

# *Dispersión urbana y oferta hídrica en el eje cafetero colombiano*

## *Urban sprawl and water supply in the colombian coffee region*

Recibido para evaluación: 15 de Marzo de 2011  
Aceptación: 25 de Junio de 2012  
Recibido versión final: 19 de Julio de 2011

Juan Leonardo González<sup>1</sup>  
Julián Galeano Moreno<sup>2</sup>  
Julio Cañón Barriga<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este artículo presenta una caracterización del estado de la oferta hídrica en el contexto de dispersión urbana, entendida como la propagación de una ciudad y de sus barrios hacia las zonas rurales periféricas, en el eje cafetero colombiano. Los autores consideran que el conocimiento sobre el uso del suelo en las áreas de dispersión urbana y en los entornos donde se localizan los ecosistemas que sustentan el abasto hídrico, así como la eficiencia técnico operacional de las empresas de servicios públicos que operan allí, son factores claves para entender de manera integral la oferta hídrica local y regional. El trabajo analiza el grado de urbanización y la magnitud espacial de la dispersión urbana en los municipios de Manizales, Pereira y Armenia. Luego, caracteriza el estado ecológico-social del uso del suelo en los ecosistemas andinos y subandinos que abastecen a los acueductos integrados a la dispersión urbana. Por último, plantea las condiciones técnicas y operacionales de los prestadores del servicio de acueducto involucrados en la dispersión urbana, resaltando sus fortalezas y debilidades. Cabe destacar que la oferta hídrica dada en la dispersión urbana del eje cafetero tiende a ser cada vez más frágil en la medida en que este fenómeno incrementa su área y su demanda.

**Palabras claves:** *Dispersión urbana, Oferta hídrica, Empresa de Servicio Público, Uso del suelo, Eje cafetero.*

### ABSTRACT

This paper analyses the current situation of water supply systems in the context of urban sprawl in the Colombian coffee region. The authors suggest three factors to understand local and regional water supply systems: land use within areas of urban sprawl; land use in the ecosystems that sustain the water supply; and operation and technical efficiency of the utilities. Accordingly, the work provides an estimate of the degree of urbanization and the spatial extent of urban sprawl in the cities of Manizales, Pereira y Armenia. The ecological land use in Andean and sub Andean ecosystems that supply the aqueducts of these cities is characterized, as well as the operative and technical conditions of water supply providers involved in urban sprawl, highlighting their strengths and their increasing weaknesses.

**Keywords:** *Urban sprawl, Water supply, Public Service Company, Land Use, Coffee region*

---

1. Geógrafo, Magíster en Hábitat, Especialista en Manejo y Gestión del Agua, Profesor del Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad del Bosque, Universidad del Rosario  
Juangonzalez38@gmail.com

2. Ingeniero Civil, Especialista en Manejo y Gestión del Agua

3. Ingeniero Civil, PhD en Hidrología, Profesor Universidad de Antioquia, Grupo GAIA

## 1. INTRODUCCION

Los sistemas urbanos en Colombia tienden a aumentar sus dimensiones espaciales, como se evidencia en que el 9% del PIB nacional corresponde al sector de la construcción (CAMACOL, 2009), el cual es un importante motor económico que incide en la generación de empleos asociados principalmente a las actividades urbanas que, en las dos últimas décadas, han recibido la aprobación de licencias de construcción de cerca de 250 mil m<sup>2</sup> en 77 municipios del país (DANE, 2010; Pinto, 2009). Tal incremento se orienta en gran medida a la localización de nuevos mercados de vivienda, servicios, industria y comercio fuera de los perímetros urbanos de las ciudades, con la consecuente presión sobre los recursos ambientales circundantes.

La dispersión urbana, entendida como la propagación de una ciudad y de sus barrios hacia las zonas rurales periféricas, es una manifestación de la re-estructuración de los territorios en un contexto global que responde a distintas dinámicas en diferentes partes del mundo, incluida América Latina (Barros, 1999; Jenks y Burgess, 2000; Aguilar et al., 2003). Durand-Lasserve (citado por Allen, 2003) argumenta que las zonas periurbanas suelen compartir el territorio de más de una unidad administrativa, donde los municipios tienen vínculos débiles y una participación limitada en sectores como transporte, agua, energía, residuos sólidos y líquidos, gestión y planificación del uso del suelo, lo que crea un vacío institucional respecto a la administración de cada uno de los sectores mencionados.

De acuerdo con lo anterior, la dispersión urbana es un producto social dado por la localización de la producción económica en el espacio, que implica una nueva ruralidad y una nueva proyección urbanística, con una re-estructuración de la productividad local en la tenencia de la tierra y en las relaciones y funcionamientos biofísicos de las cuencas hidrográficas (Nuissl et al., 2009).

A medida que los sistemas urbanos se dispersan abarcando diferentes municipios e incidiendo sobre el cambio del uso rural al urbano, la demanda de cobertura para dotación de agua y saneamiento básico urbano se vuelve compleja en tres sentidos:

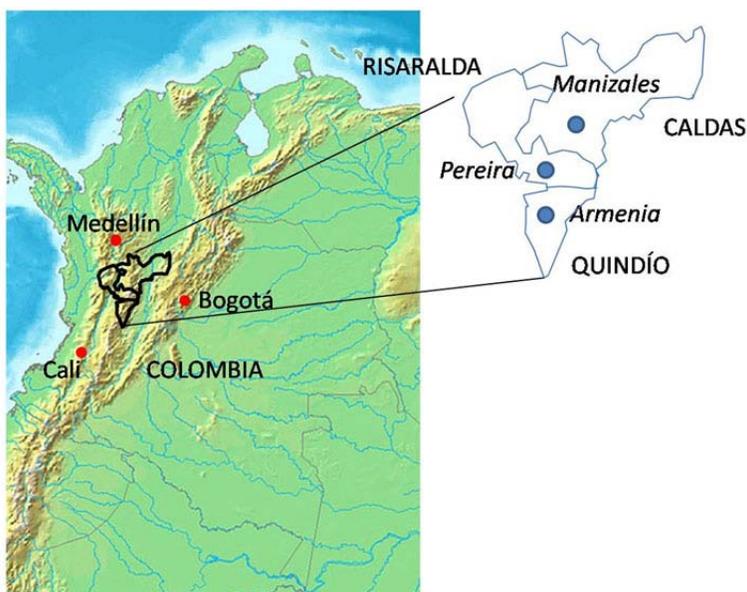
- 1) un incremento de la demanda de agua, soportada por ecosistemas que de por sí presentan alteraciones en su capacidad de producción y de calidad del agua antes de ingresar al sistema de acueducto debido a la presión ecológica en sus alrededores (fronteras agrícolas y deforestaciones);
- 2) una expansión de los procesos urbanos que, dada su localización, afectan la capacidad hídrica de nacimientos y cursos de quebradas que hacen parte de sistemas de abastecimiento hídrico propios del lugar o externos a este;
- 3) una complejidad concentrada en el incremento de la difusión de las coberturas reguladas por las Empresas de Servicios Públicos (ESP) grandes y pequeñas, las cuales manifiestan problemas de orden técnico en cuanto a la ampliación, la conducción, el suministro y el monitoreo de las redes.

Para el caso particular de la disponibilidad del recurso hídrico, este fenómeno social y espacial demanda el diagnóstico de las capacidades técnico-operativas de los sistemas de acueducto y saneamiento y de los cambios de uso del suelo, así como una valoración ecológica y social de los ecosistemas que abastecen dichos acueductos, lo que finalmente llevaría a proponer algunos factores condicionantes de la oferta hídrica.

Este artículo estudia algunos aspectos del conflicto social, ecológico y técnico que se presenta entre la oferta hídrica y el proceso de dispersión periurbana de las tres urbes principales de la eco-región del eje cafetero (Armenia, Pereira, Manizales) y de algunos de sus municipios satélites (Villamaría, Chinchiná, Palestina, Santa Rosa, Dosquebradas, La Virginia, Cartago, Armenia, Calarcá, Salento, La Tebaida y Montenegro). Estos municipios que conforman un área potencial de dispersión de 4.892 km<sup>2</sup>, tienden a una acelerada transformación de sus actividades rurales en elementos urbanos localmente desagregados (por ejemplo: proyectos residenciales campestres, lotes para propósitos comerciales, industriales y de servicios), debido a su proximidad a las áreas metropolitanas de Armenia, Pereira y Manizales y a otras ciudades intermedias. El estudio estima la magnitud espacial de las áreas de dispersión urbana entre los municipios estudiados, caracterizando el estado de los ecosistemas alto-andinos, andinos y sub-andinos que los proveen de agua, y evaluando el estado de la cobertura y calidad del agua potable por parte de las ESP que los abastecen.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

La eco-región del eje cafetero que abarca los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, está conformada por las cuencas hidrográficas de los ríos Chinchiná, Otún y La Vieja, que tienen su origen en el complejo glaciar-volcánico de páramos y selvas andinas, conocido como el complejo Ruiz-Tolima (ECOANDES, 1995). La región forma parte de la cuenca sedimentaria del río Cauca, desarrollándose a lo largo de la vertiente occidental de la cordillera central en relieves asociados a piedemontes (1200-2900 msnm) y unidades de baja montaña (500-1200 msnm) (Flórez, 2003). En estas cuencas se han establecido diferentes verticalidades de producción agraria (ganaderías, café, caña, forestal), con ecosistemas de páramo, andino y sub-andino que garantizan los procesos ecológicos entre el eje de la cordillera y la depresión del río Cauca (ver: figura 1).



**Figura 1.** Localización del área de estudio

Dentro de las cuencas mencionadas, existen 27 sub-cuencas que se aprovechan para la captación y el abastecimiento de agua de los municipios considerados en el estudio y que están registradas por los informes de gestión de las ESP y las autoridades ambientales regionales CORPOCALDAS, CARDER, CVC y CRQ.

Los 14 municipios que integran el proceso de dispersión urbana en el eje cafetero (ver: tabla 1) suman 4324 km<sup>2</sup> de los cuales 165,77 km<sup>2</sup> corresponden al área urbana consolidada entre todos, con un área potencial de dispersión urbana total (estimada en el presente estudio) de 296.56 km<sup>2</sup>, la cual se caracteriza por actividades rurales en transformación a raíz de la implementación de usos del suelo urbano residencial, de servicios, industrial y comercial.

SISTEMA URBANO	MUNICIPIO	ÁREA (km <sup>2</sup> )			POBLACIÓN			Grado de urb.
		Total	Urbana	Disp.	Total	Urbana	Rural	
-PERIURBANO	Manizales	508	45		368,433	342,620	25,813	93%
	Villamaría	461	2,1	1,48	45,038	35,772	9,266	79%
MANIZALES	Chinchiná	112,4	2,64	5,59	51,301	43,448	7,853	85%
	Palestina	108,7	0,3	3,78	17,130	5,628	11,682	33%
subtotal		1190,1	50,04	60,02	481,902	427,468	54,614	73%
	Santa Rosa	1,701	3,46	0,36	67,410	54,407	13,003	81%
	Dos Quebradas	70	20,2		173,452	164,437	9,015	95%
PEREIRA	Pereira	97	46,1		428,397	358,681	69,716	84%

**Tabla 1.** Áreas, población y grado de urbanización de los municipios estudiados

Fuente: Datos tomados del DANE (2010) y estimaciones directas de campo. Las áreas de dispersión urbana fueron determinadas con base en visitas de campo del primer autor de este estudio

SISTEMA URBANO -PERIURBANO	MUNICIPIO	AREA (km <sup>2</sup> )			POBLACIÓN			Grado de urb.
		Total	Urbana	Disp.	Total	Urbana	Rural	
	La Virginia	33	1,7		30,095	29,546	549	98%
	Cartago	279	15,2		121,741	119,063	2,678	98%
subtotal		<b>2,180</b>	<b>86,66</b>	<b>103,64</b>	821,095	<b>726,134</b>	<b>94,961</b>	<b>91%</b>
	Salento	375	0,8	0,85	7,001	3,494	3,507	50%
	<b>Armenia</b>	121,33	22,53		<b>272,574</b>	265,020	7,554	97%
<b>ARMENIA</b>	Calarcá	219,23	2,44	0,91	71,605	54,639	16,966	76%
	Montenegro	148,92	1,8	8,91	38,714	31,252	7,462	81%
	La Tebaida	89,18	1,5	39,97	32,748	29,955	2,793	91%
subtotal		<b>953,66</b>	<b>29,07</b>	<b>70,05</b>	422,642	<b>384,360</b>	<b>38,282</b>	<b>79%</b>
<b>TOTALES</b>		<b>4,324</b>	<b>165,77</b>	<b>295,56</b>	1,725,639	<b>1,537,962</b>	<b>187,857</b>	<b>81%</b>

### 3. MÉTODO

Este estudio se desarrolló en tres etapas:

- 1) La revisión bibliográfica para establecer el grado de urbanización de cada municipio estudiado, identificar las cuencas hidrográficas abastecedoras de los sistemas urbanos y determinar las ESP que operan en cada uno de ellos;
- 2) Un trabajo de campo realizado entre el 2007 y 2009 en el eje cafetero, con participación en distintas actividades de los comités técnicos de la eco-región eje cafetero<sup>1</sup>, donde se hicieron levantamientos de unidades de paisaje (caracterización biofísica y del usos del suelo) y la geo-referenciación de las áreas donde se presentan cambios en el uso del suelo y, por ende, presencia de elementos urbanos en contextos rurales municipales de los municipios estudiados. Esto permitió definir una magnitud espacial aproximada del área de dispersión urbana e identificar los ecosistemas andinos y sub-andinos comprometidos con la oferta, y los problemas ecológicos y sociales que alteran su funcionamiento;
- 3) Revisión de los informes de gestión de las ESP que operan en las áreas de estudio, para evaluar sus condiciones técnico-operacionales, destacando sus fortalezas y debilidades frente a la cobertura de las necesidades urbanas en crecimiento.

Para establecer las geo-formas y espacialidades de fragmentos forestales andinos y sub-andinos en vertientes y piedemontes de los Andes centrales, en los que se identificaron ciertos lugares en proceso de transformación periurbana, se utilizaron imágenes IKONOS de Google Earth®. El levantamiento de campo consistió en la identificación y caracterización geo-referenciada de unidades de paisaje, siguiendo el modelo de zonificación ecológica propuesto por el Instituto de Recursos Biológicos Alejandro Von Humboldt (Villarreal *et al.*, 2004); ésta se hizo en lugares con transformaciones ligadas a la propiedad de la tierra y la fragmentación predial, con cambio del uso del suelo de prácticas cafeteras hacia parcelaciones para propósitos residenciales, comerciales, industriales y de servicios, que responden a la ampliación espacial de la localización de nuevos mercados inmobiliarios en el eje cafetero.

La zonificación se aplicó también a diferentes reductos forestales andinos y sub-andinos vinculados con la oferta hídrica urbana regional, adoptando los cuatro patrones de fragmentación para los bosques andinos colombianos (perforado, transicional, de borde y parche) propuestos por Ritters (citado por Armenteras, 2005). Esta clasificación permite por un lado dimensionar las posibilidades de abastecimiento de los acueductos regulados por las ESP, al conocer las particularidades espaciales de los bosques proveedores de agua, y por otro lado visualizar la vulnerabilidad de los ecosistemas ante la presión de prácticas ganaderas y de deforestación, con lo cual se puede establecer mecanismos de protección y de recuperación de masas de bosque en lugares críticos por parte de las ESP y los municipios.

1. Formulación y acompañamiento por parte del primer autor de este estudio a las mesas técnicas del hábitat en la Eco-Región Eje Cafetero, en abril 2005. La Tebaida, Quindío Universidad de Caldas, Alma Mater, Corporación Autónoma del Quindío, Universidad Autónoma de Manizales, Universidad Gran Colombia. Quindío.

Los impactos ambientales en los bordes forestales y en frentes de dispersión urbana se identificaron con matrices tipo Batelle-Columbus (Gómez, 1999). Al mismo tiempo, se realizó una generalización de los usos del suelo involucrados en las áreas de dispersión urbana y en los alrededores de los ecosistemas, con el fin de establecer conflictos de uso generalizado en escala 1:100.000 y que utilizan la nomenclatura del modelo europeo de coberturas terrestres CORINE Land Cover (EEA, 2010; IGAC, 2007).

Por último, se desarrolló una cartografía temática soportada en el trabajo de campo con polígonos geo-referenciados, la interpretación de coberturas por medio de Google Earth Pro® verificadas en campo y el diseño final en el programa ILLUSTRATOR CS4® con el fin de espacializar las complejidades de las relaciones de dispersión urbana y oferta hídrica. Esta cartografía que se muestra en las figuras 2 a 4, sintetiza las condiciones biofísicas, los usos del suelo, la magnitud espacial de la dispersión urbana y la identificación de pequeños sub-centros donde se concentran procesos urbanos en formación.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Dispersión urbana

Las estimaciones de este estudio permitieron establecer que el área de dispersión urbana es de hecho superior a las áreas urbanas consolidadas, siendo el sistema urbano y periurbano de Pereira el más amplio, con 86.66 km<sup>2</sup> de área urbana consolidada frente a 103.64 km<sup>2</sup> de área de dispersión proyectada. Le sigue Armenia, con 29.05 km<sup>2</sup> consolidados y 70.05 km<sup>2</sup> proyectados y por último Manizales, con 50.04 km<sup>2</sup> consolidados y 60.02 km<sup>2</sup> proyectados. Pereira, por su parte, tiene el más alto grado de urbanización con 91% de su área, seguido de Armenia con 79% y Manizales con 73%, para un promedio regional de urbanización de 81% (ver: figura 2). Tanto el área potencial de dispersión como el grado de urbanización responden a la magnitud del mercado del suelo en la región y a su localización en los municipios involucrados y entre éstos, situación que expone una mayor demanda actual y futura de la cobertura y calidad de los acueductos.

En consecuencia, en un contexto de crisis cafetera, la venta de los predios cafeteros y su parcelación para propósitos residenciales se convierte en una salida económica del campesinado, lo cual es un fenómeno generalizado en municipios como Manizales, Armenia, Calarcá, La Tebaida y Montenegro y ha sido aprovechado por el mercado inmobiliario regional.

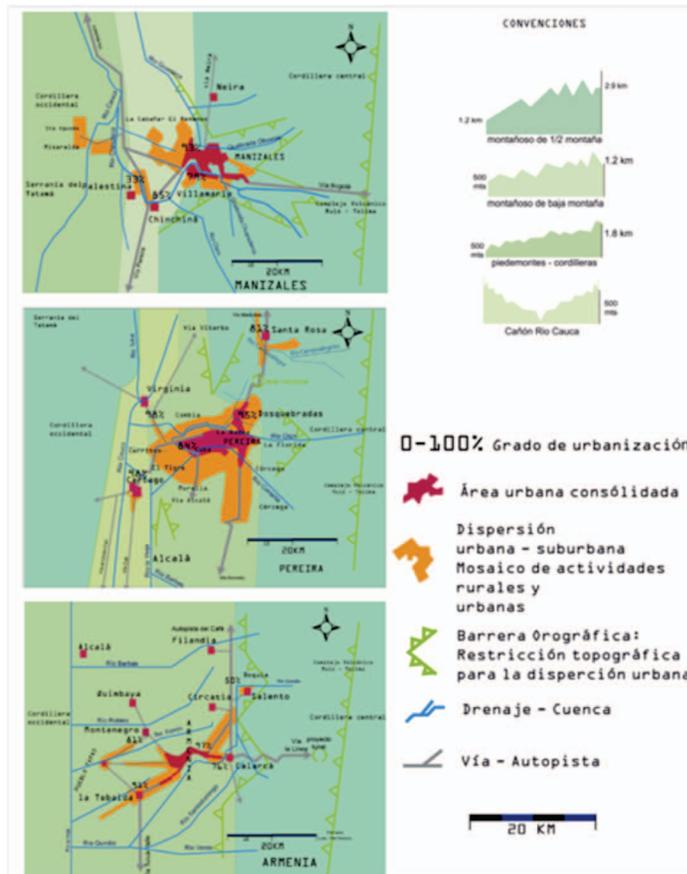
Según el Plan General Estratégico y de Inversiones de Caldas (Contraloría Municipal de Caldas, 2009), los escenarios donde se disponen las nuevas localizaciones de mercados inmobiliarios presentan una contaminación periódica por aguas mieles de café en época de cosecha, a la que se agregan los nuevos vertimientos de los asentamientos. Dado que son corrientes de ladera con fuerte pendiente, en sitios como La Cabaña y El Remanso en Manizales, se presentan problemas de torrencialidad y de aumento de turbidez, con la consecuente destrucción o acumulación de sedimentos en las bocatomas. Estas son razones suficientes para que los acueductos mantengan racionamientos en época de sequía y de suspensión temporal del servicio de agua en épocas invernales (PDACALDAS, 2008).

Un caso similar ocurre entre Armenia y la Tebaida, en Armenia, Montenegro y Pueblo Tapao, escenarios donde se han generado nuevos espacios urbanos y en los que la cobertura de acueductos existentes depende tradicionalmente de cuencas muy susceptibles a los periodos secos, como las de los ríos Quindío y Espejo. Ante esta situación, se asume que la alta temporada turística que coincide con el período seco de enero, hace que los sistemas de acueductos locales tengan problemas no solo de cobertura, sino de calidad.

En el caso del sistema urbano proyectado desde Pereira hacia sectores como Combia, El Tigre, Cerritos y Tribunales, se presentan diferentes situaciones a tener en cuenta. En el sector de Combia donde se concentran diferentes asociaciones de acueductos, el período seco de enero a marzo disminuye la capacidad de los afluentes. En El Tigre y Cerritos, se proyecta una fuerte oferta inmobiliaria residencial de casas campestres con dependencia de la compra de agua en bloque procedente de la ESP de Pereira, en la que el mismo proceso de urbanización satura la capacidad

de suministro de los acueductos locales. Se prevén a futuro opciones de captaciones subterráneas, o la dependencia absoluta de la provisión de agua procedente de otros sectores, aspecto que, con el tiempo, podría incrementar el precio del agua gravado en las facturas (para una completa descripción de estos casos ver: Manzano y Orozco, 2009). El sector de Tribunas-Córcega experimenta un mercado inmobiliario residencial similar a Cerritos y El Tigre, en donde operan varias asociaciones de acueductos veredales altamente vulnerables en sus áreas de captación debido a la presión ecológica ejercida por las actividades de ganadería en las cuencas altas de los ríos Barbas y Consota.

**Figura 2.** Localización de los sistemas urbanos, áreas de dispersión urbana y grado de urbanización en el eje cafetero.  
Fuente: Elaboración propia



Por último, en municipios como Santa Rosa y Salento, actualmente se presentan actividades turísticas y de urbanización. Desde hace algún tiempo, la parcelación sobre unidades agro-productivas al margen del río Quindío (sector de Boquilla-Salento, San Juan de Carolina) y la cuenca del río Campoalegrito, entre Santa Rosa y el sector de Termales, ha incrementado la presión ecológica por contaminación y densificación poblacional. A partir de esto, las unidades eco-turísticas desarrolladas en el valle del Cocora amenazan los estados de aislamiento de los bordes de ecosistemas que interconectan páramos y selvas andinas y sub-andinas en la cuenca alta del río Quindío.

#### 4.2. Oferta hídrica en los ecosistemas proveedores de los acueductos

La mayoría de las micro-cuencas abastecedoras de acueductos en las áreas de estudio tiene ecosistemas impactados por zonas ganaderas y cafeteras, de modo que estas actividades alteran la calidad del agua que ingresa a las captaciones debido a vertimientos de aguas residuales domésticas y agropecuarias<sup>2</sup> (ver: tabla 2). De acuerdo con Manzano y Orozco (2009), en las áreas de estudio existe una tendencia creciente de los sistemas de acueducto al aumento de la carga sólida derivada de la erosión superficial de suelos y representada en la turbiedad y en el aumento de la carga contaminante.

En términos ecológicos, el estudio hídrico nacional de 2005 ha determinado que en los municipios estudiados, se presentan índices entre muy altos y no significativos de escasez hídrica,

2. El Estudio Nacional del Agua realizado por el IDEAM (2008) con proyección al 2016, señala el incremento de la demanda para los diferentes usos y reducción de la oferta. El informe de la contraloría de Armenia advierte que "...si no se intensifican las medidas de conservación de cuencas y tratamiento de aguas residuales, el 19% de los municipios y el 38% de la población alcanzarían en dicho año un índice de escasez superior al 20%...". (Contraloría Municipal de Armenia, 2009: 27)

ésto es en la relación porcentual entre la demanda conjunta de las actividades socio-económicas y la oferta hídrica disponible o neta (IDEAM, 2008: ver: tabla 2).

Los ecosistemas andinos (bosque perforado, bosque de transición) y sub-andinos (bosque borde y bosque parche) corresponden a conjuntos de selvas residuales fragmentadas en la cordillera, conectados por corredores ecológicos naturales dispuestos por las condiciones del relieve (cañones, valles o rondas de los ríos) establecidos entre los 1200 msnm y 3500 msnm (ver: figura 3). Estos ecosistemas retienen la humedad y favorecen la recarga hídrica de las cuencas de los ríos Chinchiná, Campoalegre, Otún, Consota, Barbas, Quindío, Espejo y Santo Domingo. Los remanentes andinos y sub-andinos se localizan próximos a los sistemas urbanos o dentro del proceso de dispersión urbana.

El estudio identificó tres conflictos que determinan la oferta hídrica inicial de los ecosistemas antes de ingresar a las captaciones: el impacto de las actividades agropecuarias; el proceso erosivo; y la ruptura de los corredores ecológicos entre los remanentes andinos y sub-andinos.

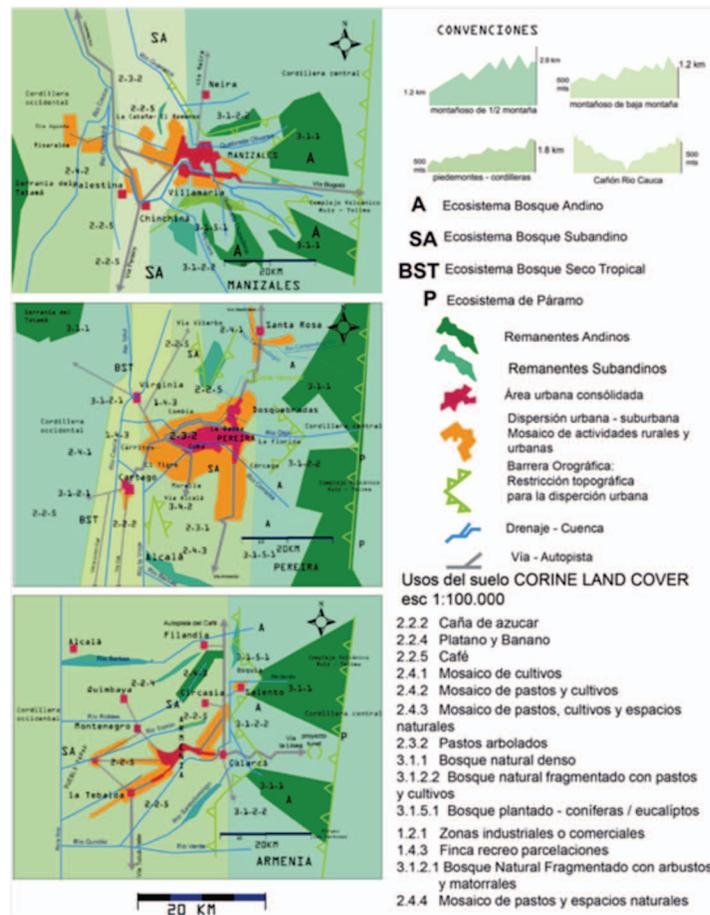
MUNICIPIO (URBE ) (ECOSISTEMA)	I.E.H.*	I.P.**	ESP	CUENCAS DE ABASTECIMIENTO	CONTEXTO DE USO DEL SUELO (CORINE LAND COVER)	FACTORES QUE ALTERAN LA CALIDAD
MANIZALES (Manizález) (ANDINO)	MEDIO ALTO	MUY ALTO	AGUAS DE MANIZALES	Ríos Blanco y Chinchiná, varias quebradas: Cajones, California, La arenosa, La María, La Ye, Olivares, Pinares, Romerales, Termales	Bosque plantado, coníferas, eucaliptus / mosaico de pastos y espacios naturales / bosque natural fragmentado con arbustos y matorrales / mosaico de pastos y cultivos / bosque natural denso / bosque natural fragmentado	Flujos de lodo en invierno, Residuos fecales de la ganadería, Sedimentación por erosión del suelo
VILLAMARIA (Manizález) (ANDINO)	MINIMO	MUY ALTO	ACUAMANA	Q. La Albania Q. Chupaderos	bosque natural fragmentado con arbustos y matorrales / bosque natural denso / mosaico de pastos y espacios naturales / mosaico de pastos y cultivos	Aporte de agroquímicos Residuos fecales de la ganadería flujos de lodo en invierno
CHINCHINA (Manizález) (SUBANDINO)	NO SIGNIF.	MUY ALTO	EMPOCALDAS (2008a)	Q. los Cuervos Rio Campoalegre	café / plátano y banano / mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales / bosque natural fragmentado / mosaico de pastos y cultivos	Lixiviados de la producción de café; Sedimentación por erosión del suelo; Aporte de agroquímicos; flujos de lodo en invierno
PALESTINA (Manizález) (SUBANDINO)	NO SIGNIF.	MUY ALTO	EMPOCALDAS (2008a)	Q. Betania	plátano y banano / caña de azúcar / zonas industriales o comerciales / finca recreo parcelaciones / bosque natural fragmentado / pastos arbolados / café	Aporte de agroquímicos; lixiviados de la producción de café; Sedimentación por erosión del suelo,
SANTA ROSA (Pereira) (ANDINO Y SUBANDINO)	MEDIO	MEDIO ALTO	EMPOCABAL	rio Campoalegrito rio San Eugenio	bosque natural fragmentado / bosque plantado, coníferas, eucaliptus / finca recreo parcelaciones / mosaico de pastos y espacios naturales / café	Residuos fecales de la ganadería; Aporte de agroquímicos
DOSQUEBRADAS (Pereira) (ANDINO Y SUBANDINO)	MINIMO	MEDIO ALTO	SERVICIIDAD	Agua en bloque de Empocabal y Esp Pereira	Asume los usos del suelo en las áreas de captación de las cuencas de Campoalegrito y de la cuenca del Rio Otún	Asume los problemas de las cuencas de Campoalegrito y el Otún
PEREIRA (Pereira) (ANDINO Y SUBANDINO)	MEDIO ALTO	MUY ALTO	ESP PEREIRA	rio Otún	bosque natural fragmentado con arbustos y matorrales / bosque plantado, coníferas, eucaliptus / bosque natural fragmentado / finca recreo parcelaciones / mosaico de pastos y espacios naturales	Disminución de caudales en verano flujos de lodo en invierno Residuos fecales de la ganadería Aporte de agroquímicos
LA VIRGINIA (Pereira) (SUBANDINO)	MUY ALTO	MUY ALTO	ESP LA VIRGINIA	rio Totui	café / bosque natural fragmentado / caña de azúcar / pastos arbolados	Aporte de agroquímicos
CARTAGO (Pereira) (SUBANDINO)	MUY ALTO	MUY ALTO	EMCARTAGO		pastos arbolados / plátano y banano / mosaico de pastos y cultivos	Aporte de agroquímicos
SALENTO (Armenia) (ANDINO Y SUBANDINO)	MUY ALTO	MEDIO BAJO				
MONTENEGRO (Armenia) (ANDINO Y SUBANDINO)	ALTO	MEDIO ALTO	EPA	rio Quindío	bosque natural fragmentado / bosque plantado, coníferas, eucaliptus / mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales / café / bosque natural denso / finca recreo parcelaciones / plátano y banana	Lixiviados de la producción de café Sedimentación por erosión del suelo, disminución de caudales en verano flujos de lodo en invierno
ARMENIA (Armenia) (ANDINO Y SUBANDINO)	NO SIGNIF.	MEDIO ALTO				
LA TEBAIDA (Armenia) (ANDINO Y SUBANDINO)	MEDIO	ALTO				

**Tabla 2.** Fuentes hídricas de los municipios, ESP y factores de calidad

Índice de Escasez Hídrica (fuente: IDEAM, 2008)  
\*100000 (fuente: IDEAM, 2008)  
\*\* Índice de presión (demanda-oferta)

MUNICIPIO (URBE) (ECOSISTEMA)	I.E.H.*	I.P.**	ESP	CUENCAS DE ABASTECIMIENTO	CONTEXTO DE USO DEL SUELO (CORINE LAND COVER)	FACTORES QUE ALTERAN LA CALIDAD
CALARCÁ (Armenia) (ANDINO Y SUBANDINO)	MEDIO ALTO	MEDIO BAJO	ESP CALARCA (2008)	río Santo Domingo Q. San Rafael Q. Naranjal Q. Salado	café / plátano y banano / bosque natural fragmentado con arbustos y matorrales / bosque natural denso / mosaico de pastos y espacios naturales / café	Sedimentación por erosión del suelo, Residuos fecales de la ganadería lixiviados de la producción de café Aporte de agroquímicos disminución de caudales en verano flujos de lodo en invierno

**Figura 3.** Localización de Ecosistemas andino, sub-andino y usos del suelo.  
Fuente: elaboración propia



3. Trabajo de campo etnográfico con campesinado de las cuencas altas de la quebrada California y río Claro en Villamaría.

4. La subdirección de gestión ambiental sectorial de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, CARDER, en el tercer trimestre de 2009, reportó 243 denuncias ambientales de las cuales 132 corresponden a hechos de deforestación y 52 a deterioro de fuentes hídricas. Igualmente, en el informe del cuarto trimestre, presenta 140 denuncias de las cuales 81 corresponden a deterioro de coberturas de bosques y 34 de cuerpos de agua. .

El primer conflicto plantea que, para el caso de los bosques andinos, las cuencas de abastecimiento lechero tienden a incrementar y tecnificar sus áreas de producción en las vertientes andinas, con vertimientos de agroquímicos y materia fecal con presencia de coliformes en las áreas de captación. Esto es evidente en las cuencas altas de los ríos Chinchiná (sector de la micro-cuenca de la quebrada Chupaderos), la quebrada Campoalegrito (vía Santa Rosa-Termales) y la cuenca del río Otún (sector de La Florida y La Pastora). Los productores, generalmente campesinos con tierras propias o bajo figuras de arrendamiento de tierras, utilizan fertilizantes como urea para mantener sus cotas de producción de leche cuyo precio en parte está fijado por la oferta de producción local<sup>3</sup>. El sentido de propiedad de la tierra es un aspecto importante, ya que limita o estimula la ampliación de las áreas para pastos por medio de la deforestación<sup>4</sup>.

El segundo conflicto se enfoca en la dinámica de los procesos erosivos en los alrededores de los remanentes forestales andinos y sub-andinos. Independientemente de los procesos naturales de

movimientos en masa que definen el perfil de equilibrio de las vertientes andinas, prácticas como el pastoreo, la implementación de pastos foráneos para ganadería y la rotación deficiente de los cultivos en contextos cafeteros, aceleran la erosión superficial que, según el informe PDAQUINDÍO (2008), afecta las áreas de captación por los aportes de carga sólida al agua.

El tercer conflicto tiene que ver con el deterioro de los corredores ecológicos existentes por causa de actividades ganaderas y cafetaleras. Estas actividades reducen las conexiones entre los ecosistemas andinos y sub-andinos, causando la reducción de coberturas boscosas y la eventual disminución de caudales que afecta la continuidad del suministro en épocas de estiaje y limita la ampliación de los sistemas de acueducto, al punto de ser necesarios la proyección, el transporte y la venta de agua en bloque entre las ESP. Esta situación tiende a incrementar los costos de operación y administración del suministro de agua. Este caso es factible en lugares como Cerritos, Combia, Boquía, Córcega (Manzano y Orozco, 2009) y La Tebaida, Pueblo Tapao en Risaralda y Quindío donde los nuevos usos del suelo urbano intervienen los trayectos de los corredores a partir de las modificaciones de taludes, nivelaciones y excavaciones en la ampliación de espacios planos para urbanizar.

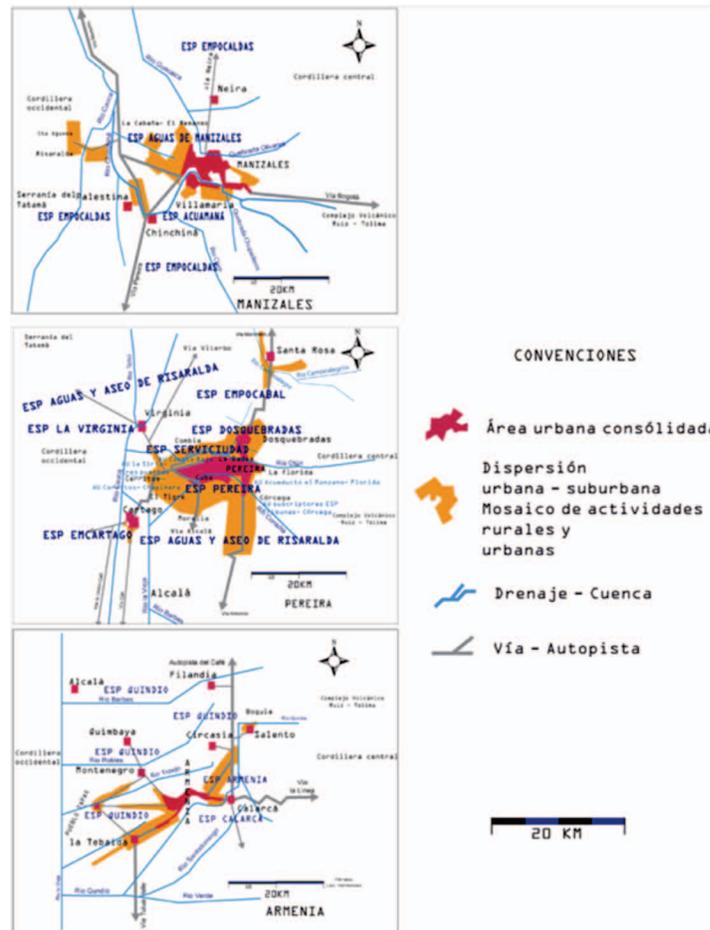
### 4.3 Oferta hídrica y la eficiencia de las ESP

Una ESP se define como una entidad de orden mixta, privada o pública, encargada de gestionar, administrar y dotar el sistema de abastecimiento hídrico y de saneamiento en contextos rurales y urbanos. De esta manera, las ESP son estructuras sociales de mediación entre las relaciones de la sociedad con la naturaleza y de la sociedad con el espacio. Las condiciones financieras, administrativas y técnicas de las ESP son factores importantes en la regulación de la oferta hídrica. Su gestión es la que permite coberturas constantes, así como las posibilidades presupuestales, de subsidios, tecnológicas y de cierres financieros de las cuales la ESP dispone para atender el incremento de las demandas dada por las nuevas localizaciones de mercados residenciales, industriales, de servicios y comerciales. La eficiencia de las ESP depende de sus capacidades de organización interna, desde donde se proyecta su futura cobertura, aspecto que depende de la previsión financiera que subyace en el cálculo de los costos medios de inversión (CMI), y en la cual están proyectadas, dentro del valor presente neto (VPN), las inversiones actuales para cinco años. Una variable determinante en la oferta hídrica es la Clasificación del Riesgo Financiero (IFA) de la ESP ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), la cual se construye sobre varios criterios: liquidez y endeudamiento de la empresa; eficiencia en el recaudo; la cobertura de intereses; y la clasificación del riesgo operativo. El IFA, además, tiene en cuenta el cumplimiento de los Índices de Riesgo de Calidad del Agua, definidos por el Índice de Riesgo para Consumo Humano (IRCA) y la verificación sobre la aplicación de la reglamentación de la CRA, sustentada bajo los parámetros de la Reglamentación en Agua y Saneamiento RAS (CRAPS, 2010).

En las áreas de estudio, operan 10 ESP de más de 2.500 suscriptores y una de menos de 2.500 suscriptores oficialmente registrados ante la SSPD. Para el caso del sistema urbano de Pereira, existen 54 asociaciones de usuarios de acueductos y para Manizales y Armenia, un número no determinado de asociaciones, iniciadas con apoyo técnico de la Federación Nacional de Cafeteros hace más de 30 años y que no reportan registros ante el Sistema Único de Información (SUI), pues su estructura operativa y técnica es deficiente (ver: figura 4). De todos modos, estas pequeñas asociaciones que prestan cobertura en escalas veredales, cubren escenarios puntuales donde las ESP registradas no operan.

Como una generalidad regional, según la revisión de los PDA del Quindío, Risaralda y Caldas aprobados en el 2008 y 2009, se identificaron deficiencias relacionadas con mala aplicación de tarifas, catastro desactualizado de usuarios, mala aplicación o inexistencia de los fondos de solidaridad y redistribución del ingreso, desequilibrio entre los subsidios y las contribuciones, deficiencias en el cargue de la información al SUI, software y hardware incompletos y desactualizados, desconocimiento en el manejo de los indicadores comerciales, administrativos, financieros y técnicos, desconocimiento en la separación de las contabilidades por servicio, poca difusión o socialización de los resultados de estudios de tarifas, usuarios, estratificación, mal manejo de las PQRS (peticiones, quejas y reclamos) y desconocimiento de los aspectos financieros y administrativos.

**Figura 4.** Presencia de las ESP registradas ante el SUI, y pequeñas asociaciones de usuarios de sistemas de acueductos.  
Fuente: elaboración propia



Las tablas 2 y 3 contienen información de las diferentes ESP registradas que pueden acceder a programas de financiamiento, participación y planeación conjunta en los propósitos de ampliación y mejoramiento formulados en los PDA departamentales. A pesar de que las ESP de la región presentan problemas de tendencia de crecimiento, cobertura de medición, calidad del agua y sistematización de suscriptores identificados, la SSPD ha certificado a estas ESP con niveles bajos de riesgo (IFA), lo cual les permite seguir operando.

#### 4.3.1 Adjudicación de caudales superiores a los caudales mínimos de las fuentes.

Las autoridades ambientales han adjudicado caudales así en la ESP Aguas de Manizales S.A para las fuentes Blanco, Cajones, Chinchiná, La Arenosa, La María, Olivares y Pinares; en las Empresas Públicas de Armenia EPA-ESP, para la fuente Río Quindío; en la Empresa Multipropósito de Calarcá S.A., con la fuente San Rafael, Naranjal y El Salado; y para EMCARTAGO S.A (2007), con la fuente Río La Vieja. Esta situación no permite garantizar el abastecimiento en épocas de verano intenso. Más grave aún es que, con el conocimiento y la responsabilidad que compete a las autoridades ambientales, no se tenga definida una política clara en el otorgamiento de caudales de una fuente que considere las condiciones hidrológicas de cada cuenca para garantizar el caudal mínimo ecológico.

#### 4.3.2 Renovación de las concesiones de las fuentes ante la autoridad ambiental.

Se hace notorio que ESP como AQUAMANÁ (2009) y EMCARTAGO S.A. (2007) no presentan en sus reportes la información correspondiente a las concesiones otorgadas por la Autoridad Ambiental. Asimismo EMPOCABAL (2007) y ESP de La Virginia, en sus informes de gestión, presentan las concesiones con términos vencidos y no reportan datos acerca de su renovación.

### 4.3.3 Inconsistencia de los registros de consumos.

Según la evaluación integral de Aguas de Manizales ESP (2009), en el 2007, se contaba con 85.285 usuarios, un Índice de Agua No Contabilizada promedio (IANC) de 26,9% y un porcentaje de micro-medición de 97,91%, valores que no presentan consistencia ya que así, alrededor de 1.782 usuarios no contarían con micro-medición. Considerando el caudal promedio de salida de las tres plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de 2.719.915 m<sup>3</sup>/mes, se tiene como volumen facturado promedio 1.988.258 m<sup>3</sup>/mes. Los usuarios registrados con un consumo promedio de 9,52 m<sup>3</sup>/usuario\*mes consumirían 16.965 m<sup>3</sup>/mes, los cuales representan el 0,9% del total facturado.

	Fuente	Caudales (l/s)			Caudal tratado (l/s)	Cobertura (Suscriptores) (Crecimiento) (Eficiencia) (IFA)	Consumo (m <sup>3</sup> / año)	Calidad del agua		Observaciones
		Adjud.	Mínimo	Captado				IRCA	Características	
AGUAS DE MANIZALES	Rio Blanco	324	135-238	50-179		Manizales (85,285) 1,85% NR		NR	Agua no apta para consumo humano para algunos meses	Es importante que la empresa tenga comunicación con el ente de vigilancia de calidad del agua, para que realicen el convenio de toma de muestras en puntos de la red de distribución. El sistema de acueducto presenta vulnerabilidad en la captación por contaminación de actividad minera en la zona y por sismicidad.
	Q. Cajones	310	199-291	129-283						
	Q. California	135	107-182	134						
	Q. Chinchiná	1000	632-800	314-600						
	Q. La Arenosa	78	32	5,54						
	Q. La Maria	130	60-78	129						
	Q. La Ye	114	40-219	40-219						
	Q. Olivares	74	16-56	10-69,9						
	Q. Pinares	120	44-93	20-79						
	Q. Romerales	155	146-175	80-149						
Q. Termales	200	73-212	0							
ACUAMANA	Q. La Albania	NR	NR	NR	NR	Villamaría 8,692 3,80% 93%	1,628,134	1.4	Apta para consumo	NR al 2008 vigencia de las concesiones ante CORPOCALDAS, la empresa está generando gastos y costos superiores a los ingresos, igualmente debe aclarar inconsistencias sobre la micro-medición y la cobertura.
	Q. Chupaderos	NR	NR	NR	NR					
EMPOCALDAS	Q. Campoalegre	NR	NR	NR	NR	Chinchiná				
	Q. Betania	NR	NR	NR	NR	Palestina				
EMPOCABAL	R. Campoalegrito	500		500	540	Santa Rosa de Cabal 13,025 1,79% 90,99% 1	2,839,501	NR	Apta, índice de Aceptabilidad 86,01%	Licencia de concesión vencida para el año 2005, se presenta inconsistencia entre los datos de consumo actuales que son inferiores a los registrados en años anteriores, 2005 3.8 millones de m <sup>3</sup> , se presenta inconsistencia sobre datos de cobertura y micro-medición los cuales llegan a superar el 100% en algunos estratos.
	R. San Eugenio	100		90						
SERVICIIDAD	Agua en bloque de EMPOCABAL y ESP Pereira	NR	NR	NR	NR	Dosquebradas 32,271 5,30% 97,62% 1	6,513,871	NR	Fallas en la desinfección	Falta de calidad en la información reportada al SUI. No tiene plan de contingencia sobre los riesgos en la prestación del servicio. Movimientos en masa que afectan la infraestructura de los tanques de almacenamiento y la red de distribución
ESP PEREIRA	R. Otún	2000	3,906-5,646	1,524-1,527	202-540	Pereira 106,975 4% 98,30% 1	1,612,428	6.2	Bajos porcentajes de aceptabilidad : cloro residual 86%, coliformes totales 92%, E coli 95%	
ESP LA VIRGINIA	R. Totuí	300	708		NR	La Virginia 7,659 0,20% 96,68% 1	1,591,693	NR	Fallas en la desinfección, presencia de coliformes fecales	La concesión de aguas venció en el 2004, inconsistencias en la información.
ENCARTAGO										

**Tabla 3.** Estado de las principales ESP que prestan servicio en la ecoregión eje cafetero (derivado de la revisión de informes de gestión)

	Fuente	Caudales (l/s)			Caudal tratado (l/s)	Cobertura (Suscriptores) (Crecimiento) (Eficiencia) (IFA)	Consumo (m <sup>3</sup> / año)	Calidad del agua		Observaciones
		Adjud.	Mínimo	Captado				IRCA	Características	
EPA	R. Quindío	1500	1549	909	810	Armenia 75,909 1,85% 66,58% 1	16,001,214	NR	Fallas en la desinfección relacionada con presencia de coliformes fecales	La concesión de aguas venció en el 2004, no hay PTAR, problemas con la calidad del agua
ESP CALARCA (2008)	R. Santo Domingo	100	500			Calarcá 13,916 1,70% 95,68% 2	2,582,252	NR	Apta	No cuenta con información de PTAR, altos consumos en el sector oficial 36%, falta mayor claridad con los sistemas de micromedición, tendencia de decrecimiento de los consumos.
	Q. San Rafael	50	30	NR						
	Q. Naranjal	15	5							
	Q. Salado	55	50							

Con los valores reportados, el consumo promedio sería de 23,3 m<sup>3</sup>/usuario\*mes; el volumen que consumirían los usuarios sin micro-medición sería de 41.521 m<sup>3</sup>/mes, y el volumen facturado sería de 811.913 m<sup>3</sup>/mes, que es un valor inconsistente con el calculado con las pérdidas reportadas; así, las pérdidas de agua serían del orden del 70%. En las Empresas Públicas de Armenia EPA ESP (2007), los consumos reportados son del orden de 16.001.214 m<sup>3</sup>/año, en discordancia con lo que se reporta como facturado que asciende a 20.023.282 m<sup>3</sup>/año. Así mismo la cobertura en micro-medición presenta valores muy bajos y variables año a año, lo cual permite suponer que el IANC debe ser alto; sin embargo, la empresa reporta un IANC del 19,02%. La información reportada al SUI por EMPOCABAL (2007) presenta inconsistencia en cuanto al volumen de agua consumido para el año 2006, el cual difiere en magnitud considerable respecto a los demás años. Se tiene para el año 2007 un consumo aproximado de 2,8 millones de m<sup>3</sup>. Así mismo, EMPOCABAL reporta un valor superior al 100% en cobertura de micro-medición, valor que, en la práctica, es físicamente imposible si se tiene en cuenta que a lo sumo se podría tener una cobertura en micro-medición del 100%.

#### 4.5 Problemas con la calidad del agua suministrada

En cuanto a la calidad del agua suministrada a los usuarios, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira SA (2009) reporta un IRCA del 6,2%, con bajos porcentajes de aceptabilidad en varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos de acuerdo con las muestras evaluadas por las autoridades sanitarias y observando problemas en la calidad del agua que se entrega a los usuarios. EMPOCABAL (2007) presenta un índice de calidad de agua del 86,01%, el cual nos muestra que el agua suministrada no posee las condiciones mínimas para ser apta para el consumo humano. Los informes sugieren realizar un plan de acción tendiente a optimizar la calidad del agua y del servicio de manera óptima. En la empresa de servicios públicos de La Virginia, se tiene un índice de aceptabilidad del 50%, lo cual evidencia la deficiencia en la calidad del agua suministrada. Aquí se muestra que el número y la frecuencia de los muestreos no cumplen con la normatividad, que las muestras se toman al interior de los domicilios y que se evidencian fallas generales en los procesos de desinfección. Para SERVICIUDAD ESP (2008) de Dosquebradas, se presentan problemas en cuanto a la calidad del agua, reportando como un porcentaje de aceptabilidad de 0% ya que en la toma de muestras, se ha evidenciado incumplimiento en parámetros físicos, químicos y microbiológicos. También se muestra que el número y la frecuencia de los muestreos no cumplen con lo estipulado en la ley, que los sitios de muestreo no han sido concertados con la autoridad sanitaria y que se presentan fallas en los procesos de potabilización.

Para los sistemas de Chinchiná y Palestina que atiende EMPOCALDAS ESP (2008b), el IRCA en el sistema de Chinchiná reporta un valor de 6% ubicándolo en nivel de riesgo bajo y en Palestina de 22,4%, quedando en niveles de riesgo medio por el manejo inapropiado de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas que debe tener el agua apta para consumo.

## 5. DISCUSIÓN FINAL

La dispersión urbana que en la actualidad se proyecta desde los sistemas urbanos principales del eje cafetero como Manizales, Pereira y Armenia es un fenómeno que, dada su progresión espacial, se extiende hacia los municipios que gravitan en cada uno de estos sistemas principales. A medida que se extiende la red urbana entre los municipios estudiados, se define una serie de escenarios urbanos en formación y desagrupados, donde se localizan diferentes tendencias de uso residencial, comercial, industrial y de servicios. Estas localizaciones se convierten a su vez en nodos de crecimiento urbano futuro.

Previendo esta tendencia de incremento de áreas urbanas en el eje cafetero, se plantea la preocupación acerca de las condiciones de dotación y calidad de los acueductos que deben suplir estas nuevas demandas de agua, teniendo en cuenta las limitaciones de los bosques andinos y sub-andinos para confinar y regular el suministro natural de caudales, el impacto de la transformación de los usos del suelo en los contextos de captación de los acueductos y finalmente, la forma como las ESP reconocidas por la CRA y por la SSPD a nivel regional en el eje cafetero vienen realizando su ejercicio de suministro de acueducto con calidad.

Las características de la oferta hídrica dispuestas en el contexto de dispersión urbana en el eje cafetero están mediadas ante todo por la magnitud de la expansión no planificada, relacionada con una crisis social de la ruralidad y la especulación orientada por intereses particulares, con conflictos de uso del suelo en los contextos de captación y con irregularidades en el suministro de agua apta para consumo por parte de las ESP. La falta de planeación de los enclaves urbanos en formación conlleva a que la oferta de agua se soporte algunas veces en acueductos rurales que no están previstos para un desarrollo urbano y, en otras, en ESP cuyas coberturas son vulnerables por la precariedad de sus estructuras ante eventos extremos de lluvia y sequía, con problemas de calidad de agua para consumo y con irregularidades en las mediciones. En otros términos, la progresión y dispersión urbana incrementan espacialmente los problemas de la eficiencia de la cobertura vistas en los informes de las ESP.

Un segundo resultado establece que la transformación del uso del suelo dada por la inserción de las nuevas actividades urbanas a nivel local revierte e incrementa la problemática presente en la ruralidad de las áreas de estudio. La promoción de nuevos escenarios urbanos irrumpe en las estructuras del campesinado local y regional al momento de cambiar los usos del suelo. Con esto, se quiere señalar que el deterioro de las actividades rurales recalifica la relación con el manejo del suelo en sus formas de conservación y de manejo alternativo, entre bosques que cumplen funciones de regulación y usos agrícolas, llevando a que las iniciativas históricas de conocimiento y conservación en función de la oferta hídrica local tiendan a desaparecer. Por lo tanto, las nuevas necesidades de agua y de oferta hídrica se transfieren hacia ecosistemas no necesariamente localizados en estos lugares, sino en escenarios distantes enclavados en las vertientes de la cordillera central.

La oferta física y ecológica estudiada depende entonces de una serie de remanentes andinos y sub-andinos con diferentes situaciones de intervención por prácticas rurales, las cuales inciden en el detrimento de las áreas de bosques, en la irrupción de los corredores ecológicos vitales para la regulación hídrica y en la calidad del agua al momento de ser captada. Esta calidad ya viene afectada desde el primer momento por el aporte de materia orgánica (coliformes) y fertilizantes atribuibles a las actividades ganaderas de las vertientes andinas.

En línea con lo anterior, un tercer resultado ha determinado que varias ESP reconocidas, registradas y certificadas presentan inconsistencias o desconocimiento en sus caudales otorgados por las autoridades ambientales, en su infraestructura y en sus condiciones de potabilización. Así mismo, es precaria o nula la colaboración entre estas empresas y las Corporaciones Autónomas Regionales, en la elaboración y ejecución de agendas conjuntas encaminadas al uso, manejo y conservación de los remanentes y corredores andinos y sub-andinos que sustentan la oferta de agua inicial.

En este sentido es claro que actualmente hay omisión y ausencia de participación de las ESP, tanto en el ordenamiento y la planeación de los ecosistemas estratégicos de donde se proveen, como en su voluntad para incidir sobre los problemas sociales y ecológicos desarrollados en la ruralidad donde se localizan sus áreas de captación. Al mismo tiempo, los agentes que promocionan la conversión del uso del suelo rural a urbano y que aprovechan las circunstancias actuales de crisis

rural para fomentar el remplazo de unidades productivas por lotes para nuevos usos, son totalmente indiferentes a las condiciones que inciden en el detrimento de las condiciones de regulación hídrica en los ecosistemas. Tal comportamiento, ajeno a las realidades sociales y ambientales tanto en sus áreas de operación como en los escenarios de regulación hídrica, obstruye las disposiciones en materia de uso, manejo y conservación del suelo y la biodiversidad establecidos en cada uno de los ordenamientos territoriales en los municipios donde se da la dispersión urbana.

Por último, cabe destacar que la oferta hídrica dada en la dispersión urbana del eje cafetero tiende a ser cada vez más frágil en la medida en que este fenómeno incrementa su área y su demanda; los PDA formulados desde el 2008 carecen de evaluaciones acerca de las condiciones socio-económicas de los lugares estudiados, haciendo ineficiente la proyección de las nuevas infraestructuras en agua y saneamiento. Tales situaciones llevan a pensar, como discusión final, que la oferta hídrica para el caso de estudio queda en manos de las voluntades políticas locales y regionales a partir de su grado de compromiso social sobre el acatamiento de los mecanismos de planeación municipales; así mismo, dependen de las tendencias de especulación de los mercados del suelo para propósitos inmobiliarios urbanos y del mejoramiento en las condiciones técnico-operacionales de las ESP. Este es un aspecto que depende de su correcta administración, planeación interna y grado de vinculación con los propósitos de desarrollo regional y local.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores hacen reconocimiento al programa de Especialización en Manejo y Gestión del Agua de la Universidad de Antioquia, dentro del cual se desarrolló la monografía que sustenta este artículo, titulada "*Dispersión urbana y oferta hídrica en el eje cafetero*", la cual puede ser consultada en el centro de documentación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Aguas de Manizales ESP, 2009. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá. (consultado: 10/09/2010). <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Aguilar, A. G., Ward, P. M. y Smith Sr, C. B., 2003. Globalization, regional development and mega-city expansion in Latin America: Analyzing Mexico City's peri-urban hinterland. *Cities*, 20 (1), pp. 3-21
- AQUAMANÁ, 2009. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado: 11/09/2010). <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Allen, A., 2003. Environmental planning and management of the periurban interface: perspectives on an emerging field. *Environment & Urbanization*, 15 (1). (consultado: 4/04/2010). <http://eau.sagepub.com/content/15/1/135.full.pdf>
- Armenteras, D., 2005. Informe sobre el estado del monitoreo de ecosistemas andinos. Instituto de Investigaciones Alejandro von Humboldt. Bogotá.
- Barros, C., 1999. De rural a rururbano: transformaciones territoriales y construcción de lugares al sudoeste del área metropolitana de Buenos Aires, En: *Scripta Nova, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, nº 45 (52), 1 de agosto 1999, Barcelona. (consultado:10/04/2010).<http://www.ub.es/geocrit/sn-45-52.htm>
- Cámara Colombiana de la Construcción, CAMACOL, 2009. Panorama de la Construcción en Colombia. En: *Construcción en cifras 2009*. [www.fna.com.co:9060/.../Foro%20FNA%20y%20Portafolio%20\(mayo%202009\).ppt](http://www.fna.com.co:9060/.../Foro%20FNA%20y%20Portafolio%20(mayo%202009).ppt)
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento (CRAPS), 2010. Reglamentación Agua y Saneamiento (RAS), (consultado:19/10/2010) [72 | Gestión y  
Ambiente](http://www.cra.gov.co/normas_clasificadas.shtml?s=c&m=b&cmd%5B101%5D=c-1'Reglamento%20T%E9cnico%20del%20sector%20(RAS)'>http://www.cra.gov.co/normas_clasificadas.shtml?s=c&m=b&cmd%5B101%5D=c-1'Reglamento%20T%E9cnico%20del%20sector%20(RAS)'</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

- Contraloría Municipal de Armenia, 2009. Estado de los Recursos Naturales, Vigencia 2008. (consultado: 12/09/2010). <http://www.contraloriarmenia.gov.co>
- Contraloría Municipal de Caldas, 2009. Informe de gestión EMPOCALDAS. (consultado: 13/10/2010). [http://www.contraloriageneraldecaldas.gov.co/Caldas\\_Contraloria/docs/EMPOCALDAS%20FINAL%202009.pdf](http://www.contraloriageneraldecaldas.gov.co/Caldas_Contraloria/docs/EMPOCALDAS%20FINAL%202009.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2010. Base estadística del 2005 y el censo de proyección de población a 2015 (consultado: 13/09/2010). [http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=307&Itemid=124](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=124)
- ECOANDES, 1995. Estudio de ecosistemas tropo-andinos. La cordillera central colombiana, transecto Parque de Los Nevados. Berlín, Stuttgart. 1995
- Empresa de Obras Sanitarias de Caldas (EMPOCALDAS ESP), 2008a. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado: 13/09/2010). <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresas Públicas de Armenia, EPA ESP, 2007. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado: 13/09/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresa de Servicios Públicos de Santa Rosa de Cabal (EMPOCABAL ESP), 2007. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá.(consultado: 13/09/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresa de Servicios Públicos de Dosquebradas (SERVICIUDAD ESP), 2008. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá. <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. E.S.P., 2009. Evaluación integral, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Bogotá. (consultado: 15/09/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- EMPOCALDAS S.A. ESP, 2008b. Informe de gestión, Gobernación de Caldas.
- Empresas Públicas de Armenia, EPA ESP., 2007. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado:13/09/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresas Municipales de Cartago (EMCARTAGO S.A.), 2007. Evaluación integral. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado:16/08/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Empresa Multipropósito de Calarcá (ESP Calarcá), 2008. Informe ejecutivo de gestión. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Bogotá. (consultado: 25/09/2010) <http://www.superservicios.gov.co/home/web/guest/aaa>
- Europe Environment Agency (EEA), 2010. Metodología CORINE LAND COVER. (consultado: 2/03/2010) <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- Flórez, A., 2003. Colombia: Evolución de sus relieves y modelados. Universidad Nacional de Colombia, UNIBIBLOS, 2003.
- Gómez, D., 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), 2008. Estudio Nacional del Agua. (consultado: 30/08/2010). <http://www.cambioclimatico.gov.co/documentos/DocRefCambioClimatico/DocsEspanol/Colombia/Estudio%20del%20Agua.%20IDEAM.pdf>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2007. Levantamiento semi-detallado de las coberturas terrestres, metodología de clasificación del uso del suelo CORINE LAND COVER. Departamento de Antioquia. Sub-dirección de Agrología, Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá, 260 pp.

- Jenks, M. y Burgess, R., 2000. Compact cities: Sustainable urban forms for developing countries. Spon Press, Inglaterra. pp. 357
- Manzano, I. y Orozco, I., 2009. Diagnóstico de acueductos veredales de Pereira, Secretaría de Planeación municipal, Alcaldía de Pereira. [www.pereira.gov.co/.../DIAGNOSTICO\\_ACUEDUCTOS\\_RURALES\\_2009.pdf](http://www.pereira.gov.co/.../DIAGNOSTICO_ACUEDUCTOS_RURALES_2009.pdf)
- Nuissl, H., Haase, D., Lanzendorf, M. y Wittmer, H., 2009. Environmental impact assessment of urban land use transitions - A context-sensitive approach, *Land Use Policy*, 26 (2), pp. 414-424
- Plan Departamental de Agua del Quindío (PDAQUINDÍO), 2008. Informe Técnico. Gobernación del Quindío. (consultado: 19/10/2010) [http://www.quindio.gov.co/home/docs/items/item\\_110/InformePDAQuindio2008-2009.pdf](http://www.quindio.gov.co/home/docs/items/item_110/InformePDAQuindio2008-2009.pdf)
- Plan Departamental de Agua de Caldas (PDACALDAS), 2008. Informe Técnico. Gobernación de Caldas.(consultado19/10/2010)
- Pinto, H., 2009. Contexto económico de la actividad edificadora en Caldas. CAMACOL. [http://www.camacol.org.co/adminSite/Archivos/ArtPres\\_20091106055600.pdf](http://www.camacol.org.co/adminSite/Archivos/ArtPres_20091106055600.pdf)
- Villareal, H, Álvarez, M. y Córdoba, S., 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá.