domésticas. Desde El Jardín y la vertiente izquierda de la cuenca del río Cacerí siguiendo un eje en sentido SW-NE, los espesores disminuyen desde 100 m hasta que desaparece al norte, donde aflora el miembro inferior de la Formación Cerrito o al sur al intersecar el basamento paleozoico. Los órdenes de magnitud de las profundidades del acuitardo son en general coincidentes con el sentido de los espesores, así en el centro del área se alcanzan 160 m, al norte aproximadamente 20 m y al sur son inferiores a 10 m.

• **Acuífero confinado Panzenú:** esta unidad corresponde al Miembro Inferior de La Formación Cerrito, tiene carácter regional en el Bajo Cauca antioqueño, sus espesores varían entre 10 y más de 100 m, esta unidad poco explorada y explotada podría constituir una importante reserva de agua subterránea para la región; al igual que los espesores, la profundidad de la base del acuífero es incierta llegando a superar seguramente 260 m.



MAPA N° 10

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS EN LA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

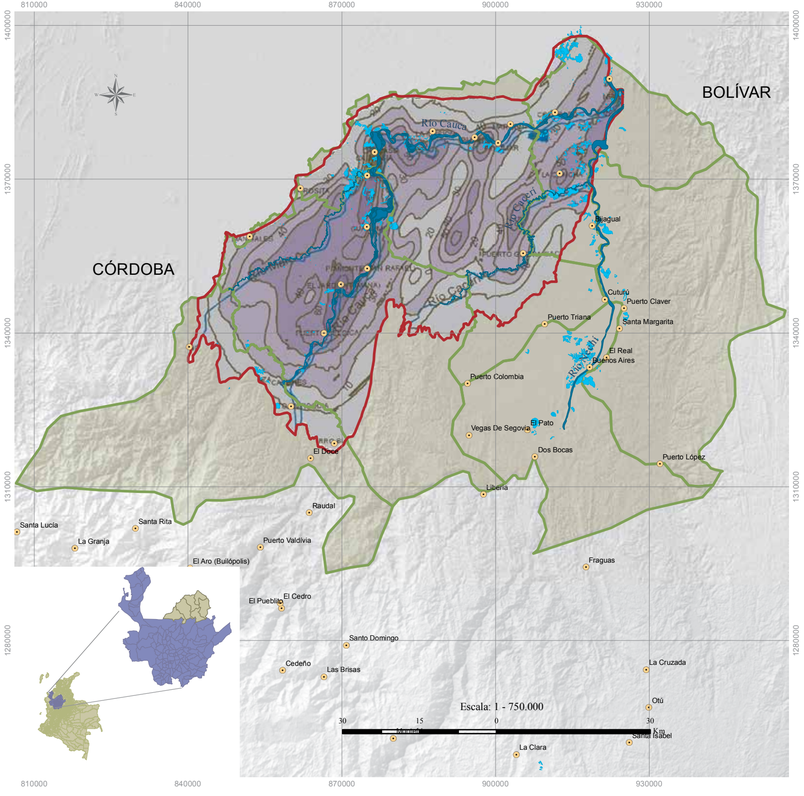
- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

- Acuífero Libre del Bajo Cauca
- Acuitardo
- Acuífero Confinado Panzenú

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 11

ESPESOR DEL ACUÍFERO LIBRE DEL BAJO CAUCA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

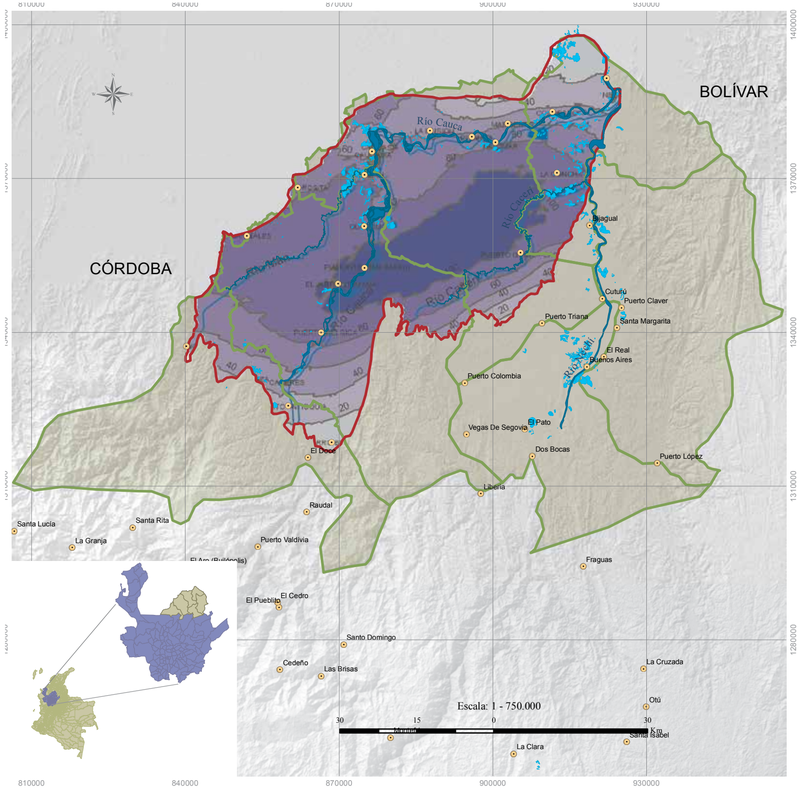
ESPESOR ACUÍFERO LIBRE DEL BAJO CAUCA

Metros

- 0 - 20
- 20,1 - 40
- 40,1 - 60
- 60,1 - 80
- 80,1 - 100
- 100,1 - 120

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 12

ESPESOR DEL ACUITARDO
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

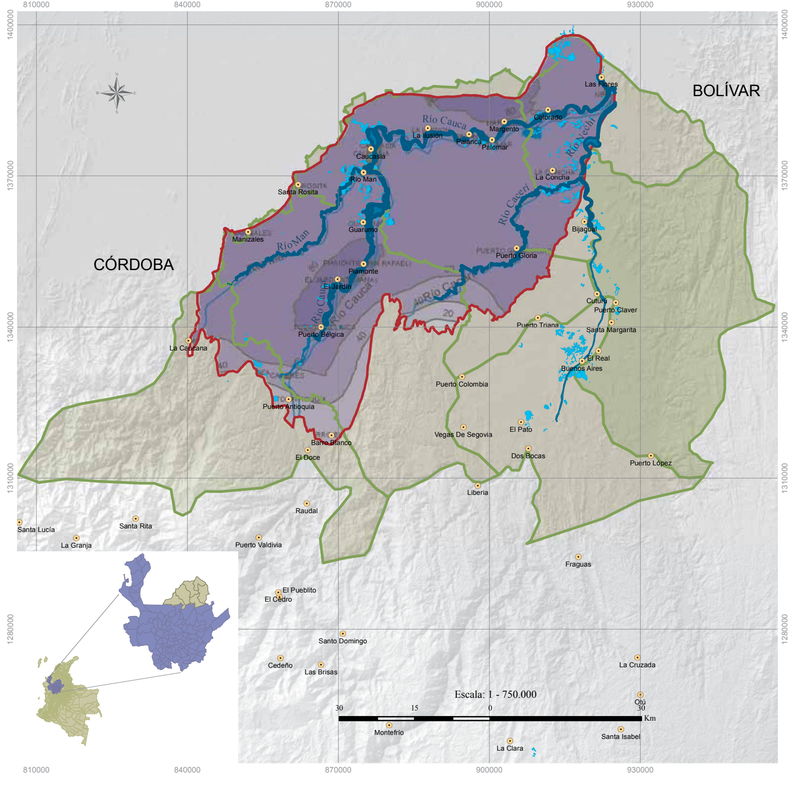
ESPESOR ACUITARDO

Metros

- 0 - 20
- 20,1 - 40
- 40,1 - 60
- 60,1 - 80
- 80,1 - 100
- 100,1 - 120

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 13

ESPESOR ACUÍFERO CONFINADO PANZENÚ
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

ESPESOR ACUÍFERO CONFINADO PANZENÚ

Metros

- 0 - 20
- 20,1 - 40
- 40,1 - 60
- 60,1 - 80
- 80,1 - 100
- 100,1 - 120

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

RECARGA

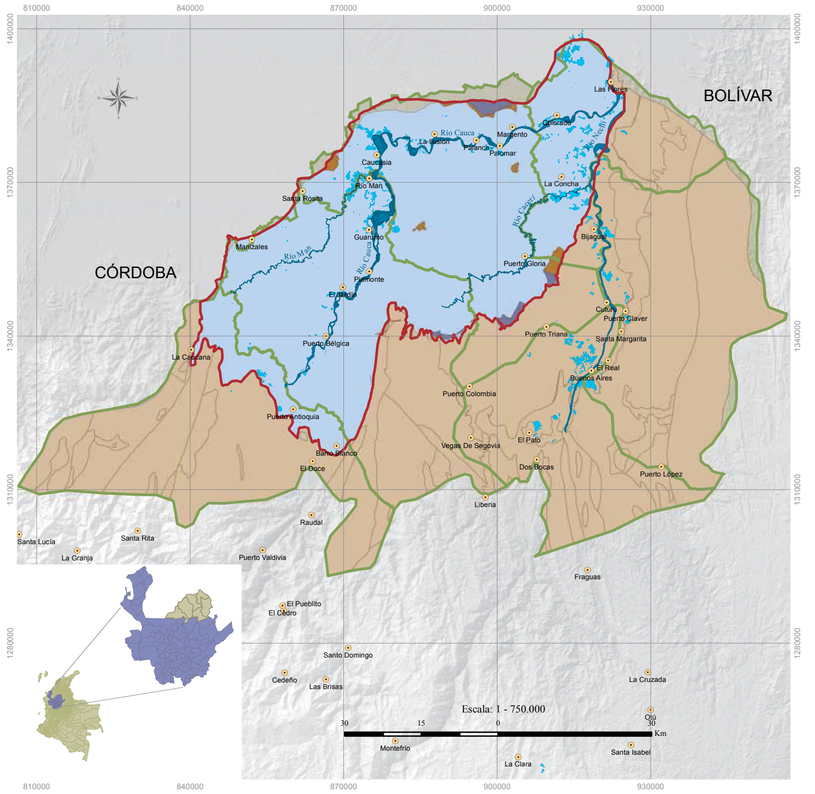
En términos generales, la recarga se puede definir como el proceso por el cual un acuífero se abastece de agua procedente del entorno que lo limita, contribuyendo así a la sustentabilidad del recurso. Dicha agua puede provenir de la infiltración de agua lluvia, de corrientes superficiales, de unidades hidrogeológicas adyacentes o de acciones antrópicas.

DE IZQUIERDA A DERECHA. CIÉNAGA, ESTACIÓN PLUVIOGRÁFICA, CAMPAMENTO LA CIÉNAGA, PANORÁMICA

La distribución espacial de las unidades hidrogeológicas, los atributos geomorfológicos del paisaje, la hidrografía, el tipo de cobertura, las características hidráulicas de los suelos y las condiciones hidrometeorológicas, son todos factores que condicionan la recarga de un sistema acuífero. Para el acuífero libre del Bajo Cauca se identificaron tres fuentes de recarga: i) una recarga distribuida a lo largo y ancho de la planicie, ocasionada por la infiltración directa del agua lluvia, ii) una recarga a través de la interacción hidráulica que existe entre los principales cuerpos de agua superficial como lo son los ríos Cauca y Man y desde algunas ciénagas y jagüeyes, iii) finalmente se daría una recarga lateral indirecta desde la roca metamórfica encajante del sistema regional. Acerca de la procedencia del agua que satura el acuitardo, constituye fuente de agua local para algunos moradores de la región, ésta se daría a través de la conexión vertical con el acuífero libre desde el que se produciría goteo y el acuífero confinado desde la cual podría haber ascensos ocasionados por efecto de flujo pistón. La fuente de recarga para el acuífero confinado Panzenú estaría asociada a áreas distantes localizadas en el piedemonte a alturas entre 300 y 1.000 m.s.n.m., y habrían también algunos aportes verticales por goteo desde el sistema acuitardo. Esta unidad está por explorar para obtener un adecuado modelo de ella.

DE ARRIBA A BAJO.
LECHO DE CIÉNAGA COLOMBIA,
CAÑO UCRANIA

Un balance hídrico por estación de precipitación, insinúa un gradiente ascendente en la magnitud de la recarga desde el noroeste hacia el sureste, mientras que un balance por unidad de suelo, según las asociaciones presentes en el área de estudio, refleja una situación algo diferente, sin embargo en términos generales, si se considera en cualquier caso la relación porcentual entre precipitación promedio y recarga, las magnitudes son equiparables. Los promedios ponderados por unidad de suelo registran una recarga de 1.273 mm para el año medio, 982 mm para el periodo seco y 1.729 mm para un año húmedo. En condiciones hidrológicas, el promedio de los máximos valores de recarga se producen en septiembre y las condiciones críticas mínimas se dan en marzo, durante un año de El Niño entre junio y septiembre hay recarga, pero entre enero y abril cesan los aportes de la precipitación. En un año húmedo durante el periodo junio a octubre se presentan importantes entradas al acuífero. En promedio, para toda la zona de estudio, la recarga constituye el 20% de la precipitación.



