

# PERSPECTIVA, GEOGRÁFICA

Programa de Estudios de Postgrado en Geografía (EPG)  
Convenio UPTC - IGAC  
Carrera 30 N.º 48-51 Edificio CIAF, Oficina 108, Bogotá - Colombia  
Teléfono: (57-1) 369 4000/4100 Ext. 91631  
perspectiva.geografica@uptc.edu.co  
http://www.uptc.edu.co/enlaces/rpersgeogra

PG  
Vol.  
21  
No.1

## Contenido

### Content

Vol. 21 • No. 1 • Año 2016  
Enero - Junio

#### Presentación Presentation

**La conformación del espacio social a través del gusto por lo pintoresco**  
Social Space Conformation for the Sake of the Picturesque  
Augusto Solórzano

**Modelo climático de los páramos de la Cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo**  
Climate Model of the Moorlands of the Colombian Eastern Mountain Range Applied to Soil Temperature Regimes  
Carlos Enrique Castro Méndez, Yolima del Carmen Agualimpia Dualiby, Fernando Sánchez Sánchez

**Análisis de la distribución espacial y temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, Sabana de Bogotá, Colombia**  
Spatial and Temporal Precipitation Distribution Analysis at Chicú River Basin, Bogotá's High Altitude Savannah, Colombia  
Cristian Camilo López Velandia

**Potencial de captura de CO<sub>2</sub> asociado al componente edáfico en páramos Guantiva-La Rusia, departamento de Boyacá, Colombia**  
Potential CO<sub>2</sub> Capture Associated with Edaphic Component in Moorlands Guantiva-La Rusia, Department of Boyacá, Colombia  
Karen Lisseth Africano Pérez, Germán Eduardo Cely Reyes y Pablo Antonio Serrano Cely

**Estructura agraria: lógicas disímiles en la concepción del territorio**  
Agrarian Structure: Different Logical to the Concept of Territory  
Wilson González Santos

**Aproximación a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura**  
Approach to the Management of Land Use in Colombia Against Large Infrastructure Projects  
Jahir A. Gutiérrez O., Gleidy A. Urrego E. y Jefferson Carmona M.

**Análisis geo-histórico del proceso de urbanización en América del Sur: De la ciudad indoamericana a la ciudad neoliberal**  
Geo-Historical Analysis of the Urbanization Process in South America: From the Pre-Columbian to the Modern Neoliberalperiod  
Jorge Andrés Rivera Pabón

**Guía para autores**  
Guidelines for Authors

ISSN 0123-3769



9 770123 376009

Perspectiva Geográfica • Vol. 21 • No. 1 • Año 2016 • Enero - Junio

# PERSPECTIVA, GEOGRÁFICA

Revista del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía

Vol. 21 No. 1  
Enero - Junio 2016

perspect. geogr.  
ISSN (Impreso) 0123-3769  
ISSN (En línea) 2500-8684



Convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC



# PROGRAMA de ESTUDIOS de POSGRADO en GEOGRAFÍA



## DOCTORADO en Geografía

**Aprobación MEN** Resolución 2504 de mayo 6 de 2009. Código SNIES 54620.

**Dirigido a:** Profesionales con maestría en geografía y áreas afines, interesados (as) en desarrollar investigación de alto nivel en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación para construir, a partir de una estructura sólida de pensamiento, soluciones a problemas geográficos contemporáneos desde su campo y competencias disciplinares, contribuyendo a la producción y avance del conocimiento geográfico del país.

**Duración:** 3 años, en los que se desarrollan 80 créditos distribuidos en seis periodos académicos, cada uno de 16 semanas

**Modalidad:** Presencial diurna de tiempo completo.

## MAESTRÍA en Geografía

**Renovación autorización de funcionamiento Maestría:** Resolución MEN 16213 del 15 de noviembre de 2013.

**Dirigido a:** Profesionales interesados(as) en contribuir con la búsqueda de soluciones a problemas relacionados con la organización del espacio, la planificación regional y el ordenamiento territorial a diferentes escalas espacio-temporales.

**Duración:** 2 años, en los que se desarrollan 55 créditos distribuidos en cuatro periodos académicos, cada uno de 16 semanas

**Modalidad:** Presencial diurna de tiempo completo.

## Líneas de investigación:

*Sociedad y territorio.  
Geografía ambiental.  
Ordenación y desarrollo territorial sostenible.  
Geomática aplicada a la solución de problemas geográficos.*

### Mayores informes:

www.uptc.edu.co  
E-mail: maestría.geografía@uptc.edu.co  
doctorado.geografía@uptc.edu.co  
Tel. 3694000/4100 Ext. 91632 (Maestría), 91631 (Doctorado)  
Telefax: 3694080  
Sede: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).  
Cra. 30 No. 48-51, Edificio CIAF, of. 107 y 109, Bogotá.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADOS



POSDOCTORADO:  
EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



DOCTORADOS:  
EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
EN HISTORIA  
EN LENGUAJE Y CULTURA  
EN GEOGRAFÍA (Convenio UPTC – IGAC)



MAESTRÍAS:  
EN LITERATURA  
EN DOCENCIA DE IDIOMAS  
EN EDUCACIÓN  
EN HISTORIA  
EN PEDAGOGÍA DE LA CULTURA FÍSICA  
EN LINGÜÍSTICA  
EN PATRIMONIO CULTURAL  
EN GEOGRAFÍA (Convenio UPTC – IGAC)



ESPECIALIZACIONES:  
EN ARCHIVÍSTICA  
EN GERENCIA EDUCACIONAL  
EN NECESIDADES DE APRENDIZAJE  
EN LECTURA, ESCRITURA  
Y MATEMÁTICAS



Facultad de las Ciencias de la Educación  
Contacto: facultad.educacion@uptc.edu.co  
Tel.: 7406883 Ext: 2459-2460  
Tunja, Boyacá. Colombia



Programa de Estudios de Posgrado en Geografía  
E P G



## **PERSPECTIVA GEOGRÁFICA**

**Volumen 21 No. 1, 2016**  
**Enero - Junio**

**PERSPECTIVA GEOGRÁFICA**

---

**Perspect. geogr. – Tunja (Colombia) Vol. 21 No. 1, 2016 enero - junio**  
**ISSN 0123-3769 (Impreso) - 2500-8684 (En línea)**

## Perspectiva Geográfica

Es una revista académica arbitrada, de periodicidad semestral desde el 2013, especializada en estudios geográficos y de planificación territorial, dirigida a comunidades académicas, investigativas y del desarrollo territorial, interesadas en temas geográficos y ciencias afines. La publicación es editada por el programa de Estudios de Posgrado en Geografía –EPG– en el marco del convenio de colaboración científica entre la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –UPTC– y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC– desde 1987. En la revista se publican artículos originales e inéditos de investigación, reflexión y revisión, referidos a la espacialidad de los fenómenos sociales, económicos, políticos, culturales y naturales, desde diversas perspectivas y enfoques teóricos. También acoge los estudios sobre aspectos técnicos y metodológicos del quehacer propio de los geógrafos, así como los trabajos de geografía aplicada en los campos de la geomática, la planificación territorial y las investigaciones de frontera.

Indexada en:

Índice Bibliográfico Nacional –PUBINDEX– Dpto. Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias  
Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades de la UNAM –CLASE  
Sistema de Información Sobre las Revistas de Investigación Científica –LATINDEX

De consulta en la plataforma de recursos y servicios documentales:

UPTC: <http://www.uptc.edu.co/enlaces/rpersgeogra>

DIALNET: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=15743>

Perspectiva geográfica / Programa de Estudios de Posgrado en Geografía EPG, Convenio UPTC - IGAC. – No. 1 (1997)- Tunja: UPTC, IGAC, 1997- ISSN 0123-3769 (Impreso) - 2500-8684 (En línea)  
Semestral 1997-2003 - Anual desde 2004. A partir de 2008 se convierte a volumen 1. Periodicidad Semestral desde el primer semestre de 2013. Geografía Física - Publicaciones seriadas. - 2. Geografía humana - Publicaciones seriadas. - 3. Geografía humana - Colombia - Publicaciones seriadas - 4. Uptc - Publicaciones seriadas  
CDD 900

Correspondencia:

Editor: Rigaud Sanabria Marín  
Carrera 30 Núm. 48-51, Edificio CIAF  
Oficina 108, Bogotá (Colombia)  
Teléfono: (57-1) 369 40 00 / 4100 Ext. 91631  
Telefax: (57-1) 369 40 80  
[perspectiva.geografica@uptc.edu.co](mailto:perspectiva.geografica@uptc.edu.co)

Canje:

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)  
BIBLIOTECA CENTRAL  
Avenida Central del Norte  
Tunja-Boyacá-Colombia  
[biblioteca.informacion@uptc.edu.co](mailto:biblioteca.informacion@uptc.edu.co)

Editora en Jefe UPTC: Ruth Nayibe Cárdenas Soler

Corrección de estilo: Luis Enrique Clavijo Morales

Corrección abstract: Alexander Ortiz Carvajal, Instituto Internacional de Idiomas, UPTC

Diagramación: Lorena Orduz Valbuena, Diseñadora Gráfica, Búhos Editores.

Diseño de portadas: Oficina de Difusión y Mercadeo, IGAC

Retoque gráficos: Lorena Orduz Valbuena, Diseñadora Gráfica, Búhos Editores.

Ilustración en portada: Banco de Imágenes, CIAF-IGAC

Impresión:

BÚHOS EDITORES LTDA.  
Diagonal 57 No. 7 - 34  
Barrio Santa Ana  
Tunja, Boyacá (Colombia)  
[buhosedí@gmail.com](mailto:buhosedí@gmail.com)  
Tel. 744 2264 - Cel. 314 411 5024

Tamaño 17.5 x 25 cms.  
Impresa en Papel propalmate de 90 gramos.  
Carátula impresa en papel propalcote  
de 300 gramos, en policromía.

Publicación financiada por la Dirección de Investigaciones y el Programa de Estudios de Posgrado en Geografía.

Las opiniones expresadas en los artículos son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Se permite la reproducción parcial o total citando siempre la fuente.

Esta revista se terminó de imprimir en Búhos Editores Ltda., con una edición de 400 ejemplares. Tunja-Boyacá-Colombia

## Programa de Estudios de Posgrado en Geografía, EPG

Convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC

### Consejo Directivo

GUSTAVO ORLANDO ÁLVAREZ ÁLVAREZ, Esp.  
Rector, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)

JUAN ANTONIO NIETO ESCALANTE, M.Sc.  
Director General  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

OLGA NAJAR SÁNCHEZ, M.Sc.  
Decana Facultad de Ciencias de la Educación (UPTC)

HÉCTOR MAURICIO RAMÍREZ DAZA, M.Sc.  
Jefe, Oficina CIAF  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

### Coordinadores académicos EPG

FRANZ GUTIÉRREZ REY, Ph.D.  
Maestría en Geografía

RIGAUD SANABRIA MARIN, Ph.D.  
Doctorado en Geografía

Perspectiva Geográfica, Volumen 21 No. 1, ISSN 0123-3769 (Impreso) - 2500-8684 (En línea) - Año 2016 enero - junio  
Publicación coordinada por el Programa de Estudios de Posgrado en Geografía (EPG), Convenio UPTC-IGAC

### Editor:

RIGAUD SANABRIA MARIN, Ph.D.

### Asistentes Editoriales:

JORGE LEONARDO RÓJAS CORREDOR, Lic.  
JULY ALEJANDRA CASTRO HERNÁNDEZ, Filósofa.

### Comité Editorial:

ÁNGEL MASSIRIS CABEZA, Ph.D.  
Consultor Internacional  
(Colombia)

DELFINA TRINCA FIGHERA, Ph.D.  
Universidad de los Andes  
(Venezuela)

EDUARDO SALINAS CHÁVES, Ph.D.  
Universidad de La Habana  
(Cuba)

EFRAÍN LLANOS HENRIQUEZ, Ph.D.  
Universidad del Atlántico  
(Colombia)

FRANZ GUTIÉRREZ REY, Ph.D.  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
(Colombia)

HÉCTOR MAURICIO RAMÍREZ DAZA, M.Sc.  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC  
(Colombia)

JOSÉ GÓMEZ ZOTANO, Ph.D.  
Universidad de Granada  
(España)

ÓSCAR BUITRAGO BERMÚDEZ, Ph.D.  
Universidad del Valle  
(Colombia)

### Comité Científico:

DAVID VELÁSQUEZ TORRES, Ph.D.  
Universidad de Quintana Roo  
(México)

ELKIN VELÁSQUEZ MONSALVEC, Ph.D.  
Jefe de la Sección de Gobernanza Urbana de la ONU – Habitat  
(Colombia)

JAIR PRECIADO BELTRÁN, Ph.D.  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(Colombia)

JOAQUÍN FARINOS DASI, Ph.D.  
Universidad de Valencia (España)

LUIS CHÍAS BECERRIL, Ph.D.  
Universidad Nacional Autónoma de México (México)

MARÍA ELINA GUDIÑO DE MUÑOZ, Ph.D.  
Universidad Nacional de Cuyo  
(Argentina)

ROBERTO GONZÁLEZ SOUSA, Ph.D.  
Universidad de La Habana  
(Cuba)

El comité editorial agradece a los jurados que hicieron posible este volumen:

ANNA ORTIZ GUITART, Ph.D.  
Universidad Autónoma de Barcelona  
(España)

BELÉN ELISA DÍAZ PÉREZ, Ph.D.  
Universidad Rey Juan Carlos  
(España)

CARLOS DANIEL VERGARA CONSTELA, M.Sc.  
Universidad de Valparaíso  
(Chile)

CLEMENCIA ESCALLÓN GARTNER, M.Sc.  
Universidad de los Andes  
(Colombia)

DANIEL FRANCISCO JARAMILLO JARAMILLO, M.Sc.  
Universidad Nacional de Colombia  
(Colombia)

DIANA BURGOS VIGNA, Ph.D.  
Université de Cergy-Pontoise  
(Francia)

GLORIA CECILIA RUALES ZAMBRANO, M.Sc. (Cand.)  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
(Colombia)

GLORIA YANETH FLÓREZ YEPEZ, M.Sc.  
Universidad de Manizales  
(Colombia)

INMACULADA CARAVACA BARROSO, Ph.D.  
Universidad de Sevilla  
(España)

ISAÍAS TOBASURA ACUÑA, Ph.D.  
Universidad de Caldas  
(Colombia)

JORGE ALIRIO ARISTIZABAL BOTERO, M.Sc.  
Universidad EAFIT  
(Colombia)

JOSÉ LUIS VARA MUÑOZ, Ph.D.  
Universidad Autónoma de Madrid  
(España)

JUANITA CORREDOR TÉLLEZ, M.Sc.  
Instituto de Desarrollo Urbano  
(Colombia)

MARGARITA MARÍA RODRÍGUEZ GARCÉS, M.Sc.  
Consultora independiente  
(Colombia)

MARÍA CRISTINA ORDOÑEZ DÍAZ, Ph.D. (Cand.)  
Proyecto SGR Cauca  
(Colombia)

MARTHA CONSTANZA DAZA TORRES, Ph.D. (Cand.)  
Universidad del Valle  
(Colombia)

NANCY LEIVA GUTIÉRREZ, M.Sc.  
Instituto Geográfico Agustín Codazzi  
(Colombia)

OMAR URAN ALONSO ARENAS, Ph.D.  
Universidad de Antioquia  
(Colombia)

PEDRO LEÓN GARCÍA REINOSO, Ph.D. (Cand.)  
Universidad del Quindío  
(Colombia)

PILAR DÍAZ FORERO, Esp.  
Universidad Piloto de Colombia  
(Colombia)

SAMUEL DARÍO GUZMÁN LÓPEZ, Ph.D. (Cand.)  
Universidad Tecnológica de Pereira  
(Colombia)

WILLIAM HERNANDO ALFONSO PIÑA, Ph.D.  
Universidad del Rosario  
(Colombia)

WILSON VERGARA VERGARA, M.Sc.  
Universidad de la Salle  
(Colombia)

# Contenido

## Content

---

Presentación <i>Presentation</i> .....	7
La conformación del espacio social a través del gusto por lo pintoresco <i>Social Space Conformation for the Sake of the Picturesque</i> <i>Augusto Solórzano</i> .....	11
Modelo climático de los páramos de la cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo <i>Climate Model of the Moorlands of the Colombian Eastern Mountain Range Applied to Soil Temperature Regimes</i> <i>Carlos Enrique Castro Méndez, Yolima del Carmen Agualimpia Dualiby y Fernando Sánchez Sánchez</i> .....	33
Análisis de la distribución espacial y temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, Sabana de Bogotá, Colombia <i>Spatial and Temporal Precipitation Distribution Analysis at Chicú River Basin, Bogotá's High Altitude Savannah, Colombia</i> <i>Cristian Camilo López Velandia</i> .....	63
Potencial de captura de CO <sub>2</sub> asociado al componente edáfico en páramos Guantiva-La Rusia, departamento de Boyacá, Colombia <i>Potential CO<sub>2</sub> Capture Associated with Edaphic Component in Moorlands Guantiva-La Rusia, Department of Boyacá, Colombia</i> <i>Karen Lisseth Africano Pérez, Germán Eduardo Cely Reyes y Pablo Antonio Serrano Cely</i> .....	91
Estructura agraria: lógicas disimiles en la concepción del territorio <i>Agrarian Structure: Different Fields of Logic on the Concept of Territory</i> <i>Wilson González Santos</i> .....	111

Aproximación a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura

*Approach to the Management of Land Use in Colombia Against Large Infrastructure Projects*  
Jahir A. Gutiérrez O., Gleidy A. Urrego E. y Jefferson Carmona M. .... 127

Análisis geo-histórico del proceso de urbanización en América del Sur: De la ciudad indoamericana a la ciudad neoliberal

*Geo-Historical Analysis of the Urbanization Process in South America: From the Pre-Columbian to the Modern Neoliberal Period*  
Jorge Andrés Rivera Pabón ..... 151

Guía para autores

*Guidelines for Authors* ..... 179

# Presentación

## Presentation

---

En el 2016 continuamos, con agrado y entusiasmo, presentando los importantes resultados de estudios geográficos y de planificación territorial, de acuerdo con nuestra misión de divulgarlos en la comunidad académica, investigativa y de la planificación territorial y al público en general interesado en profundizar en la actualidad de las estructuras y dinámicas territoriales.

En este el primer número del año, nuestros autores nos comparten resultados de sus recientes investigaciones referentes a diferentes enfoques, desde la geografía de las emociones, la geografía física, la geografía agraria, la geografía histórica, la geografía urbana y el ordenamiento territorial.

Augusto Solórzano analiza la importancia de las experiencias cotidianas y las percepciones afectivas de lo pintoresco en la construcción del espacio geográfico por la sociedad y en hacer de su territorio un lugar de goce, denominado paisaje emocional, en el cual se elabora la experiencia humana.

Carlos Enrique Castro, Yolima del Carmen Agualimpia y Fernando Sánchez proponen un modelo climático que permite determinar los regímenes de temperatura del suelo en ecosistemas de páramo, a partir de la relación de temperatura del aire y del suelo, el aspecto de la vertiente y la diferencia de gradientes de temperatura y altitud, para facilitar la generación de cartografía semidetallada de isotermas.

Cristian Camilo López analiza la distribución de precipitaciones a escala local, para la cuenca del río Chicú en Colombia, encontrando un aumento sostenido de las precipitaciones en las dos últimas décadas, con importante variabilidad espacial entre los mínimos y máximos, aumentando los valores hacia la cuenca baja. Evidencia el autor la disminución de la precipitación en periodos El Niño y el correspondiente aumento en periodos La Niña.

Karen Lisseth Africano, Germán Eduardo Cely y Pablo Antonio Serrano evidencian el importante impacto que tiene en la mitigación del cambio climático la captura de carbono por los suelos de los páramos Guantiva-La Rusia. Encuentran los autores, para este importante territorio, que la captura de carbono es significativamente mayor en suelos en recuperación; menor en suelos no intervenidos, y significativamente menor en los suelos de páramo con intervención antrópica.

Wilson González parte del análisis del conflicto y del desarrollo de la estructura agraria para proponer la dialéctica espacial en la comprensión del campesinado y sus dinámicas socioeconómicas, incluyéndole al enfoque tradicional bimodal la interacción espacial de los procesos de intervención rural en la comprensión de la construcción social del territorio campesino.

Jahir Gutiérrez, Gleidy Urrego y Jefferson Carmona analizan el marco jurídico del ordenamiento territorial y su incompatibilidad en los diferentes niveles territoriales en Colombia, así como la desarticulación de las entidades encargadas de la gestión estatal de megaproyectos. A partir de la interpretación de los diversos elementos y actores del territorio involucrados en los megaproyectos, plantean los autores que el ordenamiento territorial nacional, articulado con los ordenamientos territoriales departamentales y municipales, es necesario para resolver los problemas relacionados con la disposición, ocupación y uso del suelo por los megaproyectos de infraestructura.

Jorge Andrés Rivera Pabón, considerando, principalmente, el enfoque materialista histórico-geográfico, analiza la estructura del poblamiento y las dinámicas urbanas, desde el periodo precolombino al actual, para comprender el proceso de urbanización en América del Sur. Encuentra entre los elementos sobresalientes el carácter centripeto y la localización interior del periodo

precolombino, el carácter periférico y litoral del periodo colonial, el carácter desconcentrado e interior en el periodo moderno, y el carácter de grandes ciudades en el periodo posmoderno.

Nuevamente, esta publicación de Perspectiva Geográfica es resultado de un gran número de colaboradores que, proactivamente, siempre están dispuestos a contribuir con el desarrollo y divulgación de la productividad geográfica, como son los autores, los árbitros, los miembros del comité científico y editorial, los correctores de estilo, los diagramadores e impresores, los integrantes del equipo editorial, así como las directivas y funcionarios de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc) y del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); a todos, un profundo agradecimiento.

Invitamos a todos los interesados en las últimas investigaciones geográficas de nuestros territorios a consultar los diferentes números de la revista, que se encuentran publicados en la página Web de la Uptc, así como en las bases de datos registradas.

**Rigaud Sanabria Marin**  
Editor



# La conformación del espacio social a través del gusto por lo pintoresco<sup>1</sup>

Social Space Conformation for the Sake of the Picturesque

---

Augusto Solórzano<sup>2</sup>

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

Solórzano, A. (2016). La conformación del espacio social a través del gusto por lo pintoresco. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 11-32.

## Resumen

En la propedéutica del gusto, que Joseph Addison elaboró en torno a la naturaleza, lo curioso, lo sorprendente, lo interesante y lo agradable, es posible identificar una conciencia espacializante que desde lo sensorial restauró los mecanismos éticos y estéticos que gobernaron la vida social del siglo XVIII. Mediada por el placer y la imaginación, esta conciencia posibilitó el surgimiento de un espacio para el encuentro, que operó gracias a la simpatía, el diálogo y la discusión sobre los aspectos banales de la vida cotidiana. Conforme lo plantea Addison, la subjetividad y las emociones son pilares para la construcción de la vida pública. En conclusión, se argumenta el valor que la imaginación, los recuerdos, los desplazamientos por los jardines, las prácticas sensoriales y el goce por los placeres sencillos que ofrece el entorno tienen como antecedentes filosóficos de una geografía de las emociones.

**Palabras clave:** geografía de la subjetividad, paisaje-jardín, pintoresco, propedéutica del gusto.

---

1 Este texto hace parte del proyecto "Poéticas de lo artificial", que está inscrito en el Sistema de Información de la Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura, Escuela de Artes, Sede Medellín.

2 Doctor en Filosofía, Universidad Pontificia Bolivariana. Profesor asistente, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Arquitectura. portalsolorzano@gmail.com

## Abstract

In the propaedeutic of preferences which Joseph Addison constructed upon the concepts of the picturesque, curiosity, surprise, the interesting and the pleasant, it is possible to identify a specific spatial consciousness. This consciousness, which emerges from the senses, restored the ethic and aesthetic mechanisms which characterized social living in the eighteenth century. Based within the imagination and its pleasures, this very consciousness created a space which allowed and nurtured a discussion based in turn on mutual sympathetic aspects of daily life. As result, and fitting with Addison, subjectivity together with the emotions are the pillars upon which everyday life is built. In conclusion, the article argues for the existence of an emotional geography. This geography has its philosophical antecedents anchored in the imagination which encompasses everything from memories and the sensual experience of walking through a landscape and the banality of finding pleasure in simple objects.

**Keywords:** subjectivity geography, landscape-garden, picturesque, propaedeutic of taste.

## 1. Indicaciones previas: Joseph Addison como precursor de lo pintoresco

Las nuevas perspectivas que surgen en las distintas ciencias sociales y humanas exigen establecer un diálogo entre el pasado y el presente que ensanche el horizonte epistemológico y que permita ver el hoy como una realidad indivisible. Este es el caso de la teoría estética propuesta por algunos filósofos del siglo XVII, cuyas ideas permiten identificar puntos capitales que la geografía de las emociones discute hoy.

No está por demás señalar que la actualidad filosófica de las emociones, del agrado y lo curioso depende de las motivaciones e interés del intérprete que sea capaz de efectuar una praxis fundiendo el horizonte del pasado con el objeto de interpretación, en eso que Gadamer concibe como el principio de la historia *efectual*. De estas circunstancias nace el hecho de que prácticas específicas sobre las que la geografía de las emociones posa su lupa, tales como caminar, las experiencias sensoriales enlazadas con los recuerdos o la imaginación, así como el diseño del entorno, hayan sido descritas y teorizadas por pensadores que rompieron con los

prejuicios impuestos por la estética clásica y cuyos planteamientos aproximaron una mentalidad de cambio al introducir la sensibilidad como al aglutinante de los aspectos sociales, políticos y económicos.

Uno de esos filósofos es Joseph Addison (1672-1719), autor y divulgador de unas ideas que fundamentan el marco referencial e histórico de lo pintoresco. Como eslabón intermedio entre una teoría clasicista y una moderna, la invitación de Addison para faltar a las antiguas reglas clásicas (*The Spectador*, n.º 29) revoluciona una burguesía en formación que iniciaba el cultivo de una serie de gustos y de una incipiente teoría del arte; sus paradigmáticos planteamientos, difundidos en la revista *The Spectador*, acerca de recorrer la naturaleza con la brújula de lo sensual y lo fantasioso, permiten descubrir el valor que el entorno tiene a la hora de producir efectos sensoriales en el espacio íntimo, público y privado de los individuos.

En lo que corresponde a la psicología sensualista que estructura la concepción estética de Addison, puede decirse que el sentimiento de lo sublime, la experiencia de lo inhabitual y la sensación de lo

agradable son circunscritos a los placeres de la imaginación. Unos y otros se enriquecen gracias a la capacidad asociativa que caracteriza a la fantasía, permitiendo crear y experimentar cosas nuevas, cuya combinación abre un infinito abanico para el goce. A saber, el análisis comparativo entre los jardines franceses e ingleses constituye un documento que, desde la filosofía, la poesía y la literatura, estudia la subjetividad plegada en el paisaje geográfico, el valor que el entorno tiene para el fortalecimiento de los lazos afectivos y el rol que juega el desplazamiento a la hora de establecer las relaciones visuales y emocionales con el lugar.

Entre líneas, es posible leer el valor que Addison otorga a las experiencias cotidianas y a la noción de mundo vivido y construido colectivamente como esa amalgama de intercambios éticos y estéticos que se dan en el espacio a partir de las percepciones afectivas que hacen que lo ordinario sea valorado como extraordinario. Estas ideas son apenas el inicio de una teoría filosófica y literaria que influyó de manera definitiva en toda Europa, y constituyen el motor de arranque de un giro copernicano en lo que a la teoría estética se refiere. Detrás

de abrir el abanico de los placeres y de ampliar el rango de los goces se encuentra una transformación radical de la vida cotidiana que le hace entender a la clase burguesa que el disfrute ha de buscarse en las cosas sencillas del día tras día y que postergarlo para la eternidad carece de sentido; para hacerlo posible fue necesario crear y reconocer ambientes, espacios y paisajes en los que estuviera presente la singularidad y el detalle curioso que cautiva la atención. Tras bambalinas hay una transformación radical de la cultura material que impacta la vida económica, política y cultural de Europa. La expansión de un turismo y un entretenimiento cuyos hoteles comienzan a pensarse como ambientes que favorezcan la conversación informal e ingeniosa (Pochat, 2008) es apenas un ejemplo que deja entrever la importancia que el espacio del ocio tiene en la sociedad burguesa, así como la relevancia de un nascente consumo experiencial, del intercambio cultural y del turismo concebido como industria que se alimenta de la curiosidad. Esto es apenas un abrebocas de las implicaciones que tuvo el entorno construido a la hora de anclar la experiencia banal y sensible como el motor que enriquece los goces en la vida cotidiana.

A través de las descripciones de Addison sobre los paisajes naturales y los ambientes construidos es posible entender cómo la emocionalidad aglutina al hombre con un lugar; de igual forma, cómo se proyecta y experimentan emociones particulares en los objetos de la naturaleza, por sencillos o sublimes que sean, y, sobre todo, cómo se determina que la valoración del espacio depende de las vivencias, emociones y sensaciones que un sujeto experimenta en el lugar. No sobra mencionar que todo esto gana sentido en la medida en que pueda ser compartido, disfrutado y discutido con los demás.

## 2. El anclaje de lo pintoresco

Con este telón de fondo puede ratificarse que lo pintoresco emerge en la modernidad del siglo XVIII a través de una serie de actividades culturales relacionadas directamente con la valoración sensible del espacio de la naturaleza, con el gusto por lo agradable y con la curiosidad, la novedad, el turismo y lo interesante. De igual suerte, están las reflexiones filosóficas que ahondan en el cultivo de los placeres en la vida cotidiana, y que asocian el espacio de la naturaleza con una burguesía emergente re-

cién insertada en el seno de lo urbano. El orden en el que germina lo pintoresco está determinado por una clara afectación de la comunicabilidad de quienes comienzan a habitar la ciudad moderna: individuos tan diversos y extraños que, a causa del desplazamiento, enfrentan serias dificultades para encontrar los principios que les permita una apertura al sentimiento de los otros.

Lo dicho hasta aquí supone que este calificativo estético se relieva en un momento histórico en el que surgen una serie de preguntas sobre cómo espacio y sociedad pactan en la modernidad nuevas rutas de interacción sobre la base de una resignificación de la naturaleza cuyo fundamento es, justamente, el gusto por lo agradable. Someramente, vale recordar que el siglo XVIII, catalogado por Dickie (2003) como el *Siglo del gusto*, es un periodo efervescente en lo que se refiere a la teoría estética; la razón radica, principalmente, en que se pone en tela de juicio la idea de que el mundo en común pueda ser reducido a esquemas conceptuales, argumentos demostrativos o conceptos determinados. Al igual que Addison (1712, ed. 1991), autores como Shaftesbury (1711,

ed. 1964), Hutcheson (1725, ed. 1992), Burke (1757, ed. 1987), Kant (1798, ed. 1935; 1790; ed. 1991) o Hume (1741, ed. 1989; 1757, ed. 1990), entre otros, apelaran a los diversos matices del gusto para demostrar que los juicios valorativos son comunicables y dan lugar a la pluralidad de puntos de vista y, por consiguiente, a una discusión sedimentada en la opinión (*Meinen*) y la creencia (*Glauben*) que no alcanza a resolverse de manera definitiva, demostrando que en cuestión de gustos no hay un consenso universal y restringido.

Otro punto capital para recrear la emergencia de lo pintoresco es la búsqueda que emprenden los filósofos por establecer y diferenciar unas categorías estéticas que permitan describir, deducir, acotar y clasificar los diversos modos en que se presentan los fenómenos estéticos; fenómenos que, por demás, hoy están presentes en la geografía de las emociones; entre ellos pueden mencionarse los desplazamientos por los lugares, la construcción de la vida pública a partir de las emociones o los efectos que la imaginación tiene en la construcción del espacio urbano.

Justamente, fruto de esa especificación sistemática de los predicados estéticos es que emerge, de la mano de Addison (1712, ed. 1991), la diferencia entre la belleza, la grandeza y lo singular, tres grandes categorías que el romanticismo resignificará como lo bello, lo sublime y lo pintoresco. Este debate, que se mantiene a lo largo del siglo XVIII, permite identificar en cada autor diferentes matices sobre las dimensiones que el hecho estético tiene para la ética, la moral, la ideología, la política y la antropología, matices que son inabarcables en este escrito, pero que, sin lugar a dudas, pueden ser leídos con la lupa de la geografía emocional, a fin de elicitar nuevas interpretaciones plegadas en las reflexiones estéticas y filosóficas.

Detrás de todo esto está la intersubjetividad, que juega un papel prioritario, en tanto se convierte en el aglutinante que le da sentido al entorno natural, al paisaje, pero también a una serie de actividades banales con las que, desde una ética-estética, es posible construir, reconocer y departir con los demás los espacios de vida. Ejemplos relevantes son los recorridos que se hacían en compañía por el campo, los paseos a las fincas de recreo los

fin de semana, la valoración estética de la jardinería, la pintura de curiosidades, el placer que suscitan los suvenires o las descripciones de costumbres en libros de viaje. Al discernir un rasgo en común a todas estas actividades, aparece en la escena el gusto por lo agradable; este describe detalladamente las valoraciones sensibles que emergen al desplazarse por un lugar, la importancia que para la imaginación tienen los encuentros sensoriales, así como la preponderancia que ofrecen los lugares para la activación sensorial. Notorio es para la experiencia, el enriquecimiento imaginativo que brindan los ambientes contruidos (jardines) y la naturaleza intocada y tosca, el deleite por lo desconocido, los recuerdos y la percepción cambiante. No sobra aclarar que este gusto se basa en un sentimiento privado y relativo a referencias propias, que no reclama el acuerdo de todos, pero que gana sentido en la medida en que sea comunicable y compartido intersubjetivamente, promoviendo, antes que todo, la discusión y el intercambio de creencias y opiniones. Conviene subrayar también que todas estas actividades ponen en juego, a través de la *revelación*, una reciprocidad entre el mundo material externo y el mundo inter-

no del sujeto. Aquí, lo pintoresco y el juicio por lo agradable convierten en esencial todo aquello que se acostumbra a presentar como inesencial y superfluo, transformando lo prosaico en algo nuevo, inédito y misterioso. En otras palabras, transforman lo extraordinario en lo ordinario y hacen que el cuerpo individual, el cuerpo social y el cuerpo cósmico se sintonicen en el reconocimiento y el valor que los pequeños goces, las sorpresas y las curiosidades ofrecen para la vida. Falta por decir que, en todo esto, la autonomía del gusto, como afecto, potencia el reconocimiento de la novedad.

En estas prácticas, actividades y acciones, el diálogo juega un papel prioritario, pues supone que la convivencia, el estar con los otros, es una experiencia que no se puede idealizar, sino que parte de la espontaneidad y del disfrute de la compañía de los demás. De hecho, convertir la naturaleza y sus curiosidades en un motivo de diálogo y de aprehensión subjetiva del mundo en común, en el que prima lo sensorial y lo agradable, reivindica que el comportamiento práctico y moral del estar con los otros no es susceptible de prescripciones y preconceptos establecidos por una

autoridad, sino que es un proceso que se experimenta como un ensanchamiento de nuestra propia individualidad (Ruiz, 2012, p. 210). Así las cosas, es claro que la percepción paisajística de la naturaleza fue un factor clave que les permitió, primero, a la aristocracia, y, luego, a la burguesía representarse a sí mismas y, sobre todo, representar sus roles en la sociedad. Con vehemencia se dice que es en este momento que el territorio se convierte en mercancía y que detrás de esto opera una ideología que enmascaró la asimetría social y el ostracismo que las nuevas clases sociales enfrentaban en el espacio urbano luego de abandonar la vida rural. Si bien es indiscutible la verdad contenida en este enfoque crítico del paisaje, también lo es el hecho de que, a la par, surge una espacialidad que deviene de la experiencia contemplativa y que involucra la creación de un dispositivo ético estético en el cual lo agradable se refleja en nuevas prácticas, hábitos, ritos y costumbres que orientaron los asuntos de la vida compartida; esto es, los modos de relacionarse entre los individuos modernos. Tras emerger como una conciencia ética-estética que a través del lenguaje potencializa un acuerdo libre e indeterminado, lo pintores-

co toma como propio el espacio del paisaje y sus ambientes, las prácticas de desplazamiento que involucran la experiencia sensorial y las experiencias paisajísticas que detonan efectos para la imaginación. En otras palabras, reconfigura los contenidos y el sentido de la vida social a través del juicio de gusto por lo agradable, potencializando eso que Merleau-Ponty denomina intercorporalidad y cuya definición depende enteramente del diálogo. En la experiencia del diálogo, se constituye entre el otro y yo un terreno común; mi pensamiento y el suyo no forman más que un solo tejido; mis frases y las del interlocutor vienen suscitadas por el estado de la discusión, se insertan en una operación común de la que ninguno de nosotros es creador. Se da ahí *un ser a dos*, y el otro no es para mí un simple comportamiento en el campo trascendental, ni tampoco yo en el suyo; somos, el uno para el otro, colaboradores en una reciprocidad perfecta; nuestras perspectivas se deslizan una dentro de la otra; coexistimos a través de un mismo mundo (Merleau-Ponty, 1945, ed. 1996, p. 366).

Articulado a ello, la estructura ambiental de lo agradable del paisaje y de sus prácticas brinda al individuo

un sinnúmero de estímulos que, al no agotar del todo su significado, encuentran un terreno abonado para desplegarse en *el mundo de la charla* que piensa M. Heidegger; ese mundo donde lo cotidiano se hace palabra, donde el cotorreo se superpone a la comunicación cargada de contenidos, donde la broma gana a lo trascendental, donde el *Sensus communis* supera al sujeto trascendental, la imaginación trascendiendo la ley y el gusto sobrepasa el deber. Por supuesto, se trata de ese mundo en el que el palabreo le permite al sujeto tomar consciencia de la forma como el espacio doméstico y la vida cotidiana se relacionan con el lugar y el momento donde discurre, posibilitándole también observar cómo afronta quehaceres cotidianos como pensar, desplazar-se o conversar.

Es así como el cuerpo se reviste de sensaciones que dan vida a un mundo; a esto, la fenomenología clásica francesa, abanderada por Merleau-Ponty (1945, ed. 1996, p. 25), llamará *dialéctica vivida*; la sociología cultural de Certeau, *espacio practicado* (1980, ed.1990, pp. 172-175), y la hermenéutica de la facticidad heideggeriana, *Co-mundo* (1999, p. 9) o mundo en común. Estos conceptos dan lugar

a un ensanchamiento espacial de ese mundo compartido que apela a la naturaleza, la novedad, la curiosidad y al lenguaje para aludir expresamente al enriquecimiento de las relaciones con los otros, pero que también es espacio, en la medida en que forja y amplía la experiencia de la percepción y los sentidos al revestirlos de mayor expresividad, significados y valores. Bajo esta premisa, es posible reconocer lo pintoresco como un dispositivo polisensorial que, de un lado, acompaña de manera indisoluble la codificación de las significaciones que lo agradable tiene para la vida social, y, por otro, le apuesta al conocimiento del espacio de la naturaleza a través de los sentidos, al tiempo que promociona el sentimiento de placer como base para alcanzar a través del gusto acuerdos libres, espontáneos e indeterminados. Así, lo curioso, lo banal, lo interesante y lo atractivo para la imaginación, presente en el paisaje y en las experiencias paisajísticas, amplía el repertorio de temas para que se lleve a cabo una coexistencia compartida, un espacio participativo, pero, también, una antropología del cuerpo vivido en la que prima el placer por las cosas más prosaicas, como caminar por un jardín, contemplar una ruina,

pasear desprevenidamente por el campo, emocionarse con un suvenir o sorprenderse con una costumbre curiosa que resulta ajena. Interesa destacar aquí esa valoración estética y emocional que surge en el desplazamiento y que ensancha el repertorio de nuestros goces, una práctica que transforma simbólicamente el territorio, un instrumento estético para el deleite, y una forma autónoma de arte.

Hoy vemos claramente cómo pensadores de una estética expandida, los cuales reconocen la importancia del andar como práctica estética que propicia impresiones sensibles de calidad excepcional, se focalizan en los detalles del desplazamiento, tras considerar que la travesía es una actitud que se convierte en forma y una manera crítica de construir el espacio

El andar (*marche*) designa un límite en movimiento que, en realidad, no es más que lo que solemos llamar frontera; esta va siempre a la par con las franjas, los espacios intermedios, los contornos indefinibles, que solo podemos ver realmente cuando andamos por ellos: “Un propósito como este conlleva un auténtico posicionamiento ‘político’ –en el sentido primordial de

la palabra–, un modo de considerar el arte, el urbanismo y el proyecto social a una distancia igual y suficiente entre ellos, con el fin de dilucidar con eficiencia estos vacíos de los que tanta necesidad tenemos para *vivir bien*” (Careri, 2009, p. 16).

Se comprende así que esa noción de desplazamiento, apuntalada en el siglo XVIII y reclamada hoy, abrió la puerta a la configuración de un nuevo sentido del espacio en el que lo prosaico (entendido aquí como ese contorno indefinible) termina por poner en tela de juicio nuestra proximidad con el mundo, propiciando que lo se percibía como exterioridad se perciba ahora como una revelación en la que lo más cercano a nosotros se renueva en su facticidad. Una radiografía de este asunto puede hallarse en el primer capítulo de la tesis doctoral de Lévinas, titulada *Totalidad e infinito. Ensayo sobre la exterioridad*, en donde se lee:

Lo Otro metafísicamente deseado no es “otro” como el pan que como o como el país en el que habito, como el paisaje que contemplo, o como yo a veces yo mismo a mí mismo, este “yo”, este “otro”. De estas realidades

puedo “nutrirme” y, en gran medida, satisfacerme, como si me hubiesen siempre faltado. Por ello mismo, su alteridad se reabsorbe en mi identidad de pensante o de poseedor (*Lévinas*, 1961, ed. 1987, p. 57).

Pese a la belleza iluminadora de estas palabras cargadas de metafísica, hay que decir que la comprensión real del significado de eso “Otro” que llama *Lévinas* (y que, para el caso, es el paisaje, sus ruinas, sus formas estriadas y sus curiosidades), va más allá de simplemente satisfacer una necesidad o una carencia. De hecho, ello supondría que lo *Otro* ha sido ocupado por un saber teórico experimental que define o, por lo menos, presupone y da por sentado los principios de la sensibilidad, la corporalidad y la espacialidad. Por el contrario, se trata de establecer a través de eso *Otro* un espacio para que la experiencia particular y colectiva se revista de valores y significaciones sorprendentes que alimenten el espacio expresivo del hombre y fortalezca su vida en común.

### **3. La acuñación de un concepto y la propedéutica comprensiva de la naturaleza**

Líneas atrás se mencionaba cómo lo pintoresco se convierte en el siglo XVIII en un dispositivo de la polisensorialidad que supone el juicio sobre lo agradable. La idea de asumir que las curiosidades del paisaje superan lo visible y que eso agradable deviene de estímulos a todos los sentidos por igual está contenida en los primeros filósofos que le apostaron a la teorización de lo pintoresco como categoría estética. Sobre este punto en particular, en el que el canto de un pájaro, el correr de un arroyo, el departir el fin de semana en una finca de recreo o el contemplar una ruina se traduce en experiencia corporal y en una ampliación de los goces corporales, Addison pone su lupa teórica y consolida, a través de sus 555 números seguidos fielmente por más de 6.000 suscriptores, una propedéutica del gusto y de la valoración ética y estética alrededor, justamente, de lo singular y curioso. De igual forma, sienta, en los inicios del siglo XVIII, las bases de lo que actualmente se considera la construcción geográfica edificada sobre las interacciones sensibles que el hombre mantiene con el espacio.

En su lucha contra las rígidas reglas del clasicismo racionalista,

Addison había empezado a publicar en 1712 una serie de artículos en el periódico *The Spectator*; los cuales conformarían luego su famosa obra *Los placeres de la imaginación y otros ensayos* (1712, ed. 1991); allí la imaginación es la fuente principal de la actividad creadora y el detonante para que los sentidos capten la emoción del paisaje en una suerte de geografía afectiva que reconcilia lo corporal con lo sensitivo. He aquí un fragmento del número 37, en el que las experiencias sensoriales, enlazadas con recuerdos de la percepción, describen la experiencia significativa del lugar (se transcriben las mayúsculas originales):

Sir Roger me ha entretenido una Hora con una Descripción de su Finca, la cual está situada en una especie de Selva, como a unas cien millas de Londres, y parece un pequeño Palacio Encantado. A sus Rocas se le han dado la forma de Grutas Artificiales cubiertas con Madreselvas y Jazmines. Los Bosques están talados formando Caminos con sombra, entrelazados como Parra, y llenos de Cajas con Tortugas. Las Fuentes están hechas para correr entre Guijas, y de ese modo aprendieron a

Murmurar muy agradablemente. Asimismo están conectadas a un Hermoso Lago habitado por una Pareja de Cisnes, el cual se vacía por un pequeño Arroyo que corre a través de un Médano Verde, y es conocido en la Familia por el Nombre de El Arroyo Susurrante. El Caballero de la misma manera me dice que esta Dama preserva su Juego mejor que ninguno de los Hombres de Campo, no es (dice Sir Roger) que ella ponga un Valor tan grande sobre sus Perdices y Campesinos, como sobre sus Alondras y Ruiseñores. Puesto que ella dice que cada Pájaro que se mate en su Tierra estropeará a un Consorte, y que ella indudablemente lo extrañará el Año entrante (Addison, 37, Jueves 12 de abril de 1711).

Impactar la imaginación con la riqueza del lugar, le permite a Addison divulgar, a una sociedad afectada por el ostracismo, una serie de referencias sobre cómo acceder al paisaje como medio sensorial. Al tiempo, formula el interrogante a la sociedad burguesa de cómo convertir el ambiente natural en el eje de la significación particular y colectiva. Tras determinar tres fuentes básicas por las cuales los objetos

nos resultan atractivos (la belleza, la grandeza y la singularidad), se focaliza en *la novedad* como la verdadera causa de aquello que produce nuestra admiración. Entre las líneas de su propuesta hay una notable preocupación por vincular el cuerpo sensible con el espacio geográfico, con el paisaje, con el entorno, haciendo uso de la curiosidad que causa en nosotros una sorpresa *agradable* y que impulsa el motor de nuestras emociones en la vida cotidiana. Claro es que para que ello suceda es necesario que la imaginación mezcle libremente las ideas con las experiencias que producen los sentidos; de esta forma se hace posible que cada objeto sea combinado espontáneamente con otro de naturaleza similar y que, además, pueda incorporársele historias de cualquier otro tipo o asociaciones mentales que el sujeto considere pertinentes.

Lo dicho hasta aquí supone que la imaginación se convierte en la facultad de la que emana la libertad para que el sujeto asocie en su mente imágenes de distinta procedencia, rigiéndose única y exclusivamente por lo que su subjetividad le dicta libremente. A esto se añade que la imaginación aparezca como un espacio del libre albedrío donde

el individuo mezcla las imágenes de su memoria con las imágenes fantásticas.

La percepción del objeto es más rica y poderosa cuando las asociaciones sensitivas se asocian con otras mentales. Así pues, cuando interactúan el sonido de una cascada y el canto continuo de las aves con una fragancia determinada, se realzan los placeres de la imaginación, y todo el paisaje que el observador contempla se torna más agradable, ya que la interacción de los distintos sentidos le permite captar con más viveza los colores dispersos por el paisaje (Solórzano, 2008, p. 31).

En esto se evidencia el valor que la plurisensorialidad tiene para el reconocimiento de la experiencia paisajística y la antropología del cuerpo vivido, aun cuando Addison sobreponga la vista sobre los demás sentidos, al reconocer que esta es más pura por no entrar en contacto directo con los objetos. La imaginación se concibe como un espacio en el que hábilmente el sujeto combina las imágenes y las asocia en total libertad para producir otras tantas mucho más ricas y poderosas. De ahí que su prope-  
deútica, difundida en *The Specta-*

*dor*, abogara para que las personas encontraran lugares donde esa imaginación se activara con más fuerza; esto conduce a reafirmar la relación plurisensorial entre el ser humano y el paisaje, pues lo pintoresco opera entre uno y otro como esa sutura que legitima la sencillez estética de la vida y vuelve a posibilitar un reencantamiento con el medio a través del dominio de los sentidos. Lo mismo habría que decir respecto al gusto por lo agradable, el cual supone que, a la hora de desplazarse, el estado subjetivo del individuo se inclina por aquellos objetos que le ofrecen una satisfacción inmediata y no tanto un concepto determinado por la razón. Así, Addison deja entrever sistemáticamente la forma como el placer se conquista a través de la imaginación, y determina el valor que para ella tiene la ficción. Al respecto, Vilard (2000, pp. 16-17) señala que una vez la ficción se incorpora al contexto de la historia individual empieza a iluminar la cotidianidad del sujeto y a configurar nuevas formas colectivas del gusto que, para ser entendidas, requieren del despliegue permanente de novedosas prácticas comunicativas, del mundo de la charla, en su sentido positivo. La ficción se reconoce como el medio que colorea

las interpretaciones cognitivas para hacer que el paisaje se transforme en expresión estética y geográfica a través de un proceso acumulativo de percepciones sensoriales e imaginativas. Así, el sujeto moderno se constituye libre de ataduras normativas que le indiquen cómo disfrutar de la naturaleza y de sus curiosidades, pues el goce de la naturaleza depende de las actitudes y estados emocionales que el cuerpo adopte. El espacio en el que dicho cuerpo se apoya es el espacio de su propia experiencia impregnada por la ficción. Se trata de un cambio en la constelación de la estética y del mundo vital, que hace que el individuo pierda sus referencias seguras y, en razón de ello, empiece a desear, indagar, experimentar y conocer libremente los fenómenos y las cosas de acuerdo con elecciones particulares (Solórzano, 2008, p. 33). Caminar, comparecer frente a lo nuevo y lo extraño, es tomar conciencia del asombro agradable que se pliega en los detalles del entorno, pues, de hecho, lo agradable se reconoce como ese deleite que satisface inmediatamente un fin subjetivo.

Al llegar aquí es necesario recordar que Addison invierte la jerarquía estética planteada tiempo atrás por

Locke: considerado así el asunto, la experiencia estética devenida de la solidez, el volumen y la forma cede su lugar para privilegiar el color, el olor o el sonido, pues se asumen como ideas del ánimo y no meras cualidades materiales. De esta forma, la riqueza subjetiva de la geografía nace de un efecto imaginativo, de una afectación de los sentidos y de una asociación y deleite de ideas que son coligadas a los detalles de la realidad; para que esto suceda es necesario que la imaginación se desplace y entre en contacto directo con los aspectos singulares de los objetos. Este contexto permite inferir la manera como lo minúsculo del paisaje gana importancia dentro de su teoría; mientras la grandeza (más tarde convertida por los románticos en la categoría de lo sublime) se asume como la anchura de una perspectiva entera considerada como una sola pieza –tal como sucede con la vista amplia de un campo, un desierto, el mar, los relieves naturales–, lo singular se pliega en las minucias y aparentes insignificancias, como la irregularidad de un árbol, la textura rugosa de una ruina, la irregularidad del paisaje, lo tosco de una cabaña o las sombras y gradaciones del follaje que sorprenden el ojo.

Inventar otros mundos que pueden estar contenidos en el mundo real es el detonante para que emerja lo nuevo, lo singular. Como puede inferirse, lo nuevo es causa de sorpresas agradables y atrae la curiosidad por todos aquellos objetos, imágenes, sonidos, colores, formas y texturas del paisaje. El medio y sus cosas se cargan de extrañeza, aliviando el tedio que producen las tareas diarias. Cuando Addison le propone al espectador encontrar paisajes cargados de estímulos, esos en los que prima el correr de un arroyo alegrado con el canto de los pájaros, termina promocionando dos nuevas categorías estéticas estrechamente ligadas, cuyo trasfondo es el entretenimiento: la variedad y el movimiento. Ambas abogan para que el sujeto no se detenga permanentemente en un objeto y para que el cambio de sensaciones aumente el disfrute. Después de todo, la imaginación imprime vivacidad a las ideas y se funda con las impresiones. Gracias a su posibilidad de establecer semejanzas artificiales, la imaginación inaugura permanentemente diferentes alternativas de vida, ya que hace que seamos cautivados y conmovidos emocionalmente por los juicios subjetivos y por las actitudes contemplativas que sir-

ven como telón de fondo para que nuestro juicio sea comunicable y discutible, estableciendo así vínculos de reciprocidad.

#### **4. Hacia una construcción ética estética del espacio social**

Vistas así las cosas, lo pintoresco se convierte en ese dispositivo ético estético que le posibilita al individuo hacer de su territorio cotidiano un laboratorio para el gozo humano; en él, la emocionalidad y los afectos conjugan la diversidad material del entorno con la diversidad sensible. De ahí se desprende que el vínculo entre el pensamiento geográfico y lo pintoresco permita convertir el paisaje como medio y fin, como necesidad y contingencia, como exterioridad e interioridad. De un lado, indiscutiblemente, esto significa una revalorización de la experiencia subjetiva capaz de integrar los componentes emotivos e imaginativos al entorno; de otro, implica la construcción de un dispositivo práctico y teórico en el que el afecto, la emoción, la pasión, la atmósfera y tantos otros componentes propios de la experiencia sensible energizan con su fuerza connotativa las fuerzas de lo social, haciendo que las emociones sean protagonistas de la compren-

sión de la vida social. En este sentido, puede situarse a Adisson como un antecedente de los llamados giro afectivo y giro emocional que hoy orientan los nuevos tópicos del discurso estético y artístico, así como también de una geografía cultural que piensa el lugar que ocupan las emociones en la configuración de la sociedad y del espacio (Anderson y Smith, 2001).

Desde luego, la vida social sedimentada en las emociones es ese medio camino entre *hacer* algo y *ser* algo, que recientemente piensa Kartz (2001), queriendo decir con ello que la experiencia emocional capturada en forma de palabras, movimiento, descripciones e imágenes deja de ser furtiva una vez es mediada por el lenguaje. Se relievaa así la importancia que la comunicabilidad por ruta de lo sensible tiene en la estructuración de los procesos sociales, pero también el papel que lo afectivo conserva en el establecimiento de nuestras relaciones con los demás y con nosotros mismos, relaciones que, por demás, abren el debate sobre dos temas trascendentales para la geografía cultural: la identidad y la pertenencia.

Falta por decir que la construcción del espacio por ruta de la experien-

cia emocional o afectiva hace que, de un lado, las emociones operen como la urdimbre del tejido conectivo que vincula al hombre con el paisaje geográfico, y de otro, sean la trama para construir el paisaje emocional intersubjetivamente. Por eso, no resulta equivocado asegurar que lo pintoresco entra en el siglo XVIII a restaurar, través del gusto por lo agradable, las insuficiencias y potencialidades de la vida en común. En esto se pliega un asomo de respuesta a los interrogantes sobre qué realmente es la comunidad, planteados por Raymond (1970):

Qué cosa ha sido, qué cosa podría ser; cómo se vincula la comunidad con los individuos y las relaciones; cómo es que los hombres y mujeres, al ser comprometidos directamente, ven en ellos o más allá de ellos, pero con la mayor frecuencia, contra ellos la forma de sociedad (p. 12).

Lejos de pensar en que la comunidad depende de una prefiguración o prescripción establecida u ordenada por una autoridad, se debe asumir que sus bases dependen de la posibilidad de que los individuos participen, correspondan y con-

fluyan en el intercambio de sentimientos, ideas, juicios y opiniones desinteresadas que, por encima de cualquier utilidad individual, ponen de relieve la importancia que tienen los vínculos intersubjetivos. En ello prevalece un tránsito de un *yo* a un *nosotros* a través del sentido estético que había sido previsto por el Conde de Shaftesbury en 1711 y que se condensa en su famosa teoría del *Sensus communis*. Quiere esto decir que es posible entrar en una comunión estética con el mundo, una vez que las sensaciones omniabarcadoras unen a los hombres y establecen una comunidad. El eco de esta propuesta se refleja en Davidson y Milligan (2004), al afirmar que “las emociones tienen que ser entonces consideradas como una forma de tejido conectivo que vincula las geografías experienciales de la psique y la física humana con (y dentro de) las más amplias geografías sociales del lugar” (p. 524).

En el marco de comprensión de las múltiples posibilidades para abordar la vida social desde la subjetividad, aparece Hume; en sus ideas subyace una conciencia espacial y geográfica en la que es posible constituir estética y, recíprocamente, al *Otro*, a través de la imagina-

ción. Colorear, matizar y adornar la realidad, esto es, según sus propias palabras, “hacer soportable lo insoportable”, es posible gracias a la emancipación de la imaginación, que se constituye en una fuerza que activa la comunicación y favorece los distintos puntos de vista que se exponen permanentemente dentro de la conversación, actividad que permite a la gente formar criterios generales e inalterables de aprobación o desaprobación.

De lo anterior se desprende que la complejidad del ejercicio conversacional implique crear un espacio en el que los interlocutores se desplazan de una idea a otra, de una opinión a otra, de un juicio a otro, siempre y cuando opere el concepto de simpatía. Después de todo, la simpatía es un principio vinculante, un desplazamiento, que nos permite como seres sociales identificarnos con el *Otro* y ponernos en su lugar, lo que en otras palabras quiere decir ver al *Otro* como un ser semejante a uno mismo y reconocerse en él y a través de él. Enseguida, la simpatía hace que rompamos la burbuja del egoísmo moral y estético; su presencia permite poder identificarse con lo lejano y desconocido, al tiempo que posibilita fundir los intereses par-

ticulares con los intereses colectivos, bien sean morales o estéticos. A su imagen y semejanza, se crea una espacialidad en torno a lo imaginado capaz de propiciar vínculos afectivos entre las personas y de brindar las posibilidades para que dichos vínculos tengan experiencias directas e indirectas con cualquier persona u objeto del mundo. De ahí se infiere que Hume y Shaftesbury valoren la imaginación como esa herramienta transformadora que facilita la convivencia civilizada y la construcción de la sociedad como tal; ella juega un papel protagónico para una socialización estructurada en la conversación. Al tiempo, la simpatía se transforma en ese espacio en el que la moral y la estética construyen una comunidad civilizada que aspira a desvirtuar las eternas confrontaciones que empañan los buenos modales y afectan la vida pacífica. En ello, es la imaginación la que juega el valioso papel de posibilitar el intercambio de sentimientos, ponernos en el lugar del *Otro* e identificarnos con lo más lejano y diferente, y todo esto sucede mientras que su gran poder civilizador se desborda y nos induce a hacer uso de nuestro ingenio y de nuestro buen humor (Solórzano, 2008, 36).

## 5. Conclusiones

Pertrechando en las ideas de Addison, se reconoce un primer paso para abordar perspectivas filosóficas que puedan traslaparse, aplicarse y enriquecer la geografía de las emociones. Lo mismo habría que decir respecto a pensadores como Hume (1741, ed. 1989; 1757, ed. 1990), Shaftesbury (1711, ed. 1964), Kant (1798, ed. 1935; 1790, ed. 1991), Gilpin (1791, ed. 2004) o Price (1794, ed. 1810), quienes, sin duda, aportarían nuevos sentidos a la geografía que no han sido destacados suficientemente. Se intuye que la historia efectual sería una herramienta óptima para abordar el cruce de caminos entre un pasado y un presente, entre una teoría estética acuñada en el siglo XVIII y una nueva vertiente de la geografía preocupada por el valor que lo sensorial tiene para la construcción de la vida pública, los efectos de la imaginación y la construcción de entornos.

En un siglo en el que la geografía nace como ciencia moderna y la estética sienta serios debates sobre el protagonismo que la subjetividad tiene para la vida común, la valoración sensible del paisaje y de prácticas como el caminar por

un espacio se convierte en antecedentes de las vertientes geográficas contemporáneas, en las que la sensibilidad opera como conciencia espacial y en las que prevalece un marcado interés por la incidencia que los recuerdos tienen para la percepción.

Las prácticas que hacen uso del paisaje abren un espacio a la vida humana, un espacio en el cual esta se desarrolla y se realiza según determinadas formas de la subjetividad, pero también de la eticidad que implica la vida compartida. Las discretas expresiones de lo pintoresco, coloreadas por la sorpresa, lo interesante, lo agradable, el detalle y lo banal, reflejan la manera como una sociedad encuentra en actividades prosaicas la forma de contrarrestar el egoísmo, al tiempo que crea una imagen de sí misma impulsando el contenido fundamental de la época burguesa. A la luz de lo anterior habría que pensar, entonces, que en las ideas filosóficas de autores como Addison se encuentran antecedentes de cómo la subjetividad configura un espacio de encuentro y una conciencia valorativa de los hábitos donde operan perspectivas geográficas asociadas a la emocionalidad y los afectos.

Estas aportaciones demarcan visiblemente los espacios, territorios y lugares cotidianos que fueron resignificados gracias a la sensibilidad, posibilitando la emergencia de prácticas, ritos y actividades que giran en torno a lo agradable, el diálogo y el fortalecimiento de los vínculos sociales. En esto, la imaginación y la simpatía se consolidan como territorios de encuentro de ideas, juicios y opiniones que se apartan de los conceptos normativos y de la figura de una autoridad que determine las propiedades de la vida compartida. En este sentido, la naturaleza, sus objetos y, sobre todo, sus detalles modifican enteramente la subjetividad a través de revelaciones de insignificancias que entran en el repertorio de gustos para avivar la llama de la sorpresa y enriquecer el gozo y las sensaciones. En este punto, la comunicabilidad de esas sensaciones determina el valor de la emocionalidad, pues han de poderse comunicar a los demás, y es de allí que nace la interacción discursiva, cuya razón de ser es la sana discusión. Cuerpo y subjetividad se tejen en el magma de la simpatía, de la que se vale el sujeto para explorar unas territorialidades de la experiencia en un constante ir y venir cada vez que se pone en el

lugar del otro, derogando las fronteras del egoísmo.

Mantener constantes relaciones con el otro es entender lo pintoresco como ese espacio de diálogo cuyo telón de fondo es lo curioso y lo agradable, espacio en el que la experiencia ética y estética gana sentido. Desde esta perspectiva, es posible concebir el espacio del paisaje como un escenario, un *teatro mundi*, en el que, desde la facticidad, se elabora la experiencia humana. En tanto el cuerpo y las emociones son protagonistas de lo cotidiano, la experiencia de vivir en el mundo depende de una valoración sensible e intersubjetiva, de una simpatía que oriente las prácticas y actitudes, la confrontación de puntos de vista y enriquezca el contexto cultural dado. En esto, el gusto por lo agradable plantea valoraciones éticas y estéticas que nacen de la mera disposición al diálogo y de la afortunada e inconclusa expectativa de acuerdo.

Como puede concluirse, el ser en común transita en un vasto y quebrado territorio en el que no operan los principios universales, los modelos únicos de verdad y, mucho menos, los juicios estrictamente políticos. Por el contrario, el ser

en común es más una aspiración, una expectativa que se hace y se deshace y que conservaría equivalencias con el gusto transitorio que la humanidad siente por las

curiosidades del paisaje, un gusto que se renueva de acuerdo con los entendimientos mutuos y el reconocimiento de la pluralidad.

## Referencias

- Addison, J. (1991). *Los placeres de la imaginación y otros ensayos*. Madrid: Editorial Visor (1.ª Publicación, 1712).
- Addison, J. (12 de abril de 20016). *The Spectator. Justice, Candour, Equanimity, Zeal and Eloquence*. (Mensaje en un Blog). N.º 37, Recuperado de: <http://elmismodiario.blogspot.com.co/2006/04/n-37.html>.
- Anderson, K. y Smith, S. (2001). (Eds.). Editorial: Emotional geographies. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 26(1), 7-10.
- Burke, E. (1987). *Indagación filosófica sobre el origen de nuestras ideas acerca de lo sublime y lo bello*. Madrid: Tecnos. (1.ª Publicación, 1757).
- Careri, F. (2009). *El andar como práctica estética*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Certeau, M. (1996). *La invención de lo cotidiano. I Artes de hacer*. México: Universidad Iberoamericana. (1.ª Publicación, 1980).
- Davidson, J. y Milligan, C. (2004). Embodying Emotion Sensing Space: Introducing emotional geographies, *Social & Cultural Geography*, 5(4), 523-532.
- Dickie, G. (2003). *El siglo del gusto. La odisea filosófica del gusto en el siglo XVIII*. Madrid: Graficas Rógar.
- Gilpin, W. (2004). *Tres ensayos sobre la belleza pintoresca*. Madrid: Abada (1.ª Publicación, 1791).
- Kant, I. (1935). *Antropología en el sentido pragmático*. Madrid: Editorial Revista de Occidente (1.ª Publicación, 1798).
- Kant, I. (1991). *Crítica de la facultad de juzgar*. Caracas: Monte Ávila (1.ª Publicación, 1790).
- Kartz, J. (2001). *How Emotions Work*. Chicago: University of Chicago Press.

- Heidegger, M. (1999). *Ontología. Hermenéutica de la facticidad*. Madrid: Alianza (1.ª Publicación, 1999)
- Hume, D. (1989). *La norma del gusto y otros ensayos*. Barcelona: Península (1.ª Publicación, 1741).
- Hume, D. (1990). *Disertación sobre las pasiones y otros ensayos morales*. Barcelona: Anthropos (1.ª Publicación, 1757).
- Hutcheson, F. (1992). *Una investigación sobre el origen de nuestra belleza*. Madrid: Tecnos (1.ª Publicación, 1725).
- Lévinas, E. (1987). *Totalidad e infinito. Ensayo sobre la exterioridad*. Salamanca: Sígueme (1.ª Publicación, 1961).
- Merleau-Ponty, M. (1996). *Fenomenología de la percepción*. Barcelona: Altaya (1.ª Publicación, 1945).
- Pochat, G. (2008). *Historia de la estética y de la teoría del arte*. Madrid: Akal.
- Price, U. (1810). *Essay on the Picturesque, as Compared with the Sublime and the Beautiful*. Londres: Mawman (1.ª Publicación, 1794).
- Reymond, W. (1970). *The English novel from Dickens to Lawrence*. New York: Oxford University Press.
- Ruiz, M. (2012). La hermenéutica de la facticidad dialógica en perspectiva moral. Observaciones para un diálogo con la sociedad y la cultura. En L. García Vélez, *Pensar lo cotidiano: ensayos hermenéuticos de la sociedad y la cultura* (pp. 169-234). Medellín: UPB.
- Solórzano, A. (2008). *El tiempo de lo neopintoresco: un recorrido por las sendas del gusto agradable*. Medellín: UPB.
- Shaftesbury, L. (1964). *Characteristics*. Indianapolis: Ed. De John M. Robertson (1.ª Publicación, 1711).
- Vilard, G. (2000). *El desorden estético. Ensayos*. Barcelona: Idea Books.

*Recepción: 8 de octubre de 2015*  
*Evaluación: 11 de diciembre de 2015*  
*Aprobación: 5 de febrero de 2016*

# Modelo climático de los páramos de la cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo<sup>1</sup>

Climate Model of the Moorlands of the Colombian Eastern Mountain Range Applied to Soil Temperature Regimes

---

Carlos Enrique Castro Méndez<sup>2</sup>  
Yolima del Carmen Agualimpia Dualiby<sup>3</sup>  
Fernando Sánchez Sánchez<sup>4</sup>

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

Castro, E., Agualimpia, Y. & Sánchez, F. (2016). Modelo climático de los páramos de la cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 33-62.

## Resumen

La aplicación (con criterios consistentes) de los regímenes de temperatura del suelo no había sido necesaria y decisiva, hasta ahora, ya que se consideraba suficiente esta información de carácter descriptivo. La temperatura asignada

- 
- 1 Este artículo hace parte del proyecto de investigación 'Propuesta metodológica para la zonificación climática a diferentes escalas en Colombia, con fines de manejo sostenible del territorio. Fase I'. Grupo de Investigación PROGASP, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Colombia. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico –CIDC– de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
  - 2 Magíster en Geografía, Convenio UPTC-IGAC. Profesional Subdirección de Agrología - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. cecastro77@gmail.com
  - 3 Doctora en Ciencias Técnicas. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. yagualimpiadualiby@gmail.com
  - 4 Doctor en Ciencias Técnicas. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. fersasanchezphd01@gmail.com

al suelo provenía de la reclasificación directa del clima ambiental al edáfico con valores medios anuales dados a cada franja altitudinal hace más de 200 años; esto no concuerda con los cambios que desde la geografía biofísica se han percibido en el ambiente. Se propone un modelo climático basado en isotermas del suelo, para determinar los regímenes de temperatura a partir de información bajo coberturas vegetales y del suelo, para cada vertiente montañosa en particular. Se encontraron gradientes de temperatura ( $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) de 0,73 y 0,61 en la vertiente occidental y oriental, respectivamente. La temperatura del suelo fue  $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  mayor que la del aire y se delimitaron los regímenes térmicos del suelo cryico, isofrígido e isomésico.

**Palabras clave:** isotermas del suelo, modelo climático, páramos, régimen de temperatura.

## Abstract

The application (with consistent criteria) of soil temperature regimes has not been necessary and decisive so far, because this descriptive information was considered sufficient. The temperature assigned to the ground came from direct reclassification of the edaphic environmental climate with average annual values given to each altitudinal strip more than 200 years ago, which today is not consistent with the changes, have been perceived through biophysical geography. A climate model, based on isotherms, is proposed to determine soil temperature regimes from information under vegetation cover and soil for each particular mountain slope. Temperature gradients ( $^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ) of 0.73 and 0.61 were found in the western and eastern slopes, respectively, of the Colombian Eastern Mountain Range Moorlands. Soil temperature was  $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  higher than air temperature, and soil temperature regimes were defined as cryic, isofrigid and isomesic.

**Keywords:** isotherms soil, temperature regime, climate model.

## 1. Introducción

En Colombia, los regímenes de temperatura se determinan de acuerdo con la reclasificación de cotas altitudinales, debido a que en los trabajos de campo no se obtienen datos de temperatura del suelo, la cual juega un papel importante en la delimitación de los ecosistemas de páramo; de su correcta aplicación depende la protección y preservación de estos paisajes localizados en la zona montañosa.

Ante la diversidad de climas que tiene Colombia en la zona de montaña, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi generó la subdivisión en la franja de clima frío propuesta por Francisco José de Caldas; las cuatro unidades fueron denominadas frío, muy frío, extremadamente frío y nival; su utilidad ha sido demostrada en estudios del suelo desde los años setenta. En las zonas bajas de montaña se mantiene la categoría dada por Caldas: pisos cálido y templado, o medio, como se denominaba hasta los años noventa.

Los pisos térmicos se relacionan espacialmente mediante la delimitación de cotas de altitud que, a su vez, representan un rango de tem-

peraturas del aire, las cuales son aplicadas de manera indiscriminada en las vertientes colombianas. En este artículo se analizan los resultados de investigadores reconocidos en el tema, como Stanescu y Díaz (1971), Flórez (1986), Pabón, Eslava y Gómez (2001), que sirven de soporte para generar un modelo climático que se ajuste a los requerimientos de una cartografía semidetallada y, de esta manera, contribuir a la delimitación de las zonas que deben protegerse.

En los estudios de suelos realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en sectores montañosos, los pisos térmicos suponen una correspondencia directa con los regímenes climáticos del suelo; es así como las franjas frías se consideran como régimen de temperatura del suelo isomésico; en las muy frías se denominan iso-frígido, y en los pisos nivales llevan por nombre cryico. La delimitación de los pisos térmicos, según las cotas, no es aplicable a la escala semidetallada, ni constituye información técnica consistente, debido a que las vertientes montañosas presentan gradientes de temperatura diferentes por efecto del tiempo de exposición de las laderas al sol, o por la influencia de los vientos en

la condición de humedad (Pabón, Eslava y Gómez, 2001).

Es necesario replantear el procedimiento para delimitar los páramos, de acuerdo con los requerimientos actuales del Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, con lo cual surgen nuevas propuestas en la definición de la temperatura del suelo a la escala 1:25.000. Dentro de este contexto, para establecer el límite de ecosistemas de páramo se acude a la identificación del régimen de temperatura del suelo denominado isofrígido, que corresponde a valores promedios anuales entre 4 °C y 8 °C.

La pregunta que orienta la investigación es: ¿Cómo generar los regímenes de temperatura del suelo en páramos de la cordillera Oriental y aproximarse a la escala de representación semidetallada sin utilizar los pisos térmicos?

En este artículo se presentan los resultados obtenidos desde los siguientes objetivos específicos: analizar el procedimiento utilizado para determinar el régimen de temperatura del suelo a nivel semidetallado; revisar el procedimiento que se aplica en Colombia para definir el

clima edáfico, y diseñar un procedimiento para definir el régimen isofrígido en un sector de páramo de la cordillera Oriental, con el propósito general de precisar la delimitación de los pisos térmicos en Colombia y, especialmente, el régimen de temperatura del suelo, ya que en los procesos utilizados en la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi estos límites provienen de la asignación de intervalos de temperatura con base en cotas de altitud (IGAC, 2014a).

En la revisión de documentos técnicos relacionados con el clima como factor formador del suelo no se encontraron procedimientos que definan las unidades climáticas ni especificaciones para determinar los regímenes de temperatura del suelo; la mayor parte de las experiencias existentes en este tema tienen más de diez años, razón por la cual debe retomarse a la luz de nuevos problemas que puedan generarse en el ambiente.

La hipótesis planteada en la presente investigación es la siguiente: es posible delimitar los regímenes térmicos en páramos de la cordillera Oriental, mediante un modelo climático basado en isotermas del suelo.

Los cambios climáticos que acontecen en el presente pueden generar variaciones en los límites de las isotermas del suelo; por tanto, los modelos climáticos que relacionaban la altitud con la temperatura, cuyo referente corresponde aproximadamente a 200 años de antigüedad, no deben tomarse como base para el monitoreo del calentamiento global; se requieren ajustes a los procedimientos que eran válidos para la escala general.

## 2. Planteamiento del problema

No hay referencias de la aplicación de modelos climáticos en los levantamientos de suelos en Colombia, y en otros países se ha tratado el tema de manera tangencial, lo cual origina imprecisiones cuando se piensa reclasificar el clima del suelo a partir de lo ambiental; por tal razón, se requiere mejorar el procedimiento para ampliar su escala de representación.

En el manual de reconocimiento de suelos de Australia (McKenzie, Grundy, Webster, and Ringrose-Voase, 2008) el clima se estudia como un factor que interactúa con las propiedades físicas del suelo; este análisis combinado ofrece características que pueden conside-

rarse según la interacción de factores que influyen en la formación de suelos, bajo el supuesto de que los procesos que les dieron origen se conservan aún en el presente.

The National Committee on Soil and Terrain (2009) considera el clima como generador de coberturas vegetales que inciden directamente en la formación de suelos, al igual que el paisaje y el sustrato geológico. Todos los esfuerzos los dirige a realizar una descripción detallada de las coberturas vegetales, pasando por análisis escalar de formaciones vegetales, estructura, composición florística y descripción de especies dominantes. El clima se asume por las coberturas vegetales, que son su producto, y no por el análisis de series históricas de precipitación y temperatura.

La temperatura del suelo influye en el desarrollo de raíces, disponibilidad de nutrientes y movimiento del agua, cambia según la profundidad y presenta mayor variabilidad en la superficie del suelo, con lo cual establece un círculo (de calentamiento y enfriamiento) que permite la meteorización y desarrollo genético de este. Los factores que afectan la temperatura están relacionados con la cantidad de energía prove-

niente del sol, la cantidad absorbida según su color, el tipo de cobertura, la humedad, la pendiente y el ángulo de incidencia de los rayos solares. El factor de mayor influencia en la temperatura del suelo se relaciona con la exposición de la ladera al sol; los suelos con exposición hacia el sur se calientan más en la primavera que los suelos expuestos hacia el norte (Milo, Save y Bennett, 1997).

El manual de levantamiento de suelos (USDA, 1993) menciona el clima solo como su factor formador, y lo analiza a través del efecto combinado con la vegetación; la FAO (2012) plantea la utilidad de trabajar con datos de temperatura y precipitación media mensual en el sitio del perfil del suelo y orienta el tema del clima al análisis de períodos de crecimiento vegetal mediante la cuantificación de días en los cuales la precipitación excede la evapotranspiración. En el manual USDA-NRCS (2012) se mencionan los regímenes de temperatura del suelo y se hace distinción de las temperaturas de este en las zonas intertropicales, cuyo gradiente de temperatura invierno-verano no supera los 6 °C. La clave taxonómica de suelos USDA-NRCS (2014) no presenta avances en cuanto a la de-

terminación de los regímenes de temperatura del suelo.

La metodología para levantamiento de suelos (IGAC, 2014a) y el Manual de Códigos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014b), no tienen establecidos los procedimientos para delimitar los regímenes de temperatura del suelo; las tablas de referencia que contienen los instrumentos técnicos colombianos siguen pautas dadas por los manuales de campo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1993), y en Colombia no se han realizado los ajustes correspondientes a la escala semidetallada; en tal caso, existe la posibilidad de definir la temperatura del suelo mediante un procedimiento general que la relaciona con el piso térmico. Aun cuando el procedimiento es adecuado para escalas generales, debe revisarse para estudios semidetallados y detallados, con el fin de obtener delineaciones de suelos con mayor nivel de detalle.

La metodología para levantamientos de suelos (IGAC, 2014a) menciona el clima como un paso que se sigue durante la recolección y evaluación de la información de la zona de estudio, no plantea la uti-

lidad de este factor en la identificación de los suelos y lo menciona como un referente para el trabajo de campo. Se encuentra mayor información sobre la utilidad del clima en los levantamientos de suelos en el capítulo del medio biofísico de la *Guía para elaborar la memoria técnica* (IGAC, 2014c), aunque en ella también se le menciona en la parte descriptiva, se pide referenciar los elementos climáticos precipitación, temperatura, humedad relativa y brillo solar, con la alternativa de utilizar otras variables para definir los pisos térmicos y la condición de humedad; la guía plantea el análisis climático temporal mediante balances hídricos que muestren déficit o excesos.

El tema de zonificación climática de la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi está resumido en el documento *Zonificación Climática* (IGAC, 2014d), en el cual se nombran tres clasificaciones sin especificar cuál de ellas es la que se aplica en el levantamiento de suelos: Caldas-Lang, Martonne y la adaptación de Zonas de Vida (la más utilizada), mediante la cual se definen los pisos térmicos y se combinan con los índices de hume-

dad de Holdridge para determinar la unidad climática.

Los modelos climáticos utilizados para delimitar los páramos son variados y tienen como referente, principalmente, la huella del clima en los paisajes junto con la presencia de estratos arbustivos dominantes; algunos esquemas son tan simples que proponen los límites de páramo de acuerdo con la presencia de frailejones (*Espeletia sp.*) y pajonales (*Calamagrostis efusa*); la identificación de especies indicadoras del ecosistema no es aplicable a los páramos de la cordillera Oriental, debido a la alta intervención en estos paisajes y a la diversidad de frailejones y de otras especies que se encuentran asociadas a la posición en el paisaje; también se considera que una línea de páramo definida por una cota es insuficiente, pues estos ecosistemas presentan diferencias de temperatura al menos en dos de sus vertientes.

Los modelos climáticos que han sido utilizados para diferenciar los paisajes de alta montaña y que eventualmente pueden aplicarse en la delimitación de áreas de páramo se referencian a continuación:

Según Flórez (2003), el sistema cordillerano colombiano es producto del fenómeno tectónico sucedido a escala mundial, y tuvo como efecto un cambio bioclimático en el sentido altitudinal; los periodos glaciares acumularon potentes masas de hielo modeladoras de los paisajes, y el ascenso de la cordillera posibilitó un incremento en el potencial gravitatorio, generando cambios bioclimáticos que ayudaron en la configuración del relieve actual.

El trabajo realizado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010), denominado *Sistemas morfogénéticos del territorio colombiano escala 1:500.000*, presenta la delimitación de siete unidades bioclimáticas con las cuales identifica y caracteriza los procesos geológicos que actuaron como modeladores del relieve; el esquema utilizado por el IDEAM propone la interacción de procesos tectónicos y coberturas vegetales en unidades basales distribuidas en el paisaje de montaña.

El modelo climático para los temas relacionados con las coberturas vegetales se basa en cotas de altitud que varían en relación con las uti-

lizadas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi; en efecto, para los análisis geográficos y ambientales realizados en el IDEAM se nombran como pisos bioclimáticos y se incluyen las siguientes cotas altitudinales: ecuatorial, menor de 1.000 msnm; subandino, de 1.000 msnm a 2.300 msnm; andino, de 2.300 msnm a 3.000 msnm (variación de más o menos 100 m, según la vertiente); altoandino, de 3.000 msnm a 3.800 msnm (con variación de más o menos 200 m entre vertientes); páramo, de 3.800 msnm a 4.800 msnm (variación de más o menos 100 m según la vertiente); superpáramo de 4.300 msnm a 5.200 msnm (límite inferior de las glaciares), y glaciar, mayor de 4.800 msnm, según la vertiente.

Las cotas altitudinales de la Sierra Nevada de Santa Marta fueron trabajadas como pisos morfoclimáticos por Bartels (1984) y por Flórez (2003), quienes tomaron las cotas altitudinales como variables determinantes en la modelación de los paisajes colombianos, y en ninguno de los dos trabajos se distinguieron vertientes montañosas cálidas o frías.

Muy pocas investigaciones con relación a modelos climáticos se re-

portan en el mundo. En Colombia, Narváez y León (2001) justifican las diferencias de gradiente de temperatura por cotas altitudinales para cada una de las cordilleras colombianas y algunas regiones, tomando como referencia la circulación de los vientos alisios, el sistema de mesoescala del Pacífico y la zona de convergencia intertropical.

Se distinguen, básicamente, tres modelos climáticos aplicados a sistemas montañosos, los cuales pueden ser analizados según la escala. El primero es el biogeográfico, propuesto por Holdridge (Espinal, 1978), cuyos límites fueron trazados de acuerdo con la biotemperatura, en la cual se incluye el efecto de las coberturas vegetales dominantes y la posición geográfica medida en la latitud; por tanto, este método se considera de escala global. Una nueva interpretación del clima de montaña en Colombia, o segundo modelo, lo propuso Cuatrecasas (1958) y fue ampliado por Reyes et al. (1995), retomando la denominación de ecosistema o piso bioclimático; en él se ajustaron las cotas de altitud según la región natural colombiana y la fisiología de las plantas identificadas en campo. La propuesta de ampliar la división de pisos

térmicos propuesta por Caldas, en el sector de montaña (tercer modelo climático), la realizó el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1981; 2014d), para distinguir otras unidades climáticas en el piso térmico frío.

Los tres modelos climáticos expuestos basan sus límites en cotas de altitud y presentan diferencias entre sí. La propuesta consiste en mantener los valores de temperatura designados para cada altitud o piso térmico (IGAC, 2014d) y realizar la delimitación mediante el sistema de isotermas basadas en la correlación existente entre temperatura del suelo y del aire tomada en campo (Agualimpia y Castro, 2016); lo anterior genera una redefinición de cotas para los pisos térmicos y, especialmente, se realiza una interpretación directa de los regímenes de temperatura del suelo.

La actualización reciente de la cartografía de clima en Colombia, realizada por el IDEAM, incluye un modelo climático para montaña que difiere en sus cotas del *Manual de procedimientos de la zonificación climática* (IGAC, 2014d). IDEAM, IGAC, IAVH, INVE-MAR, SINCHI e IIAP (2007) presentaron la delimitación de pisos

térmicos cálido y templado con una disminución de 200 metros en su cota de altitud para toda Colombia, acorde con el nuevo enfoque ambiental y la implementación de nuevos procedimientos digitales basados en modelos de regresión; en contraste, también se había generado el *Atlas climatológico* (IDEAM, 2005), que mantenía las mismas cotas de altitud de los pisos térmicos que trabaja el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. La variación de cotas en los dos informes puede entenderse como una aplicación para escalas de representación diferentes.

Informes expuestos en varios eventos internacionales, como el I Congreso de Cambio Climático, realizado en Guatemala en el 2014, indican incremento en la temperatura a nivel global, lo cual, cartográficamente, generaría un incremento en la cota de los pisos térmicos y no un descenso, como muestra el mapa de clima de Colombia más reciente. La preocupación por el descenso de las lluvias lleva a problemas de variabilidad climática en amplios sectores de la Tierra y, como consecuencia, se generan temperaturas extremas que pueden generar cambios en las cotas que presentan la temperatura índice para cada piso térmico.

### 3. Marco teórico

Caldas modificado (IGAC, 2014d) establece para la montaña colombiana cuatro franjas altitudinales de categorías: frío, muy frío, extremadamente frío y nival; a estas franjas altitudinales les corresponde un rango de temperaturas del aire (Tabla 1). En las altitudes establecidas para cada piso térmico se contempla una variación de  $\pm 400$  metros de altitud (IDEAM, 2005); esto muestra la posibilidad de que haya una variación en la franja altitudinal a causa de las condiciones locales; una nueva interpretación sería dar la posibilidad de que el dato de temperatura y las isotermas del suelo sean las que definan la franja altitudinal que tiene cada piso térmico.

Los regímenes de temperatura del suelo son características diagnósticas del sistema taxonómico de suelos del United States Department of Agriculture (USDA)-Natural Resources Conservation Service (NRCS) (USDA-NRCS, 2014) y están relacionados con valores promedio de temperatura que en Colombia se asocian a los pisos térmicos. Debido a la subdivisión que ha realizado del piso frío el IGAC (2014d), la temperatura de

aire no tiene completos los datos del suelo para hacer una reclasificación correspondientes de temperatura de temperatura cación adecuada (Tabla 1).

**Tabla 1.** Pisos térmicos y regímenes de temperaturas para escalas generales

Piso térmico	Altitud (m)	Régimen de temperatura del suelo	Temperatura del aire	Temperatura del suelo °C
Nival	4.700 a 5.775	Gélico	menor a 1,5	menor a 0
Subnival	4.200 a 4.700	Cryico	1.5 a 4	-
Extremadamente frío	3.600 a 4.200	Cryico	4 a 8	0 a 8
Muy frío	3.000 a 3.600	Isofrígido*	8 a 12	-
Frío	2.000 a 3.000	Isoméxico	12 a 18	8 a 15
Templado	1.000 a 2.000	Isotérmico	18 a 24	15 a 22
Cálido	menor a 1.000	Isohipertérmico	mayor a 24	mayor a 22

\*El régimen térmico isofrígido corresponde al régimen cryico con verano más cálido.

**Fuente:** Elaboración propia con base en IGAC- ICA (1985, 2010), USDA-NCRS (2014).

La localización de Colombia en la zona ecuatorial, con pocas variaciones de calor por incidencia vertical del sol durante casi todo el año, permite indagar sobre la variación de la temperatura del suelo durante el día, dado que en la actualidad el régimen isofrígido se asigna a zonas localizadas a altitudes entre 3.600 m y 4.200 m.

Los pisos térmicos en el pasado permitieron la delimitación de los páramos de acuerdo con la altitud en las vertientes colombianas. Se denominó páramo bajo a las regiones delimitadas entre las cotas

3.000 msnm y 3.600 msnm, con una temperatura media que variaba entre 8 °C y 11 °C; este fue denominado también piso térmico muy frío. El páramo alto lo comprenden las tierras localizadas entre las cotas 3.600 msnm y 4.500 msnm (temperatura del aire entre 3 °C y 8 °C) (IGAC, 1992); a su vez, se denomina piso térmico extremadamente frío y precede a los nevados.

Los límites de cota para los páramos en zonas de alta montaña y sus valores de temperatura asignados difieren de un autor a otro; ejemplo de ellos son Cuatrecasas (1958),

Reyes et al. (1995), Rangel, Lowy & Cjeef (1995), IDEAM (2010, 2005a) e IGAC (2014d); una muestra de ello es que entre estos dos últimos hay una diferencia de 0,5 °C por piso térmico.

El enfoque biogeográfico de Zonas de Vida propuesto por Holdridge fue adoptado en Colombia como una clasificación climática en la cual había correspondencia entre estas y el clima (IGAC, 1997); información cartográfica que se aplicó sin inconvenientes a la escala original 1:500.000. Sin embargo, cuando se detalla a escala 1:100.000 surgen incoherencias especialmente cuando se establecen relaciones con el clima de cada cabecera municipal; por tal motivo, a partir del año 2000 comienzan a utilizarse para el análisis climático en los estudios generales de suelos los datos meteorológicos procedentes de las cabeceras municipales. Esto causa cambios en las delineaciones del clima, y pueden observarse en el estudio de suelos del departamento de Cundinamarca (IGAC, 2000).

En los años noventa surgen en Colombia las políticas de planificación del uso del territorio, y se da inicio a las aplicaciones de los le-

vantamientos de suelos con nuevos enfoques, tales como el análisis fisiográfico y la ecología del paisaje; la diferencia entre fisiografía y ecología radica en que para la primera el clima es una característica del paisaje, y para la segunda es un producto de la dinámica de la cobertura vegetal (Botero et al., 1997); en las dos aplicaciones se mantiene la semejanza entre pisos térmicos y zonas de vida. Durante el mismo año se incluye el método de Thortwaite, que define el índice hídrico a partir del análisis de humedad y aridez (Villota, 1997).

Con la implementación de los sistemas de información geográfica y el desarrollo tecnológico del software, se incrementa la utilización de datos climáticos georreferenciados y la aplicación de técnicas *kriging* para definir las unidades climáticas, lo cual representó un avance en la zonificación climática general a escala 1:100.000 (Castro, 2010).

Las técnicas *kriging* suponen variables climáticas que suceden en un área con poca influencia externa (áreas isotrópicas); la técnica puede utilizarse en espacios pequeños y de relieve plano, alejados de cuerpos de aguas con poca inci-

dencia de vientos y sin efectos ocasionados por el relieve, tales como el efecto *Foehn*. Para ampliar su aplicación a escalas intermedias y detalladas es necesario incluir técnicas *co-Kriging*, en las cuales se adiciona la localización geográfica del dato climático y los modelos digitales de elevación.

El mapa es una representación cartográfica de la realidad, cuya validez se obtiene a través de la cantidad y de los tipos de variables que intervienen en su elaboración. Algunos usuarios de cartografía temática no se convencen de un producto cuando no encuentran en él lo que ellos saben que existe; olvidan que los mapas se construyen de variables representativas, y que su validez y aplicabilidad se relaciona con la escala a la cual fue proyectado; no existe una representación multiescalar, ya que los interrogantes que se esperan resolver con los mapas cambian con la escala (Aqualimpia y Castro, 2016).

Existen investigaciones sobre la relación altitud y temperatura del aire; algunos de ellos coinciden en que esta última varía  $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  (Binkley y Fisher, 2013, y Flórez, 1986, citando a Hufty, 1984, y a Stanescu y Díaz, 1971). Estudios

de caso realizados en Colombia confirman que las vertientes de solana (cara de la vertiente hacia el sur) son más cálidas que las vertientes úmbricas, opuestas a la anterior (Hufty, 1984); por tal razón, el factor presenta diferencias locales, siendo más frías las vertientes exteriores de las cordilleras que las interiores, que conforman el valle del río Magdalena. Flórez (1986) obtuvo variaciones de la temperatura aire de  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  a  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  por debajo del nivel de condensación y encontró valores de  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  a  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  por encima del nivel de condensación. El gradiente de temperatura del aire en los análisis de clima ha sido un tema de interés para investigadores como Stanescu y Díaz (1971), Es-lava et al. (1986 y 1993) y Cortés (1989). Recientemente, Chaves y Jaramillo (1998), citados en Vélez, Poveda y Mesa (2000), realizaron análisis de regresión lineal para hallar la dependencia de temperatura del aire con la altura, y trabajaron con 1.002 datos procedentes de estaciones meteorológicas.

#### **4. Materiales y métodos**

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron trabajos de campo y generación de cartografía, que

fue validada a través de visita pos-campo. Los elementos utilizados fueron: termómetros LCD digitales con sensor de acero y rango amplio (-50 °C a 300 °C), GPS, cartografía básica escala 1:100.000, cámara fotográfica digital, palines y palas, mapa digitalizado de zonas de vida (Espinal, 1978), modelo digital del terreno SRTM 30 m (USGS, 2014), computador personal HP 12 MB RAM, software Arc Gis 10.1 y formatos de captura de información en Excel, entre otros elementos.

La zona de estudio se delimitó a partir de la cota 2.800 msnm hasta las cumbres y abarcaba varios complejos de páramos identificados por el Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2007). La zona incluye las vertientes oriental y occidental en un sector de la cordillera Oriental, cuyas coordenadas extremas son: norte: 7° 53' 19,656", sur: 5° 6' 28,728", oeste: 73° 39' 20,884" y este: 71° 59' 35,987". El sector de interés de esta cordillera tiene una longitud norte-sur de 372 km y abarca desde el Páramo de Santurbán, en Norte de Santander, hasta el complejo de páramos Tota-Bijagual-Mamapacha, en Boyacá, y un ancho máximo de 51,8 km en el páramo de Cocuy (Instituto de

Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2007).

El procedimiento que se presenta a continuación es producto del grupo de Investigación PROGASP, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Agualimpia y Castro, 2016) y sirvió como base en la delimitación de los suelos de los páramos de la cordillera Oriental durante el estudio semidetallado de suelos realizado por la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi para el Instituto Alexander Von Humboldt.

Durante el reconocimiento de suelos realizado en los meses de septiembre y diciembre de 2013 se tomó la temperatura estabilizada del suelo, definida por la USDA-NRCS (2014), a 50 cm de profundidad, y la temperatura del aire a 150 cm de la superficie del suelo debajo de las coberturas vegetales; los valores de temperatura a exposición directa al sol no se consideraron, debido a que representaban diferencias muy altas según Binkley y Fisher (2013).

#### 4.1 Submodelo de campo

Se realizaron 3.040 observaciones distribuidas en el paisaje, a diferentes altitudes y entre las 7 de la mañana y las 2 de la tarde, en las cuales se tomó la temperatura del suelo y la temperatura bajo las coberturas vegetales.

La información de coordenadas, hora de lectura y temperaturas del aire y del suelo se registraron en formatos de papel y luego se digitaron en una base de datos en Excel; se armonizaron los datos y con

ellos se realizó un análisis comparativo entre temperatura del suelo y temperatura bajo las coberturas vegetales naturales.

Los datos de temperaturas del aire y del suelo se organizaron según la hora del día para establecer valores promedio y valores ponderados; los primeros fueron calculados para datos tomados a intervalos de 5 minutos, y los ponderados se obtuvieron según la cantidad de datos de temperatura registrados a esa hora del día (Tabla 2).

**Tabla 2.** Descripción de la diferencia entre temperatura del aire y temperatura del suelo (°C).

ESTADÍSTICA	8:00 a.m.	9:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 m.	1:00 p.m.	2:00 p.m.
Valor ponderado	1,25	1,69	2,14	1,89	3,81	1,56	1,30
Valor de la media	1,23	1,93	2,25	1,89	3,87	0,99	1,30
Desviación estándar	2,12	2,27	2,51	2,63	3,12	2,26	1,56
Coefficiente correlación entre temperatura del aire y del suelo	0,96	0,97	0,94	0,97	0,97	0,97	0,99

Fuente: Elaboración propia.

Clasificar el régimen de temperatura requiere únicamente valores medios anuales, para definir la clase taxonómica; por ello, el procedimiento estadístico consistió en registrar la desviación de los valores medios y el coeficiente de correlación

entre la temperatura del suelo y la temperatura del aire registrada bajo las coberturas naturales. Según lo anterior, a través del “submodelo de campo” se encontró que en la zona de la cordillera Oriental

la temperatura del suelo es 1,9 °C mayor que la temperatura del aire. El procedimiento para delinear el clima edáfico a partir de isotermas se plantea como solución al problema de representación del régimen de temperatura; para el caso de la cordillera Oriental, los valores promedio de temperatura corresponden a todos los tipos de suelos. La escala a la cual se quiere llegar con esta propuesta es la semidetallada, por tanto, es necesario aplicar otros procedimientos cuando se quiere alcanzar una escala detallada o ultradetallada.

La segunda parte del procedimiento se relaciona con las diferencias en el gradiente de temperatura en las dos vertientes de la cordillera Oriental; para este caso se identificó la línea divisoria de aguas, utilizando el mapa de cuencas hidrográficas suministrado por la oficina de sistemas de información de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. La identificación de las cuencas hidrográficas se hizo a partir del modelo digital del terreno SRTM (USGS, 2014), el mismo que se utiliza para generar la información *raster* de temperatura.

Se obtuvo información de la temperatura del suelo realizada para cada vertiente, se realizó la correlación con la altitud y se hizo el análisis de correlación lineal para datos localizados en vertientes externas e internas, para lo cual se generaron las funciones Solana y Umbría.

Solana se refiere a la vertiente montañosa que recibe mayor cantidad de horas sol y su equivalente en radiación solar; para el caso, son las vertientes occidentales, las que, a su vez, también se componen de abundantes fragmentos de rocas, por localizarse en su mayoría laderas erosionales. La región de Umbría es aquella vertiente montañosa que recibe menor cantidad de horas luz y mayor cantidad de vientos, por presentarse en espacios abiertos (vertiente oriental de la cordillera Oriental). Lo anterior coincide con Sturm y Rangel (1985), quienes encontraron que en la vertiente oriental de la cordillera Oriental (Umbría) cae mayor cantidad de lluvias que en la vertiente occidental (Solana).

Las regresiones para las vertientes quedaron así:

$$\text{Solana: } Y = -0,0073X + 33,225$$

Ecuación 1

$$\text{Umbría: } Y = -0,0061X + 26,400$$

Ecuación 2

Donde: Y = Temperatura del aire, en °C

X = Altitud, en metros

La Tabla 3 muestra la variación de las temperaturas del aire de acuerdo con la orientación de la vertiente; según el análisis de regresión lineal aplicada a los 3.040 datos tomados en campo, se determinó que en la vertiente de Solana hay un gradiente térmico de 0,73 °C/100 m, y en la vertiente de Umbría el gradiente desciende a 0,61 °C/100 m.

En Solana, al ascender en la montaña desde 3.000 m hasta 3.700 m hay un descenso de temperatura de 5,1 °C, mientras que para este mismo ascenso por la vertiente de Umbría la temperatura desciende en menor proporción (4,3 °C); esto demuestra que cuando hay temperaturas bajas la proporción de descenso es menor.

**Tabla 3.** Coeficientes para región de páramo localizada en la cordillera Oriental

TEMPERATURAS MEDIAS				
Región paramuna	Temperatura índice	Coefficiente temperatura máxima	Temperatura a 3.000 msnm (°C)	Temperatura a 3.700 msnm (°C)
Solana	33,225	0,0073	11,3	6,2
Umbría	26,400	0,0061	8,1	3,8

Fuente: Elaboración propia.

Las heladas que particularizan las áreas de páramo también se distinguen en las vertientes de Solana y Umbría. En Solana hay mayor probabilidad de que se presenten heladas a causa de la radiación, porque hay mayor oportunidad de alcanzar descensos de temperatura durante

la noche en tiempos de cielo despejado; mientras que en las vertientes de Umbría es posible que se presenten heladas por advección, debido a la llegada de masas de aire frío desde regiones nevadas (Seoánez, 2002).

## 4.2 Isotermas del suelo

Los registros de temperatura se tomaron aplicando el mismo protocolo durante sesenta días y en las dos vertientes de la cordillera. El número de repeticiones registradas a la misma hora del día y los datos promediados dentro de los cinco minutos permitieron obtener un dato promedio aproximado.

El SRTM de 30 m puede contener algunos errores en altitud que son no significativos, pues las coberturas de páramo que podrían aumentar el relieve no exceden los 7 m; además, el gradiente de temperatura encontrado para las dos vertientes es menor a un grado en 100 m de altitud, y un dato así no altera en gran medida el resultado que se quiere obtener a esta escala. Pruebas realizadas con el modelo digital del terreno de 10 metros no mostraron diferencias significativas al modelo digital de 30 m utilizado en la presente investigación (Castro y Agualimpia, 2016). El modelo climático se sintetiza a través de los pasos descritos en la Figura 1.

## 4.3 Pasos del modelo climático

- Se escoge el área montañosa que se va a trabajar (sector de la cor-

dillera Oriental), se toma la cota de 2700 msnm, como límite inferior a trabajar.

- Se divide la zona escogida en vertientes, utilizando la línea divisoria de agua, para observar las diferencias de temperatura del aire entre vertientes.
- A cada una de las vertientes se le toman registros en campo de temperatura del aire.
- Para cada vertiente se obtiene el modelo de elevación.
- Los datos de registro y el modelo se armonizan o preparan para la modelación de variables. Este paso consiste en realizar la función de extracción de dato de la altitud en el modelo digital de elevación para cada punto de temperatura referenciada en campo (3.040 observaciones). Los datos de altitud con el GPS y con el modelo presentan diferencias y deben ajustarse a la precisión que tenga el modelo digital de elevación.
- Cuando se tienen estandarizados los datos de temperatura y altura se realiza un análisis de correlación entre estas variables.

Se obtiene el valor diferencia entre temperaturas del aire y del suelo

mediante la aplicación del submodelo climático de campo, que tiene tres pasos:

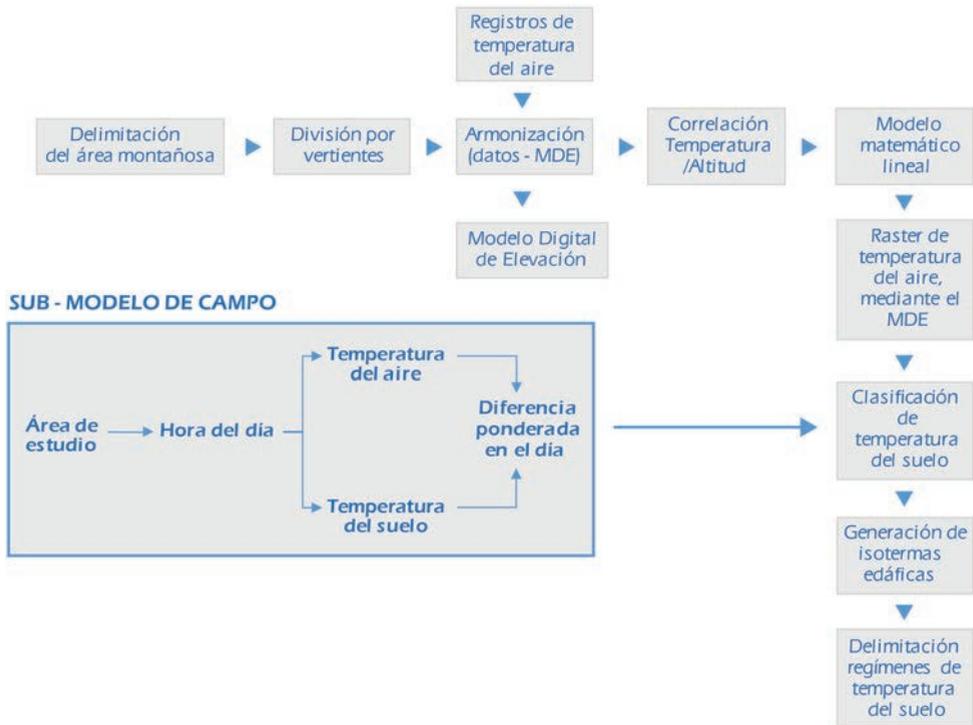
1. En el área de estudio se toman datos de temperatura del aire a 150 cm debajo de las coberturas vegetales y a 50 cm de profundidad en el suelo, cara opuesta al sol.
2. Se obtiene registro de las coordenadas y de la hora en que se tomaron los datos de temperatura del aire y del suelo.
3. Mediante análisis estadístico simple se halla el valor de diferencia entre temperaturas del suelo y del aire.
4. Con el submodelo se estableció que en la cordillera Oriental la temperatura del suelo es superior a la del aire en 1,9 °C.

El modelo climático continuó así:

- Los datos de temperatura del aire, armonizados con el modelo digital de elevación, se correlacionan con la altitud y se halla el modelo matemático lineal, que consiste en encontrar la función de la variable independiente temperatura con la dependiente altura.
- La función lineal se ingresa en el sistema con una herramienta

(*Raster calculator*) para generar el *raster* de temperatura; la herramienta permite asignar un valor de temperatura del aire a cada altura, según el modelo matemático hallado en el paso anterior.

- Se genera una reclasificación de la temperatura del aire, sumándole a cada celda del *raster* de temperatura obtenido a través del modelo lineal el valor de 1,9 °C, que es la diferencia encontrada entre las temperaturas del suelo y del aire. El resultado es un *raster* de temperatura del suelo.
- Se crean clases de temperatura del suelo asociada a rangos <1,5 °C, de 1,5 °C a 4 °C, de 4 °C a 8 °C y de 8 °C a 12 °C; los rangos proceden de la clave taxonómica de suelos (USDA-NRCS, 2014).
- Cada rango de temperaturas del suelo corresponde a una clase taxonómica del suelo (gélido, cryico, isofrígido); el límite inferior corresponde al régimen de temperatura de suelos isomésico y separa las tierras del páramo bajo de las tierras de piso térmico frío.



**Figura 1.** Modelo para generar isothermas del suelo y ajustar la taxonomía

**Fuente:** Elaboración propia.

Las isolíneas de temperatura del suelo permiten realizar una representación más detallada de los regímenes de temperatura correspondientes mediante un método que proviene de datos realizados en campo y no de una simple cota que separa los pisos térmicos.

## 5. Resultados

Se encontraron diferencias en el gradiente de temperatura de las vertientes oriental y occidental de

la cordillera Oriental, lo cual indica que los límites de los regímenes de temperatura no corresponden a los establecidos en los manuales de levantamiento de suelos de Colombia. El procedimiento basado en el modelo climático permitió sugerir nuevos límites para el páramo bajo, definiendo la cota inferior a los 3.010 m en la vertiente oriental y a 3.445 m en la vertiente occidental; Caldas (1802, citado por IDEAM, 2005a) había establecido que la diferencia en los pisos tér-

micos podría ser de 200 m hacia arriba o hacia abajo; con los datos tomados en campo puede darse una aproximación escalar basada en el cambio climático y, específicamente, en un incremento en el rango de incertidumbre con relación a la altitud, ya que al ajustar las cotas establecidas para los regímenes térmicos del suelo se pueden revisar los límites de los páramos colombianos.

La diferencia en el gradiente de temperatura puede representar cambios en el rango de altitud de los pisos térmicos para cada vertiente. Al comparar fuentes antiguas sobre pisos térmicos se observó alguna incertidumbre en la definición de las cotas de altitud; esto afecta directamente la delimitación de los regímenes de temperatura del suelo; Eslava, López y Olaya (1986) reportan que la diferencia positiva o negativa entre pisos térmicos puede ser 400 m de altitud. Los manuales de suelos desconocen esta variación, y en estudios de suelos se aplicaban sin distinción las mismas altitudes de pisos térmicos y equivalencia en regímenes de temperatura del suelo.

Para explicar por qué el dato de temperatura del aire y del sue-

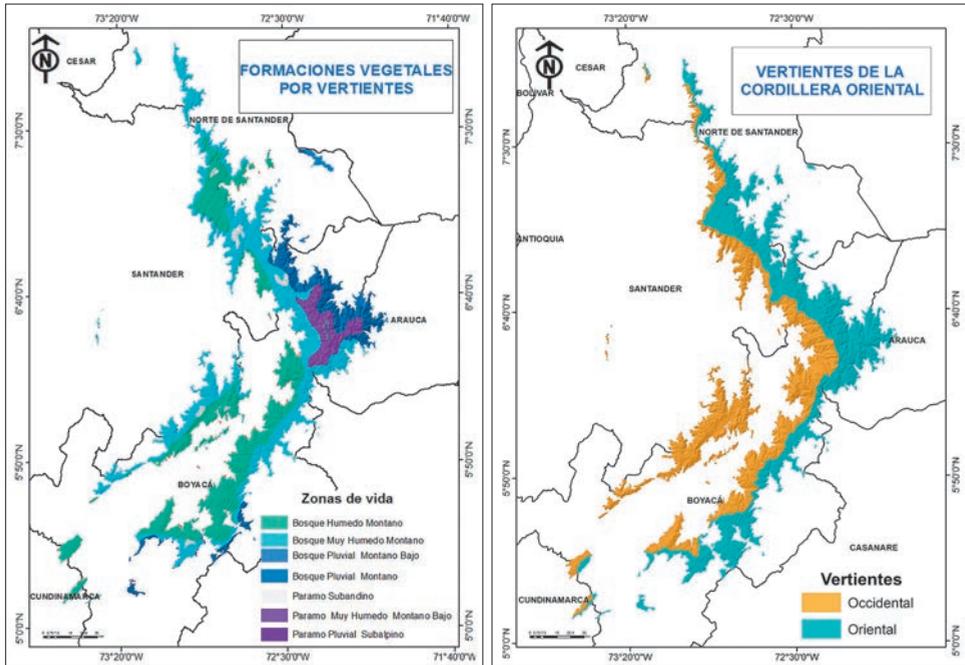
lo tomado en campo muestra una vertiente caliente (Solana) y otra vertiente fría (Umbría), se puede argumentar que la vertiente occidental (interna) está expuesta a mayor radicación solar (IDEAM, 2005b), tiene menor circulación de vientos y se encuentra en la misma dirección del Cañón del Chicamocha, sitio que guarda menos humedad y tiene altos índices de evapotranspiración (Espinal, 1978); esto pudo contribuir al ascenso de calor por la vertiente; mientras que la vertiente de Umbría está expuesta a mayor acción de los vientos y tiene menor tiempo de exposición directa del sol, debido a la constante nubosidad (IDEAM, 2005b).

Para probar la consistencia de los datos tomados en campo se realiza el análisis comparativo de gradientes térmicos con las formaciones vegetales (Espinal, 1978).

En la Figura 2 se observa que la vertiente oriental tiene mayor cantidad de lluvias, lo cual indica alta condensación de aguas, y puede verificarse por la localización en esta vertiente de formaciones vegetales de condición muy húmeda y pluvial (Espinal, 1978); la vertiente oriental es más fría y debe su temperatura del aire y del suelo a la

presencia de vegetación abundante y, especialmente, a la humedad ambiental. La vertiente occidental de este sector de la cordillera Oriental guarda menos humedad y su vertiente es más corta, e incide

en una gradiente de temperatura del aire más alto ( $0,73\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ), en comparación con la vertiente oriental, cuyo gradiente es de  $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ .



**Figura 2.** Comparación entre vertientes y zonas de vida

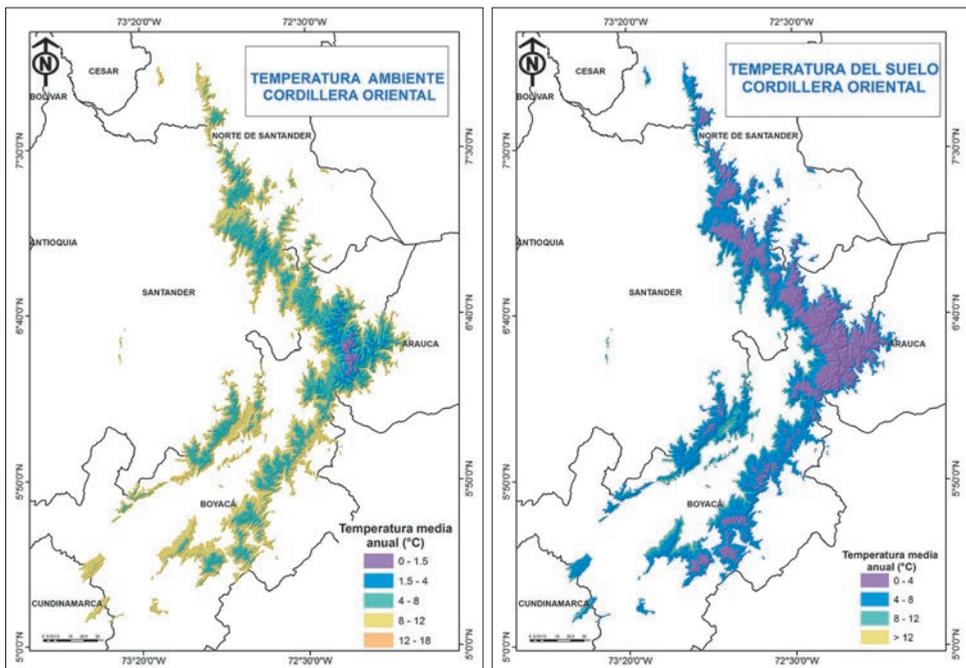
**Fuente:** Elaboración propia con base en Espinal (1978).

La proximidad de climas secos en las zonas bajas, caso de los enclaves secos, influye en el desplazamiento de las cotas designadas para los pisos térmicos en manuales de levantamiento de suelos, lo mismo que la presencia de climas húmedos en las zonas cálidas causa un descenso brusco de las isotermas edáficas.

Para dar a conocer los avances en la delimitación de regímenes de temperatura del suelo se presenta un análisis comparativo entre el método tradicional con el que se define el régimen térmico del suelo y la propuesta de generar los regímenes de temperatura del suelo a partir de isotermas del suelo.

El método tradicional consiste en reclasificar cada piso térmico, según una franja altitudinal predefinida, en un régimen térmico del suelo; en ese sentido, se parte del supuesto de que, en la zona estudiada, el piso frío corresponde a un régimen térmico isoméxico del suelo, y el piso extremadamente frío, a un régimen isofrígido (Fi-

gura 3). En contraste, se presenta la propuesta de realizar la delimitación del clima mediante isotermas del suelo, en la cual se contempla el gradiente de temperatura por vertiente y una altitud de páramo dependiente de la temperatura del suelo del sistema montañoso de la cordillera Oriental.



**Figura 3.** Comparación entre temperatura bajo coberturas vegetales y temperatura del suelo  
**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando se aplica el método tradicional de reclasificar el piso térmico según las cotas de altitud establecidas en manuales, y con ese resultado se define el régimen de

temperatura del suelo, las isotermas menores a 4 °C, que representan el superpáramo, encierran un área menor que cuando se aplica el método propuesto, basado en

las isothermas del suelo; en otros términos, con el método basado en isothermas del suelo se identifica mayor extensión en áreas de superpáramo (57.180 ha), que corresponden a régimen térmico cryico. Lo anterior se debe a que la vertiente fría (Umbría) es más larga que la caliente (Solana). El límite bajo obtenido para la vertiente Solana es de 4.000 msnm, y para Umbría, de 3,680 msnm.

En manuales de reconocimiento de suelos, del Instituto Geográfico (IGAC, 2014a, b y c), y en la clave taxonómica más reciente del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-NCRS, 2014), la temperatura del suelo con valores entre 4 °C y 8 °C corresponde al régimen de temperatura isofrigido, que representa sectores fríos localizados en la zona intertropical. Aunque la taxonomía del suelo (USDA-NCRS, 2014) define en el mismo régimen de temperatura cryico en Colombia el rango para temperaturas del suelo entre 4 °C y 8 °C, el clima extremadamente frío tiene alta biodiversidad y corresponde al páramo propiamente dicho (Cuatrecasas, 1958), y los límites serían, en Solana, altitud entre 3.445 y 4.000 msnm,

y en Umbría, entre 3.010 y 3.680 msnm.

La razón por la cual se propone delimitar el páramo con base en isothermas del suelo y, específicamente, por los regímenes de temperatura, es la falta de consenso entre varios autores.

En la alta montaña de la cordillera Oriental, si no se cuenta con información de la temperatura del suelo, se puede trabajar mediante la correlación de la temperatura del aire y la altitud de estaciones en esta vertiente y la adición del valor 1,9 °C, para generar el dato de la temperatura del suelo, tal como se presentó en el modelo (Figura 1).

En la Tabla 4 se presenta la delimitación de cotas de acuerdo con la temperatura del aire reportada en manuales colombianos (IGAC, 2014d y 2014a); con la clasificación de pisos térmicos según la temperatura del aire se notan variaciones en las cotas; no hay, además, una correspondencia entre pisos térmicos y regímenes térmicos, porque algunos valores de isothermas del suelo están fuera del rango establecido en la clave taxonómica (USDA- NCRS, 2014).

**Tabla 4.** Ajuste de la temperatura del suelo por piso térmico de acuerdo con las vertientes de Solana y Umbría

Piso térmico	Isotermas del aire °C	Isotermas del suelo °C	Cotas ajustadas (Solana)	Cotas ajustadas (Umbría)	Régimen térmico
Subnival y nival	Menor a 4	Menor a 5,9	>4260	>3999	Cryico
Subnival y nival	4 a 8	5.9 a 9,9	3710-4260	3320-3999	Cryico
Extremadamente frío	8 a 12	9.9 a 13.9	3170-3710	2680-3320	Isofrígido
Muy frío	12 a 18	13,9 a 19,9	2345-3170	1690-2680	Isomésico

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se muestra cómo en la vertiente de Solana la temperatura del aire decae rápidamente, en comparación con la vertiente de Umbría; es decir, en un ascenso de 638 m promedio por la vertiente Solana, la temperatura del aire baja 4 °C, y la vertiente Umbría, para descender los mismos 4 °C de temperatura del aire, requiere un ascenso más largo (767 m). En la vertiente occidental (Solana) la cota del régimen de temperatura del suelo es 390 m más alta que en la vertiente oriental (Umbría). La aplicación de gradientes de temperatura a cada vertiente de la cordillera permite definir las cotas límite de regímenes de temperatura del suelo; los registros de temperatura se obtuvieron durante el inicio de la temporada de lluvias en esta región de la cordillera, y es posible que esas cotas descendan en las dos

vertientes en época seca; sin embargo, en consulta con el autor del Atlas de Radiación Solar (IDEAM, 2005) se admite que la nubosidad es un factor importante en el análisis específico de la temperatura del aire en estas vertientes, ya que la vertiente oriental permanece con nubes casi todo el año, y esto permite entender por qué es más fría; posiblemente, esa condición no permita variaciones significativas en la temperatura promedio anual del aire y del suelo y no sea influyente en los regímenes de temperatura del suelo.

## 6. Conclusiones

No existe en Colombia el procedimiento documentado para determinar los regímenes de temperatura del suelo; los manuales de otros países son poco explícitos en

la manera de definir isotermas. La ausencia de normas que orienten los procedimientos lleva a la aplicación de criterios variados y, algunas veces, sesgados hacia otros propósitos; es necesario proponer ajustes a las unidades climáticas y evaluar su aplicación a los regímenes de temperatura del suelo.

El procedimiento aplicado a Colombia consiste en dar una valoración de régimen de temperatura del suelo acorde con el piso térmico, sin utilizar geotermómetros y sin ajuste de la distribución de tempe-

raturas en el suelo; los regímenes térmicos del suelo se definen a partir de cotas altitudinales preestablecidas.

Se diseñó y probó un modelo climático en un sector de la cordillera Oriental, el cual permitió aportar elementos para mejorar la resolución escalar con la que se delimitan los pisos térmicos, basándose en datos tomados en campo; esto contribuyó a la generación directa de regímenes térmicos a partir de isotermas del suelo.

## Referencias

- Agualimpia, Y. y Castro, C. (2016). *Propuesta metodológica para la zonificación climática a diferentes escalas en Colombia, con fines de manejo sostenible del territorio. Fase I.* Bogotá D. C.: Centro de Investigaciones de la Universidad Distrital (CIUD). Grupo de Investigación Programa de Gestión Ambiental en Servicios Públicos (PROGASP).
- Bartels, S. G. (1984). Los pisos morfoclimáticos de la Sierra Nevada de Santa Marta. En T. Van Der Hammen y P. M. Ruíz (Eds.), *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transepto Buritica - La Cumbre* (pp. 99-129). Berlín: Cramer.
- Binkley, D y Fisher, R. (2013). *Ecology and Management of Forest Soils*. 4a ed. :Colorado State University.
- Botero, P., Jiménez, B., Rodríguez, N., Herrera, J., Rodríguez, J., Mendoza, Y. y Pinilla, A. (1997). Estudio fisiográfico de la orinoquía-amazonía colombiana. *Revista CIAF*, 15(1), 7-62.
- Castro, C. (2010). Instructivo para aplicar procedimientos digitales en la delimitación del clima en áreas homogéneas de tierras para catastro. Uso interno. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- Cuatrecasas, J. (1958). Aspecto de la vegetación natural de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 10(40), 221-264.
- Eslava, J., López, V. y Olaya, G. (1986). Los climas de Colombia (sistema de clasificación Caldas-Lang), *Revista Atmósfera*, 7, 41-47.
- Espinal, S. (1978). Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico escala 1:500.000; realizado en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia.
- FAO (2012). Food and Agriculture Organization. *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Flórez, A. (1986). Relación altitudinal de la temperatura del suelo y del aire en los Andes centrales colombianos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. *Revista Colombia Geográfica*, XII(2), 5-39.
- Flórez, A. (2003). *Colombia: Evolución de sus relieves y modelados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, UNIBIBLOS.
- Hufty, A. (1984). *Introducción a la climatología*. Barcelona: Ariel Geografía.
- IDEAM–Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2005a). *Atlas Climatológico de Colombia*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2005b). *Atlas de radiación solar de Colombia*. Bogotá D. C.: Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
- IDEAM. (2010). *Sistemas morfogénéticos del territorio colombiano*. Bogotá.
- IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, SINCHI e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos*, Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia. + 1 CD-ROOM, 37 planchas.
- IGAC –Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1981). *La relación clima-suelo: Influencia del clima en la formación y características de los suelos*. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Unidad de Suelos y Agricultura. Bogotá; mimeógrafo.
- IGAC (1992). *Manual codificado para la descripción de perfiles*. Subdirección de Agrología. Bogotá. Uso interno.
- IGAC (1997). *Metodología para la elaboración de áreas homogéneas con fines catastrales*. Bogotá D. C.: Subdirección de Agrología. Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- IGAC (2000). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca* (tres tomos). Bogotá D.C.: Subdirección de Agrología.

- IGAC (2014a). *Metodología de levantamiento de suelos*. Bogotá D.C.: Grupo interno de trabajo Levantamiento de Suelos.
- IGAC (2014b). *Instructivo códigos para los levantamientos de suelos*. Bogotá D.C.: Grupo interno de trabajo Levantamiento de Suelos.
- IGAC (2014c). *Guía para elaborar la memoria técnica de un estudio de suelos*. Bogotá D.C.: Grupo interno de trabajo Levantamiento de Suelos.
- IGAC (2014d). *Zonificación climática*. Bogotá D.C.: Grupo interno de trabajo Levantamiento de Suelos.
- IAVH –Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá D.C.
- McKenzie, N., Grundy, M., Webster, R. y Ringrose-Voase, A. (2008). *Guidelines for Surveying Soil and Land Resources*. 2da ed. Australia: CSIRO Publishing,
- Milo, I., Save, T. y Bennett, W. (1997). *Soil Science Simplified*. 30va ed. Estados Unidos : The Iowa State University Press.
- Narváez, G. y León, G. (2001). Caracterización y zonificación climática de la región andina. *Revista Meteorología Colombiana*, 4, 121-126.
- Pabón, Eslava y Gómez (2001). Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y la precipitación en Colombia. *Meteorología Colombiana*, 4, 47-59.
- Reyes, O., Molano, J., González, F., Cortez, A., Rangel, O., Flórez, A., Iriarte, P. y Kraus, E. (1995). *El páramo: un ecosistema de alta montaña*. Bogotá D.C.: Fundación Ecosistemas Andino y del Medio Ambiente.
- Seoánez, M. (2002). *Tratado de climatología aplicada a la ingeniería medioambiental. Análisis climático Uso del análisis climático en los estudios medioambientales*. Barcelona, España: Mundi-prensa.
- Stanescu, S. y Díaz, J. R. (1971). Estudio preliminar de la temperatura del aire en Colombia. Bogotá D. C.: Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología.
- Sturm, H. y Rangel, O. (1985). *Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada*. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia.
- The National Committee on Soil and Terrain (2009). *Australian Soil and Land Survey Field Handbook*. 3ra ed. Australia: CSIRO Publishing.
- USDA – United States Department of Agriculture– (1993). *Soil Survey Manual Agricultural Handbook*, No. 18. Recuperado de: [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/?cid=nrcs142p2\\_054262](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/?cid=nrcs142p2_054262)

USDA-NRCS –United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service– (2012). *Field Book for Describing and Sampling Soils*, ver. 3. National Soil Survey Center Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture (2012).

USDA-NRCS (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. 12va ed. United States Department of Agriculture.

USGS (2014). U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey. Recuperado de: <http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.php>.

Vélez, J; Poveda, G. y Mesa, O. (2000). *Balances Hidrológicos de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Posgrado de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Medellín, Colombia.

Villota, H. (1997). Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno. *Revista CIAF*, 15(1), 83-115.

*Recepción: 18 de junio de 2015*  
*Evaluación: 29 de enero de 2016*  
*Aprobación: 11 de abril de 2016*

# Análisis de la distribución espacial y temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, Sabana de Bogotá, Colombia<sup>1</sup>

Spatial and Temporal Precipitation Distribution Analysis at Chicú River Basin, Bogotá's High Altitude Savannah, Colombia

---

**Cristian Camilo López Velandia<sup>2</sup>**

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

López, C. (2016). Análisis de la distribución espacial y temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, Sabana de Bogotá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 63-90.

## Resumen

Se analizó la variabilidad local y espacio-temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, como insumo en la detección de posibles impactos del cambio climático y el diseño de medidas de adaptación y mitigación a nivel municipal; para ello se obtuvo la información histórica de precipitación, recopilada de las estaciones hidrometeorológicas de la región, y se realizó el análisis de calidad y estimación de datos faltantes, con el propósito de generar mapas de distribución espacial de la precipitación para la cuenca. Se presenta una precipitación media anual de 853 mm, para la estación climatológica Gja. Providencia (1987-2012), influenciada por la Zona de Interconfluencia Tropical; la distribución de la precipitación media mensual es de carácter bimodal: dos periodos lluviosos, en los meses de abril-mayo ( $101,9 \pm 15,6$  mm) y octubre-

---

1 Este artículo es resultado de la Tesis de Maestría sin publicar titulada *Evaluación ambiental y química del recurso hídrico subterráneo de la Cuenca del Río Chicú, Bogotá, Colombia*.

2 Licenciado en Química, Universidad Pedagógica de Colombia. Candidato Msc. en Ecohidrología, Universidad Nacional de la Plata. cristianlopezlic@gmail.com

noviembre ( $98,9 \pm 19,5$  mm), produciendo variaciones significativas en torno a la distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio.

**Palabras clave:** cuenca del río Chicú, distribución espacial de lluvias, precipitación temporal de lluvias y variabilidad espacial.

## Abstract

In this paper the spatio-temporal variability of rainfall in the Chicú river basin was analyzed locally, in order to use it as input to identify potential impacts of climate change and mitigation design and adaptation measures at the municipal or rural level. Historical precipitation information was collected by hydro-meteorological stations present in the region, performing quality analysis and estimation of missing data, in order to generate maps of spatial distribution of rainfall for the region. This region presents an average annual rainfall of 853 mm for the "Providencia" rural weather station (1987-2012). It is influenced by the Inter-confluence of the Tropical Zone. The average monthly precipitation is of bimodal character, generating two rainy periods, the first in the months of April-May ( $101.9 \pm 15.6$  mm) and the second in October-November ( $98.9 \pm 19.5$  mm), producing significant variations around the spatial distribution of rainfall in the analyzed area during the months studied.

**Keywords:** Chicú river basing, rainfall spatial and temporal variability, precipitation.

## 1. Introducción

El conocimiento de la distribución espacial y del ciclo anual de la precipitación es de vital importancia para un país, desde el punto de vista social y económico (Mejía et al., 1999); por ejemplo, en las llanuras suramericanas, cualquier variación en torno a los regímenes de precipitación y temperatura provoca significativas consecuencias sobre su producción (Nogués-Paegle y Mo, 1997) y, por lo tanto, sobre la alimentación en el continente.

Colombia, localizada en el extremo noroeste de América del Sur, aproximadamente entre 4° latitud Sur y 13° latitud Norte, es un país tropical intramontañoso que presenta gran variedad de climas y amplia variación y contraste entre los valores de los elementos climatológicos (Eslava, 1993). Esta variabilidad está determinada, principalmente, por la influencia de los vientos alisios y de la oscilación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZICT), que condiciona las propiedades físicas de la atmósfera; por la influencia de los océanos Pacífico y Atlántico, que proveen humedad; por la conformación fisiográfica, que incluye cadenas montañosas (cordillera de

los Andes), con la presencia de valles intramontanos y vertientes de cordillera que presentan marcadas diferencias climáticas, y, además, por el efecto de la circulación propia de la cuenca del Amazonas y de la vegetación y su fuerte influencia sobre los procesos de escurrimiento superficial, humedad de suelo y evapotranspiración (Eslava, 1993; Mejía et al. 1999).

Dada la ubicación geográfica de Colombia, la mayoría de su territorio se encuentra influenciado por la ZICT, zona de la atmósfera en la que confluyen dos masas de aire con baja presión relativa, situada, aproximadamente, paralela al Ecuador y ubicada entre dos núcleos de alta presión atmosférica; la diferencia de presión entre los núcleos y la ZICT provocan movimientos horizontales de esta, induciendo a que las áreas que no están bajo la influencia de la ZITC presenten, en términos generales, un clima seco y soleado; por su parte, bajo la influencia de la ZITC se presenta cielo nuboso, con la aparición de abundantes lluvias (Eslava, 1993; Nogués-Paegle & Mo, 1997). Este efecto de migración meridional de la ZITC en términos temporales, y su interacción con las circulaciones de los océanos Pacífico y Atlánti-

co y de la cuenca del Amazonas y el Orinoco es uno de los mecanismos utilizados para explicar la variabilidad anual o semianual de la precipitación y su distribución espacial bimodal o unimodal (Glandz, 2000; Waylen, Quesada & Caviedes, 1996; Poveda, Waylen & Pulwarty, 2006; García, Piñeros, Bernal y Ardilla, 2012).

Tradicionalmente, se ha dado por supuesto que la distribución espacial de la lluvia sobre pequeñas áreas es uniforme, utilizándose el registro de un solo pluviómetro para caracterizar las precipitaciones de un determinado espacio (Patrick y Stephenson, 1990); no obstante, la extrapolación del registro de un solo pluviómetro al conjunto de toda una cuenca puede, en ocasiones, no ser representativo del conjunto y, por lo tanto, alterar el resultado final (Barbancho, 1998). Por ello, el objetivo del presente trabajo es cuantificar y analizar la variabilidad espacial de la cuenca en estudio, que pueda ser utilizada para la interpolación entre observaciones y el mapeo de la distribución espacial de la precipitación, con el fin de comprender la variabilidad climática en torno a los regímenes de precipitación en la región en estudio.

## **2. Planteamiento del problema**

Dada la amplia variabilidad climática de Colombia y las respuestas hidrológicas complejas que se desarrollan en la región, sumado a los efectos del calentamiento global, vinculado con el cambio climático, surge la necesidad imperante de información hidrometeorológica a escala local para la toma de decisiones (García, Piñeros, Bernal y Ardilla, 2012) en torno al comportamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, ante la presión antrópica, por la demanda de las actividades agropecuarias y domésticas que se desarrollan en la región respecto al uso de agua, los efectos del cambio climático y la variabilidad climática, los cuales generan efectos sobre su disponibilidad para satisfacer las necesidades de la población.

Colombia no ha sido ajena a los cambios dramáticos del clima global y a los efectos del calentamiento global, entendido como el aumento progresivo de la temperatura media del aire, que puede alterar el patrón climático global (Environmental Protection Agency, 2010). En el año 2010, el país vivió uno de los periodos más críticos en términos de anomalías en precipi-

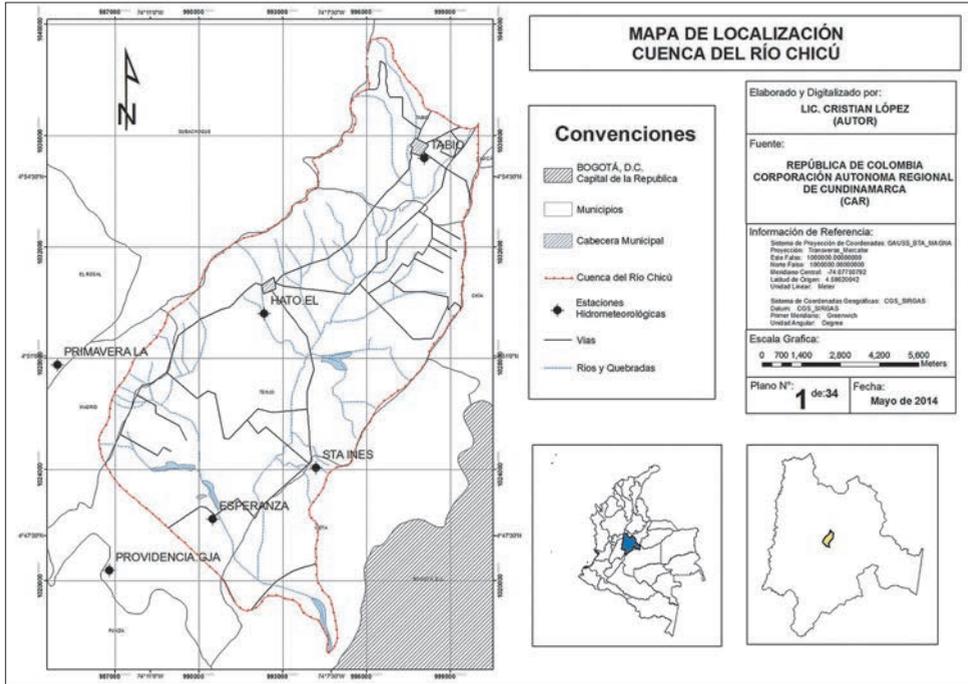
tación frente al promedio anual; el mes de julio fue el más lluvioso de los últimos 30 años, debido a que persistieron las lluvias por encima de lo normal en la región Caribe, Andina y Pacífica, y en diciembre se presentaron inundaciones severas por los efectos de la Niña (García, Piñeros, Bernal y Ardilla, 2012). Por otra parte, a nivel departamental (Cundinamarca) se espera que los efectos del calentamiento global generen aumentos de precipitación, con valores de entre 10 % y 30 % adicionales a los valores actuales, cuyos principales efectos podrán presentarse en el sector agrícola, debido los cambios acentuados de temperatura, así como en la persistencia de plagas asociadas al aumento de precipitación para las zonas en las cuales este valor se eleva (Ideam, PNUD, MADS, DNP, Cancillería, 2015). Dicha alteración en el ciclo hidrológico podría representar mayores impactos en los humanos y en los sistemas ambientales que los mismos cambios en la temperatura (Mcelwain & Sweeney, 2003), dado el aumento en la frecuencia de eventos extremos de precipitación y sequía en diferentes regiones del mundo.

Pese a la gran disponibilidad de datos a nivel mundial y a la publi-

cación de los modelos climáticos globales, que representan un insumo importante para los decisores de políticas a escala mundial o regional, a nivel de mesoclima, esta información es insuficiente para la toma de decisiones a nivel municipal o de finca (Rojas, Arce, Peña, Boshell y Ayarza, 2010). Por lo tanto, este trabajo pretende proveer información a escala local en torno a la variabilidad espacial y temporal de la precipitación en la cuenca del río Chicú, ubicada entre los municipios de Tabio y Tenjo, en el departamento de Cundinamarca, Colombia, para que pueda ser utilizada como insumo en la detección de posibles impactos del cambio climático y para el diseño de medidas de adaptación y mitigación en la región.

### 3. Área de estudio

La región en estudio, denominada cuenca del río Chicú (Figura 1), conformada por los municipios de Tabio y Tenjo, se encuentra dentro de la Sabana de Bogotá, Colombia; es un sinclinorio fallado con rumbo SSW-NNE en el centro y ubicada geográficamente en la cresta de la cordillera Oriental (Montoya y Reyes, 2005; Lobo-guerrero, 1992); se encuentra limitada por la serra-



**Figura 1.** Mapa de localización: cuenca del río Chicú

Fuente: Elaboración propia.

nía de Cota, al este, y el anticlinal de Tabio-Tenjo, al oeste, y delimitada por tres unidades fisiográficas: una zona plana, que conforma un valle intramontano, extenso y plano, localizada en el centro de la cuenca; una zona montañosa, que bordea el valle, que se inicia al este del altiplano y se prolonga hacia el sur hasta introducirse bajo

los sedimentos Sabana y Chía, que conforman la zona plana (Robles y Sáenz, 1990; Lobo-guerrero, 1992; Robles, Martínez, Hincapié y Álvarez, 1991), y, por último, una zona de pendientes suaves, ubicada en la zona de piedemonte. Los puntos extremos de la zona de estudio se ubican con las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Límites de la zona de estudio

Límite	Coordenadas	Descripción
Norte	4°57'12.78"N 74°06'33.66"W	Ubicado sobre la serranía de Tabio-Tenjo, en el municipio de Tabio, limitando con el municipio de Subachoque.
Sur	4°45'14.53"N 74°07'31.92"W	Zona de desagüe de la cuenca del río Chicú sobre el río Bogotá.
Este	4°51'57.25"N 74°04'57.64"W	Ubicado sobre la serranía de Cota, en el municipio de Tenjo, limitando con el municipio de Cota.
Oeste	4°50'15.28"N 74°11'42.61"W	Ubicado sobre la serranía de Tabio-Tenjo, en el municipio de Tenjo, limitando con el municipio de El Rosal.

Fuente: Elaboración propia.

El área de estudio se encuentra entre los 2.510 msnm y los 3.140 msnm, con un área total de 147,93 kilómetros cuadrados.

**Tabla 2.** Estaciones climatológicas e hidrometeorológicas en la zona de estudio

Nombre	Tipo	LOCALIZACIÓN				Elev.	Periodo de registro	Admo.
		<i>Proyección TM – Sistema de Referencia MARGA - SIRGAS</i>		<i>Proyección Elipsoidal - Sistema de Referencia MARGA - SIRGAS</i>				
		X	Y	Lat.	Long.			
		Este	Norte	Norte	Oeste			
Sta. Inés	PM	993400	1023000	74°08'12,2"	4°48'15,1"	2550	1980 - 2013	CAR
Tabio	CP	998070	1035180	74°05'41,7"	4°54'51,6"	2620	1970 - 2013	CAR
La Primavera	CP	985090	1029900	74°12'42,9"	4°51'59,7"	2590	1965 - 2013	CAR
La Ramada	CP	989110	1011430	74°10'32,4"	4°41'58,4"	2545	1938 - 2013	CAR
El Hato	PM	991531	1029909	74°09'13,9"	4°52'0,0"	2575	1978 - 2013	IDEAM
Esperanza	PM	988634	1022777	74°10'47,9"	4°48'7,8"	2555	1974 - 2013	IDEAM
Gja. Providencia	PM	986310	1021696	74°12'3,3"	4°47'32,6"	2560	1983 - 2013	IDEAM

PM: Pluviométrica; CP: Climatológica Principal; Lat.: Latitud; Long.: Longitud; Elev.: Elevación; m.s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar; Admo.: Administrado

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de realizar una breve descripción del comportamiento espacial y temporal de la precipitación en la región de estudio, se obtuvo la información histórica de precipitación recopilada de las estaciones controladas por la CAR y el IDEAM (Tabla 2), a la cual se le realizó el respectivo análisis de calidad y la estimación de datos faltantes en las series pluviométricas, a través de la metodología de regresión lineal múltiple y del método del cociente normal. Con las series completas, y teniendo en cuenta los promedios intermensuales (1987-2012; 26 años) de cada estación utilizada, se generaron los mapas de distribución espacial de la precipitación para la región en estudio, utilizando el software Surfer® 10. Se generaron las isohietas de precipitación media intermensual y de los meses de julio y octubre, debido a que en estos meses, por efecto de la ZICT, se presentan en la zona épocas de déficit y exceso hídrico, respectivamente.

Para la generación de los mapas se realizó la determinación y ajuste de los parámetros para la resolución de la metodología de curvatura mínima (Minimum Curvature) para cada uno de los datos de interés.

## 4. Metodología

### 4.1 Métodos de estimación de datos faltantes

Se utilizaron dos métodos de estimación de datos faltantes, de acuerdo con las características de correlación entre las estaciones que presentan series de datos de comportamiento similar dentro de la misma área de influencia topoclimática (referencia) y la estación cuya serie tiene datos faltantes (estudio). Para las estaciones con coeficientes de Pearson mayores a  $\pm 0.80$  se utilizó el método de Regresión Lineal Múltiple, y para las estaciones que presentaron coeficientes menores a  $\pm 0,80$  se utilizó el método del Cociente normal.

**Método de Regresión Lineal Múltiple:** El modelo de regresión lineal múltiple es idéntico al modelo de regresión lineal simple, con la única diferencia de que aparecen más variables explicativas (ecuación 1):

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

Para aplicar este método se normalizaron las series de datos de las estaciones presentes en la zona, utilizando su raíz cuadrada y eliminando los datos ausentes de cada

una de las series utilizadas; se utilizó el software R.

Como consideraciones para el modelo determinado, si los coeficientes de regresión son diferentes de cero estadísticamente, según prueba de t al 5 %, con un coeficiente de determinación mayor del 75 %, y se cumplen los siguientes supuestos: linealidad del modelo, varianza constante, independencia y normalidad de los errores, se tendría un método estadístico para estimar los datos faltantes de la serie de estudio, simplemente reemplazando en la expresión obtenida, una vez identificado el tiempo en el cual falta el dato en la serie de tiempo, el valor correspondiente al mismo tiempo de ocurrencia del dato faltante de la serie de referencia (Medina, 2008).

**Método de Cociente Normal:** Para las restantes estaciones, cuyo coeficiente de correlación no supera la barrera del valor  $\pm 0,8$ , se utilizó este método, que se aplica cuando la precipitación anual de cualquiera de las estaciones de referencia difiere más del 10 % de la estación con el dato faltante (Medina, 2008). Para ello, se tomó la precipitación anual de cada una de las tres estaciones con mayor correlación y se multiplicó por la relación (cociente) entre la precipitación anual de la estación con el dato faltante y la precipitación anual de la estación de referencia (corrección estimada); luego, se obtuvo el valor faltante como la suma del producto de precipitación ocurrida en la estación de referencia y corrección estimada, dividida por 3, es decir (ecuación 2):

$$D_j = \frac{a_j P_A + b_j P_B + c_j P_C}{3} \quad (2)$$

Donde:

$$P_x = \frac{\text{Precipitación media mensual estación dato faltante}}{\text{Precipitación media mensual estación de referencia } X}$$

$D_j$  = Precipitación estimada para el mes  $j$

$a_j, b_j, c_j$  = Precipitación registrada en las tres estaciones de referencia el mes  $j$

## 4.2 Método de interpolación espacial de curvatura mínima

Con el fin de realizar los mapas de distribución espacial de la precipitación, se utilizó la metodología de la curvatura mínima, que es ampliamente utilizada en las ciencias de la Tierra; con esta metodología, la superficie interpolada generada es análoga a una placa delgada linealmente elástica que pasa a través de cada uno de los valores de los datos, con una cantidad mínima de flexión, generando una superficie lisa al tratar de honrar sus datos lo más fielmente posible; no obstante, esta no es un interpolador exacto. El método de *curvatura mínima* requiere de al menos 4 puntos de datos (Golden Software, Inc., 2002; Yang, Kao, Lee y Hung, 2004).

Este método produce una superficie, aplicando repetidamente una ecuación sobre la grilla en un intento de suavizarla. Cada paso sobre la grilla es contado como una iteración. El valor del nodo en la grilla es recalculado hasta que es menor que la tolerancia específica (*residuo máximo*), o cuando el número máximo de iteraciones es alcanzado (Briggs, 1974; Smith y Wessel, 1990; Golden Software,

Inc., 2002), siendo esta rutina ajustada en primera medida a un modelo plano simple usando la regresión de mínimos cuadrados (ecuación 3) (Smith & Wessel, 1990):

$$AX+BY+C=Z(X,Y) \quad (3)$$

Con el fin de generar una grilla final usando el método de curvatura mínima, se realizaron cuatro pasos (Golden Software, Inc., 2002):

1. El modelo de regresión de mínimos cuadrados es ajustado a los datos.
2. Los valores del modelo de regresión plana en las localizaciones de los datos son sustraídos desde los valores de los datos; esto deja un grupo de valores residuales.
3. El algoritmo de la curvatura mínima es usado para interpolar los residuos en los nodos de la grilla.
4. Los valores del modelo de regresión plana en los nodos de la grilla son adicionados a los residuos interpolados, dejando una superficie interpolada final.

Los nodos fijos son definidos como el promedio de los valores vecinos observados, considerando un rectángulo del tamaño y forma de la celda de la grilla. El vecindario de

los nodos es definido por la grilla de nodos centrados en el rectángulo. Si existe algún dato observado dentro del vecindario del nodo, el valor de este es fijado como el promedio aritmético del valor contenido. Esta metodología genera la superficie que interpola los datos disponibles y soluciona la ecuación diferencial biarmónica modificada con tensión (ecuación 4):

$$(1-T_i) \nabla^2 (\nabla^2 Z) - (T_i) \nabla^2 Z = 0 \quad (4)$$

Se encuentran tres ecuaciones asociadas a las condiciones de borde:

En los bordes (ecuación 5)

$$(1-T_b) \frac{\delta^2 Z}{\delta n^2} + (T_b) \frac{\delta Z}{\delta n} = 0 \quad (5)$$

En los bordes (ecuación 6)

$$\frac{\delta(\nabla^2 Z)}{\delta n} = 0 \quad (6)$$

En las esquinas (ecuación 7)

$$\frac{\delta^2 Z}{\delta x \delta y} = 0 \quad (7)$$

Donde

- $\nabla^2$  es el operador laplaciano
- $n$  es el borde normal
- $T_i$  es la tensión interna
- $T_b$  es la tensión de borde

En el programa Surfer® 10 es posible controlar el criterio de convergencia para la metodología de curvatura mínima de la siguiente manera (Golden Software, Inc., 2002):

- El parámetro de *residuo máximo*, que tiene las mismas unidades que los datos. Un valor apropiado es, aproximadamente, el 10 % de la precisión del dato. Las iteraciones continuarán hasta que la corrección del nodo para la iteración dada sea menor que el valor de residuo máximo.
- El parámetro de *máxima iteración*, que debe estar ajustado a una o dos veces el número de nodos de grilla generados en el archivo de grilla. Por ejemplo, cuando se generan grillas de 50 por 50, usando la curvatura mínima, el valor de *iteración máxima* debe estar ajustado entre 2.500 y 5.000.
- La *tensión interna*, usada para controlar la cantidad de esta inclinación en el interior: a mayor tensión, mejor la inclinación. La *tensión de borde* controla la cantidad de inclinación en los bordes. Por defecto, en surfer® 10 la *tensión interna* y la *tensión de borde* son ajustadas a cero.

- El *factor de relajación*, cuyo valor genérico es 1.0; a mayor valor (cercano a dos) permite una convergencia rápida del algoritmo de *curvatura mínima*, pero es más seguro que este no converja del todo, y a menor valor (cercano a cero) es más seguro que el algoritmo de *mínima curvatura* converja, pero el algoritmo es lento. El *factor óptimo de relajación* es derivado a través del ensayo-error (Press, Flannery, Teukolsky y Vetterling, 1988).
- La *Anisotropía*, que es un fenómeno natural creado por procesos físicos que, frecuentemente, tienen orientaciones preferenciales; este parámetro permite captar las tendencias en los datos y las toma en cuenta durante los procesos de interpolación espacial. Los ajustes de la anisotropía para el método de *curvatura mínima* incluye el *radio de anisotropía*, siendo este el máximo rango dividido por el rango mínimo.

Una *relación de anisotropía* menor que dos es considerada moderada, mientras que una mayor que cuatro es considerada severa. Típicamente, cuando la *relación de anisotropía* es mayor que tres, su efecto es fácilmente visible en los mapas basados en grillas.

## 5. Resultados y discusión

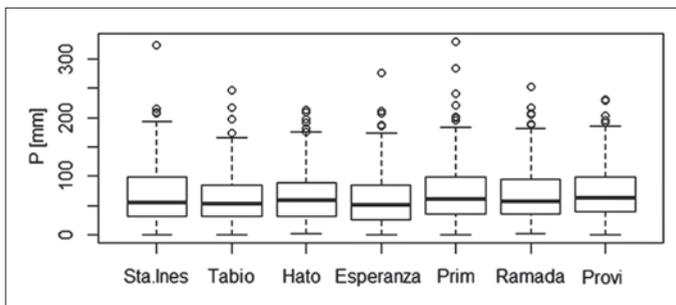
La región de estudio presenta un clima frío semihúmedo (FsH), según la clasificación Caldas-Lang, que se basa en los valores de temperatura con respecto a su variación altitudinal [es decir, pisos térmicos] y no latitudinal, y la efectividad de la precipitación que muestra la humedad (Gutiérrez-Rey, 1989); registra una temperatura promedio mensual de  $13,7 \pm 0,2$  °C y una precipitación media anual de 853 mm, para la estación climatológica de Gja. Providencia (Código 21205980 operada por el IDEAM), para el periodo 1987-2012 (26 años).

La distribución de la precipitación media mensual en la zona es de carácter bimodal, influenciada por la ZICT, que determina las condiciones atmosféricas y climáticas de la zona, provocando dos periodos de baja precipitación: entre junio y septiembre, y entre diciembre y marzo, y dos periodos lluviosos: el primero, entre abril y mayo, cuando la ZICT se desplaza hacia el norte, lo cual va acompañado de un pequeño descenso en las temperaturas máximas y un aumento de las mínimas (Eslava, 1993), y el segundo entre octubre y noviem-

bre, cuando la ZITC regresa a su posición norte más extrema; este segundo periodo lluvioso es el más fuerte, acompañado por un descenso en las temperaturas medias, disminución de las temperaturas máximas y aumento de las mínimas (Eslava, 1993).

## 5.1 Precipitación

Se realizó un análisis exploratorio de datos, y se verificó la homogeneidad de los datos de todas las series pluviométricas utilizadas, a través de un análisis de doble masa ( $r^2 > 0,99$ ). Las estaciones indican un promedio intermensual de  $67,6 \pm 3,4$  mm/mes (Figura 2).



*Hato: El Hato; Prim: La Primavera; Ramada: La Ramada; Provi: La Providencia*  
**Figura 2.** Boxplot Estaciones climatológicas seleccionadas en la zona de estudio.

Fuente: López (2015).

Posterior a la normalización y selección de las estaciones con mayor correlación ( $r > 0,80$ ) se realizó la estimación de datos faltantes en la serie pluviométrica de la estación Gja. Providencia, a través del método de regresión múltiple lineal. El modelo estadístico escogido (Ecuación 8) para esta estimación responde sobre el 82 % de la variabilidad de los datos analizados (adjusted  $r^2 = 0,8217$ ).

$$Y = 0,91 + 0,28X_1 + 0,35X_2 + 0,29X_3 \quad (8)$$

Donde:

$$Y = \sqrt{P_{x \text{ Providencia}}}$$

$$X_1 = \sqrt{P_{x \text{ Sta.Ines}}}$$

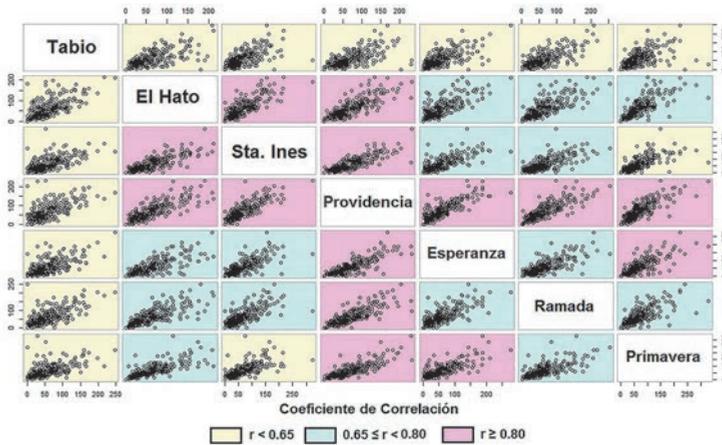
$$X_2 = \sqrt{P_{x \text{ Ramada}}}$$

$$X_3 = \sqrt{P_{x \text{ Primavera}}}$$

Para las demás estaciones analizadas se utilizó el método del cociente normal, es decir, con las estaciones que no superaron un coeficiente de correlación de  $\pm 0,8$  y presentan una variación mayor al 10 % entorno a los valores de precipitación

media mensual. En la aplicación de este método se tomaron las estaciones pluviométricas que presentaban mayor correlación respecto

a la estación con el dato faltante (Figura 3), y fueron utilizadas con el fin de generar los pesos estadísticos aplicados en el método.



*Hato. El:* El Hato; *Providencia:* Gja. Providencia; *Ramada:* La Ramada; *Primavera:* La Primavera.

**Figura 3.** Variables ordenadas y coloreadas según correlación.

Fuente: López (2015).

Empleando series de precipitación completas de la misma longitud (1987-2012; 26 años), se

determinaron las precipitaciones multianuales de todas las estaciones (Tabla 3).

**Tabla 3.** Estaciones climatológicas seleccionadas en la zona de estudio

Nombre	Datos de la estación		$\bar{P} \pm SD$ [mm/año] (1987-2012)
	Tipo	Elev. (m.s.n.m.)	
Gja. Providencia	PM	2556	749,7 ± 156,8
Tabio	CP	2620	705,7 ± 263,2
Santa Inés	PM	2551	790,1 ± 206,5
El Hato	PM	2575	852,9 ± 177,4
Esperanza	PM	2556	709,3 ± 247,2

Datos de la estación			$\bar{P} \pm SD$ [mm/año]
Nombre	Tipo	Elev. (m.s.n.m.)	(1987-2012)
La Primavera	CP	2590	831,7 $\pm$ 217,9
La Ramada	CP	2545	787,5 $\pm$ 201,3

*Elev.*: Elevación; *CP*: Estación Climatológica Principal; *PM*: Estación Pluviométrica; *P*: Precipitación; *mm/año*: milímetros por año; *SD*: Desviación Estándar

**Fuente:** Elaboración propia.

## 5.2. Variabilidad interanual

La precipitación media anual para el periodo 1987-2012 (26 años) en las estaciones que se encuentran dentro de la cuenca estudiada se detalla en la Tabla 4; en esta se encuentra que el valor mínimo medio es de 705,7 mm, correspondiente a la estación Tabio, ubicada en el extremo NE de la cuenca, y que el valor máximo medio es de 852,9 mm, para la estación El Hato, ubicada en la cuenca media de la región de estudio, mientras que el promedio regional es de 775,3 mm, considerando todas las estaciones pluviométricas del área de estudio.

Para cada estación hidrometeorológica se calcularon diversos parámetros estadísticos que amplían la información sobre las características de las precipitaciones en el área de estudio. Las medidas de tendencia central y de dispersión permiten un mayor conocimiento de la variabilidad de los datos estadísticos (Puebla Gutiérrez, Rodríguez Rodríguez Eslava, 1993 Eslava, 1993 y Santos Preciado, 1995). En la Tabla 4 se presentan, para cada estación, los valores mínimos, medios y máximos, la desviación estándar y el coeficiente de variación anual.

**Tabla 4.** Medidas de tendencia central y de dispersión para las estaciones pluviométricas ubicadas en la zona de estudio

Estación	Mínima [mm]	Media [mm]	Máxima [mm]	Mediana [mm]	Desviación estándar [mm]	Coficiente de variación [%]
El Hato	537.3	852.9	1304.5	845.1	177.4	20.8
Gja. Providencia	476.1	749.7	1052.6	749.5	156.8	20.9
Esperanza	224.7	709.3	1301.8	677.3	247.2	34.8

Estación	Mínima [mm]	Media [mm]	Máxima [mm]	Mediana [mm]	Desviación estándar [mm]	Coefficiente de variación [%]
Tabio	254.1	705.7	1146.9	725.7	263.2	37.3
Sta. Inés	400.8	790.1	1314.0	767.6	206.5	26.1
La Ramada	456.1	787.5	1369.9	756.3	201.3	25.6
La Primavera	508.7	831.7	1477.5	821.9	217.9	26.2

Fuente: Elaboración propia.

Los valores medios anuales mínimos y máximos de precipitación muestran los umbrales en los que varían los valores de una serie de años. Los valores mínimos anuales en la región de estudio se encuentran en las estaciones Esperanza (227,7 mm) y Tabio (254,1 mm), y los máximos en las estaciones Sta. Inés (1314,0 mm), El Hato (1.304,5 mm) y Esperanza (1.301,8 mm): las estaciones La Ramada y La primavera se encuentran fuera de la región de estudio, pero permiten conocer la variabilidad espacial de la precipitación en la zona. A partir de los valores observados anteriormente se puede afirmar que existe una importante variabilidad entre los montos mínimos y máximos, y su diferencia permite establecer que existe una variabilidad espacial de la precipitación en el área objeto de estudio.

Al graficar las series de precipitación anual para las estaciones de la

cuenca (Figura 4 A, B y C), y compararlas con su media móvil a 5 y 7 años, así como los años de niño y niña, cuyos valores medios fueron obtenidos del Golden Gate Weather Services (2015), se determinó que, en general, la precipitación anual en la cuenca ha aumentado progresivamente en el tiempo: entre los años 1987 y 2003 los valores oscilaron en el rango de  $655,4 \pm 173,6$  mm (Est. Esperanza, precipitación media anual:  $709,3 \pm 247,2$  mm) y los  $779,9 \pm 138,8$  mm (Est. El Hato, precipitación media anual:  $852,9 \pm 177,4$  mm), siendo valores inferiores a la media anual para 26 años; no obstante, en años subsiguientes (2004 a 2012) los valores de la media móvil para 5 y 7 años presentan tendencias positivas, superando los valores de media anual para los 26 años estudiados, encontrando valores medios anuales mínimos de  $728,3 \pm 351,8$  mm (Est. Tabio) y máximos de  $990,8 \pm 164,7$  mm (Est. El Hato).

Por otra parte, en términos del comportamiento de la precipitación anual en la cuenca y el efecto del fenómeno del Niño –oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés)–, en general, en el área de estudio (Tabla 5), en años de El Niño se produce una disminución de la precipitación anual, que no representa una sequía total, sino una disminución en el volumen de precipitación, más evidente en los periodos de baja precipitación de la región donde se presenta con mayor magnitud, y en años de La Niña se produce el fenómeno contrario

al Niño: mayores precipitaciones, que se evidencian con mayor magnitud en los periodos de mayor precipitación. Estos fenómenos de variabilidad climática han sido determinados a través del Índice Oceánico del Niño (ONI, por sus siglas en inglés), que es una medida que sirve para identificar los eventos el Niño (cálido, ONI>0) y la Niña (frío, ONI<0) en el trópico (Golden Gate Weather Services, 2015), donde el umbral se descompone como eventos: débiles (0.5-0.9), moderados (1,0-1,4), fuertes (1,5-1,9) y muy fuertes ( $\geq 2,0$ ).

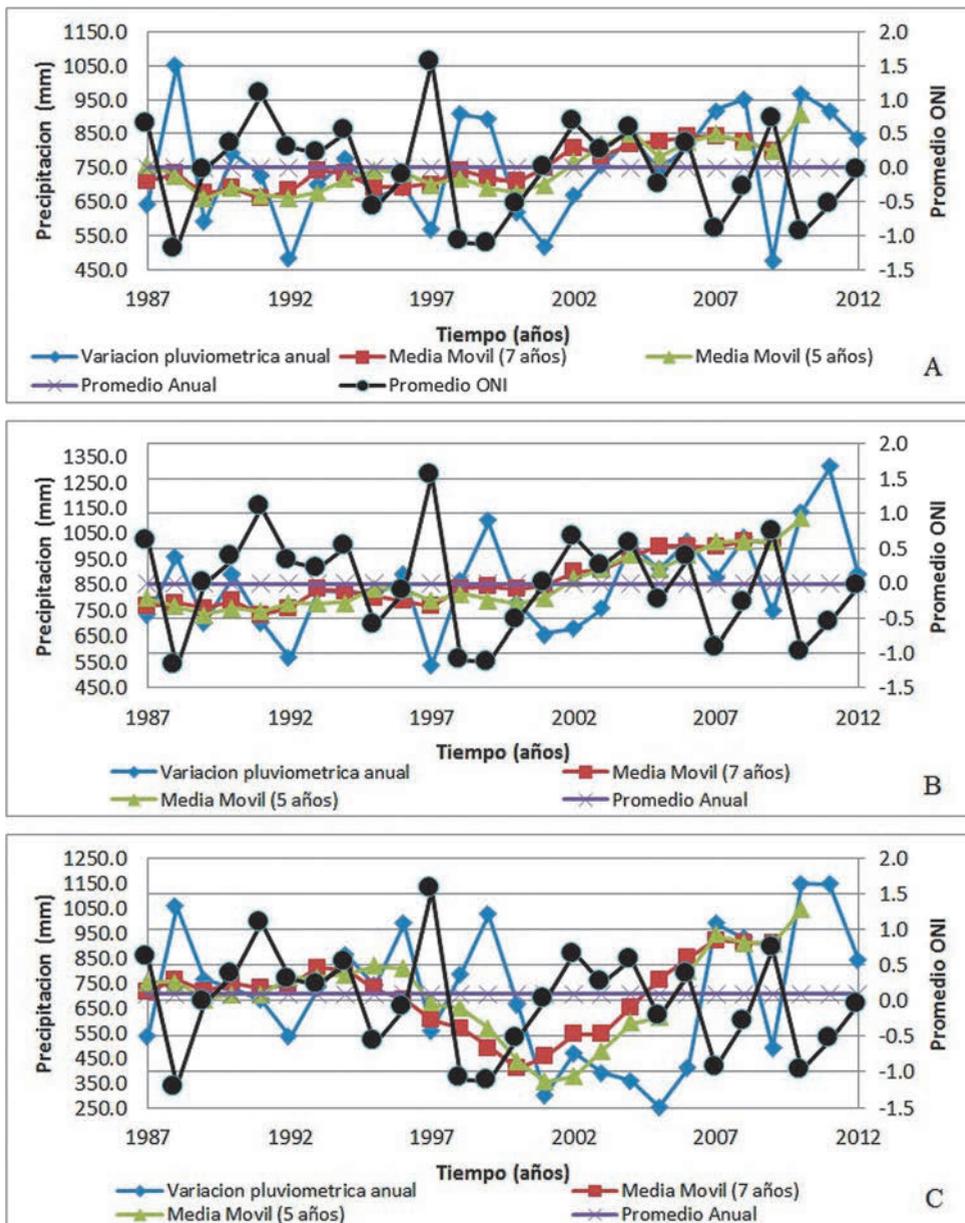
**Tabla 5.** Años con fenómenos ENSO y precipitación anual en la región de estudio.

El Niño						La Niña					
Débil	P [mm]	Mod.	P [mm]	Muy Fuerte	P [mm]	Débil	P [mm]	Mod.	P [mm]	Fuerte	P [mm]
	<sup>1</sup> 859.0 - 739.6		<sup>1</sup> 534.8 - 1054.9		<sup>1</sup> 561.1 - 783.5		<sup>1</sup> 739.6 - 987.7		<sup>1</sup> 783.5 - 1022.7		<sup>1</sup> 1054.9 - 762.3
1994- 95	<sup>2</sup> 823.8 - 806.5	1987- 88*	<sup>2</sup> 729.3 - 959.2	1997- 98	<sup>2</sup> 537.3 - 864.6	1995- 96	<sup>2</sup> 806.5 - 885.3	1998- 99	<sup>2</sup> 864.6 - 1093.7	1988- 89	<sup>2</sup> 959.2 - 701.3
	<sup>3</sup> 775.5 - 661.5		<sup>3</sup> 643.8 - 1052.6		<sup>3</sup> 564.7 - 907.5		<sup>3</sup> 661.5 - 691.3		<sup>3</sup> 907.5 - 895.2		<sup>3</sup> 1052.6 - 588.9
	<sup>1</sup> 356.9 - 254.1		<sup>1</sup> 678.7 - 534.8				<sup>1</sup> 662.5 - 301.8		<sup>1</sup> 1022.7 - 662.5		
2004- 05*	<sup>2</sup> 1010.9 - 906.4	1991- 92	<sup>2</sup> 703.6 - 566.3			2000- 01	<sup>2</sup> 782.1 - 661.5	1999- 00	<sup>2</sup> 1093.7 - 782.1		
	<sup>3</sup> 839.7 - 744		<sup>3</sup> 726.6 - 480.3				<sup>3</sup> 617.8 - 518.6		<sup>3</sup> 895.2 - 617.8		
	<sup>1</sup> 406.8 - 986.6		<sup>1</sup> 470.5 - 389.4				<sup>1</sup> 1144.9 - 840.4		<sup>1</sup> 986.6 - 927.4		
2006- 07	<sup>2</sup> 1023.2 - 877.0	2002- 03	<sup>2</sup> 678.6 - 756.2			2011- 12	<sup>2</sup> 1304.5 - 886.2	2007- 08	<sup>2</sup> 877.0 - 1033.1		
	<sup>3</sup> 812.7 - 919.9		<sup>3</sup> 662.8 - 755				<sup>3</sup> 916.6 - 831.8		<sup>3</sup> 919.9 - 951.6		
		2009- 10	490.8 - 1146.9						<sup>1</sup> 1146.9 - 1144.9		
			739.4 - 1136.3						2010- 11	<sup>2</sup> 1136.3 - 1304.5	
			476.1 - 967.7							<sup>3</sup> 967.7 - 916.6	

\* Esta lista se modificó en julio de 2015 para reflejar el uso de ERSSTv4 por el National Climatic Data Center en el cálculo de la Temperatura Superficial del Mar (TSM). En consecuencia, los eventos marcados con un asterisco se desplaza hacia abajo una categoría.

P [mm]: precipitación anual; Mod.: Moderado; 1.: Estación Tabio; 2.: Estación El Hato; 3.: Estación Gja. Providencia.

Fuente: Golden Gate Weather Services (2015) y Autor.



ONI: Índice oceánico del Niño

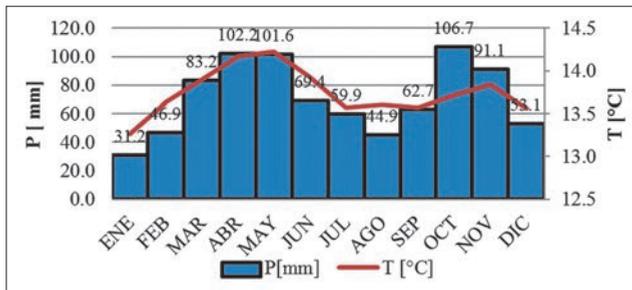
**Figura 4.** Precipitación anual y su relación con los fenómenos ONI: A) Estación Gja. Providencia; B) Estación El Hato; C) Estación Tabio.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.3. Análisis estacional de la precipitación

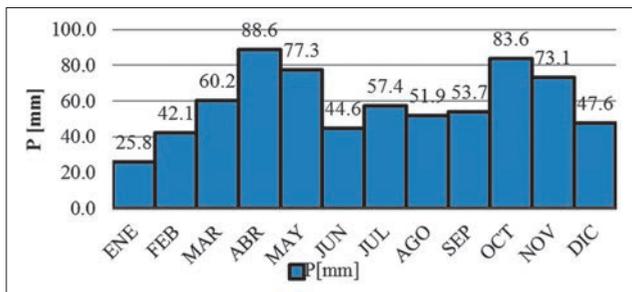
Las estaciones Gja. Providencia (Cuenca Baja) y Tabio (Cuenca Alta) presentan un comportamiento de precipitación media mensual tipo bimodal (Figuras 5 y 6), con dos periodos lluviosos y dos de baja precipitación. Los periodos lluviosos ocurren entre abril y mayo (101,9±15,6 mm, estación Gja. Providencia; 82,9±19,6 mm, estación Tabio) y octubre y noviembre (98,9±19,5 mm, estación Gja. Providencia; 78,3±17,5 mm, estación Tabio), siendo abril

y octubre los meses más lluviosos: (102,2±16,0 mm, estación Gja. Providencia; 88,6±22,7 mm, estación Tabio) y (106,7±20,3 mm, estación Gja. Providencia; 83,6±16,2 mm, estación Tabio), respectivamente. Los periodos de baja precipitación ocurren de diciembre a febrero (43,7±10,5 mm, estación Gja. Providencia; 38,5±12,4 mm, estación Tabio) y de julio a septiembre (55,8±12,1 mm, estación Gja. Providencia; 54,3±12,4 mm, estación Tabio), siendo enero el mes más “seco” (31,2±7,2 mm, estación Gja. Providencia; 25,8±7,4 mm, estación Tabio).



**Figura 5.** Climatograma de la estación Gja. Providencia.

Fuente: López (2015).



**Figura 6.** Hietograma de la estación Tabio.

Fuente: López (2015).

#### 5.4. Elaboración de mapas de distribución espacial de la precipitación intermensual

Con base en la precipitación intermensual de los meses de julio y octubre para los años 1987-2012 en

las estaciones estudiadas y para la media intermensual, se ajustaron los criterios de convergencia para los datos analizados, obteniendo los siguientes parámetros de ajuste (Tabla 6).

**Tabla 6.** Parámetros de Ajuste para la convergencia del modelo de Curvatura Mínima

	Media interanual	Julio	Octubre
Método grillado	Curvatura mínima	Curvatura mínima	Curvatura mínima
Residuo máximo	0,013	0,015	0,026
Iteración máxima	100000	100000	100000
Tensión interna	0	0	0
Tensión de borde	0	0	0
Factor de relajación	1	1	1
Relación de anisotropía	0,6	1	0,7

**Fuente:** Elaboración propia.

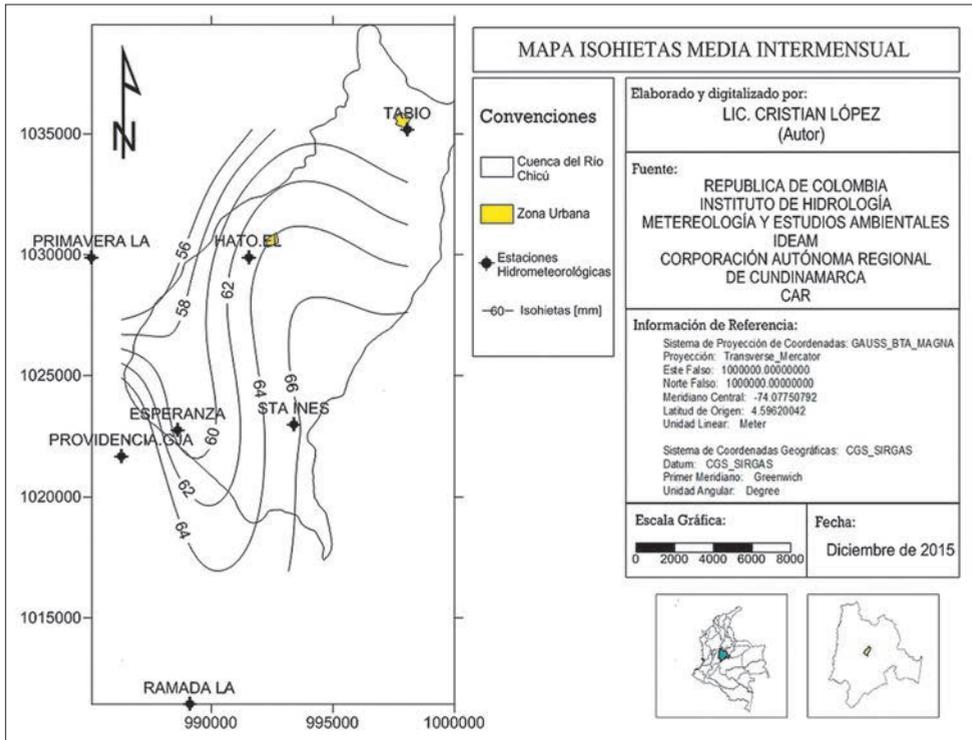
Con base en estos parámetros de calibración, se realizó la interpolación espacial de los datos a través del método de Curvatura Mínima, obteniendo los mapas de isohietas para la región en estudio (Figuras 7, 8 y 9).

#### 5.5 Precipitación media intermensual (Normal: 26 años; 1987-2012)

Se observa una disminución generalizada de la precipitación en dirección NW-SE (Figura 7), produ-

cida por los vientos dominantes de la región.

En la cuenca alta, la precipitación encuentra su mínimo (Est. Tabio:  $58,8 \pm 10,5$  mm/mes) y, gradualmente, aumenta hasta la cuenca baja (Est. Gja. Providencia:  $71,1 \pm 14,4$  mm/mes). El comportamiento que se presenta en la zona de estudio es producido por el efecto que generan los ascensos orográficos que delimitan la región, los cuales, sumados a los vientos dominantes, ocasionan que la precipitación se



**Figura 7.** Mapa precipitación media intermensual

Fuente: Elaboración propia.

concentre en la cuenca media y en la serranía de Majuy, que limita el sector este de la cuenca, este efecto se evidencia en la estación Santa Inés ( $65,8 \pm 14,1$  mm/mes), próxima a la serranía de Majuy, la cual presenta valores de precipitación mayores, en comparación con las estaciones adyacentes.

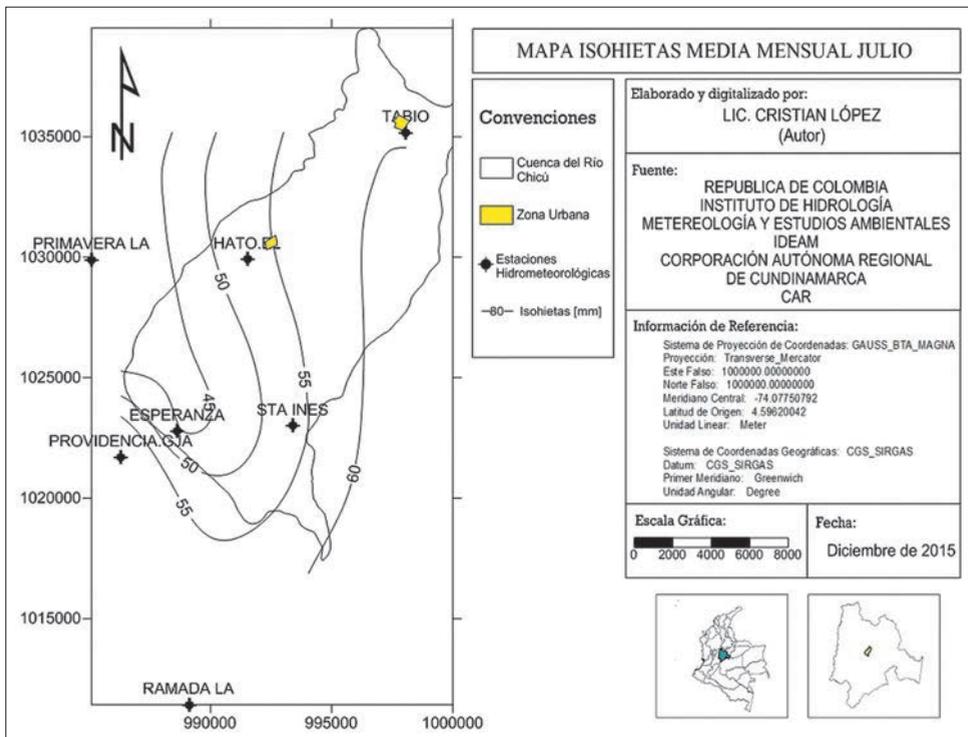
A su vez, se evidencia una pluma de precipitación que no fue contenida por ningún límite orográfico en dirección NW-SE, que traspasa

los límites de la cuenca del Chicú en el sector sur, dirigiéndose a la sabana bogotana para descargar en los municipios aledaños.

**Precipitación intermensual para el mes de julio (Normal: 26 años; 1987-2012):** En este mes se genera el segundo periodo de déficit hídrico del año, y se observa que sobre el área de estudio (Figura 8) la precipitación aumenta gradualmente en dirección de los vientos dominantes (NW-SE), en concor-

dancia con el comportamiento evidenciado en la precipitación media intermensual. Los valores de mayor precipitación se concentran en los límites de la cuenca (Est. Tabio:  $57,4 \pm 20,5$  mm/mes; Est. Santa Inés:  $53,7 \pm 22,7$  mm/mes; Est. El Hato:  $59,9 \pm 20,1$  mm/mes), donde

se ubican los levantamientos orogénicos que delimitan la cuenca (serranía del Majuy) y valores de precipitación menores hacia el interior del valle intramontañoso, ubicados en la cuenca baja (Est. Esperanza:  $45,5 \pm 22,0$  mm/mes).



**Figura 8.** Mapa precipitación intermensual del mes de julio

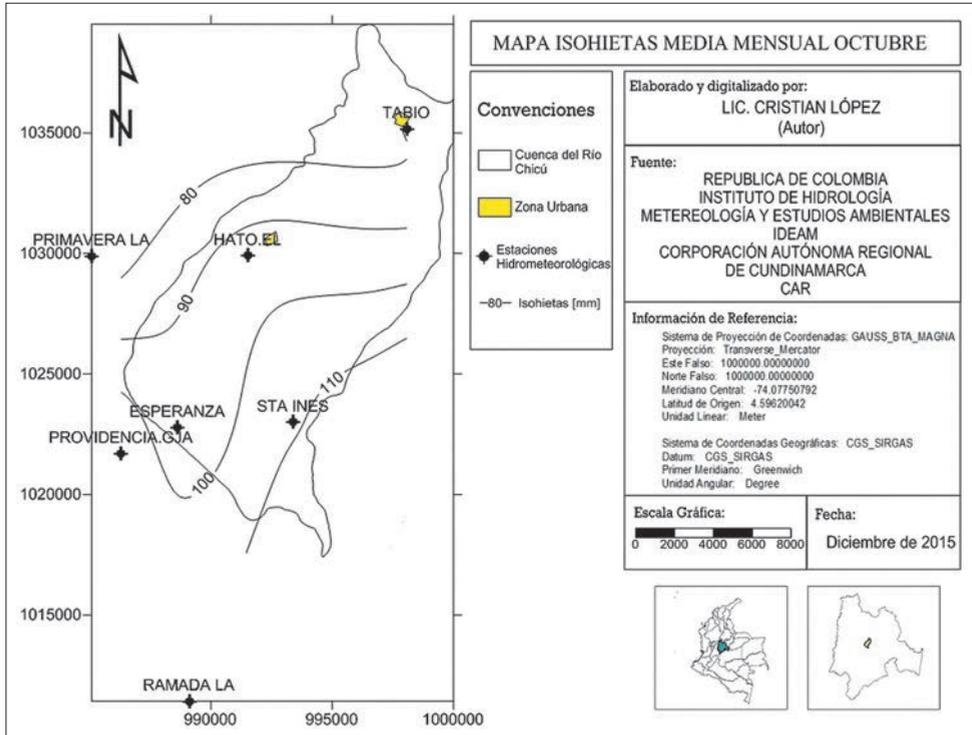
Fuente: Elaboración propia.

**Precipitación intermensual para el mes de octubre (Normal: 26 años; 1987-2012):** Este mes se encuentra dentro del segundo ciclo anual de excesos hídricos en

la zona de estudio; en él (Figura 9), las precipitaciones presentan un aumento gradual del volumen en dirección (NW-SE), provocado por los vientos dominantes de la

zona, que causan que los máximos de lluvia se generen en las zonas planas, ubicadas en la cuenca baja y media, por influencia de los ascensos orográficos que se presentan en la zona (Est. Esperanza:

$93,7 \pm 29,3$  mm/mes; Est. Santa Inés:  $108,9 \pm 37,3$  mm/mes; Est. El Hato:  $106,8 \pm 29,9$  mm/mes), y los mínimos se presenten en la cuenca alta (Est. Tabio:  $83,6 \pm 23,9$  mm/mes).



**Figura 9.** Mapa precipitación intermensual del mes de octubre

Fuente: Elaboración propia.

## 6. Conclusiones

Dada la ubicación geográfica de la cuenca del río Chicú, y las características geomorfológicas y climáticas que presenta la zona de estudio, se puede concluir que esta

presenta un clima frío semihúmedo (FsH), según la clasificación Caldas-Lang, con una temperatura promedio mensual de  $13,7 \pm 0,2$  °C y una precipitación media anual de 853 mm para la estación climatológica de Gja. Providencia

(Código 21205980, operada por el IDEAM), para el periodo de 1987-2012 (26 años). Por influencia de la ZICT, la distribución de la precipitación media mensual en la zona es de carácter bimodal, es decir, se generan dos periodos lluviosos: en los meses de abril-mayo y octubre. A través del análisis de las series de precipitación de las estaciones presentes en la zona (4 en el interior de la cuenca –densidad de red: 37,0 km<sup>2</sup>/estación– y 3 complementarias, situadas alrededor de la cuenca) se logró describir la variabilidad espacial de la precipitación a escala municipal, y posterior a la realización del análisis exploratorio de datos, a la estimación de datos faltantes y a la verificación de la homogeneidad de datos ( $r^2 > 0,99$ ), se obtuvo una marcada correlación ( $r > 0,80$ ) en el comportamiento de la precipitación entre las estaciones El Hato-Sta. Inés-Providencia, Providencia-Esperanza-Ramada-Primavera y Esperanza-Ramada; correlación que permitió realizar el análisis de la distribución de la precipitación en el área de estudio, para lo cual se emplearon series de precipitación completas de la misma longitud (1987-2012; 26 años) y se determinaron las precipitaciones multianuales de todas las estaciones.

En torno a la precipitación anual, se encuentran los valores mínimos anuales en las estaciones Esperanza (227,7 mm) y Tabio (254,1 mm), y los valores máximos anuales en las estaciones Sta. Inés (1314,0 mm), El Hato (1304,5 mm) y Esperanza (1301,8 mm), encontrando una importante variabilidad entre los montos mínimos y máximos, cuya diferencia permite observar que existe una variabilidad espacial de la precipitación en el área objeto de estudio. Al comparar su comportamiento, usando la media móvil a 5 y 7 años, así como los años de El Niño y La Niña, se determinó que la precipitación anual en la cuenca ha aumentado progresivamente en el tiempo, con un ritmo acelerado entre los años 2004 y 2012, encontrando valores medios anuales mínimos de 728,3±351,8 mm (Est. Esperanza) y máximos de 990,8±164,7 mm (Est. El Hato), como rango medio para este lapso. Por otra parte, en términos del comportamiento de la precipitación anual en la cuenca con el fenómeno del Niño –oscilación del Sur–, en general, en el área de estudio en años de El Niño se produce una disminución de la precipitación anual, y en años de La Niña, un aumento.

A nivel mensual, se obtuvieron en los períodos lluviosos valores de precipitación de  $101,9 \pm 15,6$  mm (estación Gja. Providencia) y  $82,9 \pm 19,6$  mm (estación Tabio), para los meses de abril-mayo, y  $98,9 \pm 19,5$  mm (estación Gja. Providencia) y  $78,3 \pm 17,5$  mm (estación Tabio), para los meses de octubre-noviembre, siendo abril, con  $102,2 \pm 16,0$  mm (estación Gja. Providencia) y  $88,6 \pm 22,7$  mm (estación Tabio), y octubre, con  $106,7 \pm 20,3$  mm (estación Gja. Providencia) y  $83,6 \pm 16,2$  mm (estación Tabio), los meses más lluviosos. Los períodos de baja precipitación presentan valores de  $43,7 \pm 10,5$  mm (estación Gja. Providencia) y  $38,5 \pm 12,4$  mm (estación Tabio) en los meses de diciembre-febrero, y  $55,8 \pm 12,1$  mm (estación Gja. Providencia) y  $54,3 \pm 12,4$  mm (estación Tabio) para los meses de julio-septiembre, siendo enero el mes más “seco” ( $31,2 \pm 7,2$  mm, estación Gja. Providencia, y  $25,8 \pm 7,4$  mm, estación Tabio). Las estaciones escogidas representan la variabilidad de la precipitación en la cuenca baja y alta, respectivamente.

En torno a la distribución de precipitación en la cuenca, y teniendo en cuenta los datos promedio de la precipitación a lo largo de la serie

1987-2012 se observa un aumento generalizado de la precipitación en dirección NW-SE, correspondiente a la orientación de los vientos dominantes. A su vez, en la cuenca alta la precipitación encuentra su mínimo (Est. Tabio:  $58,8 \pm 10,5$  mm/mes), y gradualmente aumenta hasta la cuenca baja (Est. Gja. Providencia:  $71,1 \pm 14,4$  mm/mes), comportamiento que se explica por el efecto que generan los ascensos orográficos que delimitan la región, provocando excesos hídricos en la serranía del Majuy, que limita la cuenca del río Chicú al este, lo cual se evidencia en la estación Santa Inés, que presenta regímenes de precipitación de mayor magnitud, comparados con los de las estaciones que la rodean, por efecto de la ubicación y características orográficas que la caracterizan.

Para el mes de julio, cuando se inicia el segundo periodo de déficit hídrico del año, se observa que la precipitación aumenta gradualmente en dirección de los vientos dominantes, encontrando en las estaciones presentes en la cuenca alta valores promedio de  $57,0 \pm 3,1$  mm/mes, donde se ubican los mayores levantamientos orogénicos que delimitan la cuenca, y valores de precipitación menores hacia el interior

del valle intramontañoso, ubicados en la cuenca baja (Est. Esperanza:  $45,5 \pm 22,0$  mm/mes). Por otro lado, para el mes de octubre, que se encuentra dentro del segundo ciclo anual de excesos hídricos en la zona de estudio, se observa un aumento gradual del volumen precipitado en dirección (NW-SE) de los vientos dominantes de la zona que causan máximos de lluvia ( $103,1 \pm 8,2$  mm/mes) en las zonas planas, ubicadas en la cuenca baja y media, por influencia de los ascensos orográficos que se presentan en la cuenca; a su vez, se observan mínimos de lluvia (Est. Tabio:  $83,6 \pm 23,9$  mm/mes) en la cuenca alta, producto de la descarga sobre las zonas bajas de la cuenca.

Por último, cabe aclarar que los resultados expuestos son de especial interés para la planificación hidrológica a nivel municipal y de

finca, ya que generan la necesidad de reflexionar la gestión del recurso agua en la cuenca, teniendo en cuenta el comportamiento estacional de la precipitación y los efectos de la variabilidad climática, que pueden afectar la productividad, la estabilidad de los suelos y el rendimiento de los cultivos, entre otros. No obstante, para entender la variabilidad en una escala nanoclimática (nivel finca) se recomendaría realizar estudios a esta escala. A su vez, con el fin de complementar el entendimiento de la variabilidad espacial de la región en estudio, se recomendaría la implementación de estaciones climatológicas principales en la cuenca alta, que permitieran conocer las variables climatológicas que se presentan en esta zona, con la finalidad de complementar la información para una adecuada planificación del recurso hídrico.

## Referencias

- Barbancho, A. C. (1998). Variabilidad espacial de la lluvia en una pequeña cuenca hidrográfica de la provincia de Cáceres. *Norba. Revista de geografía*, 10, 23-34.
- Briggs, I. C. (1974). Machine Contouring Using Minimum Curvature. *Geophysics*, 39(1), 39-48.
- Environmental Protection Agency. (2010). *Climate change indicators in the United States*. Recuperado de [http://www.epa.gov/climatechange/indicators/pdfs/Climate\\_Indicators\\_full.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/indicators/pdfs/Climate_Indicators_full.pdf)

- Eslava, J. A. (1993). Climatología y Diversidad Climática de Colombia. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 18(71), 507-538.
- García, M. C., Piñeros, A., Bernal, F. A. y Ardilla, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería - Universidad de los Andes*, 36, 60-64.
- Glandz, M. (2000). *Currents of change El Niño's impacts on climate and society* (Segunda ed.). United Kingdom: Cambridge University Press.
- Golden Gate Weather Services (4 de diciembre de 2015). *El Niño and La Niña Years and Intensities based on Oceanic Niño Index (ONI)*. Recuperado de <http://ggweather.com/enso/oni.htm>
- Golden Software, Inc. (2002). *Surfe User's Guide: Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers*. Colorado, USA: Golden Software, Inc.
- Gutiérrez-Rey, H. J. (1989). *Clasificaciones climáticas*. Bogotá: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras.
- Ideam, PNUD, MADS, DNP, Cancillería (2015). *Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100. Herramientas científicas para la toma de decisiones –enfoque nacional-departamental–: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá, Colombia.
- Lobo-Guerrero, A. (1992). Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana. Ponencia presentada en la *VII Jornada Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia*, 1-20.
- López, C. (2015). *Evaluación ambiental y química del recurso hídrico subterráneo de la cuenca del río Chicú, Bogotá, Colombia*. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Mcelwain, L. and Sweeney, J. (2003). *Climate change in Ireland. Recent trends in temperature and precipitation*. Recuperado de: <http://www.ucd.ie/gsi/pdf/36-2/ climate.pdf>. Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Irlanda.
- Medina, R. D. (2008). *Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mejía, F., Mesa, O., Poveda, G., Vélez, J., Hoyos, C., Mantilla, R. et al. (1999). *Distribución espacial y ciclos anual y semianual de la precipitación en Colombia*. Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Colombia.
- Montoya, D. M. y Reyes, G. A. (2005). *Geología de la Sabana de Bogotá*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Nogués-Paegle, J., and Mo, K. (1997). Alternating Wet and Dry Conditions over South America during Summer. *Mon. Wea. Rev.* 125, 279-291.

- Patrick, N., and Stephenson, D. (1990). Spatial variation of rainfall intensities for short duration storms. *Hidrological Sciences –Journal– des Sciences Hydrologiques*, 35, 667-680.
- Poveda, G., Waylen, P. R., and Pulwarty, R. S. (2006). Annual and Inter-annual Variability of the Present Climate in Northern South America and Southern Mesoamerica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 234, 3-27.
- Press, W., Flannery, B., Teukolsky, S., and Vetterling, W. (1988). *Numerical Recipes in C*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Puebla Gutiérrez, J., Rodríguez Rodríguez, V., and Santos Preciado, J. (1995). *Técnicas Cuantitativas (Estadística básica)*. Barcelona, España: Oikos-Tau.
- Robles, E. y Sáenz, J. (1990). *Hidrogeología de la Cuenca del río Chicú, Sabana de Bogotá*. Bogotá: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras.
- Robles, E., Martínez, C., Hincapié, G. y Álvarez, A. (1991). *Estudio hidrogeológico cuantitativo de la Sabana de Bogotá, sector Tibitó-Salto de Tequendama y Oriente Bogotano*. Bogotá: Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química.
- Rojas, E., Arce, B., Peña, A., Boshell, F. y Ayarza, M. (2010). Cuantificación e interpolación de tendencias locales de temperatura y precipitación en zonas alto andinas de Cundinamarca y Boyacá (Colombia). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 173-182.
- Smith, W., and Wessel, P. (1990). Gridding with Continuous Curvature Splines in Tension. *Geophysics*, 55(3), 293-305.
- Waylen, P., Quesada, M., y Caviedes, C. (1996). Interannual variability of monthly precipitation in Costa Rica. *Journal of Climate*, 9, 2606-2613.
- Yang, C. S., Kao, S. P., Lee, F. B., y Hung, P. S. (2004, Julio). Twelve different interpolation methods: A case study of Surfer 8.0. (Vol. 35, pp. 778-785). *XXth ISPRS Congress*. 35, 778-785. Istanbul: International society of photogrammetry and remote sensing.

*Recepción: 26 de julio de 2015*  
*Evaluación: 19 de febrero de 2016*  
*Aceptación: 23 de febrero de 2016*

# Potencial de captura de CO<sub>2</sub> asociado al componente edáfico en páramos Guantiva-La Rusia, departamento de Boyacá, Colombia

Potential CO<sub>2</sub> Capture Associated with Edaphic Component in Moorlands Guantiva-La Rusia, Department of Boyacá, Colombia

---

**Karen Lisseth Africano Pérez<sup>1</sup>**  
**Germán Eduardo Cely Reyes<sup>2</sup>**  
**Pablo Antonio Serrano Cely<sup>3</sup>**

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

Africano, K., Cely, G. & Serrano, P. (2016). Potencial de captura de CO<sub>2</sub> asociado al componente edáfico en páramos Guantiva-La Rusia, departamento de Boyacá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 91-110.

## Resumen

Los páramos son considerados escenarios importantes para la mitigación del impacto del cambio climático, sus suelos pueden capturar/secuestrar CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases de efecto invernadero. Con el fin de determinar

---

1 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Catedrático externo. Ingeniería Agronómica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Integrante Grupo de Investigación Gipso. karen.africano@uptc.edu.co

2 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente Asistente Ingeniería Agronómica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Integrante Grupo de Investigación Gipso. german.cely@uptc.edu.co

3 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente Asistente Ingeniería Agronómica. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Integrante Grupo de Investigación Gipso. pablo.serrano@uptc.edu.co

el efecto que causan las actividades antrópicas sobre la capacidad de captura de CO<sub>2</sub>, se usaron parcelas permanentes de monitoreo (PPM) ubicadas en un área intervenida antrópicamente (agricultura intensiva sin tecnificar y ganadería extensiva), en otra no intervenida y otra en recuperación, en el complejo de páramos de Guantiva-La Rusia (Boyacá). La PPM en recuperación mostró mayor capacidad de captura, con un valor promedio de 872,26 t.ha<sup>-1</sup>; en contraste, la PPM con menor capacidad fue la intervenida (221,70 t.ha<sup>-1</sup>); esto evidencia el efecto negativo que ejerce la actividad antrópica sobre la capacidad de captura de carbono de estos suelos, y el papel que juegan estos ecosistemas como sumideros de carbono, y la importancia de su protección y conservación.

**Palabras clave:** calentamiento global, captura de Carbono, efecto invernadero, Guantiva-La Rusia, páramo.

## Abstract

Moors are considered important features for mitigating the impact of climate change, as their soils can capture and trap CO<sub>2</sub>, a major greenhouse gas. They were used in order to determine the effect caused by human activities as it relates to the ability to capture CO<sub>2</sub>, in permanent sample plots (PPM); one located in an intervened area, another in an unhampered area and another in a recovery area in the complex of moors in Guantiva-La Rusia (Boyacá, Colombia). The PPM in recuperation showed greater ability to capture an average of 872.26 t.ha<sup>-1</sup>; in contrast with the minor capacity PPM which was taken with a mean value of 221.70 t.ha<sup>-1</sup>. T. This shows the negative effect exerted by human activity on the ability to capture carbon in these soils, and the role these ecosystems play as carbon drains, hence the importance of their protection and conservation.

**Keywords:** global warming, carbon drain, greenhouse effect, Guantiva-La Rusia, moors.

## 1. Introducción

El calentamiento global y el cambio climático son grandes retos a los que se enfrenta el planeta hoy en día, y han despertado la preocupación de diferentes naciones y organismos multilaterales (Acosta et al., 2001); su principal causa son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de las actividades humanas (Olivo y Soto-Olivo, 2010), como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozono y clorofluorocarbonos (CFC). Estos gases atrapan parte de la radiación infrarroja que debería ser disipada y la reenvían a la Tierra, aumentando la temperatura de la atmósfera baja y de la superficie de la Tierra (Novoa et al., 2000); es lo que comúnmente se conoce como efecto invernadero, y, como consecuencia de este, se presenta el calentamiento global y el cambio climático.

El dióxido de carbono es el principal GEI, aunque sin él no sería posible la vida en el planeta, porque mantiene una temperatura apropiada para la vida; sin embargo, el aumento exagerado de las emisiones de este gas hacen que se tenga un efecto negativo que ha agravado la

problemática ambiental de los últimos años (Echeverry, 2006).

Se ha estimado que la temperatura de la Tierra tendrá un aumento entre 1 y 6 °C en el presente siglo (IPCC, 2007), lo cual *acentuará* la problemática del cambio climático, que traerá consigo impactos negativos a nivel geológico, meteorológico, biológico y humano (Velásquez de Castro, 2005). A nivel geológico, uno de los escenarios con mayor impacto negativo serán los ecosistemas de alta montaña, es decir, aquellos que están localizados a partir de los 3.000 msnm (Morales et al., 2007).

Los páramos son ecosistemas estratégicos de gran importancia, pues participan en la regulación del ciclo hidrológico, al servir de fuentes y nacimientos de agua, recurso indispensable para el desarrollo y sostenimiento de las diferentes comunidades (Greenpeace Colombia, 2009); además, son hábitat de diversas especies animales y vegetales que se acondicionaron únicamente a este entorno (Chaparro & Chaparro, 2012), y escenarios importantes en la dinámica de retención y almacenamiento de carbono atmosférico, realizada por los suelos presentes en estos ecosistemas

(Cabrera y Ramírez, 2014), aspecto importante a destacar. Daza et al. (2014) señalan que, por la lenta descomposición y humificación de la materia orgánica, los páramos contribuyen a la fijación de CO<sub>2</sub>; esta acción de capturar/secuestrar carbono permite que no haya un aumento del calentamiento global por el carbono, ya que el carbono no quedaría libre en la atmósfera (Vásquez y Buitrago, 2011).

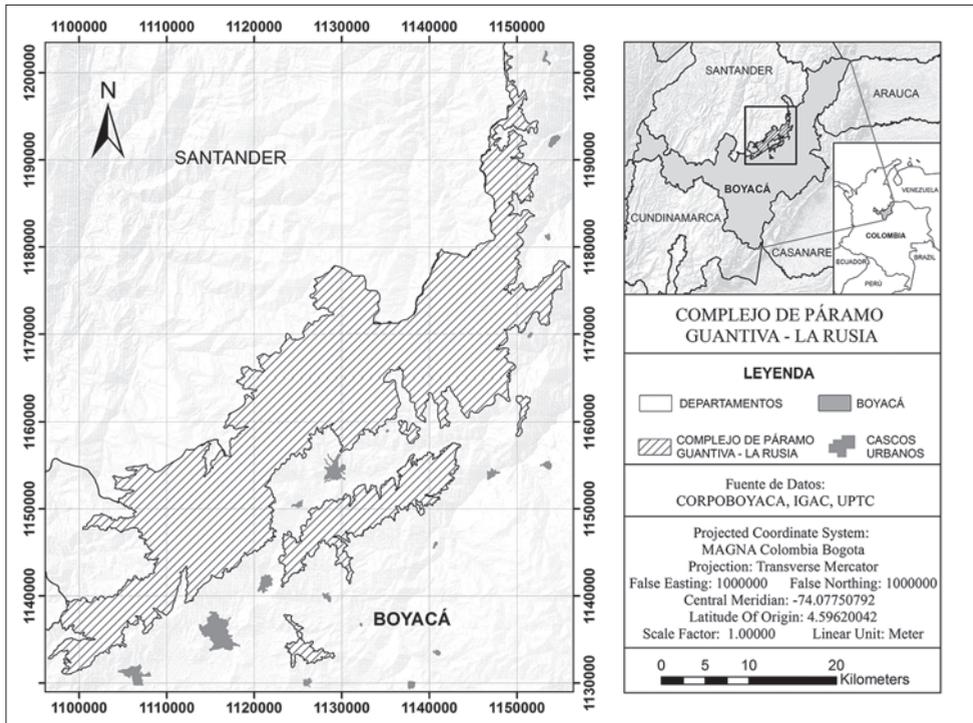
De acuerdo con Serrano et al. (2008), existen varios factores que ponen en riesgo la existencia de los páramos, entre los que se destacan el cambio climático y el uso, ocupación y poblamiento de ellos, generado bien sea por factores de tipo económico, social o de prestación de servicios ambientales. Esto, sumado al efecto derivado del cambio climático, conduce a la conversión de estos sumideros de carbono en fuentes emisoras del mismo (Peris, 2013), por lo que se hace necesario adoptar políticas y estrategias que los protejan y permitan su “explotación” como una herramienta clave en la mitigación del impacto del cambio climático. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del cambio climático en un ecosistema de alta montaña, correspondiente al com-

plejo de páramo de Guantiva-La Rusia, y establecer una línea base sobre el potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> asociado al componente edáfico de este páramo del departamento de Boyacá.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Área de estudio**

El estudio se realizó para un área piloto de 500 ha, en un ecosistema de alta montaña correspondiente al complejo de páramo de Guantiva-La Rusia, que está ubicado en la cordillera Oriental, entre los 3.100 y 4.280 msnm, y forma parte de un corredor extenso de bosques y páramos que se extiende en dirección nororiente desde el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque hasta las estribaciones del cañón del río Chicamocha (Onzaga, Santander); incluye los departamentos de Santander y Boyacá y los páramos Güina, Cruz Colorada y Pan de Azúcar. El área de este complejo es de 100.262 hectáreas, y forma parte del territorio de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, en un 59,6 %, y la Corporación Autónoma Regional de Santander, en un 40,4 %.



**Figura 1.** Ubicación general del complejo de paramo Guantiva-La Rusia.

**Fuente:** Adaptado del Atlas de páramos de Colombia, 2007.

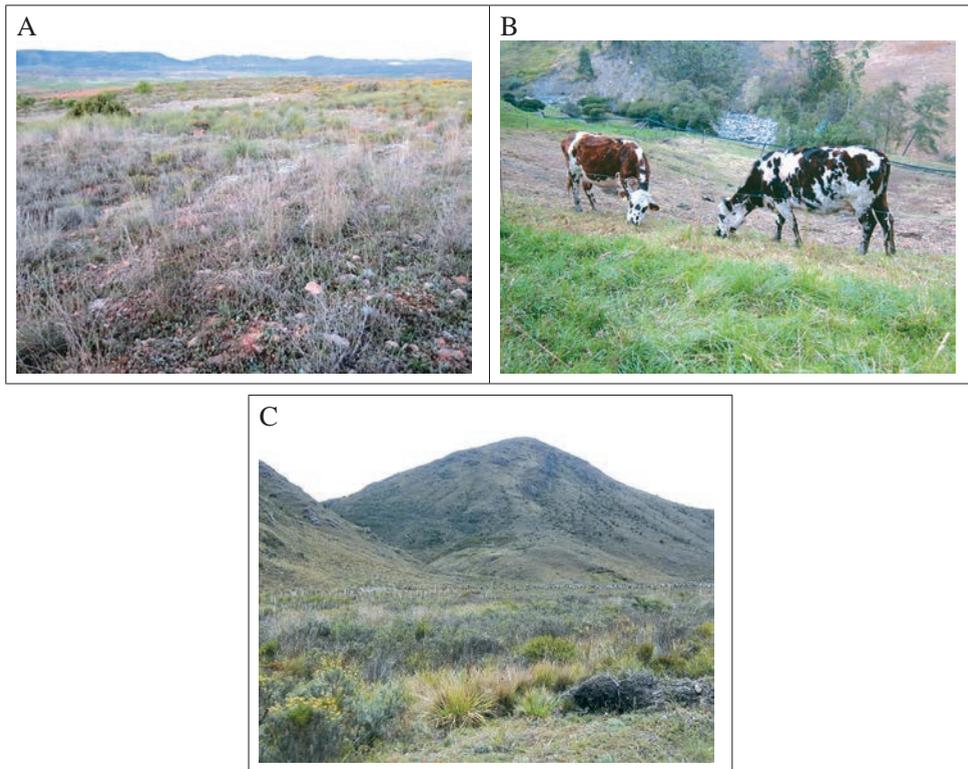
## 2.2 Puntos de muestreo y recolección de muestras

Con el fin de realizar el muestreo de suelos de carbono orgánico (CO) y densidad aparente ( $\rho_b$ ), se ubicaron tres parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en sitios que evidencian las unidades cartográficas de suelos más representativas, así como el grado de intervención, ya que este sistema se usa para hacer mediciones en el tiempo (Kaufman et al., 2013) y, además, arro-

ja datos más confiables, precisos y reales (Andrade e Ibrahim, 2003). Se establecieron parcelas de 10x10 m<sup>2</sup> en un área piloto de 500 ha, las cuales se ubicaron en tres puntos de la zona de estudio, correspondientes a: un área **intervenida** (N6 03.315, W72 55.240; N6 03.321, W72 55.243; N6 03.325, W72 55.236; N6 03.320, W72 55.233), correspondiente a una zona con actividad agropecuaria (agricultura intensiva sin tecnificar y ganadería extensiva) durante la última década

da; un área **no intervenida** (N6 03.449, W72 55.533; N6 03.453, W72 55.538; N6 03.446, W72 55.541; N6 03.445, W72 55.536), es decir, sin ningún tipo de actividad antrópica y en la cual se podía observar vegetación típica de páramo, y un área **en recuperación** (N6 03.284, W72 55.223; N6 03.291, W72 55.228; N6 03.286, W72 55.233; N6 03.280, W72 55.229),

que tuvo en su historial algún tipo de actividad agropecuaria, ya sea agricultura o ganadería, pero fue abandonada y se está restaurando de forma pasiva, sin intervención antrópica. Estas parcelas fueron escogidas por el tipo de vegetación presente en el momento del estudio y por el uso de suelo establecido para tal zona (Figura 2. A, B y C).

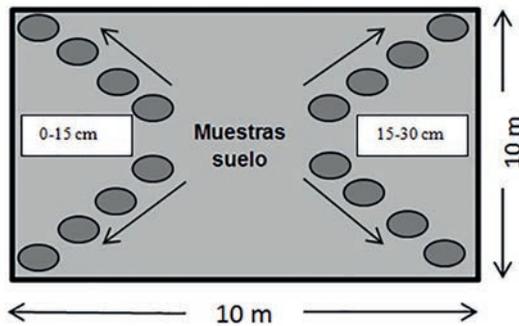


**Figura 2.** Ubicación de parcelas permanentes de muestreo: A. Área en recuperación. B. Área intervenida. C. Área no intervenida.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las tres parcelas fueron usadas para determinar la dinámica del carbono orgánico, comparando los tres escenarios, con el fin de establecer el efecto de la actividad antrópica sobre el carbono orgánico de los suelos de páramo. De acuerdo con el estudio general de los suelos de Boyacá (Esc: 1:100.000), los suelos de las parcelas **intervenida** y **en recuperación** corresponden a la Consociación compuesta por Lithic Udorthents y Oxic Dystrudepts, a afloramientos rocosos con pendientes superiores al 50 %, son suelos físicamente profundos y químicamente superficiales, por la sa-

turación de aluminio mayor del 75 %, bien drenados, reacción extremadamente ácida y baja fertilidad, y los de la parcela **no intervenida** son suelos cartográficamente definidos por una Consociación compuesta por Lithic Dystrudepts y Humic Dystrudepts, con pendientes mayores al 50 %, modelados por glaciares y meteorización física; se encuentran sectores con superficies de abrasión con suelos superficiales bien drenados y de fertilidad muy baja. Posterior a la implementación de las PPM se realizó la toma de muestras para CO y pb, tal como indica la Figura 3.



**Figura 3.** Diseño toma de muestras para pb y CO.

**Fuente:** Elaboración propia.

Para obtener las muestras de densidad aparente se usaron anillos de volumen conocido y se tomaron 8 submuestras para la profundidad de 0-15 cm y 8 submuestras para la profundidad de 15-30 cm, para un

total de 16 submuestras por cada parcela; de igual manera, para carbono orgánico, las cuales fueron tomadas en forma de X, para que el muestreo fuera más representativo. Tanto para densidad aparente

como para carbono orgánico se tomaron muestras a 0-15 y 15-30 cm de profundidad.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Aguas, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, para su posterior análisis. Para el CO se usó el método de Walkley Black (método de oxidación húmeda), que, como indica Carreira (2011), ha sido adoptado masivamente por su simplicidad y bajo costo, dada su baja demanda de equipos (La Manna et al., 2007).

Donde:

**COS:** Contenido de carbono orgánico del suelo ( $t \cdot ha^{-1} C$ )

**C:** Concentración de carbono orgánico del suelo obtenido en laboratorio

**pb:** Densidad aparente del suelo ( $g/cm$ ), masa de suelo por volumen

**T:** Espesor de la capa del suelo expresado en metros

**FG:** Contenido de fragmentos

**Obs.:** El multiplicador final 10 se usó para convertir las unidades en  $t C \cdot ha^{-1}$

## 2.4. Carbono Orgánico Equivalente del suelo (COS e)

Este parámetro está relacionado con la capacidad que tiene un suelo para capturar o liberar  $CO_2$ . Rüginitz et al. (2009) indican que una tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas de  $CO_2$ , derivado de los pesos moleculares del dióxido de carbono (44) y del carbono (12); por tanto, para conocer la cantidad de  $CO_2$  que

## 2.3 Carbono orgánico del suelo (COS)

La determinación del contenido de carbono en el suelo, en toneladas, se hace a partir del contenido de materia orgánica, la densidad aparente ( $\rho_b$ ) y la fracción de carbono orgánico (Rüginitz et al., 2009); para este estudio se empleó la ecuación 1 (Gardi et al., 2014), considerada una de las más completas.

$$COS = C \times pb \times T \times (1 - frag) \times 10 \quad (1)$$

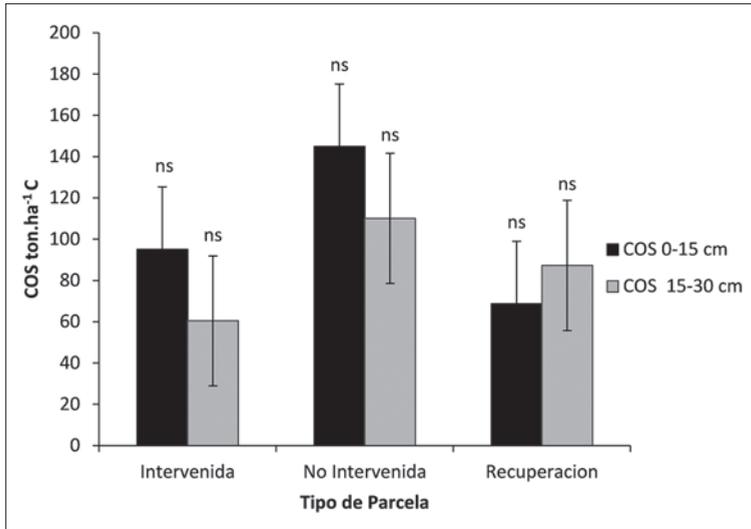
pueden liberar o almacenar estos suelos, se multiplicó el COS hallado anteriormente por 3,67.

## 2.4. Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS® Statistics (versión 21), se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y se practicaron la prueba t y la prueba de Levene.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Contenido de Carbono Orgánico



**Figura 4.** Contenido de carbono orgánico ( $t.ha^{-1} C$ ) en parcelas permanentes de muestreo a dos profundidades (0-15 cm y 15-30 cm) en suelos del complejo de páramo Guantiva-La Rusia. Se compararon las medias para el carbono orgánico verificando que se cumplen los supuestos de normalidad ( $P \leq 0,05$ ) e igualdad de varianza, y se encontró que no hay diferencias significativas. La barra vertical indica el error típico.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 4, el contenido más alto de carbono orgánico se registró en la parcela no intervenida a una profundidad de 0-15 cm, con un valor promedio de  $144,93 t.ha^{-1} C$ , mientras que el contenido más bajo se presentó en la parcela intervenida, a la profundidad de 15-30 cm, con un valor promedio de  $60,41 t.ha^{-1} C$ ; esto concuerda con lo mencionado por Morales et al. (2007) y Ramos et al.

(2013), quienes mencionan que los suelos del páramo de Guantiva-La Rusia presentan altos contenidos de materia orgánica y carbono orgánico, ubicado principalmente en el horizonte superficial; por su parte Daza et al. (2014) estudiaron el contenido de carbono orgánico en los suelos del páramo de Sumapaz y registraron el contenido más alto en el suelo con vegetación nativa a una profundidad entre 0 y 25 cm,

siendo este de 18 %, mientras que el más bajo (menor a 2 %) se presentó para el suelo en descanso, con 20-45 cm profundidad.

Según Matthews et al. (2000), los suelos de los Andes colombianos presentan contenidos de carbono orgánico mayores a 51 t.ha<sup>-1</sup> C, similares a los obtenidos en este estudio y a los encontrados por Andrade y Yepes (2014), quienes reportaron valores de COS para vegetación nativa de 134,41 t.ha<sup>-1</sup> C y para vegetación de pastos de 101,75 t.ha<sup>-1</sup> C; y por Camargo-García et al. (2012), para los suelos de una zona de ladera perteneciente al Parque Nacional Natural Los Nevados (103 t.ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, los contenidos obtenidos para el páramo de Guantiva difieren de los encontrados por Zuñiga-Escobar et al. (2013) en los páramos ubicados en el Parque Nacional Natural de Chingaza y en Los Nevados, con valores de 520,9 t.ha<sup>-1</sup> y 373,0 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y son más bajos que los reportados por Amézquita et al. (2004) para suelos de los Andes con vegetación nativa (231 t.ha<sup>-1</sup>) y suelos de ladera con pastos degradados (136 t.ha<sup>-1</sup>); y por Arreaga (2002) para un ecosistema de Bosque, con valores promedio de 212,57 t.ha<sup>-1</sup>,

y finalmente está lejos de las 600 t.ha<sup>-1</sup> que indica Suarez (2009) puede almacenar un suelo de páramo, lo que hace pensar en la posibilidad de potencializar la capacidad de almacenamiento del suelo del páramo de Guantiva. La variabilidad de los valores reportados puede presentarse por diferencias en la metodología empleada en cada uno de los estudios, y al grado de intervención en áreas donde se distribuyen los suelos estudiados.

De igual manera, Cunalata et al. (2013) indican que en los suelos intervenidos con labores agrícolas o con mínima cobertura vegetal se hace evidente la disminución de CO<sub>2</sub>; esto puede deberse a que la disturbación genera la aceleración de los procesos de oxidación de la materia orgánica, y a que la vegetación nativa aporta mayor biomasa que los pastos y los cultivos (Daza et al., 2014), puesto que las zonas protegidas con coberturas presentan un aumento considerable de CO<sub>2</sub>; adicionalmente, Espinoza (2010) señala que las acciones antrópicas, como el laboreo, afectan el contenido de COS, es decir, las áreas cultivadas muestran una disminución significativa de COS, afectando el funcionamiento del suelo como agente receptor o libe-

rador de carbono atmosférico, el cual se ve condicionado al manejo que se le dé al suelo; esto concuerda con en el estudio realizado por Vela et al. (2012), quienes encontraron que los suelos con algún tipo de actividad agrícola presentan menores valores de carbono orgánico ( $50 \text{ t ha}^{-1}$ ), comparado con suelos de vegetación tipo bosque ( $145,6 \text{ t ha}^{-1}$ ); resultados similares encontraron Daza et al. (2014) al estudiar el contenido de carbono sobre suelos con cuatro usos diferentes, donde determinaron que los suelos con ganadería y lotes en descanso presentaban los valores más bajos de carbono orgánico, tanto en el horizonte A (10 y 11 %) como en el horizonte B (9 y 1 %); sin embargo, Fisher (1994) indica que se han encontrado zonas donde pastos con sistemas radiculares muy profundos presentan contenidos de carbono orgánico más altos, comparados con vegetación nativa, debido a la naturaleza de los residuos orgánicos y a una tasa menor de descomposición de las praderas.

Por otro lado, Cunalata et al. (2013) realizaron estudios en diferentes coberturas y obtuvieron porcentajes de carbono de 8,7 % en áreas con pajonal alto, mientras que para las áreas con cobertura mínima en-

contraron 4,7 % de carbono orgánico; estos estudios destacan la importancia del efecto positivo de las coberturas vegetales sobre el contenido de carbono del suelo. Además, explica por qué los valores de la parcela no intervenida fueron más altos ( $144,93 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ , de 0-15 cm de profundidad, y  $110,03 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ , de 15-30 cm) que los de la parcela no intervenida ( $95,03 \text{ t ha}^{-1}$ , de 0-15 cm de profundidad, y  $60,41 \text{ t ha}^{-1}$ , de 15-30 cm). Por otro lado, aunque la parcela ubicada en el área en recuperación fue la única cuyo contenido más alto de carbono orgánico se presentó en la profundidad de 15-30 cm, esto se ajusta a lo indicado por Kanninen (2001), quien reporta que la mayor parte del carbono orgánico en un suelo se puede encontrar en las profundidades de 0-30cm.

En condiciones naturales, el carbono se incorpora al suelo a través del aporte continuo de material orgánico, principalmente de origen vegetal. El carbono del suelo se puede perder en forma gaseosa ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ), por difusión directa hacia la atmósfera. El aire del suelo tiene una composición similar al de la atmósfera, pero difiere en la concentración de los gases; en particular, tiene mayor concentración

de CO<sub>2</sub>. Los gases entran o salen del suelo por flujo de masa y por difusión; el flujo de masa se produce debido a variaciones de temperatura y de presión entre las distintas capas del suelo y entre este y la atmósfera (Healy et al., 1996); estos gradientes hacen que entre y salga aire del suelo, arrastrando todos sus componentes. El mecanismo dominante de transporte de gases en el suelo es la difusión, en la que el movimiento de cada componente del aire del suelo responde a un gradiente de concentración.

En el ecosistema de Páramo existen diferentes presiones sobre el recurso suelo, especialmente las relacionadas con actividades agrícolas y pecuarias que, sin ser lógicas, se han arraigado durante décadas en estos escenarios naturales. Cuando se altera el suelo por prácticas de manejo se puede afectar la superficie expuesta (suelo), con los consiguientes efectos en el potencial de captura de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero. La labranza en el Páramo expone el suelo a los principales agentes erosivos (agua y viento) y facilita el contacto de los organismos heterótrofos del suelo con la presión parcial de oxígeno de la atmósfera (ca.20 kpa), favoreciendo

la mineralización de la MOS; por el contrario, la falta de oxígeno en ambiente mal drenados o con poca aireación disminuye la descomposición de la MOS (Haraguchi et al., 2002); así, la perturbación del suelo por labranza es una de las mayores causas de la disminución de la MOS (Olson et al., 2005), lo cual incrementa los flujos de CO<sub>2</sub> desde el suelo hacia la atmósfera (Reicosky et al., 1997). En un estudio del efecto de diferentes sistemas de labranza (tradicional, cincel y cero labranza) y diferentes cultivos sobre la emisión de CO<sub>2</sub>, la labranza tradicional generó los mayores flujos de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera (Reicosky et al., 1997); la liberación de CO<sub>2</sub> inmediatamente después de efectuada la labranza estuvo más influenciada por cambios inducidos en la porosidad del suelo; después de tres meses de efectuados los tratamientos de labranza, las pérdidas de CO<sub>2</sub> afectaron mayormente a los suelos manejados con sistemas de labranza convencional (Reicosky, 2002).

**Tabla 1.** Densidad aparente de las diferentes parcelas ubicadas complejo de paramo Guantiva-La Rusia

Área de ubicación de la parcela	Densidad aparente (g/cc)		Desviación estándar
	0-15 cm	15-30 cm	
Intervenida	0,85	0,87	0,070
No intervenida	0,83	0,85	0,043
En recuperación	0,85	0,87	0,070

Fuente: Elaboración propia.

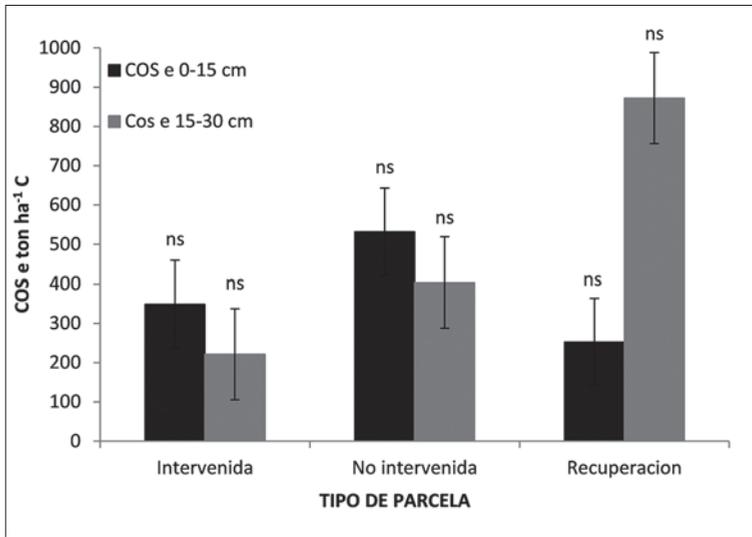
La parcela intervenida presentó los mayores valores de densidad aparente (DA) (Tabla 1); de acuerdo con Estupiñan et al. (2009), este parámetro tiene que ver con la relación de espacios porosos y la retención de humedad, donde a mayor densidad, mayor compactación; los mismos autores obtuvieron valores de densidad aparente de 0,62 g/cc en un área propia del páramo El Granizo, y 0,65 g/cm<sup>3</sup> para una zona intervenida de dicho páramo, lo que les permitió concluir que el aumento en el valor se relaciona con el desarrollo de actividades agropecuarias, que hacen que aumente la compactación; de acuerdo con Cleef et al. (1983), un suelo cultivado pierde toda su estructura original, su capacidad de retención de agua y, en sí, todas sus funciones, limitando todos los servicios ambientales que presta; lo que nuevamente evidencia la importancia de la conservación de estos escenarios.

### 3.2. Carbono orgánico equivalente (COS e)

El carbono orgánico equivalente del suelo está relacionado con la capacidad que tiene este para capturar el carbono orgánico atmosférico, razón por la cual los páramos son considerados “sumideros”, debido a que contienen mucho más de este elemento que las plantas y la misma atmósfera (Martínez et al., 2008). De acuerdo con esto, los resultados obtenidos (Figura 5) muestran que el mayor potencial de captura de carbono orgánico se presentó en la parcela ubicada en el área de recuperación, a la profundidad de 15-30 cm, con un valor promedio de 872,26 t.ha<sup>-1</sup> C, lo que es contradictorio con lo reportado por Botero (2003), quien indica que los sistemas con gran actividad o productividad biológica, como lo son las áreas de explotación agrícola, pueden presentar mayor capacidad de capturar carbono que, incluso,

los bosques tropicales maduros. Por otro lado, que el mayor potencial de captura se haya presentado en la parcela en recuperación puede estar relacionado con el tipo de vegetación que se pueda dar allí, ya que, como se mencionó anteriormente, las gramíneas de raíz

profunda, como los pastos, presentan alto potencial de captura; en relación con esto, Rodríguez et al. (2009) encontraron que las pasturas mostraron un alto contenido de carbono, además de un alto potencial de almacenamiento de este.



**Figura 5.** Carbono orgánico equivalente en parcelas permanentes de muestreo a dos profundidades (0-15 cm y 15-30 cm) en suelos del complejo de páramo Guantiva-La Rusia. Se compararon las medias para el carbono orgánico, verificando que se cumplen los supuestos de normalidad ( $P \leq 0,05$ ) e igualdad de varianza, y se encontró que no hay diferencias significativas. La barra vertical indica el error típico.

**Fuente:** Elaboración propia.

Otro factor relacionado con la alta capacidad de captura de este suelo es el uso agrícola; al estar sin actividad agrícola, porque nunca se ha intervenido o por abandono, su capacidad de captura se potencializa, lo que se evidenció en este estudio,

al presentarse mayores valores de COS en las parcelas no intervenidas y en recuperación, comparado con los del área intervenida. Que la parcela ubicada en el área intervenida fue la que presentó la menor capacidad de captura (221,70 t.ha<sup>-1</sup>

C) demuestra la importancia de implantar planes para la recuperación de zonas intervenidas y la conservación de la vegetación nativa.

#### 4. Conclusiones

El uso de suelo es un factor que afecta el contenido de carbono orgánico y el potencial de captura de CO<sub>2</sub> atmosférico de los suelos del páramo de Guantiva- La Rusia. Los resultados de este estudio demuestran la importancia de conservar estos ecosistemas, y la necesidad de implantar leyes que declaren estas áreas como protegidas, con el fin

de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la deforestación para la expansión agrícola. Asimismo, es importante la recuperación de las zonas actualmente intervenidas, bien sea de manera pasiva natural o con intervención humana, mediante programas como reforestación con especies con alto potencial de captura. De igual manera, este estudio pudo determinar que el suelo de este páramo tiene un potencial de captura de 467,85 t.ha<sup>-1</sup> C (parcela no intervenida), carbono que de no ser capturado sería liberado a la atmósfera, contribuyendo al aumento del efecto invernadero.

#### Referencias

- Acosta, M., Etchevers, J., Monreal, C., Quednow, K. y Hidalgo, C. (2001). Un método para la medición de carbono en los compartimientos subterráneos (raíces y suelo) de sistemas forestales y agrícolas en terrenos de ladera en México. *Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*. Valdivia, Chile.
- Amézquita, M., Ibrahim, M., Llanderal, T., Buurman, P. y Amézquita, E. (2004). Carbon Sequestration in Pastures, Silvo-Pastoral Systems and Forests in Four Regions of the Latin American Tropics. *Journal of Sustainable Forestry*, 21, 31-49.
- Andrade, H., Ibrahim, M. (2003). ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? *Agroforestería en las Américas* 10, 39-40.
- Andrade, A., Yepes, H. (2014). *Almacenamiento de agua y cuantificación de carbono en el ecosistema páramo dentro de un esquema global environment Outlook (Geo), caso de estudio: páramo de Pintag-cuenca alta del río Pita*. (Trabajo de grado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7386>
- Arreaga, W. (2002). *Almacenamiento de carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la reserva de biosfera maya, Petén, Guatemala*. (Tesis de maestría). Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza.

- Botero, J. (2003). Contribución de los sistemas ganaderos tropicales al secuestro de carbono. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Cabrera, M. y W. Ramírez (Eds). (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Camargo-García, J., Dossman, M., Rodríguez, J., Arias, L. y Galvis-Quintero, J. (2012). Cambios en las propiedades del suelo, posteriores a un incendio en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia. *Acta Agronómica*, 61(2), 151-165.
- Carreira, D. (2011). Cuantificación de la Materia Orgánica del suelo. Método de Walkley & Black. Jornadas de actualización: Gestión de la calidad en los laboratorios de análisis de suelos agropecuarios. Samla- Proinsa. Rosario.
- Carvajal, A., Feijoo, A., Quintero, H y Rondón, M. (2009). Carbono Orgánico del Suelo en Diferentes Usos Del Terreno De Paisajes Andinos Colombianos. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 9, 222-235.
- Chaparro, J., Chaparro N. (2012). Beneficios Del Ecosistema Páramo, Organizaciones y Políticas de Conservación. Aproximaciones al páramo El Consuelo del municipio de Cerinza, Boyacá. *Desarrollo, Economía y Sociedad*, 1(1). Recuperado de <http://www.revistasjdc.com/main/index.php/deyso/article/view/158/151>
- Cleef, O., Rangel, Ch. y Salamanca, S. (1983). Reconocimiento de la parte alta del transecto Parque Los Nevados. En: A. Van Der Hammen, P. Pérez, P. Pinto (Eds.): *La cordillera Central Colombiana- Transecto Parque Los Nevados, Interrupción y datos iniciales. Estudios de ecosistemas tropandinos* (pp. 150-173).
- Cunalata, C., Inga, C., Álvarez, G., Recalde, C. y Echeverría, M. (2013). Determinación de carbono orgánico total presente en el suelo y biomasa de los páramos de las comunidades: Chimborazo y sobo Ilinllin – Chimborazo, *Boletín Grupo Español Carobon*, 10-13.
- Daza, M., Hernández, F., Triana, F. (2014). Efecto del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el páramo de Sumapaz – Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(1), 7189-7200.
- Echeverry, C. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 85-96.
- Espinoza, Y. (2010). Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro*, 22(3), 177-184.

- Estupiñán, L., Gómez, J., Barrantes, V., Limas, L. (2009). Efecto de Actividades Agropecuarias en las Características del Suelo en el páramo El Granizo, (Cundinamarca - Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 79-89.
- Fisher, MJ; Rao, IM; Ayarza, MA; Lascano, CE; Sanz, JI; Thomas, RJ; Vera, RR. (1994). Carbon storage by introduced deeprooted grasses in the South American savannas. *Nature*, 371, 236-238.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M. L., Montanarella, L., Muñiz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M. I. y Vargas, R. (Eds.), (2014). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Luxembourg: Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995.
- Greenpeace Colombia. (2009). *Cambio climático: Futuro negro para los páramos*. Reporte Greenpeace. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org>.
- Haraguchi, A., Kojima, H., Hasegawa, C., Takahashi, Y. y Iyobe, T. 2002. Decomposition of organic matter in peat soil in a minerotrophic mire. *Eur. J. Soil Biol.*, 38, 89-95.
- Healy, R. W., Striegl, R. G., Russell, T. F., Hutchinson, G. L., Livingston, G. P. (1996). Numerical evaluation of static-chamber measurements of soil-atmosphere gas exchange: Identification of physical processes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60, 740-747.
- Ibrahim, M., Chacon, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45, 27-36.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Cambio climático*. Informe de síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambridge, UK.
- Kanninen, M. (2001). Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: Potencial para América Latina. En: *Conferencia Electrónica "Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales"*. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Kauffman, J., Donato, D., Adame, M. (2013). *Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- La Manna, L., Buduba, C., Alonso, V., Davel, M., Puentes, C. y Irisarri, J. (2007). Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo. *Ciencia del suelo*, 25, 179-188.

- Martínez, E., Fuentes, J., Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96.
- Matthews, E., Payne, R., Rohweder, M., Murray, S. (2000). *Carbon Storage and Sequestration. Pilot analysis of global ecosystems: Forest ecosystems*. World Resources Institute. Recuperado de: <http://www.wri.org/publication/pilot-analysis-global-ecosystems-forest-ecosystems>.
- Morales, M., J. Otero, T. Van der Hammen, A. Torres, C. Cadena, C. Pedraza, N. Rodríguez, C. Franco, J. C. Betancourth, E. Olaya, E. Posada y Cárdenas, L. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá, D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Novoa, R., González, S., Novoa, R., Rojas, R. (2000). Inventario de gases con efecto invernadero emitidos por la actividad agropecuaria chilena. *Agricultura Técnica*, 60(2), 154-165.
- Olivo, M., Soto-Olivo, A. (2010). Comportamiento de los gases de efecto invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14(57), 221-230.
- Olson, K. R., Lang, J. M., Ebelhar, S.A. 2005. Soil organic carbon changes after 12 years of no-tillage and tillage of Grantsburg soils in southern Illinois. *Soil Till. Res.*, 81, 217-225.
- Peris, M. (2013). El suelo como sumidero de CO<sub>2</sub>: Mapa de retención de CO<sub>2</sub> de las tierras de labor de los distintos países de la Unión Europea. Revista digital: *Ojeando la Agenda, medio ambiente*. Recuperado de <https://www.ojeandolaagenda.com>
- Rügnitz, M., M. Chacón y R. Porro. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima, Perú.: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA).
- Ramos, C., Buitrago, S., Pulido, K. y Vanegas, L. (2013). Variabilidad ambiental y respuestas fisiológicas de *Polylepis cuadrijuga* (Rosaceae) en un ambiente fragmentado en el páramo de La Rusia (Colombia). *Revista Biología tropical*, 61(1), 351-361.
- Reicosky, D. C., Dugas, W. A., Torbert, H. A. 1997. Tillage – induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. *Soil Till. Res.*, 12, 135-148.
- Rodríguez, M., Camargo, C., Niño, J., Pineda, M., Arias, M., Echeverry, A., Miranda, L., (eds.). (2009). *Contenido de Dióxido de Carbono en Suelos de la Cuenca del Río Otún. Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero*. Pereira, Colombia: CIEBREG.
- Serrano, C., Páez, A., Kolter, L. (2008). *Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático*. Informe preventivo. Procuraduría delegada para asuntos ambientales y agrarios. Procuraduría General de la Nación. Bogotá D.C.

- Suárez, E. (2009). Por un manejo sostenible de los páramos: aprovechamiento del carbono en el suelo de los páramos. Consorcio para el desarrollo sostenible de la ecorregión Andina (CONDESAN). Lima-Perú: Proyecto páramo andino PPA.
- Vásquez, A., Buitrago, A. C. (Editoras). *El gran libro de los páramos*. (2011). Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Proyecto Páramo Andino.
- Vela, G., Blanco, J., Rodríguez, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. Investigaciones Geográficas, *Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM. 77, 18-30.
- Velásquez de Castro, F. (2005). Cambio climático y protocolo de Kioto. Ciencia y estrategias: Compromisos para España. *Revista Española de Salud Pública*. 79(2), 191-201.
- Zúñiga-Escobar, O., Uribe, A., Torres-González, A., Cuero-Guependo, R. Peña-Óspina, J. (2013). Assessment of the impact of anthropic activities on carbon storage in soils of high montane ecosystems in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 31, 112-119.

*Recepción: 19 de noviembre de 2015*  
*Evaluación: 10 de marzo de 2016*  
*Aprobación: 12 de abril de 2016*

# Estructura agraria: lógicas disimiles en la concepción del territorio

Agrarian Structure: Different Fields of Logic on the Concept of Territory

---

Wilson González Santos<sup>1</sup>

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

González, W. (2016). Estructura agraria: lógicas disimiles en la concepción del territorio. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 111-126.

## Resumen

El desarrollo, como estrategia que mitiga el conflicto, es la apuesta dominante en los procesos de intervención en el espacio rural pero se ignora que la estructura agraria, como fenómeno que evidencia la cuestión agraria, se ha construido con el permanente pulso entre conflicto y desarrollo. El documento hace parte del referente conceptual para analizar las categorías conflicto y desarrollo en el territorio campesino. Se propone la dialéctica espacial como alternativa para comprender al campesinado y sus lógicas disimiles en sus procesos de intervención rural.

**Palabras clave:** campesino, conflicto, desarrollo, estructura agraria, rural.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Magister en Desarrollo Rural. Filiación institucional: Docente Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); Candidato a Doctor (UPTC-IGAC); Grupo de Investigación Competitividad y Desarrollo Local. País: Colombia. Correo electrónico: [wilson.gonzalez@uptc.edu.co](mailto:wilson.gonzalez@uptc.edu.co).

## Abstract

Development as a strategy to mitigate the conflict, is the dominant strategy for intervention processes in rural space. However, it ignores that the agrarian structure as a phenomenon which shows that the *agrarian question*, has been built with the constant interchange between conflict and development. This paper is part of the conceptual categories to analyze *conflict and development* in the rural territory. Spacial Triialectics are proposed as an alternative to understand the farmer and their different perspectives in rural intervention processes.

**Keywords:** farmer, conflict, development, agrarian infrastructure, rural.

## Introducción

De acuerdo con Teubal (2001), el afianzamiento de un sistema agroalimentario mundial orientado y dominado por grandes corporaciones transnacionales, además de las políticas de liberalización económica y de ajuste estructural aplicables al medio rural, son factores que han afectado sensiblemente la “nueva ruralidad” latinoamericana.

La política pública colombiana para el sector agrario no es ajena a este patrón, y promueve su inserción en el comercio internacional, con actividades agrícolas y pecuarias en función de ventajas comparativas y competitivas como, por ejemplo, el desarrollo de las cadenas agroexportadoras de cultivos permanentes. La hipótesis de dicha estrategia se basa en que el flujo y balance comercial es la bitácora para el crecimiento y desarrollo (Tobasura, 2009). En consecuencia, con la puesta en marcha de este modelo de desarrollo resulta una distribución bimodal en la estructura agraria (agroindustrial-campesina), bajo cuyo paradigma –el capitalismo agrario– el campesinado<sup>2</sup> debe integrarse al mercado o desaparecer.

<sup>2</sup> Partimos del concepto de campesino como una categoría social cuya unidad de producción es al

De acuerdo con Machado:

La dinámica del endeudamiento, bien conocida por los economistas, está conduciendo a acentuar aún más el modelo modernizante y a estrangular y a arrinconar más a la economía campesina. El Estado no parece tener otra alternativa a la de reforzar la agricultura de exportación, con los riesgos inflacionarios y los conflictos sociales que ello acarrea; y como no dispone de recursos fiscales para atender a la economía campesina, esta seguirá deteriorándose aún más (2003, p. 35).

No obstante, la lógica particular de la población campesina –actor representativo de la agricultura campesina– y su “vulnerabilidad”, por el hecho de su aparente ineficiencia económica productiva, trasciende interpretaciones ligadas exclusivamente a la competitividad. En especial, para dicha población el espacio adquiere un significado es-

---

mismo tiempo unidad de consumo, con una activa participación del trabajo familiar y cuya finalidad principal es la reproducción familiar. No obstante, esta aseveración será solo una apuesta orientadora para nuestros propósitos. Con lo anterior y reconociendo la estrechez de la definición, los objetivos de la investigación obligan a un análisis mayor desde distintas perspectivas conceptuales y empíricas, el cual desarrolla posteriormente.

pecial, que trasciende el mero concepto de contenedor físico, para convertirse en un objeto cargado de significados socio-culturales con un acento tanto objetivo como subjetivo, y al ser una construcción social, se encuentra sujeto a una dinámica en función de los procesos de articulación de quienes en él participan.

Las anteriores aseveraciones se traducen en una divergencia entre la bitácora inherente a las prácticas de poder para el sector rural y el quehacer de sus pobladores, en especial, de la comunidad campesina. En consecuencia, esta disímil comprensión del espacio rural produce un conflicto entre quienes orientan el desarrollo y quienes son afectados por este. De esta manera, el capital promueve no solo una particular territorialización, sino también recrea nuevas maneras de organización del espacio que, a su vez, resistidas por un grupo de actores, genera nuevos territorios.

A la luz de indicadores financieros, la aparente inviabilidad del sistema campesino, aunada a la composición de su estructura agraria, supondrían su desaparición del mismo<sup>3</sup>;

---

3 Un ejemplo de lo anterior constituye resultados de estudios realizados por González (2009a) (2009b) quien

no obstante, la permanencia de sus actores ha obligado a poner en marcha estrategias de adaptabilidad, pero también de resistencia al modelo de desarrollo agrario propuesto. De esta manera, la estructura agraria resulta en una paradoja entre el modelo a imponer y la resistencia a su imposición.

El estudio forma parte de una síntesis de un texto reflexivo que sirvió de soporte teórico para la comprensión conceptual de los procesos de persistencia campesina en la investigación doctoral 'Dinámica campesina y estructura agraria'. Con una revisión de los estudios sobre la estructura agraria y su bimodalidad, se aborda la temática de territorio campesino como espacio de construcción social, con una lógica distinta a los procesos de intervención. El texto subraya la necesidad de un viraje en la aproximación a la comprensión del territorio campesino y propone la trialectica espacial como una alternativa pertinente.

---

advierte el comportamiento negativo de los indicadores económicos para la agricultura campesina en el sistema agroalimentario de la papa; este investigador evidencia esta cuestión al presentarse en el sistema ingresos netos negativos e índices estacionales por debajo de uno en la mayoría de los meses del año.

## 1. Desarrollo y discusión

### 2.1 La bimodalidad en la estructura agraria

El sector rural en Colombia, según Pérez (2001), experimenta su modernización a partir de la década de los años cincuenta, basado en una estructura bimodal soportada, de un lado, en un modelo empresarial altamente protegido, originado en el latifundio y especializado en la oferta de materias primas agroindustriales, y, por otro, en la presencia de un elevado número de unidades familiares campesinas, ubicadas en las zonas de ladera y dedicadas al suministro de alimentos a las poblaciones urbanas. Este tipo de modelo de desarrollo agropecuario, si bien se declara exitoso en lo económico, sustentado en el modelo proteccionista vigente hasta los años noventa, fue una de las principales causas de las asimetrías socioterritoriales generadas en el espacio rural colombiano.

Pérez (2001) considera que la política proteccionista desarrollada por el Estado dio origen a un modelo de desarrollo rural altamente inestable, inequitativo en la asignación de los recursos y poco competitivo en los mercados internacionales;

destaca esta autora antes mencionada, que solo el café, las flores y el banano lograron sobrevivir a la apertura comercial de los noventa. Además, el modelo proteccionista no favoreció el desarrollo de la agricultura familiar campesina y estimuló la ampliación de las fronteras agrícolas, lo que contribuiría a las migraciones del campo a la ciudad, las cuales se incrementan enormemente como consecuencia del conflicto armado y los desplazados que este genera.

La apertura económica y el modelo neoliberal, que se encuentra en total vigencia en el país, reporta fuertes impactos como resultado de la introducción de los ajustes estructurales de la fase neoliberal de la economía. De un lado, las corporaciones transnacionales y los capitalistas de la agricultura se benefician con la reducción del papel del Estado en el diseño de políticas públicas, así como de los incentivos a la agricultura a gran escala dirigida a la exportación. Por otro lado, se incrementa la lucha de los movimientos sociales del campo, que rechazan el modelo de desarrollo rural resultante de las políticas neoliberales, resistiendo de diferentes formas.

## 2.2 Antecedentes del concepto de estructura agraria

La exploración de la producción académica sobre la estructura agraria y la dinámica campesina, en particular, en su fase hermenéutica, ha considerado la compilación de los trabajos en función de las distintas comprensiones de la conflictividad como “obstáculo” o coadyuvante en los procesos de intervención en el espacio rural<sup>4</sup>. Es importante precisar que esta postura corresponde con la perspectiva que se ha asumido como bitácora de la investigación: conflicto y desarrollo.

La reforma agraria –como manera de afectar la estructura agraria (Franco & De los Ríos, 2011)– ha correspondido con la postura política que ha adoptado el estado para intervenir en el ámbito rural; en consecuencia, dicha postura se nutre de concepciones que soportan sus prácticas. Un aspecto interesante es la manera de abordar el conflicto en lo rural. Para el capitalismo agrario, desarrollo y conflicto son aspectos que deben tratarse de manera distinta: el desarrollo,

como mecanismo que permite solucionar el conflicto (Braun, Swaminathan, y Rosegrant, 2004). Lo anterior desconoce que el conflicto por la tierra ha estado íntimamente ligado al desarrollo rural; más aún, el conflicto, como resultante de procesos de adaptación o de resistencia al modelo de desarrollo agrario, explica la miscelánea de territorios que conviven en lo rural<sup>5</sup>. En este sentido, si se acepta la estructura agraria –como consecuencia de la intervención antrópica y de sus mecanismos de poder–, una revisión de la producción académica de esta temática, reproduce el acento político de quién o quiénes lo han propuesto:

No se puede desconocer que la objetividad y neutralidad de la ciencia es cuestionable si se tiene en cuenta que la separación del objeto de estudio omitiría que el investigador hace parte de su misma investigación, al ser parte activa como sujeto social y al fundamentarse en un lenguaje y un orden simbólico, contingente y, por ende, relativo (Fair, 2009, p. 62).

4 El aparte se ha construido en correspondencia con la fase heurística y hermenéutica de la investigación cuya bitácora son las categorías conceptuales *conflicto* y *territorio*.

5 El autor prefiere usar el término *rural*, que “espacio rural”. Considera que la promoción del desarrollo resultante de los conflictos entre los actores rurales territorializa y desterritorializa, con lo cual el espacio se carga permanentemente de significados, de territorios.

Una revisión de los estudios sobre la estructura agraria indica el viraje en el núcleo central de su definición<sup>6</sup>. García (1982) señala que el núcleo de la estructura es la tierra, más específicamente, la propiedad y las relaciones que la afectan. Para este autor, la bimodalidad resulta cuando se forman dos aglomerados con tenencia de tierra disimiles y opuestas: propietarios con poca tierra, que conforman el minifundio, y otros con grandes extensiones que monopolizan gran parte del recurso. En este análisis, el conflicto es una implicación económica y una consecuencia de la estructura. En Colombia Franco y De los Ríos (2011) muestran que en el periodo en el cual predominó el concepto de García la reforma agraria se concentró en la tenencia de la tierra, como manera de afectar la estructura agraria. De acuerdo con lo anterior, en la década de los setenta, la tenencia de la tierra se convirtió en factor determinante para explicar la dinámica de la población rural latinoamericana (Pecht, 1976).

---

6 Si bien es cierto la estructura agraria es, *per se*, un constructo de naturaleza dinámica, asimilable al de sistema, y definida por las relaciones entre sus componentes, supone una relación primordial o "núcleo" que le da un carácter particular que la diferencia de otras estructuras (Machado, 2002).

Con la intensificación de las condiciones para el desarrollo del capitalismo, acrecentadas a fines del siglo XX, la concepción de la estructura agraria se modificó de manera sustancial. La nueva economía de mercado, la difusión tecnológica y la "competitividad" se convirtieron en un estribo sobre el cual se apoyaban las políticas agrarias. En consecuencia, según Machado (2002), la dicotomía latifundio-minifundio, dio paso a la economía empresarial-economía campesina y, consecuentemente, la estructura agraria privilegió el mercado. Siguiendo a este último autor: "en el proceso de desarrollo y crecimiento de los niveles de ingreso per cápita, la estructura agraria evoluciona hacia una estructura agroindustrial o sistema agroindustrial (SAI)"<sup>7</sup>.

No obstante, dicha bimodalidad no correspondería con la estructura agraria, al menos, si en su análisis se omite la dinámica inherente a su concepción. Bendini y Steimbregger (2010) introducen el concepto de territorialidad campesina para comprender "el desarrollo de estrategias que le permitan a un co-

---

7 Un ejemplo desde esta perspectiva se encuentra en el trabajo realizado en Chile por Andrade, Ríos y Torres (2012).

lectivo resistir como campesinos y permanecer en el territorio en un escenario de expansión concentrada del capital” (Andrade, Rios, y Torres, 2012, p. 62). Como se puede inferir, la territorialidad se da en un contexto y, se construye por actores y sus prácticas, pero es una categoría dinámica. Con lo anterior, entender la estructura agraria es comprender los procesos que la originaron, sus fuerzas, sus presiones, sus actores y su dialéctica de cambio en el tiempo.

Rosati (2011) trabaja el concepto de estructura social agraria en la provincia del Chaco (Argentina), a partir de la diferenciación social, explicada, en parte, por procesos de índole tecnológico y productivo, pero esencialmente por el impacto de la sojanización y la crisis algodonera. Este autor muestra la expresión territorial de estos procesos, por medio del comportamiento de indicadores, a partir de datos transversales censales. García (2012) indica que para el análisis de la estructura agraria es vital comprender los eventos ocurridos que afectaron la construcción del territorio. Jong (2008), desde un análisis regional cuestiona el principio de regulación de mercado (soporte del capitalismo agra-

rio)<sup>8</sup>, que, según el autor, subyace a la posición –de poder– que cada agente del proceso productivo ejerce en el momento.

Con lo anterior, se puede inferir que la estructura agraria es producto del modelo de desarrollo imperante, en este sentido, trascienden las concepciones que, si bien es cierto entienden sus relaciones, no la apalancan a las estrategias de intervención (García, 2012). Tampoco se inscribe, de manera estricta, a los enfoques que pretenden –definirla en función de los componentes propios del mercado (Machado, 2002) El trabajo apunta a definirla en un escenario donde el capitalismo agrario y la cuestión agraria son los actores principales de la conflictividad (Fernandes, 2004).

### **Cuestión agraria y territorio campesino**

Según Valdés, la cuestión agraria:

Históricamente se ha definido como el complejo de causas y condiciones que caracterizan la situación de la sociedad rural y su lugar en la estructura y procesos de la sociedad global. En las

---

8 El paréntesis es del autor.

sociedades subdesarrolladas, el problema agrario es un componente esencial de la formación, dependencia y contradicciones, de manera que su posible solución se vincula inevitablemente al proceso general de cambios políticos, económicos y sociales (1997, p. 3).

Como mecanismo necesario para trabajar en la búsqueda de solución a la compleja y crítica situación que presenta el espacio rural en el mundo subdesarrollado y por esta vía transformar la esencia de la cuestión agraria en estos países, se han aplicado políticas de Reforma Agraria como parte de las transformaciones políticas, económicas y sociales, con objetivos y alcances que se han diferenciado por países, y con resultados en muchos casos contradictorios. Por otra parte, la cuestión agraria en Colombia, o en cualquier región del planeta, no debe ser vista ni analizada aislada del contexto económico global.

La cuestión agraria, como un problema estructural engendrado por el avance del capitalismo en la agricultura, tiene en su centro de desarrollo las contradicciones que emergen en las relaciones capital/campesinado; cuando se analizan estas relaciones en el seno de la

expansión del capitalismo como formación socioeconómica, se produce lo que Harvey (2004) define como acumulación por despojo, caracterizada por la desterritorialización de las relaciones sociales, fenómeno que lleva implícito la destrucción de puestos de trabajo, la precariedad de las relaciones laborales, la destrucción de los territorios campesinos e indígenas y la segregación y marginalidad urbana. La acumulación por despojo significa un estado avanzado de las relaciones capitalistas, que necesitan cada vez menos reproducir y mantener las relaciones no capitalistas en los territorios subordinados.

Por tanto, la cuestión agraria es, además de la expresión del conflicto presente entre el desarrollo capitalista y la sociedad que demanda sus derechos y que se expresa en sus diversas dimensiones (política, económica, social y ambiental), un problema territorial. En el siguiente aparte se revisan las aproximaciones conceptuales para comprender la persistencia campesina.

## **2.4 Territorio y persistencia campesina**

Según González (2015) los discursos anticampesinistas que divulga-

ban la desaparición del campesinado, por su aparente ineficiencia económica, resultan inadecuados, si se reconoce que la población rural latinoamericana muestra una inusitada permanencia.

La persistencia campesina ha sido explicada desde distintas escuelas de pensamiento. La línea chayano-viana propone que la lógica interna de este grupo humano le permite no solo resistir, sino reproducirse ante los embates del capitalismo. En especial, la producción agrícola familiar, de la cual el campesino es su principal representante, es simultáneamente una unidad de producción y de consumo. Ellis (citado por Boltvinik, 2012) indica que, para esta línea de pensamiento, los campesinos tienen algunas características que soportan su persistencia y reproducción, entre las cuales se destacan:

- el control sobre los medios de producción
- la especial racionalidad en la cual la reciprocidad y la economía moral soportan sus decisiones
- factores demográficos en contravía a la concentración de la tierra, dada la subdivisión en las herencias

- la flexibilidad en la cantidad de trabajo invertido en concordancia con el mayor o menor uso de mano de obra familiar

Con lo anterior, la lógica campesina difiere de la del sector agroindustrial en función de su racionalidad: el campesino para su supervivencia maximiza fundamentalmente su renta agrícola familiar y no su ingreso neto (Nuñez & Díaz, 2006; González, 2015).

Por otra parte, la línea marxista sustenta que los procesos de diferenciación social resultarán en la desintegración de los campesinos, bien sea en agricultores capitalistas o trabajadores asalariados rurales (Boltvinik, 2012; Mora, 2008); sin embargo, desde esta escuela es posible explicar también la persistencia campesina. Según Ellis (1996), el capital es un motor que empuja a los campesinos a su reproducción simple, por la captura del excedente generado y la disminución del valor de su trabajo, como consecuencia de las innovaciones que disminuyen el precio de sus bienes. Como sustenta Boltvinik (2012), el patrón estacional de trabajo, propio de las actividades agropecuarias desarrolladas por los campesinos, es la bitácora que sostiene su te-

sis, que el mismo autor sintetiza de la siguiente manera: “el capitalismo agrícola sólo puede existir en simbiosis con campesinos pobres, dispuestos a (y urgidos de) vender su fuerza de trabajo algunos días al año” (p. 24).

Un análisis de los enfoques propuestos permite comprender que la comprensión de la persistencia del campesino se sustrae a la aproximación conceptual con la cual se aborde; esta situación genera, necesariamente, limitaciones en función de abstracciones de la realidad propias de un marco conceptual determinado. Reconociendo lo anterior, y en consonancia tanto con el aparatage metodológico (análisis dialéctico actores sistema) como con la concepción del investigador respecto al cambio paradigmático, el estudio propone abordar al campesinado como un colectivo que, si bien, como propone Chayanov, tiene una dinámica que le ha permitido perpetuar su supervivencia, ha sido afectado sensiblemente por los embates y contradicciones del capital, que ha amenazado su espacio desterritorializando y recreando nuevos territorios en función de su lógica. Con lo anterior, y reconociendo que la tierra para el campesino la tierra es un espacio que

trasciende su caracterización física y objetiva, la embestida del capitalismo agrario ha propiciado que lógicas disímiles al capital, como las propias del colectivo campesino, propicien mecanismos para resistir –consciente e inconscientemente– en aras de su persistencia<sup>9</sup>.

## 2.5 Una comprensión del territorio desde la dialéctica espacial

El territorio además de ser un espacio que ha sido valorizado instrumentalmente (bajo el aspecto ecológico, económico o geopolítico), también lo es culturalmente. En el proceso de valorización, la interacción social diaria entre los habitantes permite que el territorio sea, significado, transformado y vivido. En el territorio se inscriben las características de quienes lo habitan y por lo tanto también es

---

9 La economía moral de los campesinos ofrece elementos para explicar su persistencia. Si bien es cierto, características propias de su dinámica –bien expresadas por Chayanov– obedecen a racionalidades heterodoxas para la economía convencional y sustentan estrategias de supervivencia, también lo es que su precaria posición frente a las élites lo hacían no solo trasgredir lo moral, o mejor, violar lo “normativamente” aceptado, sino posibilitar el germen de la reacción ante el estamento dominante. Como señaló Larson (1992) en su crítica a la economía moral “En fin, en la historia como en la vida real la economía moral nunca fue rígida o muy estática” (p. 97).

fuerza de los recuerdos (Hernández, 2011, p. 3).

Para la comprensión del territorio rural es esencial trascender las interpretaciones cartesianas del espacio –propias de la geografía teórica cuantitativa<sup>10</sup>–, con aproximaciones que admitan no solo el estudio de eventos complejos, difícilmente reducibles por la metodología científica positivista, sino también propios de otra lógica (González, 2015)<sup>11</sup>.

Los estudios de geografía urbana desarrollados por Lefebvre (1974) son también una herramienta valiosa para comprender los procesos socio-territoriales existentes en el ámbito rural. Siguiendo Lefebvre, el espacio es un producto social; cada sociedad y, en consecuencia, cada modo de producción concibe su espacio particular. De acuerdo con Ramírez (2004), para Lefebvre existen dos espacios, el teórico y el práctico o empírico, es decir, el espacio como producto social incorpora, a su vez, las acciones

sociales de individuos que actúan en él. Con esta premisa, Lefebvre propone que cada sociedad crea un espacio donde confluyen tres esferas en una dialéctica a menudo conflictiva pero indisociable.

Con lo anterior, las representaciones del espacio, o el espacio concebido por científicos y planificadores, en función de las relaciones de producción vigentes converge con el espacio de representación, o experimentado plenamente por los habitantes, y con las prácticas espaciales que integran el espacio percibido por las personas<sup>12</sup>. Particularmente, los espacios concebidos y vividos serían difícilmente comprendidos desde las herramientas cuantitativas geográficas, esto es, cartográficas<sup>13</sup>. Como se puede inferir, el territorio campesino, un espacio construido con elementos objetivos pero muy especialmente subjetivos que, a su vez, explican la singular racionalidad del grupo humano que lo conforma, puede comprenderse desde la óptica de la dialéctica espacial.

---

10 Influenciada por el positivismo, la geografía cuantitativa no solo se adscribe al modelo cientificista propio del positivismo, sino marca la entrada del espacio como objeto principal de estudio geográfico. (Delgado, 2003).

11 Los eventos en cuestión cargan un equipamiento de forma y contenido incapaz de ser estudiado por el enfoque científico convencional.

---

12 Una dialéctica socio-espacial es un enfoque para el análisis de las formaciones sociales capitalistas y de concertación social. En ningún momento, para transitar el espacio –por sí mismo– a un nivel de objeto científico ni de forma autónoma respecto al análisis de las formas de producción (Soja, 1980).

13 La cartografía utilizada predominantemente, desde la institucionalidad, y relacionada con el espacio cartesiano o limitrofe.

La Tabla 1 muestra algunos de los eventos de la agricultura campesina entendidos en el ámbito de la triada de Lefebvre. Cabe destacar que esta aproximación aunada a la mirada

puramente científicista de las representaciones espaciales, toma en consideración prácticas subjetivas con alta significación, evidenciadas en los espacios vividos y percibidos.

**Tabla 1.** La dialéctica espacial y la agricultura campesina

Espacio	Ejemplos de eventos
Práctica espacial (Espacio percibido)	Caminos reales que comunican a unidades de minifundio
Representaciones del espacio (Espacio concebido)	Cartografía temática de usos de suelo
Espacios de representación (Espacio vivido)	Casa comunal de la vereda: espacio de reunión donde se desarrollan actividades con una fuerte carga emotiva

**Fuente:** Elaboración propia con base en Urrejola (2005), Ramírez (2004) y Lefebvre (1974).

### 3. Conclusiones

Los modelos de desarrollo en el espacio rural no pueden ser ajenos a la complejidad de esta porción geográfica; en especial, actores como los campesinos, que históricamente han construido su territorio, tienen lógicas distantes a las propias de la política pública y a sus procesos de intervención en lo rural. Es necesario un marco conceptual que se aproxime a los imaginarios objetivos y subjetivos que soportan el territorio campesino. Reconocer que el espacio tiene un significado

que trasciende su concepción cartesiana es una exigencia perentoria; de esta manera, es necesario proponer nuevas aproximaciones que se acerquen a las múltiples lógicas que lo han cimentado. La geografía, como ciencia comprometida con el estudio del espacio, aporta elementos valiosos para el desarrollo rural; en particular, la dialéctica de la espacialidad, al reconocer múltiples espacios, se acerca a la complejidad del mundo rural y permite un marco conceptual apropiado para la intervención en él.

## Referencias

- Andrade, L., Rios, S., y Torres, G. (2012). Análisis prospectivo de la estructura agraria en Chile basado en un modelo de Dinámica de sistemas. *X Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas*, pp. 1-8. Buenos Aires.
- Bendini, I., y Steimbregger, N. (2010). Dinámicas territoriales y persistencia campesina. *Revista Transporte y Territorio*, 3, 59-78.
- Boltvinik, J. (2012). Pobreza y persistencia del campesinado. *Mundo siglo XXI*, 8(28), 19-39.
- Braun, J., Swaminathan, M. S., & Rosegrant, M. (2004). *Agricultura, seguridad alimentaria, nutrición y los objetivos de desarrollo del milenio*. Washington: IFPRI.
- Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia: Unibiblos.
- Ellis, F. (1996). *Peasant Economics. Farm Households and Agrarian Development*. Cambridge University Press.
- Fair, H. (2009). Contribuciones desde el post-estructuralismo lacaniano al debate epistemológico sobre la objetividad y la neutralidad valorativa. *Revista de filosofía*, 27(63), 35-63.
- Fernandes, B. (2004). Cuestión agraria: conflictualidad y desarrollo territorial. *Seminario Lincoln Center Institute*. Harvard University.
- Franco, A., y De los Ríos, I. (2011). Reforma Agraria en Colombia: evolución histórica del concepto. Hacia un enfoque integral actual. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 8(67), 93-119.
- García, A. (1982). *Modelos operacionales de reforma agraria y desarrollo rural en América Latina*. San José de Costa Rica: Fondo de Cultura Económica.
- García, M. (2012). *Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años*. La Plata, Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.
- González, W. (2015). Economía campesina y territorio en las políticas de desarrollo rural. *Revista Guillermo de Ockham* 13 (2), Artículo IN PRESS.
- González, W. (2009a). *Educación y entorno en la ingeniería agronómica*. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- González, W. (2009b). La permanencia de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia: una interpretación desde la economía campesina. En *Tercer congreso colombiano de horticultura*, p. 112. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias hortícolas.
- Harvey, D. (2004). El nuevo imperialismo: acumulación por desposesión. Buenos Aires: CLACSO.

- Hernández, L. (2011). Geografía de los territorios rurales. *Revista catalana de geografia*, 16(42), 1-7.
- Jong, G. (2008). *Análisis regional, estructuras agrarias y estrategias de desarrollo regional en la fruticultura del Alto Valle de la cuenca del río Negro*. Tesis doctoral en Geografía. Universidad Nacional de La Plata.
- Larson, B. (1992). Explotación y economía moral en los andes del sur. *Historia crítica*, 6, 75-97.
- Lefebvre, H. (1974). *The Production of Space*. Londres: Blackwell.
- Machado, A. (2002). *De la estructura agraria al sistema agroindustrial*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos.
- Machado, A. (2003). *Ensayos sobre seguridad alimentaria*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mora, J. (2008). Persistencia, conocimiento local y estrategias de vida en sociedades campesinas. *Revista de Estudios Sociales*, 29, 122-133.
- Núñez, I., y Díaz, S. (2006). *Innovación en la comunidad y economía campesina*. México: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación.
- Pecht, W. (1976). Estructura agraria y dinámica de la población en Brasil y México. *Demografía y economía*, 10(2), 254-283.
- Pérez, E. (2001). Hacia una nueva visión de lo rural. En G. Giarraca (Comp.), *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* pp. 17-29. Buenos Aires: Clacso
- Ramírez, B. (2004). Lefebvre y la producción del espacio. Sus aportaciones a los debates contemporáneos. *Revista Veredas* 5 (8), 61-73.
- Rosati, G. (2011). *Desigualdades y estructura social: producción, reproducción y cambio*. Buenos Aires: IV Jornada de jóvenes investigadores Gino Germani.
- Teubal, M. (2001). Globalización y nueva ruralidad en América Latina. En Giarraca, N. (comp.): *¿Una nueva ruralidad en América Latina?*, pp. 45-64. Buenos Aires: Clacso.
- Tobasura, I. (2009). De campesinos a empresarios: la retórica neoliberal de la política agraria colombiana. *Agronomía*, 17(1), 21-34.
- Urrejola, L. (2005). *Hacia un concepto de espacio en antropología*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Valdez, J. (1997). *Procesos agrarios en Cuba*. La Habana: Felix Varela.

*Recepción: 31 de agosto de 2015*  
*Evaluación: 31 de marzo de 2016*  
*Aprobación: 4 de abril de 2016*

# Aproximación a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a megaproyectos de infraestructura<sup>1</sup>

Approach to the Management of Land Use in Colombia Against Large Infrastructure Projects

---

**Jahir A. Gutiérrez O.<sup>2</sup>**  
**Gleidy A. Urrego E.<sup>3</sup>**  
**Jefferson Carmona M.<sup>4</sup>**

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

Gutiérrez, J., Urrego, G. & Carmona, J. (2016). Aproximación a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a megaproyectos de infraestructura. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 127-150.

- 
- 1 Este artículo es producto del proyecto de investigación "Evaluación Geoestratégica del Departamento del Chocó en el Marco de las Trampas del Subdesarrollo: El G-8 AID para el Departamento del Chocó", del Grupo de Investigación Observatorio Público, financiado por la Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia.
  - 2 Economista de la Universidad de Medellín, Colombia, Ph.D. en Administración Pública, Atlantic International University (AIU), Honolulu, USA. Magíster en Desarrollo, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Estudios en Especialización de Sistemas de Información Geográfica, Universidad San Buenaventura (USB), Medellín, Colombia. Investigador, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Tecnológico de Antioquia. Institución Tecnológica de Antioquia. jagogutierrez@gmail.com
  - 3 Magíster en Hábitat, Universidad Nacional de Colombia. Administradora Pública, Escuela Superior de Administración Pública, ESAP. Institución Tecnológica de Antioquia. gleidy.urrego@gmail.com
  - 4 Administrador Público, Escuela Superior de Administración Pública –ESAP–. Estudios en Políticas Públicas con Enfoque en Derechos Humanos, Ministerio del Interior y Justicia –ESAP–. Institución Tecnológica de Antioquia. jefersoncm8@gmail.com

## Resumen

Con el objetivo de aproximarse a la gestión del ordenamiento territorial (OT) en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura, el artículo desarrolla una revisión bibliográfica y analiza su aplicabilidad, concluyendo que se requiere la concepción de la planeación del ordenamiento territorial nacional, y que un congruente ordenamiento territorial podría resolver los problemas territoriales a escala urbano-regional en materias y disposición del uso del suelo, necesarios en los megaproyectos de infraestructura. Se concluye, además, que el ordenamiento territorial debe alentar la formación de cartas de navegación espacial, geográfica y territorial a escala nacional, departamental y local para auspiciar los proyectos de infraestructura que impactan las disposiciones del uso, ocupación y apropiación del territorio, y que, de paso, estos puedan intervenir en la discusión sobre la finalidad y configuración del territorio desde el orden jurídico hasta lo sociocultural.

**Palabras clave:** megaproyectos de infraestructura, ordenamiento territorial, planificación territorial.

## Abstract

This paper develops a bibliographic review and its applicability analysis considering an approach to the planning of Colombian land management, facing today's infrastructure megaprojects. This leads to the conclusion that a national territorial planning conception is required and that suitable planning could solve the territorial problems at the urban, regional and national scale, with sufficient and suitable land disposition, which are necessary for both social and economic developments. This includes agricultural, industrial, urban and reserve areas, improved by adequate infrastructure projects. Additionally, the territorial planning should encourage the spatial, geographic and territorial formation charts, at the national, departmental and local levels, in order to sponsor the infrastructure projects that impact the territorial use, occupation and appropriation dispositions. At the same time, it can intervene in the discussion over territorial use and configuration, from the legal aspects to the social and cultural spheres.

**Keyword:** infrastructure megaprojects, territorial planning, management planning.

## 1. Introducción

El objetivo de este artículo de reflexión es aproximarse a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia, que ha jugado un papel en el campo de la legislación, por lo menos, en lo atinente a la promulgación de leyes destinadas a materializarlo. No obstante, es un poco abrumador plantear que, a pesar de ello, es insuficiente la gestión del territorio en el país, y que ha sido complicado definir un plan nacional de ordenamiento territorial que genere pleno interés, en especial, frente a los megaproyectos de infraestructura; asimismo, se atienden como un hecho común las múltiples tensiones a las disposiciones de los usos del suelo y, de paso, no ha podido resolverse el tema vinculado a la disposición y ocupación del suelo que, de manera integral, debería darse al territorio nacional a la hora de programar proyectos de infraestructura.

La estructura jurídica provista<sup>5</sup> para el campo del ordenamiento territo-

rial no solo tiene dificultades para determinar las competencias en el ámbito local entre los municipios y las diferentes corporaciones ambientales, sino también para mediar como mecanismo para entender el tema desde el orden nacional. Temas circundantes con este, como infraestructura, mercado de tierras, producción y transformación productiva, se toman de manera aislada a la hora de complementar las directrices postuladas en el ordenamiento con las que se requieren puntualmente; es decir, prevalece una amplia desorientación en lo que implica el componente sustantivo de los aspectos que debe contener un plan de ordenamiento nacional y la manera como debe derivarse a escala departamental y municipal.

La política nacional de ordenamiento territorial, a cargo de lo que implica la disposición y usos del suelo (agricultura, reservas, asentamientos humanos, entre otros), es un tema de la realidad nacional que no ha podido materializarse; se habla de fundamentos y sustento legal, pero, en realidad, cada caso o situación que alerta sobre la manera como es aprobada, intervenida o transformada alguna parte del territorio indica que se tiene como mampara una inoperante legislación de ordena-

5 En cuanto a normatividad referida a ordenamiento y planificación territorial en Colombia se tiene: Ley 9 de enero 11 de 1989; Constitución Nacional de 1991, artículos 58 y 288; Ley 388 de julio 18 de 1997; Decreto 150 de 1999; Ley 507 de 1999; Decreto 932 de 2002; Decreto 1337 de 2002; Decreto 1788 de 2004; Decreto 3600 de 2007; Decreto 4065 de 2008; Ley 1454 de 2011; Decreto 3680 de 2011.

miento, que más concuerda con otra forma de división política nacional que un trabajo que efectivamente señale los quehaceres sobre los que podrían atenderse los requerimientos territoriales a establecerse.

La concepción nominal a la que ha estado expuesto el territorio ha servido para que este sea considerado un bien que no amerita mayor detalle a la hora de analizarlo y evaluarlo. En cierta medida, la discusión del territorio se problematiza desde muchas vertientes. La geografía clásica lo plantea como una superficie conformada por agua, tierra y espacio aéreo, que desde las ciencias políticas y el derecho corresponde a un orden jurídico, como elemento en la concepción de Estado, determinado por fronteras y una jurisdicción. Por otra parte, desde la geografía crítica se propone el territorio como una construcción sociocultural, una trama de significados y relaciones políticas, sociales y culturales, y es visible en la medida que se logre distinguir lo material (asociado con la distancia-localización o receptáculo) y lo social, es decir, entre las cosas y sus acciones (Santos, 1999).

La discusión planteada por la economía con relación al papel constante registrado por el territorio ha

servido para que sea considerado como componente institucional, más que como un bien de disposición, uso o valor, que en poco contribuye para elevar el carácter que de la mano de la institucional se subroga a este a la hora de servir para la extracción, la intervención o la transformación en distintos escenarios de trabajo, en los que necesariamente caben la infraestructura y los proyectos internacionales. Por tanto, deben converger en la planificación territorial la discusión y la problematización del enfoque del territorio, a partir de la norma constitucional, las leyes, los gobernantes, los actores políticos, socioculturales y económicos, bajo dos ejes: el orden jurídico y las posturas diferenciales frente a la apropiación y configuración del territorio.

En este sentido, la infraestructura civil e ingenieril en todos los escenarios, en especial la de mayor alcance, carece de un mapa de navegación claro para dar tránsito efectivo y real a los proyectos previstos en los programas internacionales de Banco Mundial en materia de construcción y edificación de los megaproyectos de infraestructura. La articulación de estos temas obedece a la pregunta: ¿es posible

la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura? En esa medida, en el presente escrito los megaproyectos de infraestructura se inscriben en dos planos territoriales: el primero es la localización hecha a través de la cartografía, es solo un punto de referencia para ubicar las probabilidades de desarrollo de los proyectos en el país, y el segundo son las condicionantes ecológicas y socioculturales de la realidad de cada uno de los puntos localizables, particularmente, los de mayor calado, los cuales presentan dificultades que restringen su consecución rápida. Si, efectivamente, se contara con un plan de ordenamiento nacional en el país, no tendrían espacio las exaltaciones o las querellas presentadas a favor o en contra de la ejecución de diversas obras importantes para el país, que, para los no entendidos, dicho plan no puede utilizarse como mecanismo de solución pública estatal.

## **2. Fundamentos de la interrelación entre el ordenamiento territorial nacional y los megaproyectos de infraestructura**

El ordenamiento territorial tiene como propósito evidenciar las

condiciones y características del territorio frente a las perspectivas de la población en cuanto a la planeación; más que linderos jurídicos, trata de compatibilizar las intervenciones de los territorios con la capacidad territorial para absorberlas; a su vez, se convierte en un mecanismo para la disposición, gestión y usos del suelo, con los que debe mantenerse el equilibrio territorial. No obstante, el ordenamiento solo se entiende, en el caso colombiano, como la manera de permitir accesos al territorio sin mayores reparos, con la sola la entrega de autorizaciones, licencias o permisos. Expone el Área Metropolitana del Valle del Aburrá:

La importancia de aplicar y desarrollar mecanismos de intervención en el suelo con el fin de vincularlos en obras públicas y proyectos estratégicos, radica en que el Estado debe extremar sus esfuerzos para ser eficiente en el uso de los recursos públicos y recuperar las plusvalías que él mismo genera (2010, p. 172).

El esperado marco jurídico general de ordenamiento territorial en Colombia es otra de las tareas incumplidas por los legisladores del país,

que dejan la discusión sobre los territorios a cuenta del análisis de la disposición de la población frente al voto. Es cuestionable que el ordenamiento solo sea concebido como tutela de gestión en ciudades o lugares de mayor concentración poblacional, y que, para el caso de las áreas pequeñas o rurales termine siendo más bien un elemento administrativo que no pasa a hacer parte de la trazabilidad que en materia de gestión territorial debería encumbrar la atención, precisamente, por lo que implica para ellas en cuanto a los usos de los recursos.

La compatibilidad entre los planes de desarrollo local con los planes de ordenamiento territorial de manera estructural es esquiva en la realidad nacional. La sola prevalencia de versiones contrarias en cada administración sobre lo que implica intervenir el territorio desdice precisamente del caudal de análisis que requiere tomar decisiones al amparo del ordenamiento. En Colombia, las administraciones municipales, en especial, toman el territorio con la misma atención que prestan a sus intereses políticos; solo contemplan el territorio desde el ordenamiento, como un espacio en el que puedan compatibilizar sus intereses de gobierno

con los administrados en cada localidad. Analiza Mancero:

Si tomamos en consideración que el subsuelo es de propiedad del Estado, y que los particulares acceden al derecho de explotación del mismo a través de título habilitantes, la determinación de un derecho legal, válido e incontrovertible otorgado por el Estado, es fundamental cuando se busca adquirir derechos en el sector (2012, p. 25).

El recorrido un tanto empinado que deben cursar las obras de infraestructura para asentarse efectivamente en los lugares de oficio es solo una muestra de la desconexión entre las prerrogativas del ordenamiento territorial y las políticas encumbradas en los planes de desarrollo. La sola réplica de la población, si bien es un derecho, escenifica el poco evidente trabajo permanente que debe guiar cualquier interés de perpetrar el territorio para la construcción, edificación e infraestructura, conforme a la prioridad en cada caso. En sí, el territorio pasa a reconocerse desde lo físico y geográfico a lo poblacional-territorial, vínculo que en contados casos es fraguado por los proyectos de infraestructura en general.

Caracteriza Altschuler:

Es decir, que la proximidad del gobierno local respecto del territorio y del tamaño de la población no suponen por sí mismas una mayor interrelación entre el gobierno local y el sector privado o el tercer sector. Sino que muchos casos, por el contrario, en los municipios más pequeños, el nivel de articulación del gobierno con las organizaciones existentes en el territorio, dadas las carencias técnicas e institucionales a que antes hicimos referencia, son muy bajos o nulos. En los casos en que sí se da esta relación, generalmente, no se traduce en acciones orientadas al desarrollo local, sino que trata de prácticas tradicionales de clientelismo o el asistencialismo (2006, p. 6).

La prevalencia del ordenamiento, en tanto composición básica, esquema y plan en propiedad, contemplada para solventar el análisis conforme a la categoría municipal de nivel medio, bajo o alto, respectivamente, no termina por convencer eficazmente a las instancias que deben corroborar el espacio geográfico y territorial municipal con la planeación para el desarrollo

departamental o local. Entre tanto, la mayoría de los mapas sobre ordenamiento terminan por enlistar, solo de manera puntual, las prioridades que una administración conciba para sí sobre lo que debe ser el ordenamiento en cada caso. Por tanto, el ordenamiento continúa bajo la lógica política local condicionante de los principios técnicos en sí. Argumenta Celedón:

Los municipios en desarrollo de la obligación de ordenamiento territorial, deben realizar la clasificación de suelos (urbano, rural, de expansión), definir los requerimientos y localización de las infraestructuras de transporte, vías urbanas, servicios públicos domiciliarios, el manejo de los residuos sólidos, la localización de las viviendas de interés social, los requerimientos y localización de parques, centros de producción, actividades terciarias, y zonas no urbanizables, entre otros asuntos. Las áreas de reserva, protección, ecosistemas municipales, y áreas de recuperación por desastres, son también de competencia municipal, las cuales deben atenderse a través de estos planes de ordenamiento (2006, p. 6).

En tanto, el ordenamiento territorial es de competencia municipal y posibilita los megaproyectos de infraestructura en una lógica de desarrollo local que reduzca desequilibrios socioeconómicos y potencialice los determinantes ecológicos en el ordenamiento y planificación del territorio (artículo 10°, Ley 388 de 1997): áreas de conservación, áreas forestales, áreas protegidas, áreas cuencas, áreas de riesgo, clasificación del suelo, áreas de protección agrícola y áreas patrimoniales. La destinación de áreas para diversas disposiciones y usos, a la par con la indicación de los espacios en los cuales albergar grandes proyectos, hacen parte de las competencias municipales. El propósito del esquema de planeación territorial frente a megaproyectos de infraestructura (ver Tabla 1) habilita las condiciones de intervención territorial conforme a las características geográficas y patrones de ocupación del suelo.

La consecución de un plan nacional de ordenamiento territorial podría convertirse en la primera base para entender los compromisos que en materia espacial y geográfica deberían acoger la mayoría de proyectos de infraestructura. En esta materia, las escalas de ordenamiento

territorial departamental y municipal se cobijan en la política nacional de ordenamiento territorial, donde el departamento consolida a escala regional (más allá de los límites político-administrativos) todos los determinantes ecológicos del artículo 10°, Ley 388 de 1997 de la escala municipal y el tipo e impacto social, ambiental y poblacional de los megaproyectos de infraestructura que incide en ellos. A su vez, orientar toda la infraestructura física-social que despliega los megaproyectos, de manera que sean aprovechables las ventajas comparativas.

Por su parte, el municipio valora y somete todo megaproyecto de infraestructura realizable en su territorio a los principios de la Ley 388 de 1997 en su artículo 2°: 1) La función social y ecológica de la propiedad. 2) La prevalencia del interés general sobre el particular. 3) La distribución equitativa de las cargas y los beneficios. Esto evidencia la tensión que emerge entre los diferentes grupos poblacionales los tipos de megaproyectos, los sistemas determinantes en la planificación del territorio y las escalas de ordenamiento territorial basadas en una división demográfica.

**Tabla 1.** Escalas del ordenamiento territorial frente los megaproyectos de infraestructura

Escalas OT	Sistemas determinantes en la planificación del territorio	Megaproyectos de infraestructura	Tensiones territoriales en torno a los megaproyectos de infraestructura (grupo poblaciones, especialmente Comunidades Indígenas y Afro descendientes)
<p><b>1. Plan de Ordenamiento Territorial POT más de 100.000 hab.</b></p> <p><b>2. Plan Básico de Ordenamiento Territorial entre 30.00 y 100.00 hab.</b></p> <p><b>3. Esquema de Ordenamiento Territorial menos 30.000 hab.</b></p>	<p>Equilibrio entre el sistema natural y sistema artificial que comprende:</p> <p>1. Sistema natural: Estructura ecológica: corredor ambiental equilibrio eco entre factores bióticos y abióticos. y comprende los determinantes ecológicos del artículo 10°, Ley 388 de 1997.</p> <p>2. Servicio ambientales: son los beneficios proporcionados de forma natural y se generan de la estructura ecológica.</p> <p>3. Sostenibilidad: Sistema artificial: lo urbano, intervenciones en infraestructura</p>	<p>Energía (Embalses -hidro-energéticos, transporte (vías), suministro de agua y saneamiento, servicios urbanos, telecomunicaciones, petróleo, gas, minería. De acuerdo al Banco Mundial es buscar mejorar la prestación de servicios de infraestructura, a través de reformas, creación de inversión en activos físicos para el desarrollo de los países.</p> <p>Los tipos de infraestructura se enmarcan en el cumplimiento de los objetivos del milenio, a su vez, la alianza de los sectores público y privado en materia de asesorías, políticas públicas y fortalecer la coordinación de donantes que promuevan infraestructura (Banco Mundial, 2004)<sup>6</sup></p>	Cambios en los usos del suelo urbano-rural
			Propiedad, uso y gestión de la tierra
			Conflictos socioambientales por el uso y disposición del agua, suelos de conservación y reservas campesinas para la agricultura
			Disputa por recurso minero -energéticos
			Conflicto, violencias, desplazamientos

Fuente: ?????

6 "Acceso a obras de infraestructura, calidad y necesidades de financiamiento: Aunque existe un consenso generalizado respecto de la importancia de las obras de infraestructura, persiste la poca claridad en relación con el acceso, la calidad y las necesidades de financiamiento para estos servicios. Por ejemplo, en las zonas rurales de países de ingresos bajos, solo el 20 % de la población tiene acceso a electricidad. Este desafío se ve agravado por la mala calidad de los servicios disponibles. Una comparación entre los países de ingresos bajos y los países de la OCDE arroja el doble de cortes de energía, cuatro veces más cortes de agua, diez veces más desperfectos en las líneas telefónicas y sólo el 29 % de caminos pavimentados en los primeros en comparación con más del 80 % en los segundos. Un estudio del 2004 realizado en siete países de América Latina sugiere que la mala calidad de la infraestructura pública es responsable de la efectividad de sólo el 74 % respecto de los países industrializados y que el costo a largo plazo relacionado es equivalente a cerca del 40 % del ingreso per cápita.

Solo con grandes inversiones se podrá conquistar el desafío de aumentar el acceso a buenos servicios de infraestructura. Las estimaciones actuales indican que las necesidades de financiamiento suman alrededor del 7 % del PIB en todos los países en desarrollo, tanto para gastos en nuevas inversiones como para mantenimiento. Las necesidades de financiamiento en los países de bajos ingresos pueden llegar al 9 % del PIB. Una comparación entre la inversión real en el pasado y las tasas de gastos para inversiones y mantenimiento (en promedio cercanas al 3,5 % del PIB en todos los países en desarrollo) con las exigencias proyectadas, apunta claramente hacia la necesidad de duplicar el financiamiento real para obras de infraestructura. Por ende, se necesitan muchos más recursos para aumentar el acceso a buenos servicios de infraestructura" (Banco Mundial, 2004).

Ello se traduce en: 1) Grandes proyectos de interés nacional y departamental que condiciona la planificación local. 2) Relación del suelo/subsuelo, el primero de propiedad privada y el segundo propiedad estatal, ejemplo: minería frente los usos del suelo. 3) Consolidación de los determinantes ecológicos imperantes en todo el megaproyecto más allá de los suelos de proyección. Establece Revéz:

La Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) debe repensar instrumentos simplificados y articulados entre los diferentes órdenes territoriales y el sector privado para fortalecer la democracia y la sociedad civil, dando solución a varios tipos de conflicto, reasignar funciones del Estado y articular en el territorio las competencias del Estado Providencia, del Estado Estratega, del Estado Protector y del Estado Regulador de Riesgos. Es prioritaria la creación del Ministerio del Ordenamiento Territorial para anticipar la aparición y profundización de los conflictos territoriales, para proponer estrategias de polos de competitividad dentro del marco de las APP y eliminar la paranoia normati-

va intergubernamental. En esta parte se presentan algunos de los conflictos territoriales emblemáticos que surgieron por la “inflación exponencial” de concesiones petroleras y mineras y el mal manejo de los derechos especiales de uso y ocupación del territorio nacional. Debe crearse un Banco de Conflictos Territoriales (BCT) que ilustre las experiencias exitosas y fallidas de manejo de conflictos en el territorio (2013, p. 17).

Los proyectos de infraestructura están a la intemperie en cuanto a la posibilidad de emprender obras y culminarlas con éxito. Más allá de las concesiones, legalidades, pólizas y requisitos, el suelo sobre el que tratan de desempeñar sus labores aún no goza de argumentos técnicos sobresalientes sobre los cuales advertir o, definitivamente, no poner en marcha ningún tipo de iniciativa. Es sumamente criticable que en el país se fomente el desarrollo de grandes proyectos cuando de manera paralela se tienen dificultades para establecer los argumentos sobre los cuales extender dichas obras, escollo que no han podido superar los proyectos, generalmente, y que se convierte en un lastre para su efectiva gestión.

### 3. Metodología

El método utilizado en este estudio es descriptivo, a partir del objetivo de aproximarse a la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura, desde la articulación entre el ordenamiento territorial y la programación de proyectos de infraestructura. El diseño del estudio se basa en dos fases: i) etapas de revisión bibliográfica, informes y normatividad sobre ordenamiento territorial y megaproyectos de infraestructura, y ii) análisis de su aplicabilidad. Se basa en dos categorías centrales: territorio y megaproyectos, con dos variables: ordenamiento jurídico del territorio e infraestructura.

### 4. Resultados

#### 4.1 Aproximación a la evaluación de la capacidad territorial para absorber los impactos de los megaproyectos de infraestructura

La incorporación de proyectos en distintas áreas y zonas implica una evaluación amplia en cuanto a lo que atañe a la capacidad de absorción territorial de ellos. No bastan las constantes réplicas dirigidas a promulgar la trascendencia de las

obras; el proceso de internalización de ellas es tarea que corre por cuenta de todos los actores involucrados en ellas. Incluso, por fuera de los términos entre el inicio y la finalización de la obra, la gerencia de proyectos debe dedicar parte de su trabajo a continuar divulgando el alcance, el logro y la transversalidad de las obras construidas, temario que aún no hace parte de los recursos administrativos y financieros en los que se entrelazan los beneficios y costos establecidos en los procesos de contratación. Explica Celedón:

La Ecoeficiencia, como proceso y metodología ambiental y productiva, gracias a su aplicación exitosa en las actividades económicas, hace su ingreso firme en el terreno público, en especial, en los sectores que mayor impacto generan en el bienestar de la población: el sector de las infraestructuras urbanas, entendidas éstas como aquellas estructuras físicas, que le brindan soporte a las actividades y funcionamiento indispensables para la vida urbana (2009, p. 5).

El contexto en el que se disertan los temas inherentes a los megaproyectos de infraestructura está más del

lado de los cuestionamientos y los procesos legales que de la lógica argumentación destinada a conge-  
niar las perspectivas embarcadas en los proyectos. En dicho sentido, la gestión territorial de los proyectos no hace parte de la gerencia técnica de ellos, por cuanto se asume que en estas circunstancias los amparos jurídicos y legales contienen los elementos requeridos para que las obras tengan respaldo. No obstante, los proyectos solo tienen respaldo a la luz de los requisitos que han de cumplir, que como la mayoría de precondiciones no advierten de los altibajos y problemas que puedan presentarse en obra. Establece el Banco Interamericano de Desarrollo:

Por sus características de multiplicador en todo el aparato productivo, en términos de encadenamientos en otros sectores productivos, la infraestructura tiene un efecto directo sobre el crecimiento, la productividad y la integración. Para el caso colombiano, con una geografía tan difícil, una mejor infraestructura permite reducir las barreras naturales para la comunicación, el transporte y el intercambio con el fin de incrementar el aparato productivo en los mercados internacionales (2000, p. 193).

Es tarea de los departamentos y municipios disponer de áreas geográficas y territoriales saneadas de toda condición. La animadversión presentada con cada ejecución o puesta en marcha de obras podría superar el perfil mediático si se extendiera el alcance de las obras programadas o previstas por cuenta de las autoridades componentes. El estudio sobre los proyectos solo obedece al componente ingenieril y técnico, y muy poco a los lineamientos y trazabilidad que por cuenta de estos deben integrarse a las exaltaciones presentadas por la población; esto último implica un costo de transacción y de externalidades que, al parecer, no está en las cuentas de nadie, por cuanto ni siquiera las toman en cuenta. Ejemplariza el Consorcio GTZ/Fundeco/IE:

La información recabada para cada uno de los países permitió realizar un análisis FODA sobre la relación entre megaproyectos y biodiversidad en la región. Entre las principales debilidades encontramos que todavía no existe un buen nivel de interacción entre las dependencias de las instituciones públicas que manejan los temas de biodiversidad con las que manejan

los temas del desarrollo; no hay un concepto unificado sobre la función específica de un EIA, como herramienta que integra la biodiversidad en los proyectos, aunque la gestión de la biodiversidad en megaproyectos ha tenido mejor atención para algunos sectores más grandes, como los energéticos (petróleo y gas), mineros o de transportes. Los países de la subregión, en general, todavía no poseen sistemas en funcionamiento de valoración económica de la biodiversidad, situación que hace que los impactos de los megaproyectos no pueden ser valorados de manera adecuada (2002, p. 5).

El perfil dado a los planes de desarrollo departamental y municipal continúa en la margen de las expectativas y sueños establecidos por quien asume el poder, dejando el territorio en el espacio de repositorio sobre el cual pretenden ahincarse dichas perspectivas. A pesar de la alusión e ilustración mimetizada en representaciones espaciales y geográficas, los territorios, en particular los municipios, tienen por fuera los patrones de integración que al alcance de ellos generan los proyectos establecidos desde el orden central, nacional y

regional. En general, los planes de desarrollo no recogen las cargas territoriales creadas por los proyectos de infraestructura, y menos los impactos que podría traer a escala local y regional. Arguyen Silva y Gonzáles:

Los desafíos sociales, políticos y económicos que hoy todavía son vigentes en los países en vías de desarrollo requieren de procesos complejos e innovadores que permitan transformar los sistemas de administraciones locales y regionales, en gobiernos que aseguren la participación ciudadana estructurada, que asignen recursos con visión de largo plazo, que permitan el ordenamiento del territorio y el uso eficiente de los recursos naturales disponibles. Asimismo, es primordial que generen un desarrollo económico territorialmente más equilibrado, y la toma de decisiones que conlleven mejorar las condiciones para el desarrollo humano y social de la población (2010, p. 90).

La ejecución de los megaproyectos no pasa por el diálogo, la evaluación y la prescripción de las autoridades y la población municipal

en donde tienen asiento, impacto o trascendencia; a cuentagotas son desarrolladas algunas actividades informativas y de interacción cuando las obras se encuentran en marcha, y detrás de ellas quedan dificultades que deben pasar a revisión de los hacedores de los proyectos, dificultades que emergen a medida que la obra provoca animadversiones o pretensiones de todo tipo. Es poco factible que aflore el éxito de un proyecto de obra o infraestructura cuando la gerencia de proyectos es poco evidente o visible en general. Expone Lozano:

Cuando a un inversionista o a un pequeño productor se le presenta un precio de oferta descubre que cuenta con muy pocos elementos técnicos o económicos para argumentar una contrapropuesta; aunque generalmente se le ha presentado un valor circunstancialmente establecido. Para mejorar el proceso de toma de decisiones acerca de las potenciales inversiones agropecuarias y para el desarrollo de proyectos de infraestructura que impulsen el desarrollo regional, es indispensable que el inversionista conozca de antemano *cuáles son las variables que inciden en el comportamiento del mer-*

cado de las tierras y, segundo, cuál es *el peso que ellas tienen* en la determinación del precio final (2007, p. 2).

En manos de las autoridades y de la población de donde tienen lugar los proyectos de infraestructura está la oportunidad de establecer los puentes de trabajo entre el territorio y los interesados en poner en marcha los proyectos. El sobresalto que acontece entre la población y los ejecutores del proyecto es el espacio que propicia el no trabajo permanente de los diferentes entes que deben responder en cada paso con lo que acontezca en atención a los episodios presentados en los proyectos. Se debe articular la ejecución de los proyectos con los diferentes actores que inciden en la consecución, obra y terminación de ellos, y que deben generar elementos de permanente estudio, gestión y análisis. Ejemplariza Páez:

La mayoría de las corporaciones autónomas regionales no han realizado una ordenación forestal que les permita a saber: - ¿Qué sucede con sus ecosistemas boscosos?; ¿Cómo están siendo transformados?; ¿Qué se ha perdido y se está perdiendo en estos ecosistemas?; ¿Qué

procesos ecológicos sociales y ambientales, ocurren cuando se presentan transformaciones ocasionadas por actividades antrópicas o por factores naturales?; ¿Cuál es su capacidad de ejecución en la gestión del riesgo ante la transformación negativa de estos ecosistemas?; ¿Cuál es la tasa de pérdida anual de bienes y servicios ambientales con estas transformaciones? (2010, p. 91).

La evaluación profunda sobre lo que implica acceder o permitir el ingreso de diferentes actores para la generación de proyectos de carácter territorial debe superar el proceso propio coonestado en consultas o referendos. El estudio constante de lo que implica para un municipio establecer o admitir la presencia de diferentes proyectos de infraestructura en diversas zonas obliga, necesariamente, a establecer criterios de trabajo sobre los cuales atender los diversos contextos sociales, económicos y políticos sobre los que el proyecto se desenvuelve, lo cual debe correr por cuenta, precisamente, de las autoridades territoriales, que deben estar al tanto de los impactos que desde diferentes ámbitos genera la consolidación de megaobras en los

diferentes territorios. Analiza Gonzáles:

Las comunidades indígenas y afro descendientes se preguntan por las obligaciones y responsabilidades que tienen las empresas o proyectos de inversión, con la sociedad, las comunidades y los derechos humanos de los grupos que se relacionan directamente con alguno de los componentes de los negocios que se piensan emprender o se están desarrollando. Las respuestas a estas preguntas han dado lugar a muchos debates e incluso es un tema de discusión actual de las Naciones Unidas y en su Comisión de Derechos Económicos y Sociales. Preguntas para reflexionar: ¿Cuáles son las obligaciones del Estado y cuáles de las empresas?; ¿Ante quién tienen que responder las empresas si cometen un abuso o son cómplices de violación de algún derecho?; ¿Qué responsabilidad corresponde a los planes de desarrollo e inversión del Estado cuando afectan territorios y planes de vida de comunidades indígenas o afro descendientes?; ¿Qué derechos pueden reclamar las comunidades étnicas frente a programas de inversión

que afectan sus condiciones de existencia? (2011, p. 109).

Es inconcebible que entre diferentes autoridades y entidades dedicadas a la gestión de proyectos desde los frentes ambientales, ecológicos, políticos y de planeación, prevalezcan, además de desavenencias, diversas versiones frente a lo que implica autorizar, permitir o emprender proyectos de infraestructura. Es esta situación discordante la que indica el momento de desatención o pesadumbre que deben sobrellevar los diferentes actores interesados en llevar a cabo los proyectos de infraestructura, para los que las respuestas o salvedades parecen saltar más por las desavenencias de los estudios que por criterios juiciosos y profundos sobre los que pueda atenderse la versión de otras fuentes, con el propósito de poner a disposición y en detalle lo que implica emprender el proyecto.

#### **4.2 Disposición y usos del suelo de los territorios para la construcción de megaproyectos de infraestructura**

La disposición de suelos para los frentes de proyectos de construcción e infraestructura de grandes

obras no hace parte de la oferta que se tiene por el momento para ellos. En esencia, la mayoría de los programas de proyectos no tienen, básicamente, el reconocimiento del terreno sobre el cual se intervendrá. Es una situación preocupante, si se considera que los proyectos tienen unos tiempos en las distintas etapas que pueden alargarse cuando la dotación básica, como el propio suelo, ni siquiera está dispuesto o negociado de manera efectiva para llevarlos a cabo. Es controversial que se ofrezcan distintos proyectos sin contar con la oferta de suelos al día. Considera Sassen:

Una tendencia principal evidente en todo el mundo es la formación de escalas urbanas crecientemente grandes, las cuales en cierto momento pueden ser descritas como mega-regiones. A menudo, ellas son simplemente vistas como más de lo mismo –más personas, mas paisajes urbanos interminables. En su aspecto más elemental, la mega– región resulta del crecimiento de la población en un contexto geográfico donde ciudades y áreas metropolitanas se mezclan entre sí. Y esto, en efecto, conduce a infraestructuras interregionales, notable-

mente transporte y electricidad, y varias formas de planificación y coordinación regional, como puede ser observado hoy. Pero, ¿son estas condiciones, que implican una versión expandida de las economías de urbanización, todo lo que hay que considerar? (2007, p. 11).

Al no disponer de la oferta de suelos necesarios para el tránsito de los megaproyectos de infraestructura, deben alentarse las propuestas dirigidas a la programación de proyectos en los diferentes campos de trabajo, y que esta matriz, igualmente, tenga espacio de revisión por diferentes actores interesados, más que en los detalles ingenieriles, en las consecuencias presentadas en los suelos expuestos a la intervención directa o a los impactos indirectos. El suelo contemplado en el área de intervención del proyecto, al igual que los interconectados con él, implica para todos ponderar los alcances y propuestas que de manera directa atraen la ejecución del proyecto o, incluso, su parálisis. Analiza Maldonado:

La Ley 388 de 1997, o Ley de desarrollo territorial, establece una serie de instrumentos con los que pretende cumplir objetivos

diversos y complejos. Se puede afirmar que uno de sus principales méritos es el de plantear una articulación más explícita entre plan e instrumentos de gestión del suelo que la que existía en la Ley 9ª de 1989. Más aún, podría decirse que más que una simple ley de planeación o de ordenamiento físico o territorial es una ley del suelo (2006, p. 1).

El suelo dispuesto para la ejecución de obras e infraestructura del país está por fuera del alcance del Estado y de los concesionarios interesados en desarrollar los proyectos. En cada tramo que logran avanzar, los proyectos deben atender dificultades propias de la adquisición de predios y, de paso, el licenciamiento para que estos cambien la forma de tenencia a la que respondían, para que terminen adheridos a los proyectos relacionados. En Colombia, los suelos para la infraestructura es un tema que logra en la actualidad atención, por cuenta de los problemas que en cuanto a indemnización, pagos y valorización de predios continúan debilitando los recursos ofrecidos para el trámite de la obra, pero no para el pago de suelos. Argumenta Jaramillo:

Otro grupo importante de instrumentos de gestión del suelo y de imposición de la propiedad inmobiliaria no tiene como referente el precio total del inmueble o el precio total del suelo, sino sus incrementos. El aumento del precio del suelo, que normalmente se manifiesta también como aumento del precio del inmueble construido, se le conoce con la palabra de origen francés, plusvalía, que tiene aquí el sentido del precio de un bien, el término que tiene además la connotación de que este aumento, es algo inmerecido (2009, p. 336).

La oferta de suelos para proyectos relevantes en el país no hace parte del análisis que de manera clara debe ser atendido por el Estado antes de emprender cualquier proceso de concesión, licitación o proposición de un proyecto. El denominado interés público nacional aún no atiende las condiciones mínimas a las que debe apuntar la disposición de suelos para la elaboración de los proyectos; en contraste, los altos costos para adquirirlos, derivados de las plusvalías generadas por el interés que crean las obras o por la puesta en marcha de ellas, es el elemento en cuestión que se

analiza a la hora de disponer de los suelos necesarios para cimentar los proyectos. Contextualiza Herrera:

Es justo mencionar que estas recomendaciones de políticas deben estar acompañadas de procesos de participación pública que tomen en cuenta a las comunidades que se ven afectadas con la puesta en marcha de proyectos tendientes a mejorar la situación de la tenencia de la tierra. Las discusiones sobre políticas de tierra no se pueden hacer sin considerar la realidad presente tanto en el campo como en las ciudades. Para lograrlo es necesario organizar programas de consulta a la sociedad civil. Esto también está relacionado con el grado de voluntad política y capacidad financiera que tienen los distintos entes involucrados en implementar la infraestructura necesaria, especialmente la inversión para modernizar y descentralizar servicios de registro y catastro. En la mayoría de los casos, el financiamiento de los gobiernos deberá estar acompañado de contribuciones externas, lo cual podrá originar preocupación entre los diseñadores de políticas públicas, pues no siempre se puede contar con

los montos requeridos por parte de la banca multilateral o donantes bilaterales para satisfacer las expectativas nacionales. Será por lo tanto necesario acudir a mecanismos innovadores de financiamiento compartido entre organismos del sector público e instituciones del sector privado que se vean favorecidas con la presencia de sistemas de propiedad modernizados (2006, p. 10-11).

La economía del suelo para la disposición y uso de diferentes actividades productivas, que implican la transformación del territorio a escala de los megaproyectos de infraestructura, no hace parte del andamiaje de análisis presupuestales y administrativos en los que deben involucrarse las autoridades, los municipios y las empresas interesadas en llevar a cabo proyectos. En realidad, la poca información que se tiene frente a este rubro de inversión en proyectos, precisamente, es el principal obstáculo que deben sortear todos los sectores, aunque la posición individual y marginal es la que garantiza la manera como cada uno decide atender dicho bache: el Estado negociando los predios, la comunidad expo-

niendo sus querellas y las empresas a portas de demandas.

La valoración económica del suelo hace parte de las tareas pendientes de la administración departamental y municipal, particularmente rural, del país. En esta valoración han sido articuladas algunos impuestos, como catastro o predial, que están más al tanto de las construcciones y edificaciones de carácter familiar o comercial, que de una amplia determinación de lo que implica asentar impuestos desde las características y condiciones del suelo. La clasificación del suelo no hace parte de los elementos revisados por los definidores de impuestos, de allí que, cuando comienzan a adquirirse los predios alrededor de los proyectos, no se conoce ciertamente el valor de ellos. Establecen Sciara y otros:

El Banco Mundial, en su informe sobre Infraestructura de 1994, se centra en la infraestructura económica y la define como aquella que abarca lo siguiente: *servicios públicos* (es decir, energía eléctrica, telecomunicaciones, abastecimiento de agua por tubería, saneamiento y alcantarillado, recogida y eliminación de residuos sólidos

y suministro de gas por tubería); *obras públicas* (como carreteras y obras importantes de presas y canales de riego y drenaje) y *otros sectores de transporte* (como ferrocarriles urbanos e interurbanos, transporte urbano, puertos y vías navegables y aeropuertos). También se la puede definir en función de la propiedad de los activos, identificando la infraestructura con el stock de capital físico en manos del Estado. En muchos estudios econométricos se adopta esta definición, para evitar dificultades en la medición del capital de infraestructura en manos del sector privado; en el caso argentino, sería una definición muy limitada, ya que existe una amplia gama de servicios públicos privatizados (2004, p. 6).

En cada tipo de megaproyecto de infraestructura acontece un fenómeno similar: disputas sobre la disposición y los usos del suelo, altos costos de los predios adquiridos y desavenencias entre diferentes autoridades, que, de manera mediática, avalan o reprochan cualquier situación presentada. El problema de la generación de proyectos de interés nacional está sustentada en la vulnerabilidad que cargan por

cuenta de los improvisados elementos y mecanismos de gestión que, a la par con los propios de la infraestructura, deben evidenciarse en cuanto a la gestión administrativa y la gerencia de los proyectos en el frente del suelo y los territorios dispuestos para ello, en donde la labor supera el marco ingenieril. Expresa Carrillo:

La causa fundamental de la incomodidad de minorías y la preocupación del Gobierno es la ausencia de reglas de juego en implementación de la consulta previa. Esta es un mecanismo de enriquecimiento cultural, cuyo gran desafío es encontrar el equilibrio entre un aspecto económico y los aspectos propios de las comunidades. La consulta previa y el proceso no son ni serán un obstáculo para el desarrollo (2013, p. 17).

Es primordial que las empresas de construcción, infraestructura y megaproyectos destaquen la administración y gestión de suelos antes, durante y después del desarrollo de los grandes proyectos. En esencia, es de destacar que cada éxito obtenido en este frente puede servir de elemento de trabajo para los diferentes actores, en tanto contempla

la labor que de manera directa deben acometer las compañías para hacer de las grandes obras un marco de gestión para cualquier otro tipo de intervención que se apreste para un mismo tratamiento o complementario a este. El conocimiento en materia de gestión de suelos y proyectos es una tarea que no ha sido cumplida por las grandes empresas de ingeniería del país.

## 5. Conclusiones

Es necesario problematizar la gestión del ordenamiento territorial en Colombia frente a los megaproyectos de infraestructura, lo que, indudablemente, abarca la normativa en materia de planificación territorial, para valorar los impactos de las intervenciones a escala urbano-regional y no a simple escala municipal. A su vez, se requiere dimensionar los megaproyectos de infraestructura a la luz de los determinantes ecológicos estipulados en el artículo 10° de la Ley 388 de 1997, y no solo de las disposiciones del uso del suelo.

El ordenamiento territorial debe alentar la formación de cartas de navegación espacial, geográfica y territorial a escala nacional, departamental y local, para auspiciar

los proyectos de infraestructura que impactan las disposiciones del uso, ocupación y apropiación del territorio, y, de paso, para que estas cartas puedan intervenir en la discusión sobre la finalidad y configuración del territorio desde el orden jurídico hasta lo sociocultural. El acusado señalamiento en el tema corresponde a que gran parte de lo atenta contra la buena gestión de los proyectos corre por cuenta de la manera como las empresas, o el propio Estado, atienden las gestiones y los riesgos financieros y administrativos embarcados en los megaproyectos en materia de disposición y usos del suelo.

Los concesionarios de infraestructura y megaproyectos deben profundizar en materia de gestión de proyectos, en particular, en cuanto a suelos, población (afectación de grupos indígenas, afrodescendientes y demás) y territorio (sistemas naturales); en cada caso, más allá de la cuestión del proyecto, lo que inquiete a la población debe ser lo que aliente la gestión del proyecto. La combinación entre el gerente social y el gerente técnico del proyecto es crucial para que se tenga éxito en el tiempo. La definición de un marco propio de gestión de las empresas podría resolver más pro-

blemas que los puntuales, que en la mayoría de los casos es lo que se cuestiona con cada proyecto en mención.

El Estado nacional deben alentar y disponer recursos para que las autoridades locales y regionales, además de las corporaciones encargadas de administrar o gestionar los impactos territoriales, desarrollen mecanismos de gestión tras los que puedan evaluar en el tiempo los alcances, elementos y prerrogativas

que deberían acompañar los proyectos en sus diferentes etapas. La tarea cumplida hasta ahora por las autoridades locales y regionales y las corporaciones continúa siendo requisitoria, que en cualquier caso cualquiera podría cumplir; el problema radica en que no se conoce una evaluación plena de la manera como la comunidad atiende, evalúa y reciben los impactos de los megaproyectos por encima de las consultas previas.

## Referencias

- Altschuler, B. (2006). *Municipios y desarrollo local. Un balance necesario*. Buenos Aires: Espacios.
- Área Metropolitana del Valle del Aburra (2010). Mecanismos de Intervención del Suelo (171-204). En: *Instrumentos de Gestión Urbana* (pp. 1-247). Subdirección de Planificación Integral.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2000): Un nuevo impulso para la integración de la infraestructura regional en América del Sur. Recuperado de: <http://www.iadb.org/intal/publicaciones/infraestructura/>.
- Banco Mundial. (2004). Reseña sobre la infraestructura. Recuperado en: <http://www.bancomundial.org/temas/resenas/infraestructura.htm>
- Carrillo F. F. (2013). Vueltas con la consulta previa. *El colombiano, Opinión*, jueves 21 de febrero, p. 17.
- Celedón, P. C. (2009). *Ecoeficiencia e infraestructuras urbanas en Colombia*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Consortio GTZ/ Fundeco/IE (2002). *Estrategia Regional de Biodiversidad para los países del Trópico Andino. Impacto de Megaproyectos de Infraestructura*. Banco Interamericano de Desarrollo.

- González P. C. (2011). *Renta minera, petróleo y comunidades*. Bogotá: Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz, Indepaz.
- Herrera L. M. (2006). *El estado de la información sobre tenencia de la tierra para la formulación de políticas de tierra en América Latina*. Organización de los Estados Americanos, Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.
- Jaramillo, S. (2009). *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*. 2.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Lozano, R. (2007). *Factores que inciden en el precio de las tierras de uso agrícola*. Coastal Areas and Land Administration – Building the Capacity. 6th FIG Regional Conference. San José, Costa Rica 12-15. November 2007, 1-17.
- Maldonado. M. (2006). *Instrumentos de gestión del suelo. Algunos elementos del contexto*. Notas de clase Instrumentos de Gestión del Suelo. Bogotá: Universidad de los Andes y Universidad Nacional de Colombia.
- Mancero, B. G. (2012). *Adquisición de empresas en el sector minero y petrolero colombiano*. Colección de estudios en derecho minero y energético #4. Departamento de Derecho Minero Energético. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Páez, R. A. (2010). *Bosques nacionales. Soporte de diversidad biológica y cultural. Informe preventivo*. Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público y Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. Colección de Asuntos Ambientales N.º 9. Procuraduría General de la República de Colombia.
- Revéiz, E. (2013). *El Estado estrategia para el ordenamiento territorial*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Económicas.
- Santos, M. (1999). El territorio: un agregado de espacios banales. Panderero M. y Cebrián F. (Coords.): *América Latina: lógicas locales, lógicas globales* (p. 31- 39). Cuenca: Ed. Universidad de Castilla La Mancha. Colección Estudios.
- Sassen, S. (2007). El reposicionamiento de las ciudades y regiones urbanas en una economía global: ampliando las opciones de políticas y gobernanza. Instituto de Estudios Urbano Regionales. *Revista Latinoamérica de Estudios Urbano Regionales*, 33(100), p. 9-34. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sciara Á., Raposo I., Cafarell S. y Brun C. (2004). *Infraestructuras y desarrollo regional*. Novenas Jornadas “Investigaciones en la Facultad” de Ciencias Económicas y Estadística, noviembre 2004. P. 1-19.
- Silva H. J. y Gonzales S. D. N. (2010). El SIG en el corazón de Colombia. En: IGAC-ICDE, *Sistema de Información Geográfica* (pp. 89-97). Bogotá: Imprenta Nacional.

*Recepción: 5 de diciembre de 2015*  
*Evaluación: 29 de marzo de 2016*  
*Aprobación: 29 de abril de 2016*

# Análisis geo-histórico del proceso de urbanización en América del Sur: de la ciudad indoamericana a la ciudad neoliberal

Geo-Historical Analysis of the Urbanization Process in South America: From the Pre-Columbian to the Modern Neoliberal Period

---

Jorge Andrés Rivera Pabón<sup>1</sup>

Para citar este artículo utilice el nombre completo así:

Rivera, J. (2016). Análisis geo-histórico del proceso de urbanización en América del Sur: de la ciudad indoamericana a la ciudad neoliberal. *Perspectiva Geográfica*, 21(1), 151-178.

## Resumen

Este artículo examina, desde una mirada diacrónica, estructural y endógena, el proceso de urbanización en América del Sur, teniendo como principales elementos de análisis la estructura del poblamiento y las dinámicas urbanas acaecidas desde la fase de desarrollo precolombino hasta el periodo actual, de orden neoliberal; para ello, se desarrolla una metodología cualitativa que utiliza como técnica investigativa la revisión documental de información histórica, geopolítica y cartográfica, y, como fuentes primarias, el trabajo de campo y la fotografía.

**Palabras clave:** América del sur, geo-historia, procesos de poblamiento, urbanización.

---

<sup>1</sup> Doctor en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental, Universidad de Barcelona. Docente del Departamento de Historia y Geografía, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Caldas, Colombia. Miembro del Grupo de Investigación Territorialidades. [jorgeandres.rivera@ucaldas.edu.co](mailto:jorgeandres.rivera@ucaldas.edu.co); <http://riverapabon.blogspot.com.co/>

## Abstract

This paper examines from a diachronic, structural and endogenous view the South American urbanization process, taking as main analytic elements the settlements' structure and the urban dynamics, occurred from the pre-Columbian development stage, to the contemporary period, the neoliberal order. For that purpose, a qualitative methodology is developed that uses the historical, geopolitical and cartographic documental information review as research techniques, and includes fieldwork and photography as primary sources.

**Key Words:** South America, geo-history, human settlement processes, urbanization.

## Introducción

A través del presente análisis geo-histórico se intenta identificar los factores estructurales que dan singularidad y atributos comunes a la urbanización en Suramérica, desde sus albores, en la época precolombina, pasando por su reconfiguración en el marco de la dominación colonial, y ulteriormente por las diversas fases de instauración del capitalismo, concluyendo en su último acápite de globalización neoliberal; es decir, a través del estudio diacrónico de las dinámicas endógenas y de las interdependencias establecidas entre la región y los cambios en el orden económico mundial. Para este fin, se consideran como fundamentos teóricos el enfoque historicista de la geografía cultural<sup>2</sup> y el materialismo históri-

co-geográfico de la geografía radical<sup>3</sup>, siendo estos complementados por el acervo teórico de otras ciencias sociales, la arquitectura y el urbanismo<sup>4</sup>. De esta forma, el análisis se inscribe y gravita en la línea argumentativa de la geografía histórica, al auscultar la influencia de las formas espaciales “heredadas” en las nuevas producciones del espacio.

---

2 Una de las bases interpretativas del artículo es el estudio histórico de los aspectos socio-espaciales que dan singularidad a los procesos de urbanización en América del sur. Para tal efecto, se contempla la *tendencia historicista* de la escuela de geografía cultural de Berkeley, la cual dejó una influencia decisiva en la América hispánica-tropical, verbigracia, el aporte intelectual de James Parsons, quien estudió en su obra sobre la *colonización antioqueña en el occidente colombiano*, el desarrollo económico y urbano de Medellín a partir del paso de la actividad artesanal a las grandes compañías de textiles, metalúrgicas, de cementos y bebidas, entre otras. En definitiva, como lo hace notar Horacio Capel (2002, p. 30), desde la tradición de la geografía cultural se generó una serie de estudios dedicados a los *paisajes culturales*, al igual que “a la evolución histórica de la ciudad y las etapas de la formación del plano urbano, con las principales

---

*fases de crecimiento*”. De manera complementaria, se destacan los argumentos planteados por uno de los autores emblemáticos de la Geografía Histórica a nivel continental, como es Pedro Cunill Grau. Precisamente, este autor ha abordado el estudio de los tipos de poblamiento, las redes urbanas y el hábitat subintegrado de las ciudades latinoamericanas (citado con base en: Hiernaux, D; Lindón, A. 2006, p. 107).

3 A través del análisis dialéctico del materialismo histórico-geográfico, se indaga en la evolución de los procesos de poblamiento y urbanización en América del Sur en relación con las fases del desarrollo de la economía mundo: precolonial, colonial, nacional-republicano y de globalización neoliberal. Igualmente, se incorpora como factor clave para comprender la lógica de funcionamiento del proceso de urbanización, el papel de la acumulación capitalista (citado con base en: Santos P, J. M. 1992, p. 10). En este orden de ideas, se examina el rol que cumplen los agentes sociales en la dinámica inmobiliaria y el crecimiento urbano, la segregación residencial, etc. (citado con base en: Lois, R.C. 2012, p. 28).

4 En el estudio urbano para el subcontinente, se valora la influencia que han tenido desde la década de los setenta las orientaciones críticas de arquitectos, urbanistas, sociólogos y economistas como Roberto Segre, Jorge Enrique Hardoy, Nora Clichevsky y José Luis Coraggio, en Argentina; en Ecuador, Fernando Carrión; en Colombia, Orlando Sáenz, Fabio Velázquez y Jacques Aprile-Gnisset, entre otros. En Brasil, Chile y España, respectivamente, Fernando Henrique Cardoso, Enzo Faletto, Manuel Castells y Jordi Borja, entre otros.

En suma, el objetivo de este artículo es presentar un análisis multitemporal del proceso de urbanización en Suramérica, que permita avanzar en la comprensión crítica de su evolución, tal como se esboza de manera detallada a continuación.

## 1. La ciudad indoamericana

La existencia del fenómeno urbano en el continente americano, contrario a lo que se piensa usualmente, es un proceso de larga duración, que encuentra sus raíces más profundas y antecedentes iniciales en las ciudades construidas hace 2000 años, en una serie de regiones densamente pobladas y con una tradición agrícola propia de los denominados *pueblos testimonio*<sup>5</sup> de las sociedades imperiales americanas<sup>6</sup>. Justamente, tal como lo indica el arquitecto y especialista en las ciudades precolombinas, Jorge Enrique Hardoy (2009, p. 35), “el proceso urbanístico en América no nació con la conquista. Es un pro-

ceso que se desarrolla desde hace más de veinte siglos y en el que actualmente participan los descendientes de los centros ceremoniales”.

De igual modo, los geógrafos María Asunción Martín Lou y Eduardo Múscar (1992, p. 86) esbozan, con relación al modelo de ocupación precolombino en América del Sur, que debido a la extensión del subcontinente, este estaba habitado por pueblos de características diferentes. En general, se establecen tres grandes áreas que reflejan el grado de desarrollo social de los grupos humanos que las ocupaban, cuya organización será un aspecto decisivo para el establecimiento del modelo colonial subsiguiente (Figura 1).

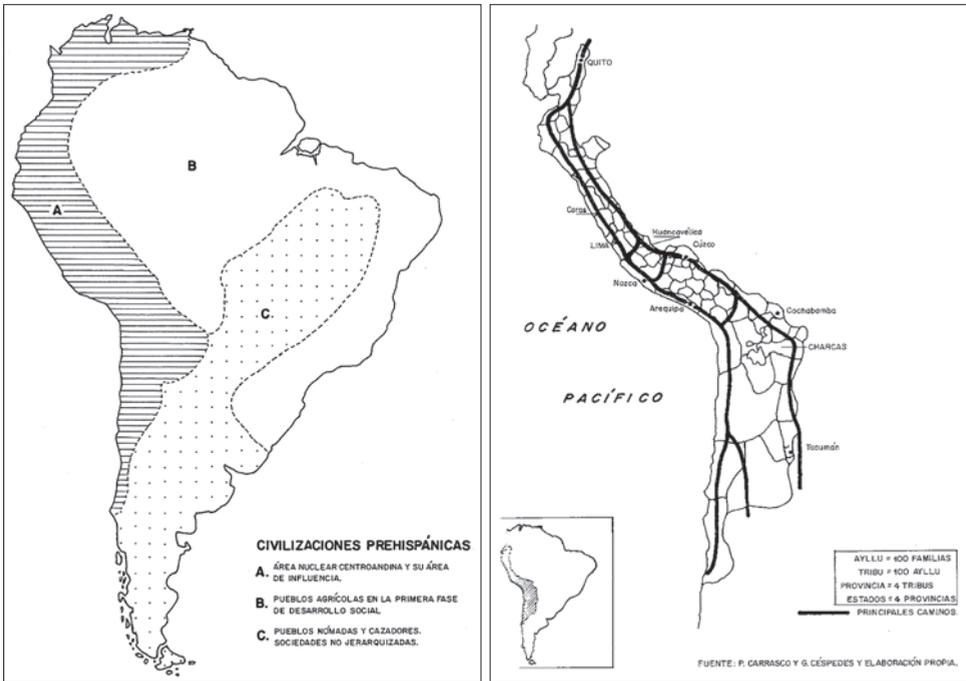
Así, en la estructura de poblamiento *de los pueblos originarios* se distinguió el incaico, que se extendía desde la cordillera de los Andes hasta la fachada pacífica. Por el contrario, en el resto de la región, a pesar de la amplia distribución de comunidades indígenas, no se presentó un modelo de dominación espacial, entre otras razones por el nivel primario de organización que las caracterizaba. Ahora bien, para el área nuclear centro andi-

5 Los *pueblos testimonio* son los sobrevivientes de las altas civilizaciones autónomas que sufrieron el impacto de la expansión europea, son el producto de la acción traumatizante de aquella expansión. Entre estos se cuentan los localizados en el Altiplano Andino (Bolivia, Perú, Ecuador). Citado por: Ribeiro D. En: Segre, R. 1996, p. 13, 14.

6 Citado con base en Hardoy, J. E. En: Segre R. 1996, p. 45.

na sobresale como característica fundamental las *localizaciones en altura*, como es el caso de Machu Pichu. Aparte de esta condición, el territorio incaico funcionaba de acuerdo con el esquema *centro-periferia*, que generaba mayor pro-

vecho para el centro, en este caso Cuzco, capital del imperio. Este modelo de ocupación espacial *centrípeto* se articuló a través del sistema de caminos y conexiones entre los poblados precolombinos.



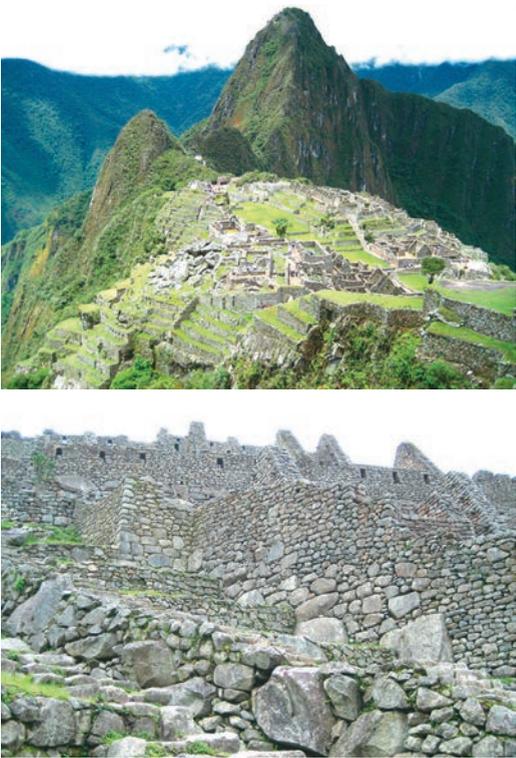
**Figura 1.** Espacialidad de las civilizaciones prehispánicas, red de caminos y modelo centrípeto de dominación espacial.

**Fuente:** Martín y Múscar (1992, pp. 67, 83, 89).

Lo enunciado indica que en el marco del desarrollo autárquico de los grupos indígenas en Suramérica se produjeron unas formas de organización social y territorial que tuvieron como corolario espacial la preponderancia del *poblamiento*

*interno*, al tener sus centros de gobierno en zonas del interior, aunque también se constituyeron *asentamientos costeros* de máxima importancia, por ejemplo, Chan Chan en el Perú.

**Tabla 1.** Suramérica. Patrones de asentamientos humanos y morfología urbana en el periodo precolombino

<b>Características generales</b>	
<p>Entre las numerosas expresiones urbanas preincaicas del litoral peruano destacan Chan Chan, la capital Chimú, que fue, entre los siglos XII y XV, una ciudad de considerable superficie y población, formada por once compactos conjuntos amurallados en cuyo interior sus constructores ordenaron regularmente viviendas, plazas, calles, templos, palacios, de formas y disposición estandarizadas. Los incas formaron, además, otras ciudades, siendo la más destacada Cuzco, que irradió influencia junto con otros centros originarios (Pisac, Chinchero, Ollantaytambo, Machu Pichu, etc.).</p> <p>De interés son también las ciudades que construyeron en su expansión territorial, como fueron Huánuco Viejo, Cajamarca, Vilcashuaman, Tumbamba, Quito. No hay que olvidar los Andes menos poblados de Colombia, con centros de poblamiento Chibchas y Guane de la cordillera Oriental, Quimbaya en las laderas de la cordillera Central, etc.</p>	
<b>Patrones de asentamientos humanos - Morfología urbana</b>	
<p>Centro ceremonial de Tiahuanaco (al sur del lago Titicaca): Posiblemente haya sido el primer intento planeado de diseño urbano de escala monumental en Suramérica.</p> <p>Machu Pichu: Careció de un trazado general y su desarrollo estuvo basado en la repetición de ciertos elementos similares que se diferenciaban según los barrios o sectores de vivienda que constituían la ciudad.</p> <p>Varios de estos sectores fueron construidos en relación a rocas, algunas de ellas cuidadosamente pulidas.</p>	

**Fuente:** Elaboración propia con base en Hardoy. En: Segre (1996, p. 46 y 47). Hardoy (2009, p. 419). Martín y Múscar (1992, p. 88). Cunill (1981, p. 212). Fotos: Jorge Andrés Rivera.

En consecuencia, producto de una larga tradición de manejo, uso y apropiación del territorio por las comunidades indígenas en América del sur, se configuró una distribución espacial del poblamiento, en especial en el área centro-andina, que se constituye en la estructura originaria y columna vertebral del sistema actual de ciudades, toda vez que, como lo enuncia Hardoy: “los españoles emplazaron muchas de sus primeras fundaciones sobre las ciudades indígenas y los territorios más densamente poblados que acababan de conquistar” (2009, p. 14).

A continuación, con el propósito de poner en evidencia tanto la superposición del sistema urbano colonial sobre el territorio ancestral indígena y sus asentamientos humanos, como la nueva constitución de una amplia red de poblados de carácter litoral, se presentan las especificidades de la ciudad ibérica en Suramérica.

## **2. La ciudad suramericana en la época de la conquista y colonia ibérica**

En Suramérica se identifica, desde la fase de penetración europea en el territorio indoamericano, la yu-

xtaposición entre la estructura de poblamiento ancestral indígena y el sistema de ocupación espacial ibérico. En este sentido, una explicación de enorme capacidad aclaratoria sobre esta transposición es la realizada por el geógrafo Pedro Cunill Grau, en su texto *La América Andina*:

La época de conquista y colonización española dejó un esquema de distribución geográfica de la población de estas naciones, bastante parecido al poblamiento indígena a finales del siglo XV. Por ello, las mayores concentraciones de población se encuentran superpuestas a las antiguas concentraciones de población indígena: cordillera del litoral venezolano, Andes colombo-ecuatorianos, Sierra y Altiplano peruano-boliviano, Depresión Central chilena. A la vez los españoles fomentaron el poblamiento vertical y periférico en el litoral, buscando una mejor localización de sus puertos para asegurar el vínculo con la metrópoli (1981, p. 92).

Ciertamente, tal como se expone para el área andina, las formas de organización territorial de las culturas precolombinas cambiaron

después del momento de contacto o “*impacto*” de la expansión europea desde finales del siglo XV. Por eso, tras la imposición del paradigma civilizatorio ibérico se generó, en primer lugar, la destrucción de los espacios urbanos indígenas precedentes, sobre los cuales se erigió la *nueva ciudad colonial de altura*<sup>7</sup>, y, enseguida, se instauró un *modelo de ocupación predominantemente costero*, revelado en la conformación de una serie de ciudades portuarias para extraer a través de ellas la riqueza de los territorios dominados.

Esta condición de poblamiento litoral también se dio en Brasil, con

la fundación de los puertos de Olin-da, Porto Seguro, Espírito Santo, Iguaracu, Santa Cruz Calabria, Ilheus y San Vicente. Para esta empresa de instauración colonial, la corona Lusitana recurrió al sistema de capitanías, otorgando enormes extensiones a capitales privados y órdenes religiosas. Así, los donatarios se dedicaron a la plantación azucarera, gestando y consolidando con el tiempo ciudades con gran dinamismo, como Salvador de Bahía, Recife, Pernambuco y Río de Janeiro. A continuación, se describe la especialización funcional del sistema de ciudades de suramérica en la fase colonial.

**Tabla 2.** Funciones urbanas y características del sistema de asentamientos en el periodo colonial

Funciones urbanas	Observaciones generales
Ciudades gestoras de exploraciones y nuevas fundaciones	Se presentan pruebas escritas en los relatos de cronistas de viajes, como Ruy Díaz de Guzmán, sobre el papel que cumplió <i>Asunción</i> (1537) como ciudad gestora de avanzadas colonizadoras y de nuevas fundaciones; igualmente, Martín Alfonso de Souza escribió acerca del rol de <i>San Vicente</i> y de <i>Río de Janeiro</i> , en 1532, en la conquista de nuevos territorios en Brasil.

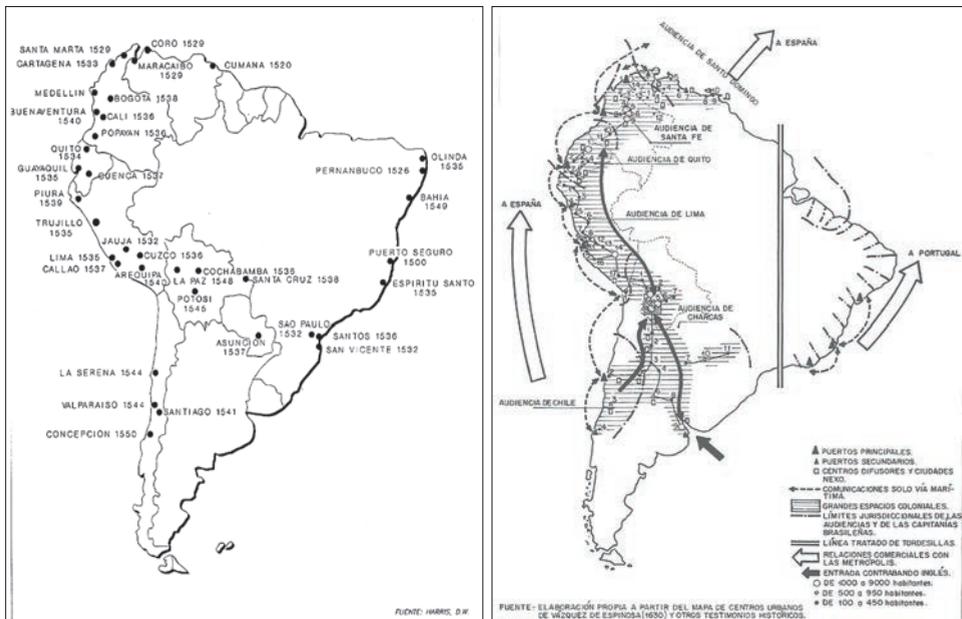
<sup>7</sup> Algunos ejemplos de “ciudades coloniales de altura”, superpuestas sobre un espacio prehispánico son: Pasto (2594 m) y Bogotá (2630 m), en Colombia; Riobamba (2754 m), Latacunga (2771 m) y Quito (2818 m), en Ecuador; Huaraz (3091 m), Huancayo (3271 m), Cuzco (3399 m), Jauja (3410 m), Juliaca (3823 m), Cerro de Pasco (4338 m), en Perú, y La Paz (3632 m), Oruro (3703 m) y Potosí (4040 m), en Bolivia.

Funciones urbanas	Observaciones generales
Ciudades portuarias y comerciales	Estas ciudades “comenzaron como puerto de enlace y terminales de las grandes rutas oceánicas”. Los principales puertos como <i>El Callao</i> , <i>Buenos Aires</i> , <i>Río de Janeiro</i> y <i>Bahía</i> , se constituyeron en centros comerciales y llegaron a convertirse en grandes ciudades. Por ejemplo, entre 1638 y 1642, Río de Janeiro y la Bahía de Guanabara establecieron anualmente hacia Portugal un promedio de 20 a 25 carabelas cargadas de azúcar. Por otra parte, El Callao fue punto clave para el transporte de la plata por el Pacífico, y las ciudades con función comercial en Argentina se correspondían con las instaladas en el interior como apoyo de las rutas terrestres, situación de La Rioja y Mendoza, o las que jalonaron el camino desde el Alto Perú hasta el río de la Plata, como Salta, Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba, al igual que la consolidación posterior de Rosario como gran puerto fluvial interior.
Centros agrícolas, ganaderos y mineros: Ciudades residencia de grandes propietarios	Las ciudades que fungían como epicentros de regiones especializadas en la producción agropecuaria estuvieron amparadas en el modelo colonial de explotación económica del espacio rural, como las “chacras”. Las plantaciones de azúcar, cacao o tabaco se localizaron en los terrenos bajos de las costas atlánticas de Brasil y Venezuela ( <i>Pernambuco</i> , <i>Olinda</i> , <i>Coro</i> ), y pacíficas de Ecuador ( <i>Guayaquil</i> ). Por el contrario, muchas ciudades andinas deben su origen y prosperidad a la explotación de riquezas mineras, ejemplo de ello son <i>Huancavelica</i> , <i>Oruro</i> , <i>Potosí</i> y cientos de pequeños centros urbanos que servían a la minería de la plata, el oro y el cobre.
Poblados de enlace y centros de tránsito	A partir de la necesidad de tejer redes en medio de la compleja orografía andina para conectar las ciudades del litoral con las capitales de altura se forjó un rosario de ciudades que jalonaban rutas interiores. Como ejemplo destaca la que surgió en los valles y altiplanos del Reino de Nueva Granada, como núcleos de interrelación entre el Caribe y el Pacífico. Bogotá incentivó, por ejemplo, el surgimiento de muchos de estos núcleos; igual rol cumplió Quito, desde donde partieron estímulos, que explican fundaciones de varias ciudades del suroeste colombiano como <i>Pasto</i> , <i>Popayán</i> y <i>Cali</i> .

**Pueblos de indígenas**

Los sistemas tradiciones de cultivos obligaban la dispersión de los indígenas, por lo que las nuevas instituciones coloniales exigieron la concentración de ellos en las cercanías de ciudades y villas: *“es necesario que los indios se repartan en pueblos que vivan juntamente y que allí tenga cada uno su casa habitada con su mujer e hijos... La población indígena debía colaborar en las tareas productivas de los españoles bajo un trato servil, motivada, además, por compromisos espirituales”*. Los pueblos de indios tuvieron gran desarrollo en las regiones con alta densidad de población aborigen; en este sentido, las regiones andinas, el noroeste argentino y la región guaraníca fueron las que más testimonio han dado de esta manifestación.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Abreu (2013), Fridman (s.f.), Hardoy. En: Segre (1996, pp. 37-39). Martín, Múscar (1992, pp. 111-132). Cunill (1981, pp. 224, 225).