MAPA N° 14

DISTRIBUCIÓN DE LA RECARGA
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales
- Recarga Directa Acuífero Confinado Panzenú
- Recarga Directa Acuitardo
- Recarga Directa Acuífero Libre Bajo Cauca
- Recarga Lateral Acuífero Libre Bajo Cauca - Acuífero Confinado Panzenú

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35´ 46,321" Latitud Norte 74° 04´ 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CORANTIOQUIA | ACTÚA

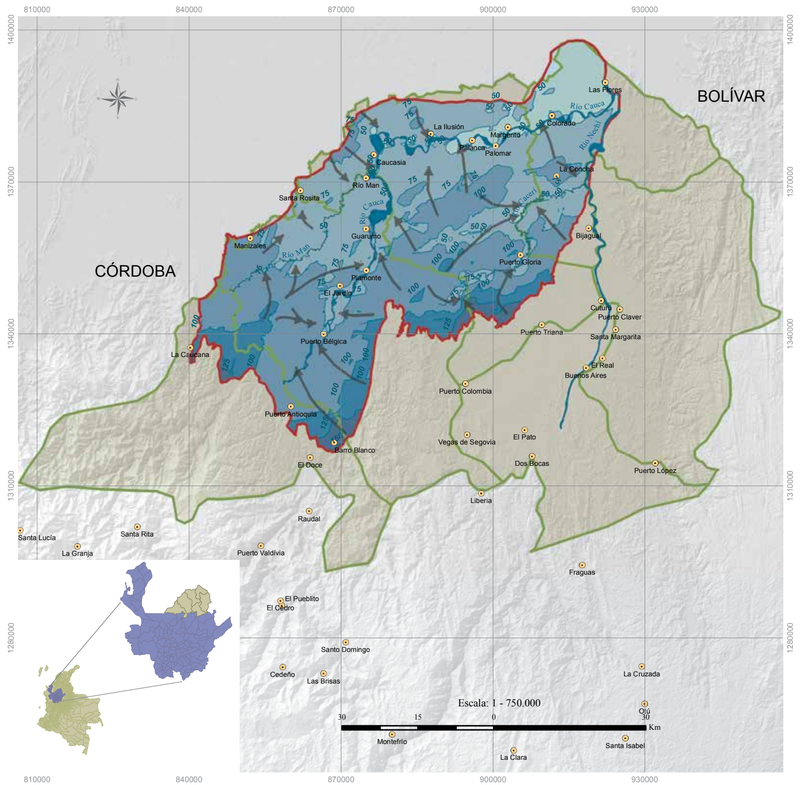
DE IZQUIERDA A DERECHA
ALJIBE TOPÁCIO.
ALJIBE HOYO OSCURO,
ALJIBE

FLUJO SUBTERRÁNEO

En épocas de lluvia el nivel freático se localiza cerca de la superficie y el flujo subterráneo tendría importantes divisorias entre los ríos Man y Cauca y, Cauca y Cacerí, definiéndose áreas donde el agua fluiría desde altos freáticos, localizados entre 90 y 140 m hacia las grandes corrientes superficiales, a las cuales aportaría caudal base. También desde el norte en límites con el departamento de Córdoba el flujo subterráneo se daría hacia el río Cauca. Al occidente, en la vertiente izquierda del río Man, sólo se logra dibujar de manera aproximada un flujo hacia el cauce y tal vez en algunos sitios en sentido opuesto. Durante el verano con un descenso promedio del nivel freático de 5 m con relación al invierno, las divisorias de flujo subterráneo se marcan de forma más definidas.

Este modelo de flujo de agua subterránea pone en evidencia, a escala regional, las áreas de recarga, las zonas de tránsito y los sitios de descarga. Es claro que desde la roca metamórfica que constituye el basamento del acuífero ingresa agua al sistema. Además la composición química del agua almacenada a más de 20 m de profundidad pone en manifiesto que su procedencia está asociada al paso por la roca encajante y más contundente aún, la composición isotópica del agua subterránea más profunda es la misma que la de la lluvia que precipita a alturas entre 300 y 1.000 m.s.n.m.

Un modelo numérico de flujo, diseñado a partir del modelo conceptual, muestra de manera clara las interacciones y movimientos horizontales y verticales del agua en todas las unidades hidrogeológicas del acuífero.



MAPA N°15

SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA Y DIRECCIONES DE FLUJO EN VERANO
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

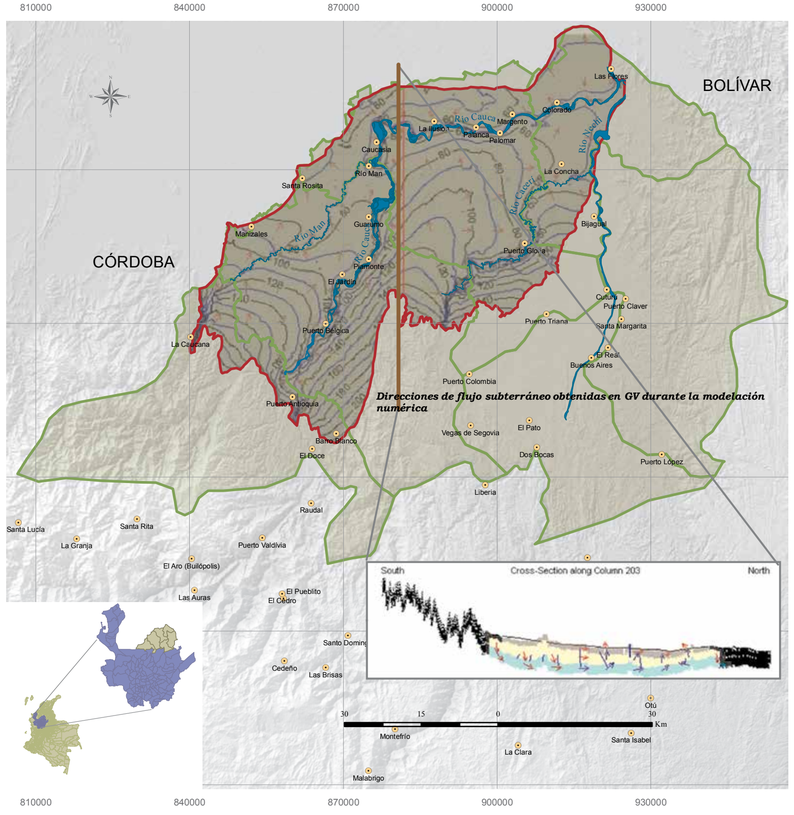
- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA VERANO
m.s.n.m.

- 28,5 - 50
- 50,1 - 75
- 75,1 - 100
- 100,1 - 125
- 125,1 - 150
- 150,1 - 175
- 175,1 - 180,4
- Dirección Flujo_Invierno

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N°16

DIRECCIONES DE FLUJO SUBTERRÁNEO OBTENIDAS EN GV, MODELACIÓN NUMÉRICA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Limite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

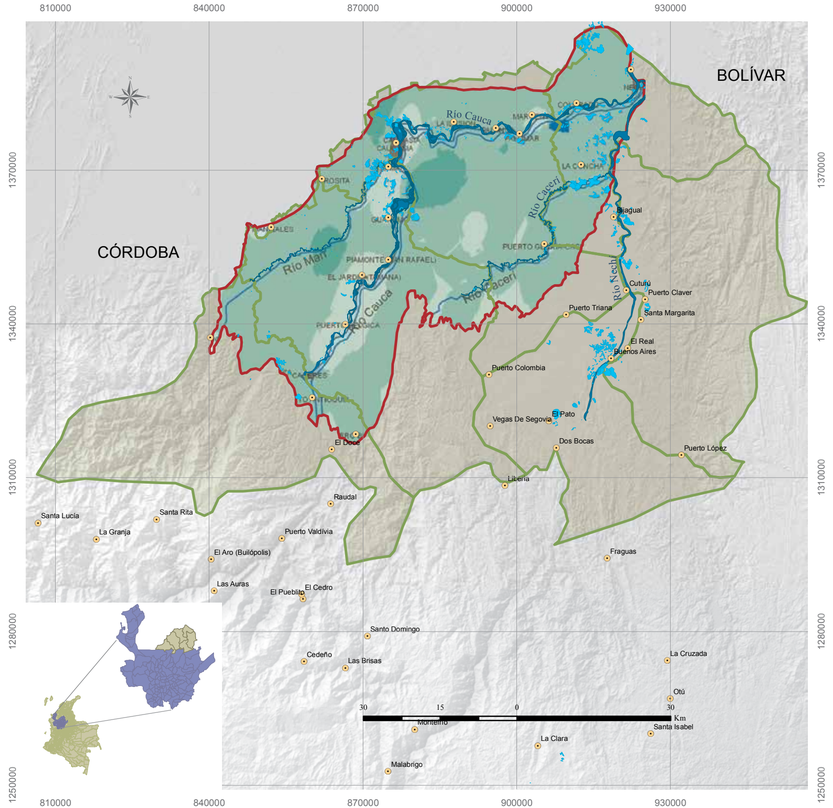
Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

PROPIEDADES HIDRÁULICAS

No se conoce, porque no se ha podido realizar una adecuada caracterización de las condiciones de propiedades hidráulicas del acuífero libre del Bajo Cauca. A partir de una serie de datos de conductividad hidráulica para esta unidad hidrogeológica, obtenidos mediante la realización de una serie de pruebas de bombeo realizadas con muchas limitaciones técnicas se logra el modelo de distribución espacial de este parámetro según el cual el valor predominante para éste alcanza sólo el intervalo entre 1 y 2 m/día con zonas en las que se llega a 3 m/día.

La conductividad hidráulica del acuitardo es máxima de 1 m/día y no se conocen las condiciones en este sentido del acuífero confinado Panzenú, sin embargo dada su condición litológica y textural, con presencia de capas de arenisca y conglomerado, se espera en él condiciones hidráulicas de un buen acuífero, y así, de importantes reservas en términos de cantidad y agua de buena calidad.

DE IZQUIERDA A DERECHA
PRUEBAS DE BOMBEO 1-2-3-4



MAPA N°17

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRAÚLICA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Limite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

CONDUCTIVIDAD HIDRAÚLICA, K

m/día

- Menor de 1
- 1.1 - 2
- 2.1 - 3.5

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

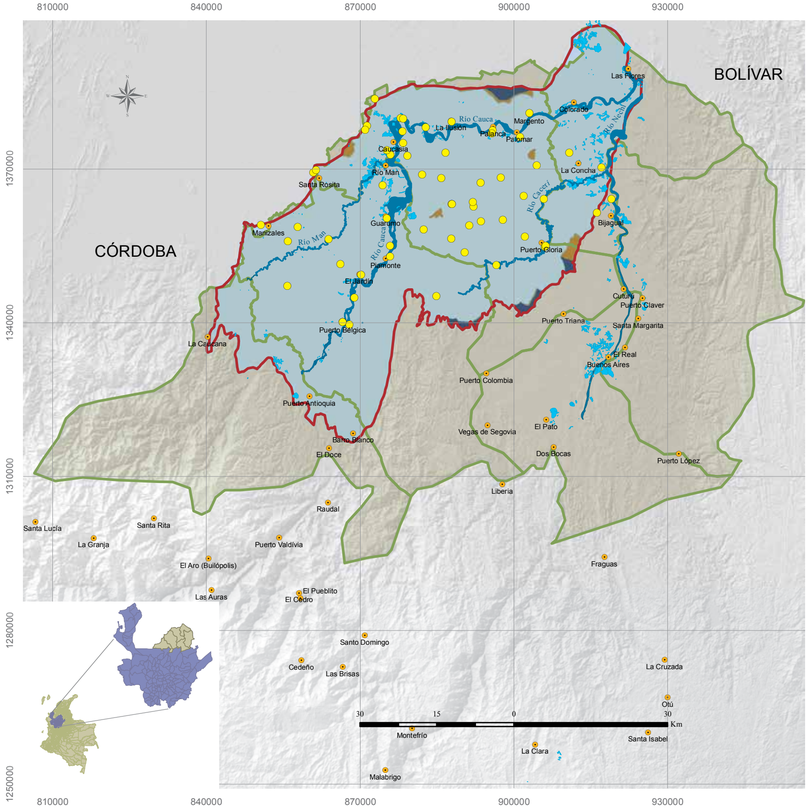
Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA · CORANTIOQUIA · ACTÚA

CALIDAD DEL AGUA

El concepto de calidad se refiere a la denominada "calidad natural". Sin embargo, el término calidad hace alusión a la composición y características del agua bajo el punto de vista del uso o aplicación de la misma. Las características fisicoquímicas del agua subterránea dependen en gran medida de su evolución, la cual a su vez está relacionada con los minerales presentes en el sistema acuífero y las condiciones de recarga. Debido a la diversidad de materiales existentes y de procesos fisicoquímicos que pueden darse en un sistema acuífero, algunas fuentes de agua subterránea pueden no ser aptas para determinado uso, aunque no hayan sufrido alteración por contaminación; generalmente, se presentan problemas como dureza, altas concentraciones de hierro que confieren olor y sabor, salinidades considerables y presencia de compuestos que pueden ser tóxicos como el arsénico. También es normal encontrar microorganismos en las aguas subterráneas, como consecuencia de su abundante presencia en el ambiente incluyendo la sub-superficie.

En El Bajo Cauca se realizaron, para varios sitios, análisis de parámetros de calidad del agua subterránea almacenada en el Acuífero Libre del Bajo Cauca según la Resolución 2115 del 22 de junio de 2007 sobre calidad del agua para consumo humano. Los resultados de estos análisis muestran que un 2% de las captaciones está por fuera de los rangos establecidos para el mercurio y sólidos totales, el 3% no cumplen el criterio de alcalinidad ni de calcio disuelto, el 22 % el de nitratos y el 5 % el de hierro total, la DQO registra un 6,2 % de las muestras por fuera del rango permitido para ese parámetro, el 40,6 % de puntos exceden el valor máximo permitido para la turbiedad, y el 72 % de las muestras superan el valor admisible de pH. En todos los casos en que se realizó análisis de coliformes totales estos se encontraron presentes, situación no deseada en agua para consumo humano.



MAPA N° 18

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CAPTACIONES CON ANÁLISIS DE CALIDAD SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

- Acuífero Libre del Bajo Cauca
- Acuitardo
- Acuífero Confinado Panzenú
- Captaciones con Análisis de Calidad

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

CORANTIOQUIA | ACTÚA

DE IZQUIERDA A DERECHA
MUESTREO ISOTÓPICO,
MUESTREO ISOTÓPICO
PIEZOMETRO

HIDROGEOQUÍMICA E HIDROLOGÍA ISOTÓPICA – VALIDACIÓN DE LA HIDROGEOLOGÍA

La utilización de la química en los estudios hidrogeológicos se fundamenta en el postulado según el cual, la composición química del agua subterránea es el resultado combinado de la composición del agua que ingresa al acuífero y sus reacciones con los minerales presentes en la roca a través de la cual circula y en contacto con la que ha estado almacenada o, con sustancias contaminantes que afectan su calidad.

Partiendo de que la composición química del agua subterránea obedece a las características de las fuentes de recarga y de los materiales (rocas y depósitos no consolidados) a través de los cuales ha circulado o ha estado almacenada, sus características permiten entender su historia en el Bajo Cauca. De manera general, las aguas subterráneas empiezan siendo, según la concentración de aniones (iones -), bicarbonatadas, sulfatadas y finalmente cloruradas y, de acuerdo con los cationes (iones +), cálcicas, magnésicas y después sódicas.

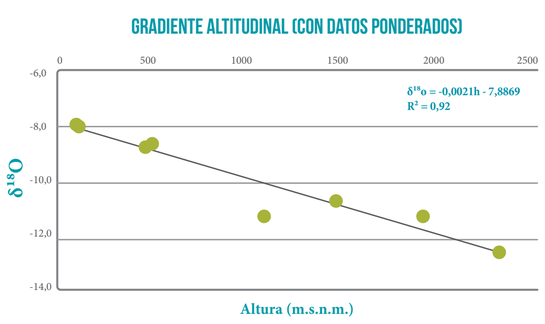
La presencia de aguas poco evolucionadas correspondientes a las facies bicarbonatada cálcica a bicarbonatada mixta, está asociada a aguas de corta circulación muy someras producto de la recarga por infiltración del agua lluvia. Las manifestaciones puntuales de aguas sulfatadas, debe obedecer a la presencia de mineralizaciones de sulfuros en la región y los eventos de aguas cloruradas estarían asociados a fuentes de contaminación antrópica.

La utilización de isótopos ambientales en hidrogeología constituye una potente iniciativa metodológica para ajustar y verificar modelos conceptuales. El principio de la utilización de las técnicas isotópicas en sistemas acuíferos se fundamenta en el hecho de que el agua subterránea puede tener diferentes composiciones isotópicas de acuerdo con su ambiente de recarga. La relación de isótopos entre aguas superficiales y subterráneas, la similitud en la composición entre las aguas de precipitación y las tomadas del acuífero, la relación altitudinal y la semejanza entre aguas provenientes de formaciones vecinas, permiten interpretar el fenómeno de la recarga, determinar patrones de flujo regional y confirmar la distribución de las unidades hidroestratigráficas (Fritz y Clarck, 1997).

EVOLUCIÓN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN SOLUBILIDAD Y TIEMPO EN EL ACUÍFERO.

Para El Bajo Cauca se alcanzan a apreciar variaciones químicas entre las unidades hidrogeológicas, estas diferencias en la composición química evidencian que existen diferentes facies asociadas a aguas de distintas fuentes o con una evolución diferente. Estas variaciones muestran además que el acuífero libre no es un sistema homogéneo sino que sus facies (bicarbonatada sódica y mixta) están relacionadas con la profundidad lo que revela una estratificación del agua en esta unidad. A profundidades mayores a 50 m se hallan facies empobrecidas isotópicamente en relación con las aguas subterráneas de niveles más superficiales o las que están asociadas a los depósitos aluviales del río Cauca y, su marca isotópica es cercana a la de las lluvias que se producen entre unos 300 y 1000 m de altura, por lo que es válido pensar que a esa altura y a través del sistema metamórfico fracturado, de edad Paleozoica, se estaría produciendo recarga lateral.

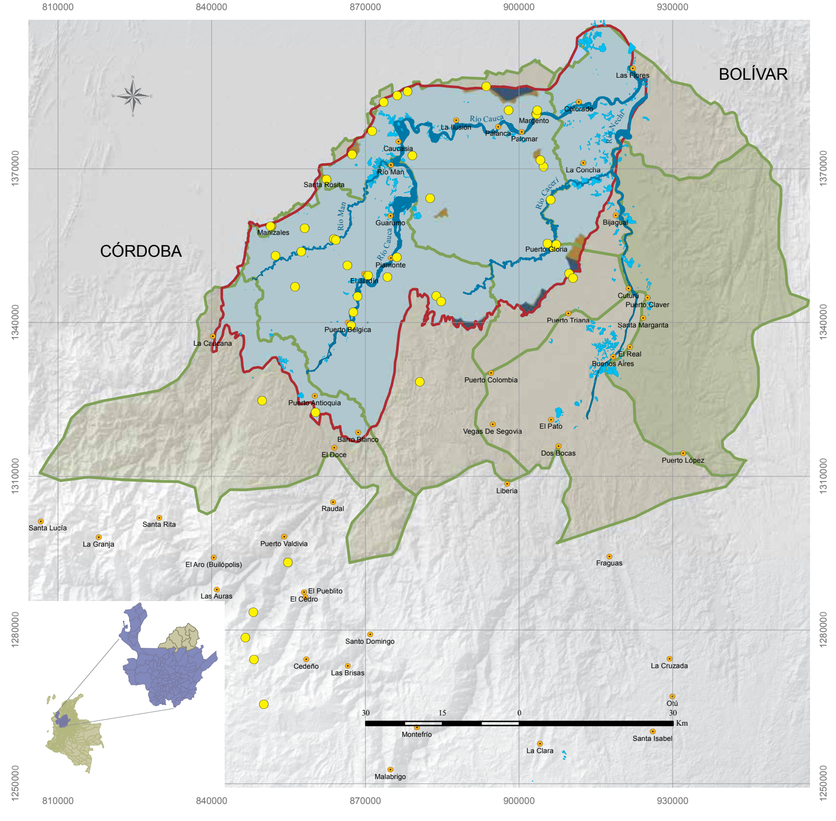
El acuífero confinado Panzenú posee aguas más evolucionadas, con un mayor tiempo de residencia, no registra, al menos en el centro de la zona de interés hidrogeológico, agua proveniente de recarga actual; en relación con el agua del acuitardo, la caracterización isotópica supone una recarga producida hace varios años y hace posible plantear una hipótesis sobre el flujo desde el acuífero confinado Panzenú.



	SRP-01	SRP-02	SRP-03	SRP-04	SRP-05	SRP-06	SRP-07	SRP-08
$\delta^{18}o$	-12,6	-11,3	-10,8	-11,3	-8,8	-8,7	-7,9	-7,9
Cota	2300	1900	1450	1075	450	480	100	90

Mediante la caracterización isotópica se confirma que el acuífero libre, al menos en sus niveles someros, está siendo recargado por infiltración directa a partir de la lluvia que precipita en la planicie del Bajo Cauca. Hay indicios, insinuados ya desde los balances hídricos, de que esta recarga se produciría principalmente entre los meses de julio, agosto y septiembre.

La composición del agua superficial, en especial en los ríos Man y Cacerí con relación a la de las aguas del acuífero libre en ambientes someros, sugiere la conexión según la cual el medio subterráneo aporta agua a las corrientes superficiales, la información isotópica valida esta situación para el río Cacerí.



MAPA N° 19

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RED DE MONITOREO HIDROGEOQUÍMICO E ISOTÓPICO SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

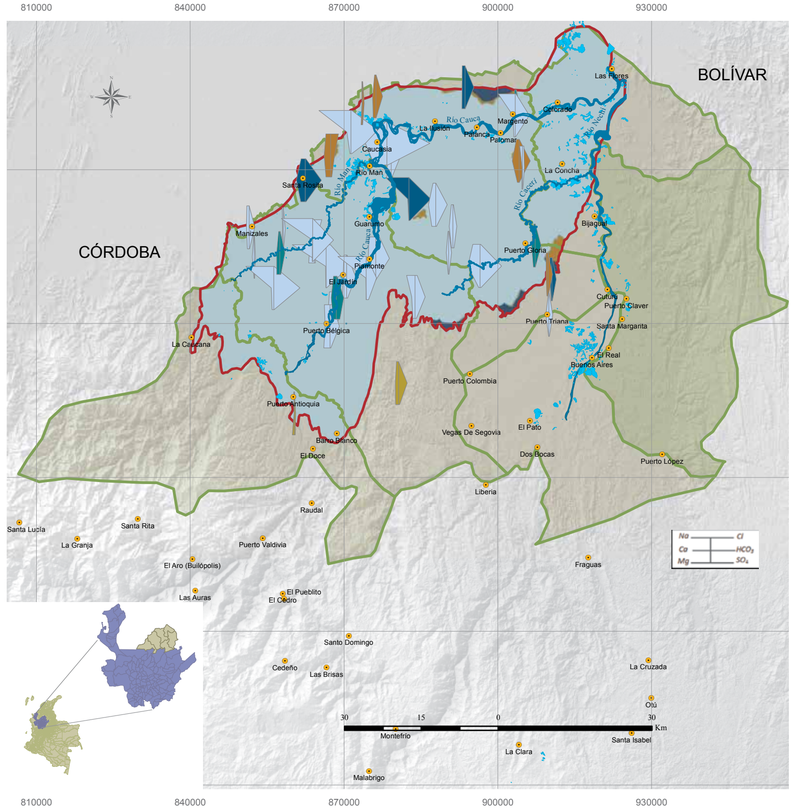
- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

- Acuífero Libre del Bajo Cauca
- Acuitardo
- Acuífero Confinado Panzenú
- Red de Monitoreo Hidrogeoquímico e Isotópico

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 20

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE FACIES HIDROGEOQUÍMICAS PARA VERANO SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Complejo de Humedales

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

- Acuífero Libre del Bajo Cauca
- Acuitardo
- Acuífero Confinado Panzenú

Diagrama de Stiff

- Acuífero Libre del Bajo Cauca
- Acuitardo
- Acuífero Confinado Panzenú
- Superficial
- Unidad Paleozoica

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

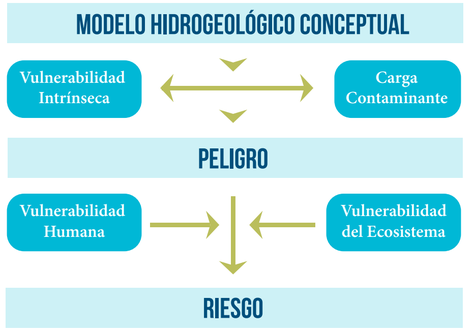
Capítulo 4

"Permanentes frescuras manantiales
Que en mi mano convoca
En sus hondos estados primordiales:
¡Nada más! Agua y roca:
Ni cielo ni mirada, Ni luz ni boca
Ningún tropiezo espumas le origina
Ni voces le derrama...
¡Que gracia circular! ¡Que fría mina!
De aguas sin río y brama,
Sin corriente, sin márgenes, sin grama.
(Fragmento: Pozo mío de Miguel Hernández, 1910-1942)

EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas hace referencia a la probabilidad de que una población resulte adversamente afectada por consumir agua del subsuelo que no tenga las condiciones de calidad adecuadas. El Riesgo de contaminación tiene que ver con la Vulnerabilidad Intrínseca del sistema acuífero, con la presencia de una carga contaminante (Amenaza) y con la Vulnerabilidad humana. De la relación entre Vulnerabilidad Intrínseca y Carga Contamínate se evalúa el Peligro, con este y la Vulnerabilidad humana se calcula el Riesgo.

Diagrama para la evaluación del Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas.

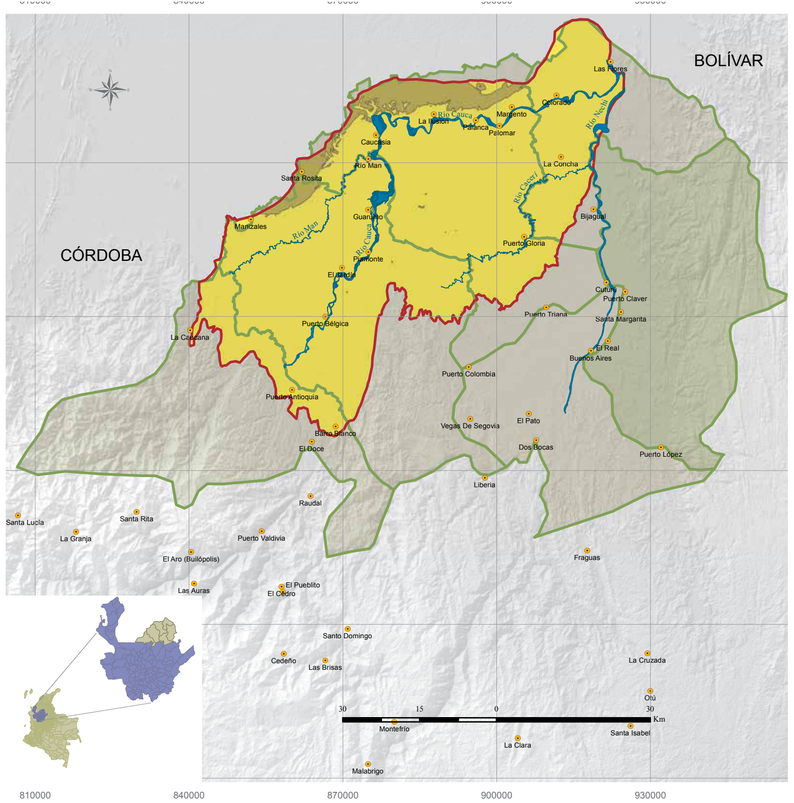


DE ARRIBA A ABAJO
PANORÁMICAS,
POZO,
CIÉNAGA SECA

VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

La metodología DRASTIC para evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca, considera que esta depende de siete factores propios del medio: la profundidad (**D**epth del nivel freático), la **R**ecarga, las condiciones litológicas del **A**cuífero, las propiedades texturales del **S**uelo, la **T**opografía, el **I**mpacto de la zona vadosa y la **C**onductividad hidráulica. Después de aplicar y comparar varios métodos de evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca, se comprobó que el que mejor se ajusta a las condiciones del acuífero libre del Bajo Cauca es el DRASTIC

En el Bajo Cauca antioqueño, según el método DRASTIC, predominan condiciones de vulnerabilidad calificadas en un grado moderado, y en algunas zonas -al noroeste- con vulnerabilidad baja.



MAPA N° 21

VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DEL ACUÍFERO LIBRE DEL BAJO CAUCA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Limite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

GRADO DE VULNERABILIDAD

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA | CORANTIOQUIA | ACTÚA

CARGA CONTAMINANTE

La preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas es más relevante en los acuíferos no confinados o libres, sobre todo en los lugares donde la zona no saturada es delgada y el nivel freático poco profundo. Entendiendo la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de alguna acción o circunstancia que pueda afectar negativamente al acuífero limitando o disminuyendo la disponibilidad del agua en él almacenada, se deben considerar los casos en los que pueda verse afectada la cantidad y la calidad del recurso, ello involucra aspectos antrópicos y naturales.

Dentro de las amenazas antrópicas se consideran causas asociadas al desarrollo urbano, la producción agrícola, la producción pecuaria, la actividad industrial, la extracción minera y los accidentes ambientales. En el Bajo Cauca salvo la actividad industrial todas las demás están presentes como amenaza sobre la calidad del recurso hídrico subterráneo.

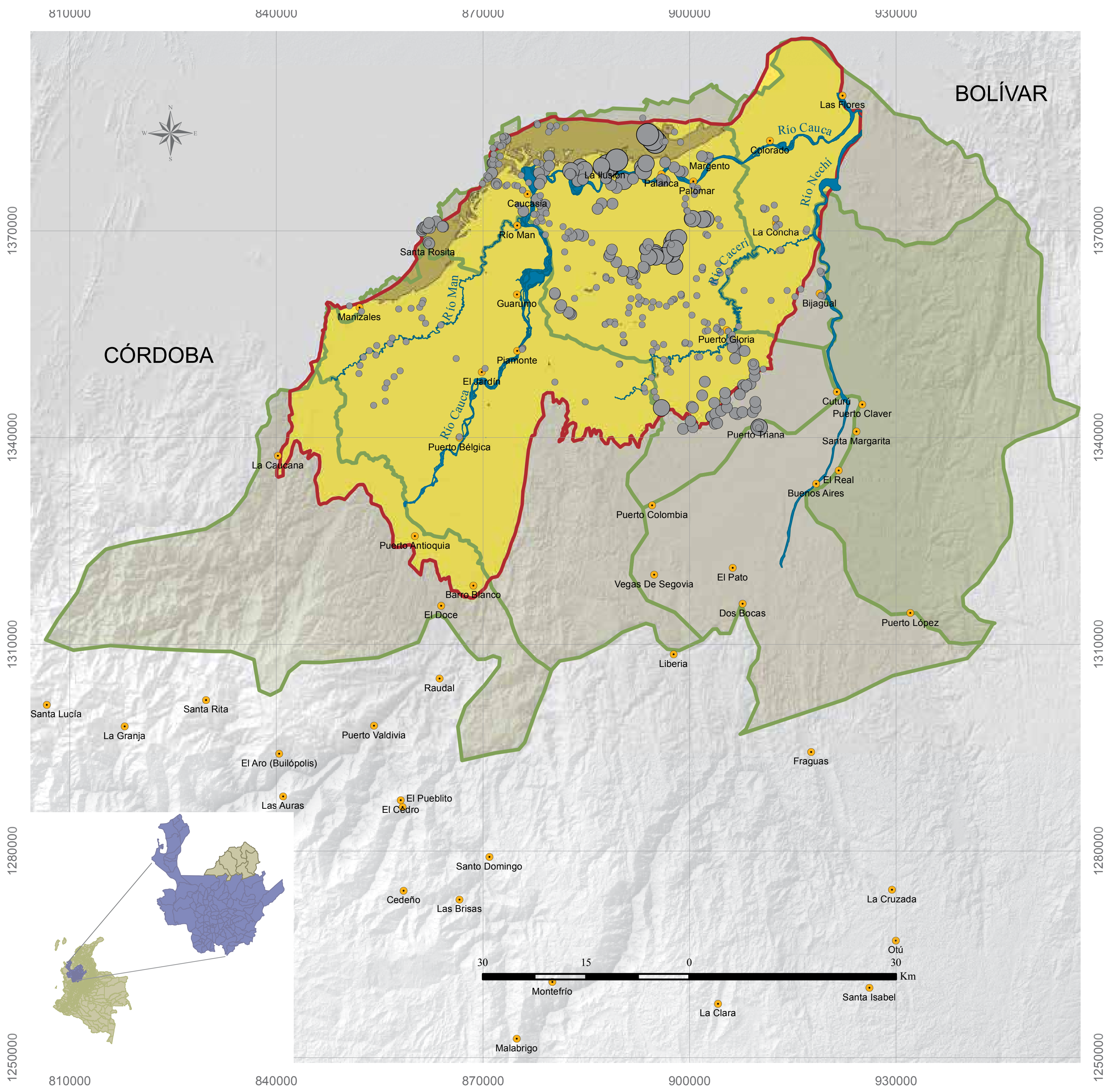
Asociado al desarrollo urbano se dan una serie de actividades que generan potenciales cargas contaminantes al acuífero, entre estas se cuentan la inadecuada disposición de aguas residuales, residuos orgánicos, sólidos y residuos peligrosos, también se producen amenazas sobre el acuífero a partir del almacenamiento de combustibles, los sumideros de carreteras y los cementerios.

La contaminación por la actividad agrícola está relacionada con el tipo de cultivos y la manera como se realizan estos en la subregión, mediante agricultura extensiva o como cultivos de pancoger, en ambas circunstancias se suelen aplicar plaguicidas, fertilizantes o regar con aguas residuales; el riego se puede hacer por aspersión o por irrigación.

La actividad pecuaria comprende las clases ganadera, avícola, piscícola y porcícola. La ganadería puede ser extensiva, o de pocas cabezas; y las actividades avícolas y porcícola pueden corresponder a un propósito comercial o a un quehacer familiar. En todos los casos los excrementos pueden ser usados como abono. La ganadería ocasiona efluentes al suelo y de allí al acuífero.

La minería en sus diferentes tipos y procesos genera una serie de contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos que van al suelo o directamente a las aguas superficiales, y luego, son llevados a las aguas subterráneas, ya sea por infiltración de lixiviados o directamente por el intercambio con las corrientes superficiales. La explotación a cielo abierto demanda grandes cantidades de agua y la utilización de sustancias químicas para la separación de otros materiales. Entre estas sustancias está el mercurio y el cianuro.

Los accidentes ambientales pueden ocasionarse por derrames asociados a posibles accidentes en carreteras de vehículos que transportan combustibles o por atentados o rompimiento de los oleoductos que pasan por la subregión y también por la presencia de animales, tanto vivos como muertos, en el interior de las captaciones de aguas subterráneas y la presencia de materiales extraños como palos, latas de zinc, entre otros. Otro aspecto a considerar dentro de esta clase sería el sacrificio y posterior entierro de animales enfermos, los cuales no son incinerados debido a la falta de infraestructura que permita el manejo adecuado de estos casos dentro de la subregión.



MAPA N° 22

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ACTIVIDADES DE DESARROLLO ASOCIADOS A AGUAS RESIDUALES SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

GRADO DE VULNERABILIDAD

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

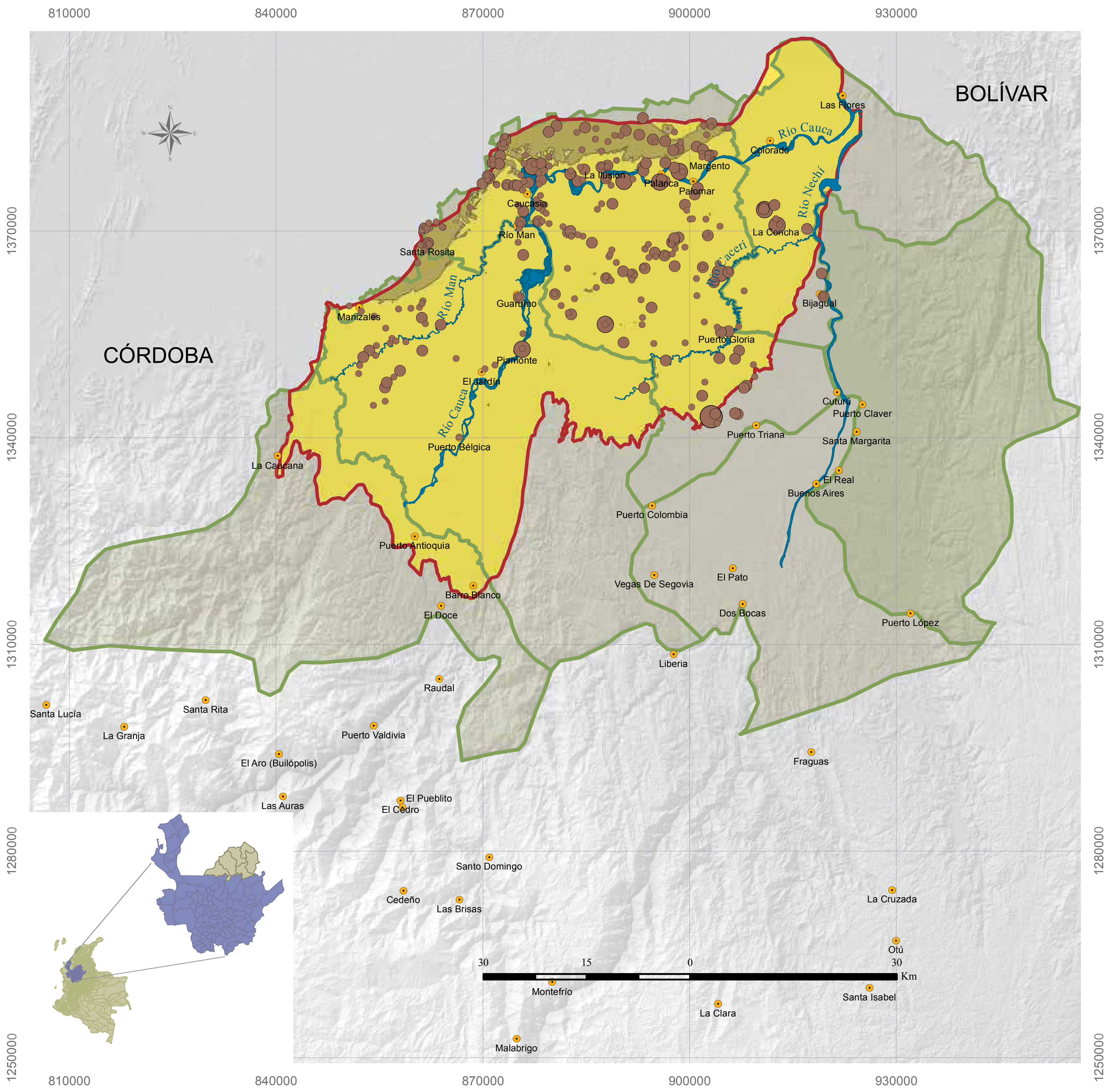
FUENTE DE CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES (# de fuente)

- 1
- 2
- 3
- 4

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35’ 46,321" Latitud Norte 74° 04’ 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CORANTIOQUIA ACTÚA



MAPA N° 23

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ACTIVIDADES DE DESARROLLO ASOCIADOS A RESIDUOS SÓLIDOS SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

GRADO DE VULNERABILIDAD

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

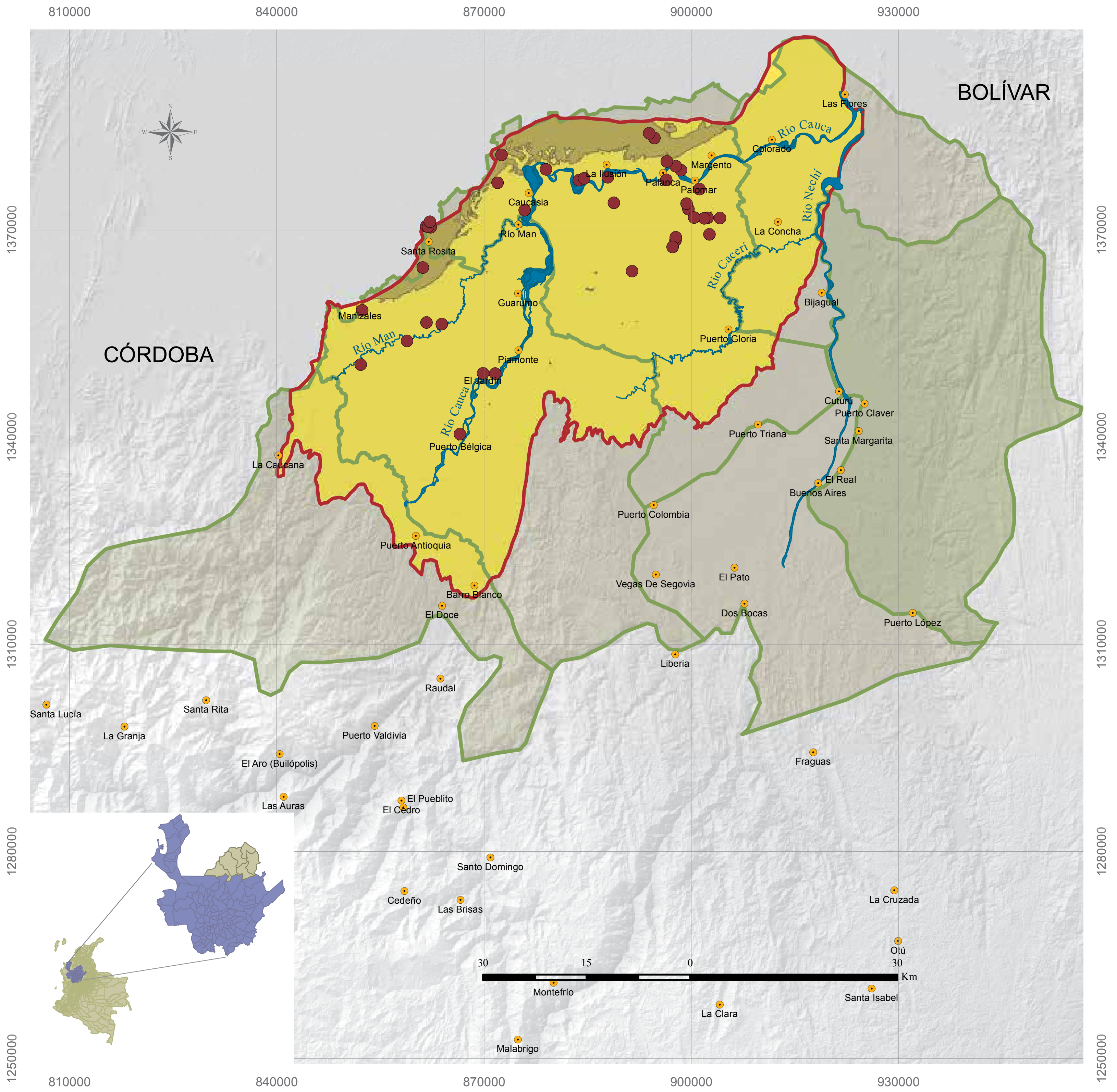
FUENTE DE CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS (# de fuente)

- 1
- 2
- 3
- 4

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35’ 46,321" Latitud Norte 74° 04’ 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CORANTIOQUIA ACTÚA



MAPA N° 24

MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ACTIVIDAD MINERA SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados

GRADO DE VULNERABILIDAD

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

FUENTE DE CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDAD MINERA (# de fuente)

- 1

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Betancur, 2008
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CORANTIOQUIA ACTÚA

DE IZQUIERDA A DERECHA CONTAMINACIÓN PUERTO COLOMBIA, POBLACIÓN

VULNERABILIDAD HUMANA

Asumiendo la Vulnerabilidad Humana como la susceptibilidad del hombre a ser adversamente afectado por consumir o usar agua con condiciones de calidad no aptas, de acuerdo con la metodología propuesta por Montoya y Gaviria (2011), la Vulnerabilidad Humana depende de tres factores principales: Exposición, Fragilidad Socioeconómica y Falta de Resiliencia.

La Exposición está directamente relacionada con la densidad de población dependiente del recurso hídrico subterráneo que puede verse afectada si el acuífero está contaminado. La Fragilidad Socioeconómica se estima a partir de las variables: cobertura en el servicio de acueducto, el nivel de educación, el nivel de ingresos, la cobertura en salud y la cultura del agua. La Falta de Resiliencia se evalúa mediante las variables: ordenamiento, educación ambiental, prevención, fuentes alternas de abastecimiento y organización social, y está relacionada con la capacidad de respuesta y recuperación de la población ante la contaminación de las aguas subterráneas.

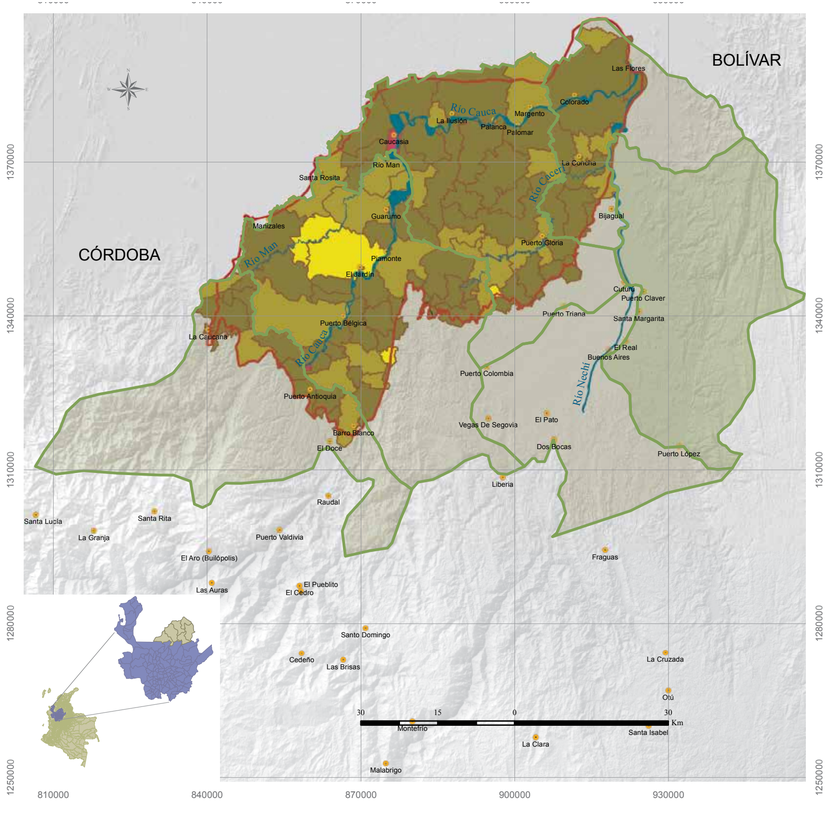
En el Bajo Cauca antioqueño, se ha evaluado la Vulnerabilidad Humana a escala veredal.

Siendo la densidad de población, en el área rural de los municipios del Bajo Cauca, baja, la exposición se categoriza predominantemente entre las clases muy baja a baja; los valores de exposición extremos que se detectan en las cabeceras municipales de Cáceres y Caucasia, que representan la concentración de aglomerados urbanos.

Las condiciones socioeconómicas de la población asentada sobre el acuífero libre son muy críticas y esto los hace más vulnerables a verse afectadas por eventos de contaminación del acuífero.

El factor Resiliencia, es crítico, las actuales condiciones del territorio y sus habitantes no les posibilitan una capacidad de respuesta o adaptación fácil ante situaciones adversas en términos de abastecimiento y consumo de agua.

La Vulnerabilidad Humana en el territorio abarca condiciones moderada, alta y extrema en el casco urbano de Cáceres.



MAPA N° 25

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA EXPOSICIÓN SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

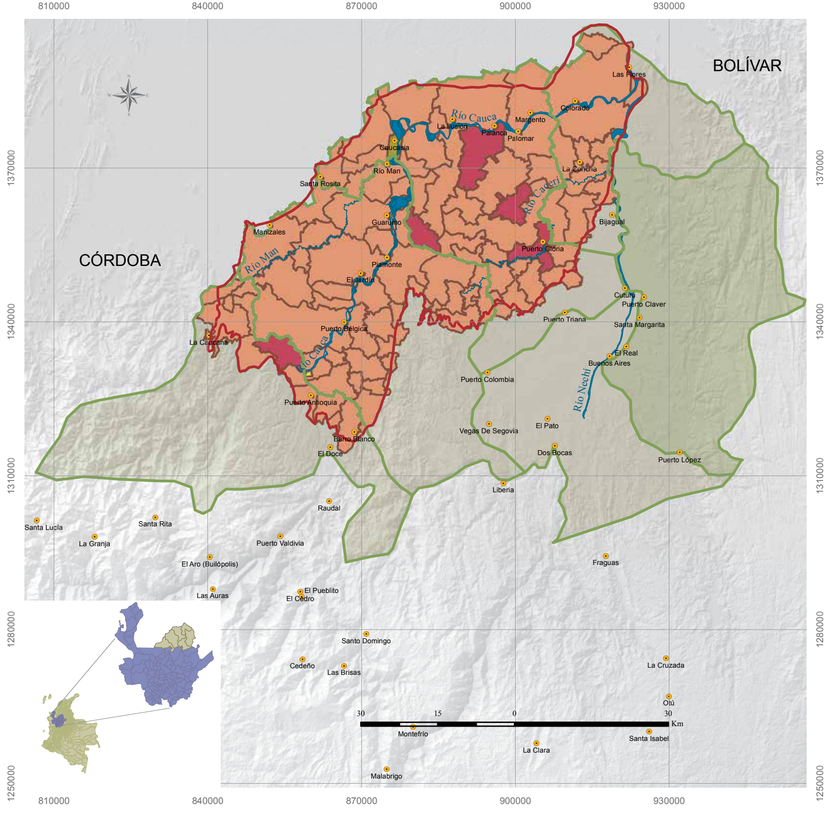
- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

EXPOSICIÓN

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia. Universidad de Antioquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 26

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA FRAGILIDAD SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

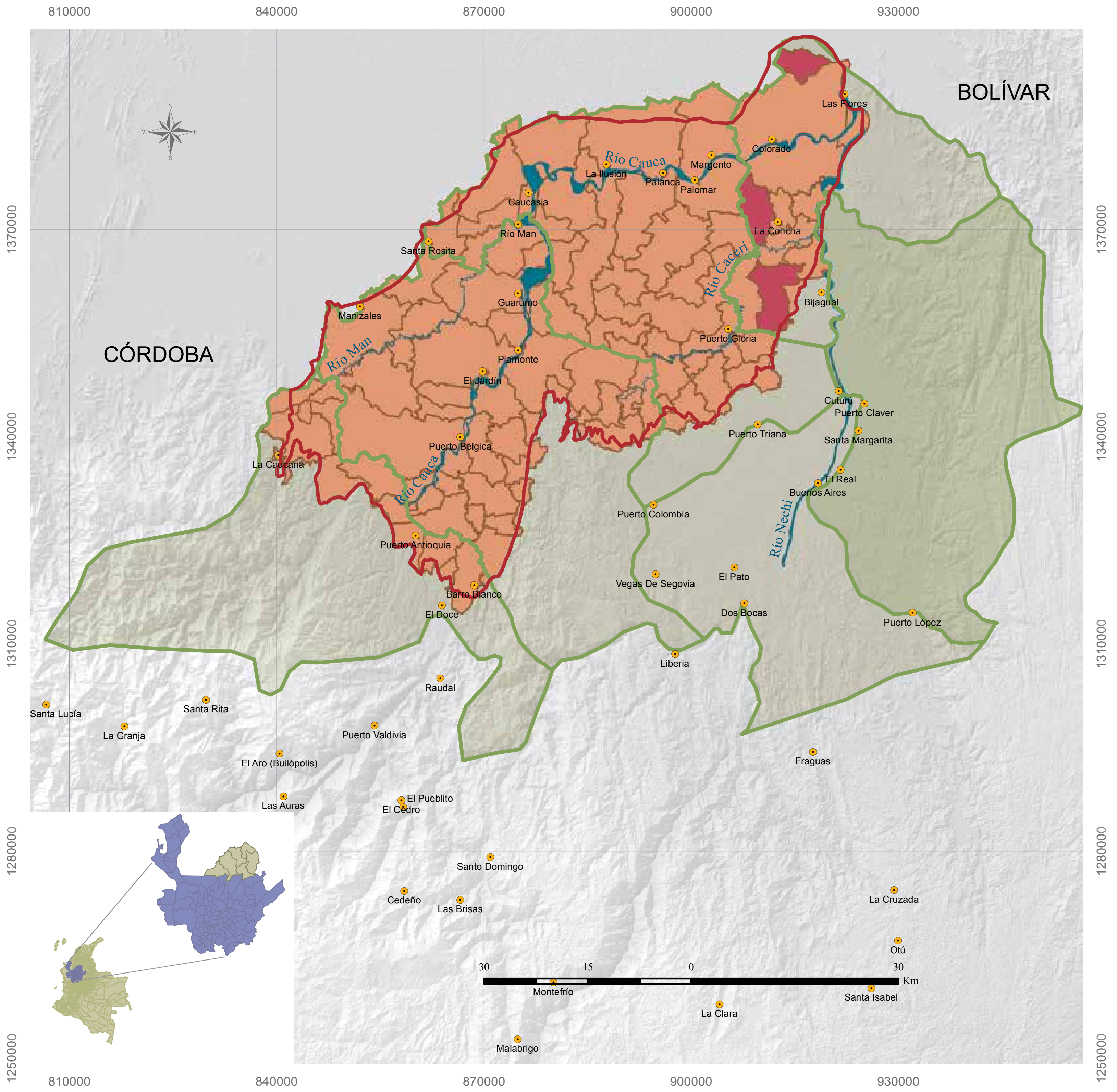
- Área de Interés Hidrogeológico
- Limite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

FRAGILIDAD

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia. Universidad de Antioquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 27

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL
DE LA FALTA DE LA RESILIENCIA
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

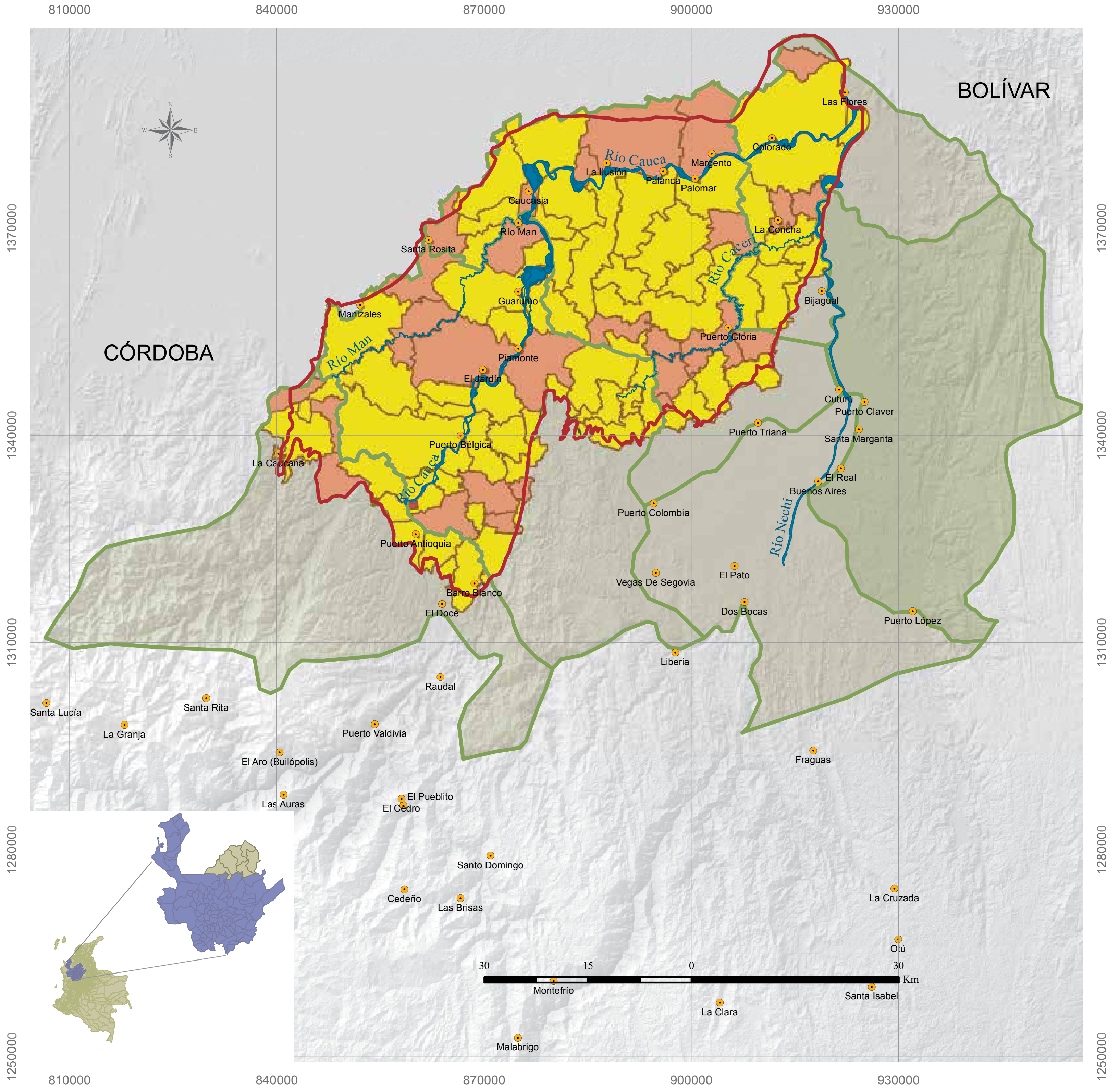
FALTA DE RESILIENCIA

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantióquia. Universidad de Antióquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CORANTIOQUIA
ACTÚA



MAPA N° 28

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL
DE LA VULNERABILIDAD HUMANA
SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

VULNERABILIDAD HUMANA

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Extrema

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

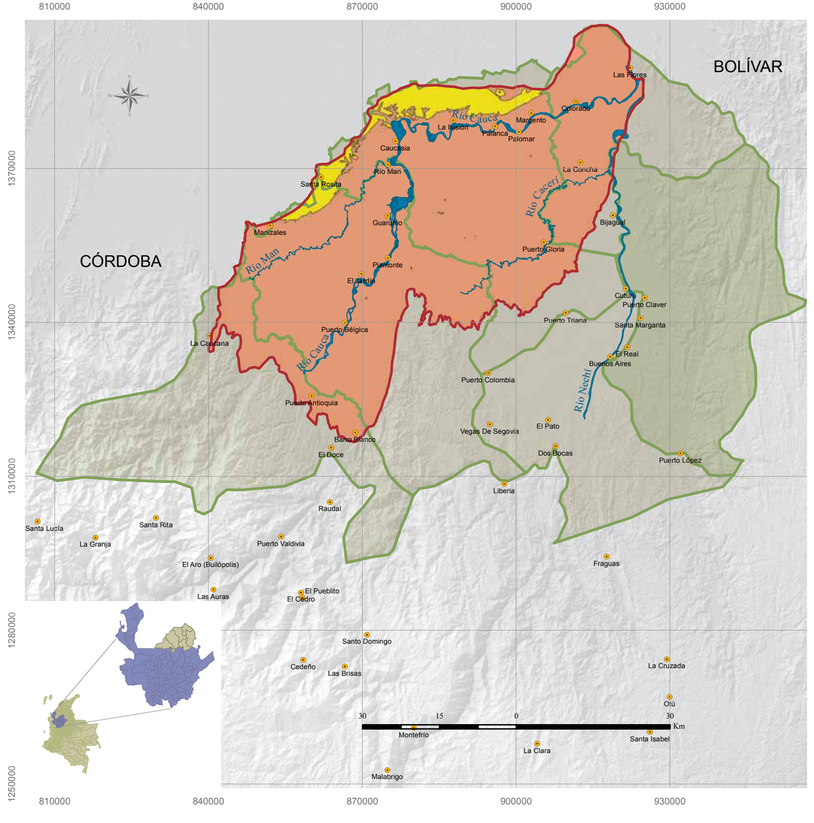
Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantióquia. Universidad de Antióquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
CORANTIOQUIA
ACTÚA

DE ARRIBA A ABAJO
QUEMA 1 -2.
GANADERÍA

PELIGRO DE CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

El término Peligro a la contaminación hace referencia a la probabilidad de que debido a actividades desarrolladas por el hombre, un acuífero se vea seriamente afectado hasta tal punto en que las aguas subterráneas se vuelvan inaceptables para el consumo humano. Existiendo distintas categorías de Carga Contaminante, se encuentran diferentes condiciones de Peligro. Las actividades de desarrollo urbano, agrícolas, pecuarias, mineras y accidentes ambientales están relacionadas con las principales cargas contaminantes al Acuífero Libre del Bajo Cauca, estas le imprimen condiciones de Peligro de grado alto en la mayor parte de su área.



MAPA N° 29

PELIGRO A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR ACTIVIDADES DE DESARROLLO URBANO SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

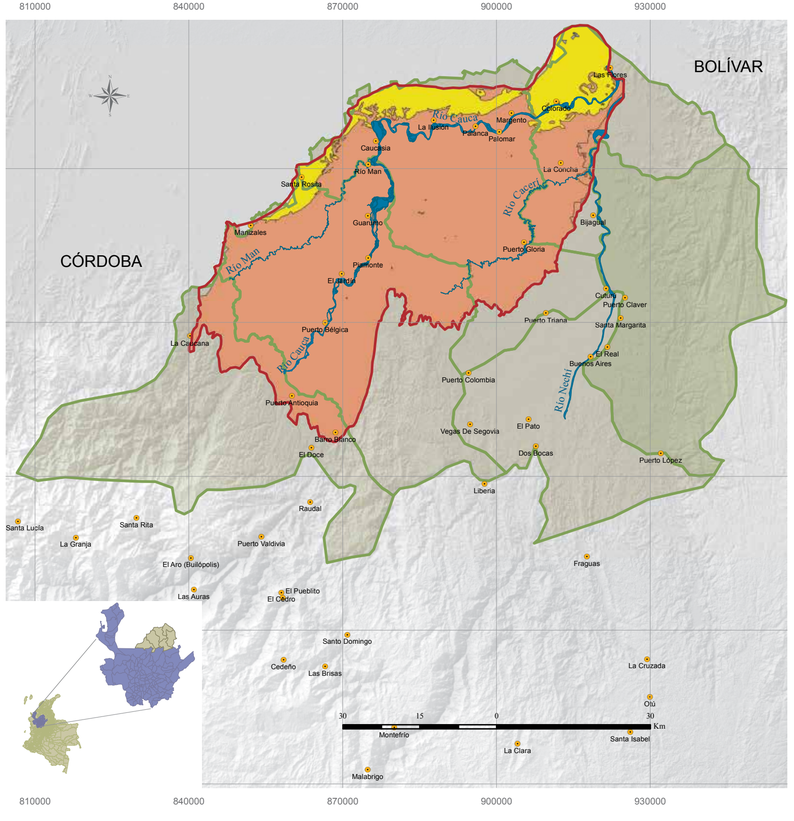
- Área de Interés Hidrogeológico
- Limite Municipal
- Rios
- Centros Poblados
- Veredas

DESARROLLO URBANO
Grado de Peligro

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Extremo

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia. Universidad de Antioquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 30

PELIGRO A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

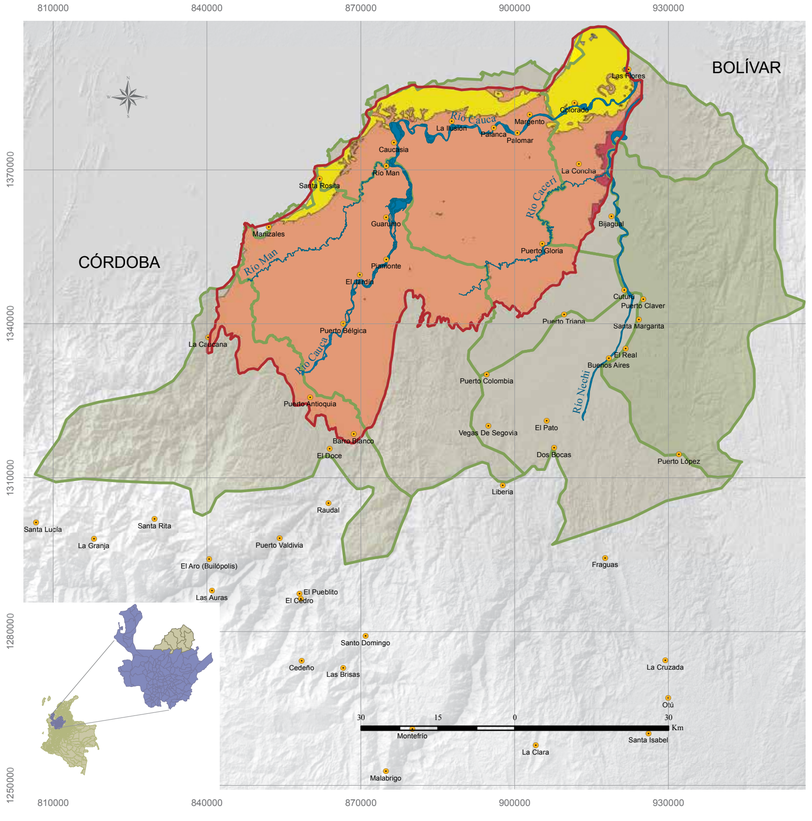
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Grado de Peligro

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Extremo

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantióquia. Universidad de Antióquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014



MAPA N° 31

PELIGRO A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR ACTIVIDADES MINERAS SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

ACTIVIDADES MINERAS

Grado de Peligro

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Extremo

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantióquia. Universidad de Antióquia. 2014
Escala:	1: 25.000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

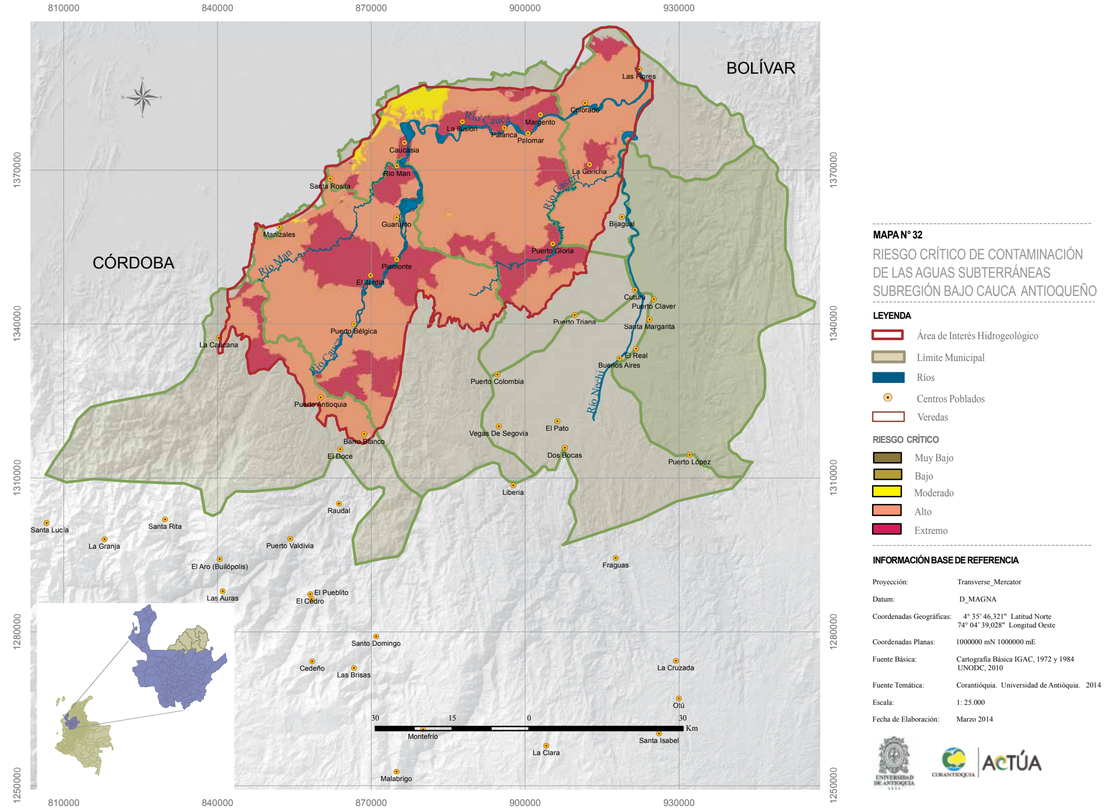
DE ARRIBA A ABAJO
CONTAMINACIÓN,
DEFORESTACIÓN

RIESGO

Teniendo en cuenta que con la evaluación del peligro se obtienen tantos mapas como actividades contaminantes se consideren, y que con ello se producirían igual número de mapas de Riesgo, Montoya y Gavirian propone (Montoya y Gaviria, 2011) una manera de adoptar un único mapa mediante la concepción del Riesgo Crítico, entendido este como aquel que extrae de cada mapa de Riesgo, por actividad, la condición más crítica para sumarla luego en un único mapa final. Bajo esta concepción para El Bajo Cauca se tienen condiciones de riesgo alto y extremo, siendo el riesgo alto el que predomina en la región.

OTROS RIESGOS

Dentro de las amenazas naturales se deben considerar los cambios ambientales no inducidos por el hombre que afectan el ciclo hidrológico pudiendo disminuir la recarga. Un marco conceptual en torno al tema de las amenazas de carácter natural que podrían llegar a comprometer la oferta o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo, resultará sin lugar a dudas a partir de los debates que a nivel mundial se están dando acerca del cambio climático y sus efectos sobre la hidrología. En la medida en que se avance en la construcción y apropiación de estas ideas, se irán proponiendo metodologías que indiquen cuales son las variables a monitorear y la manera de relacionarlas para evaluar las amenazas sobre los sistemas hidrogeológicos.



MAPA N° 32

RIESGO CRÍTICO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS SUBREGIÓN BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

LEYENDA

- Área de Interés Hidrogeológico
- Límite Municipal
- Ríos
- Centros Poblados
- Veredas

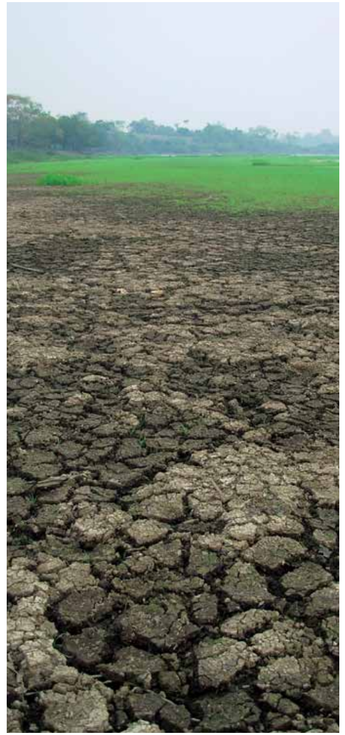
RIESGO CRÍTICO

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto
- Extremo

INFORMACIÓN BASE DE REFERENCIA

Proyección:	Transverse_Mercator
Datum:	D_MAGNA
Coordenadas Geográficas:	4° 35' 46,321" Latitud Norte 74° 04' 39,028" Longitud Oeste
Coordenadas Planas:	1000000 mN 1000000 mE
Fuente Básica:	Cartografía Básica IGAC, 1972 y 1984 UNODC, 2010
Fuente Temática:	Corantioquia. Universidad de Antioquia. 2014
Escala:	1: 25 000
Fecha de Elaboración:	Marzo 2014

DE IZQUIERDA A DERECHA
SECTOR ESTE
MINERÍA 1 -2



A las amenazas derivadas de las cargas contaminantes asociadas a las actividades humanas sobre la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo "…se suma en la actualidad la derivada de los procesos relacionados con el cambio climático. Ya en 1972 la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente señaló la importancia de este fenómeno, promoviendo una serie de acciones dirigidas a mejorar la comprensión de sus causas, tanto naturales como artificiales, esto es, las derivadas de la actividad antrópica. Los sucesivos informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático (IPCC), son jalones en un proceso iniciado hace más de tres décadas." "En los últimos años, la sensibilidad social ante el cambio climático y el grado de conocimiento científico sobre sus características y previsibles consecuencias, se han incrementado exponencialmente. El cambio climático constituye hoy un tema ampliamente divulgado y sus repercusiones políticas y económicas generan un alto grado de inquietud que contribuye a la movilización de la comunidad científica con objeto de paliar sus efectos. Desde el ámbito de la geología y, en lo que a las aguas subterráneas se refiere, la hidrogeología, dicha movilización es así mismo un hecho constatable." Los otros elementos del cambio ambiental, los que tienen que ver con el cambio en el suelo –en su uso- también pueden traer consigo riesgos relacionados con la disminución en la cantidad de agua subterránea. Será necesario, y llegará el momento de evaluar los impactos que la modificación de las propiedades hidráulicas del suelo por efectos de la actividad minera pueda tener sobre la recarga, y llegará el momento en que se experimenten y se logren determinar los efectos que sobre la integralidad del agua en El Bajo Cauca, llegue a tener la operación del proyecto hidroeléctrico de Ituango.

Capítulo 5

"Las aguas subterráneas, en su lento discurrir por el subsuelo y las entrañas de la Tierra, tienen en ocasiones la tentación de asomarse a la superficie, de volver a integrarse en el paisaje."

(Aguas subterráneas, paisaje y vida: Acuíferos de España)

PARTICIPACIÓN Y GESTIÓN

ACTORES Y SECTORES CLAVES PARA EL MANEJO AMBIENTAL DE ACUIFERO

La gestión de las aguas subterráneas en El Bajo Cauca antioqueño tiene por principal objetivo el desarrollo sostenible del recurso para diferentes usos, en especial el doméstico, ya que para un alto porcentaje de la población es la única fuente de abastecimiento. Para ello se cuenta con el Plan de Manejo Ambiental del sistema Acuífero –PMAA- (CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia , 2014), el cual es un instrumento de gestión reglamentado por el Decreto 1640 de 2012, que contiene los proyectos y acciones que deben realizarse para el logro del objetivo.

MAPA DE ACTORES CLAVES PARA EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO EN EL BAJO CAUCA ANTIOQUEÑO

Desde un principio, se concibió la idea de formulación del Plan como un proceso participativo en el que deberían intervenir actores y sectores sociales. Mediante metodologías de grupos focales y cartografía social se identificaron amenazas, se plantearon escenarios deseables, se identificaron proyectos y se definieron los roles de sectores y actores claves.

Del cuidado del agua se han autoreconocido como responsables actores de los sectores: comunitario, institucional, servicios y comercial y productivo.

MOMENTOS CLAVE

Podría llegarse a decir que los momentos claves, producto de los cuales se logra sintetizar este atlas, se remontan al origen de los tiempos, y efectivamente, algo se ha mencionado acerca del principio del cosmos, de la tierra y del agua en ella. Podría buscarse una ruta más "sensata" y hacer referencia a los orígenes y el desarrollo de la ciencia que hoy se llama Hidrogeología. Se puede saltar a unos pasados menos remotos y rememorar las épocas de poblamiento del territorio, del auge de la minería, del nacimiento de la conciencia ambiental, de la creación de las Corporaciones Autónomas Regionales para el Desarrollo Sostenible, de la ilusión de ser Universidad en todos los rincones donde se pueda participar en la solución de problemas. Se puede narrar a historia escrita por La Universidad de Antioquía y CORANTIOQUIA, a través de 12 años de exploración e investigación hidrogeológica en El Bajo Cauca antioqueño. O se pueden ilustrar los últimos momentos, estos recorridos –entre 2010 y 2014- junto con los actores sociales del Plan de Manejo Ambiental de Acuífero, y reconocer y resaltar el convencimiento de que el futuro de este bien llamado agua subterránea está en manos de todos y que por ello hay que creer y convencerse de la importancia crucial de seguir haciendo parte de…, la importancia crucial de la participación.

GLOSARIO

A - B

ACUÍFEROS: Estrato o formación geológica que permite la circulación del agua por sus poros o grietas y puede ser aprovechada económicamente por el hombre para suplir sus necesidades.

ACUÍFERO CONFINADO: Es un acuífero que se encuentra limitado superior e inferiormente por capas impermeables o por capas con una permeabilidad mucho menor que la del acuífero; estos acuíferos contienen agua subterránea confinada, cuya presión es mayor que la presión atmosférica.

ACUÍFERO NO CONFINADO: Es un acuífero que contiene agua subterránea no confinada (agua freática) cuya presión es igual a la presión atmosférica. Se denomina también acuífero freático o acuífero libre.

AGUA GRAVÍTICA: Es el agua de la zona no saturada que se mueve bajo la influencia de la gravedad. También se llama agua drenable por gravedad.

AGUA SUBTERRÁNEA: Se entiende por aguas subterráneas las que se encuentran por debajo de la superficie del suelo o del fondo marino, o las que brotan en forma natural, como las fuentes y manantiales en el sitio de afloramiento; o las que requieren para su alumbramiento obras como pozos, galerías filtrantes u otras similares.

ALJIBE O POZO ARTESANO: Son pozos excavados manualmente, con diámetro grande aproximadamente superior a 0,80 m y poca profundidad, generalmente menor a 20 m.

BALANCE HÍDRICO: Comparación entre los volúmenes de agua que entran y salen de un acuífero, así como los cambios en el almacenamiento de agua.

BASAMENTO: Masa de rocas formadas por material subyacente o más antiguo muy compactado; nombre por lo general, aplicado a las rocas ígneas o metamórficas que se encuentran debajo de una secuencia sedimentaria.

C - D

CAPACIDAD DE CAMPO: Es el grado de humedad de un suelo correspondiente a la cantidad de agua que queda retenida en el terreno después de que el agua gravitacional haya sido drenada.

COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO: El coeficiente de almacenamiento (S) se define como el volumen de agua que es liberado por un prisma del acuífero de sección unitaria, cuando se produce un cambio unitario del nivel piezométrico.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA: Descripción composicional, textural y estructural de la secuencia y los espesores de los estratos de un área dada con su contenido litológico, fosilífero y otra información de relevancia.

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA: Es la aptitud de un medio acuífero para permitir el flujo del agua bajo el efecto de un gradiente hidráulico (diferencia de potencial hidrostático) por unidad de longitud. Para dar una medida mecánica de la permeabilidad se ha definido el coeficiente de permeabilidad de Darcy (K) que es el volumen de agua gravítica que circula durante una unidad de tiempo, bajo el efecto de una unidad de gradiente hidráulico, a través de una sección de área unitaria perpendicular a la dirección del flujo y a una temperatura de 20 °C.

CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA: Ejercicio de establecer una correspondencia en carácter y posición de los estratos. Para la correlación de las unidades hidrogeológicas se tienen en cuenta características texturales, granulometría, espesores, continuidad y posición relativa en profundidad de las unidades estratigráficas de cada columna.

DEPÓSITOS ALUVIALES: Material compuesto por Arcillas, lodos, arenas, gravas, en diferentes proporciones que han sido depositados por una corriente hídrica.

DEPÓSITOS ALUVIOTORRENCIALES: Bajo esta denominación se agrupan los depósitos que generan algunas corrientes durante avenidas torrenciales, en las cuales la alta energía del agua permite arrastrar materiales de gran tamaño.

DEPÓSITOS CONSOLIDADOS: Depósitos con alto grado de compactación.

DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS: Depósitos cuyo grado de compactación es nulo o incipiente.

DEPÓSITOS DE VERTIENTE: Depósitos no litificados, se incluyen los de deslizamiento y los flujos de escombros y/o lodos que por su extensión permitan ser cartografiados.

E - G

EXPLORACIÓN HIDROGEOLÓGICA: Conjunto de estudios, trabajos y operaciones, llevados a cabo tanto por técnicas directas como indirectas, encaminados a la localización de acuíferos, para captación de aguas subterráneas, en cantidad y con calidad adecuadas para el fin pretendido y definición de las condiciones óptimas en que este recurso debe explotarse para asegurar la preservación del mismo.

GEOFÍSICA: Conjunto de métodos indirectos de exploración utilizados para evaluar la ocurrencia de las aguas subterráneas en áreas no conocidas, con la ayuda de equipos especializados que permiten determinar características físicas del subsuelo como la resistividad, conductividad, velocidad de desplazamiento de las ondas sísmicas, etc.

GRADIENTE HIDRÁULICO: Perdida de cabeza piezométrica por unidad de longitud. Tal como se enuncia en la ley de Darcy, se requiere de la existencia de un gradiente hidráulico para que haya flujo subterráneo.

I - M

INFILTRACIÓN: Agua que fluye desde la superficie del suelo hacia el subsuelo, por acción de la gravedad.

MODELO CONCEPTUAL HIDROLÓGICO: Es una representación simplificada de algunos o de todos los procesos del ciclo hidrológico a partir de una serie de conceptos hidrológicos y relacionados con una secuencia espacio-temporal que se corresponde con la que se da en la naturaleza. Los modelos conceptuales hidrológicos se utilizan para describir el comportamiento de una cuenca o de un acuífero.

N - P

NIVEL PIEZOMÉTRICO: Nivel que alcanza el agua subterránea cuando se practica una perforación, al desconfinar un sistema hidrológico el agua asciende hasta desarrollar una columna de agua que ejerza una presión que equilibre el sistema.

NIVEL FREÁTICO: Es el nivel de agua subterránea de un acuífero no confinado, dónde la presión igual a la presión atmosférica.

PERCOLACIÓN: Proceso por el cual el agua infiltrada alcanza la zona saturada atravesando el nivel freático.

PIEZÓMETRO: Obra civil que permite la toma de las medidas de niveles estáticos y/o dinámicos durante una prueba de bombeo con el fin de determinar la curva de abatimiento del acuífero y variables hidráulicas de la captación en estudio como el radio de influencia y el coeficiente de almacenamiento. Además sirven para tomar registros periódicos de niveles y la toma de muestras de agua para monitorear la calidad de la misma.

POROSIDAD PRIMARIA: Es la porosidad que tiene una roca como consecuencia de los procesos que dan lugar a su formación.

POROSIDAD SECUNDARIA: Es la porosidad que se desarrolla en una roca después de que se produzca su emplazamiento por medio de procesos tales como fracturación y disolución.

POZO: Excavación o perforación en el terreno que alcanza a las aguas subterráneas. Las perforaciones se designan comúnmente como sondeo.

PUNTO DE AGUA: Cualquier obra o circunstancia natural o artificial que permite tener acceso de forma directa al agua subterránea.

PUNTO DE MARCHITEZ: Contenido de humedad de un suelo de tal manera que la fuerza de succión de las raíces de las plantas es menor que la fuerza de retención del agua en el suelo, de esta manera el agua no puede ser extraída por las plantas.

R - S

RECARGA: Proceso mediante el cual se renueva el agua almacenada dentro de una formación hidrogeológica. Este proceso ocurre de forma natural cuando la lluvia se infiltra hacia un acuífero a través del suelo o roca, o el agua de los drenajes superficiales migra hacia ellos.

RECARGA ARTIFICIAL: Técnica que consiste en introducir agua en un acuífero para aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos y mejorar su calidad.

RED DE FLUJO: Sistema de líneas de flujo y de líneas equipotenciales. La diferencia de potencial entre dos líneas equipotenciales adyacentes es constante y la separación entre dos líneas de flujo contiguas es tal que el valor del flujo es el mismo entre cada par.

SAPROLITO: Nombre general dado a la roca descompuesta pero no transportada, la mayoría de las veces las estructuras están bien preservadas y frecuentemente cubiertas por un horizonte endurecido. Puede ser sinónimo de suelo residual.

SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL: Tipo de prueba geofísica que apoyándose en las propiedades eléctricas del subsuelo permite interpretar la naturaleza de este.

T - U - Z

TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS: Prueba geofísica que permiten determinar la variación de la resistividad en secciones de las rocas en el subsuelo y se identifican capas geoeléctricas; la interpretación de las curvas obtenidas en campo con parámetros teóricos y registros de columnas estratigráficas conocidas, permiten determinar el comportamiento de las unidades hidrogeológicas en lugares donde no se cuenta con información detallada.

TRANSMISIVIDAD HIDRÁULICA: Volumen de agua por unidad de tiempo (o caudal) que pasa a través de una sección vertical de ancho unitario y de altura b, bajo el efecto de una unidad de gradiente hidráulico y a una temperatura de 20 °C.

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA: Es un estrato o conjunto de estratos adyacentes susceptibles a reconocerse en su conjunto por poseer propiedades o características hidrogeológicas similares.

ZONA SATURADA: Es la zona del terreno en la que todos los intersticios están ocupados por agua.

ZONA NO SATURADA: Es la zona que se encuentra entre la superficie del terreno y el nivel freático. Incluye la zona radicular, la zona intermedia y la zona capilar. Los poros de esta zona contienen agua y también contienen aire u otros gases. También se la denomina zona de aireación o zona vadosa.

BIBLIOGRAFÍA

Betancur, T. (2008). Una aproximación al conocimiento de un sistema de acuífero tropical. Caso de estudio: el Bajo Cauca antioqueño. Tesis doctoral, U. de A., Medellín.

Betancur, T., Mejía, O., y Palacio, C. (2010). La modelación numérica como herramienta para entender la interacción humedal - agua subterránea. Caso de estudio: Zona de captura de Ciénaga Colombia. Revista Latino-Americana de hidrogeología, 7(1), 55-62.

Córdoba (2011). Territorio Corantioquia: Atlas Geográfico. CORANTIOQUIA, Medellín.

CORANTIOQUIA y Neotrópicos. (2000). Ciénagas de la región Panzenú. Medellín.

CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia (2006). Validación del modelo hidrogeológico de la territorial Panzenú usando técnicas isotópicas.. Medellín.

CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia (2011). Plan de manejo ambiental de Acuíferos-PMAA-Fase I-Dirección Territorial Panzenú. Medellín.

CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia (2014). Plan de manejo ambiental del sistema acuífero del Bajo Cauca antioqueño-Segunda etapa. Medellín.

CORANTIOQUIA y Universidad Nacional de Colombia (2002). Memorias del mapa geomorfológico, de amenazas y áreas degradadas de la jurisdicción de CORANTIOQUIA a escala 1:100.000. Medellín.

CORANTIOQUIA y Universidad Pontificia Bolivariana. (2004). Demanda y usos del agua, índices de consumo y planes de acción para la implementación de la ley 373 de 1997 en la jurisdicción de CORANTIOQUIA. Medellín.

Departamento Administrativo de Planeación - Corporativo (2007). Atlas Veredal Departamento de Antioquia. Gobernación de Antioquia, 274 p.

Departamento Administrativo de Planeación - Corporativo (2007). Levantamiento semidetallado de las coberturas terrestres, Departamento de Antioquia. 1:25.000.

Gaviria, J. I. (2005). Identificación y clasificación de fuentes potenciales de contaminación del acuífero libre del Bajo Cauca antioqueño. Trabajo de grado Ingeniería Sanitaria, U. de A., Medellín.

Gobernación de Antioquia (2007). Lineamientos de ordenación territorial para Antioquia, Medellín. Departamento Administrativo de Planeación, Medellín.

Gobernación de Antioquia (2009). Anuario Estadístico de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación, Dirección de Sistemas de Indicadores, Medellín.

Goméz, A. M. (2010). Propuesta metodológica para la generación de un modelo hidrológico conceptual: aplicación a la cuenca del Río Man (Bajo Cauca antioqueño). Trabajo de investigación Maestria, U. de A., Medellín.

INGEOMINAS (1996). Memorias del Mapa geológico de Antioquia, escala 1:400.000.

INGEOMINAS (1993). Memorias de la plancha 93 Cáceres, escala 1:100000.

Instituto de Estudios Regionales (2003). Bajo Cauca: desarrollo regional: una tarea común universidad - región. Universidad de Antioquia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2007). Levantamiento Semidetallado de las Coberturas Terrestres, Departamento de Antioquia. Subdirección de Agrología. Bogota: Imprenta Nacional de Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC- (1979). Estudio de suelos del departamento de Antioquia. Tomos I, II, III, IV.

Mejía (2008). El recurso hídrico en jurisdicción de CORANTIOQUIA. CORANTIOQUIA, Medellín. Romero. (2012). Marcas de agua, relatos, memorias y evidencias. CORANTIOQUIA. Medellín.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Resolución 872 de 2006. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Decreto 1640 de 2012. Bogotá.

Montoya, D., y Gaviria J, I. (2011). Las aguas subterráneas un recurso vital para la sostenibilidad. Medellín.

Palacio, P (2007). Identificación de fuente y zonas de recarga a partir de isótopos estables del agua. (Caso de estudio Bajo Cauca antioqueño). Trabajo de investigación Maestria. U. de A., Medellín.

Palacio, P. (2014). Modelo hidrológico conceptual para la cuenca del río Man a partir de técnicas hidrológicas, hidrogeoquímicas e isotópicas. Tesis doctoral, U. de A., Medellín.

Quintero, D. (2008). Caracterización de la cuenca del humedal Ciénaga Colombia a partir de información secundaria y utilizando herramientas geoinformáticas. Monografia Especialización, U. de A., Medellín.

Rueda, O. (2006). Aplicación y análisis comparativo entre metodologías de evaluación de vulnerabilidad de acuíferos y parámetros de calidad del agua subterránea en el Bajo Cauca. Trabajo investigación Maestria. U. de A., Medellín.

Rueda, O., y Betancur, T. (2006). Evaluación de la vulnerabilidad del agua subterránea en el Bajo Cauca antioqueño. Revista Avances en Recursos Hidráulicos, 13, 71-88.

Santa, D. (2010). Identificación de interacciones hidrológicas entre el humedal Ciénaga Colombia y el acuífero libre del Bajo Cauca antioqueño mediante la utilización de técnicas hidroquímicas. Trabajo de investigación Maestría, U. de A., Medellín.

Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA (2004). Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos al norte del municipio de Caucasia. Medellín.

Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA (2003). Evaluación hidrogeológica entre los municipios de Caucasia y Cáceres. Medellín.

Universidad de Antioquia y CORANTIOQUIA (2005). Evaluación hidrogeológica y vulnerabilidad de acuíferos en la cuenca del río Cacerí. Medellín.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803

CORANTIOQUIA

ACTÚA

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible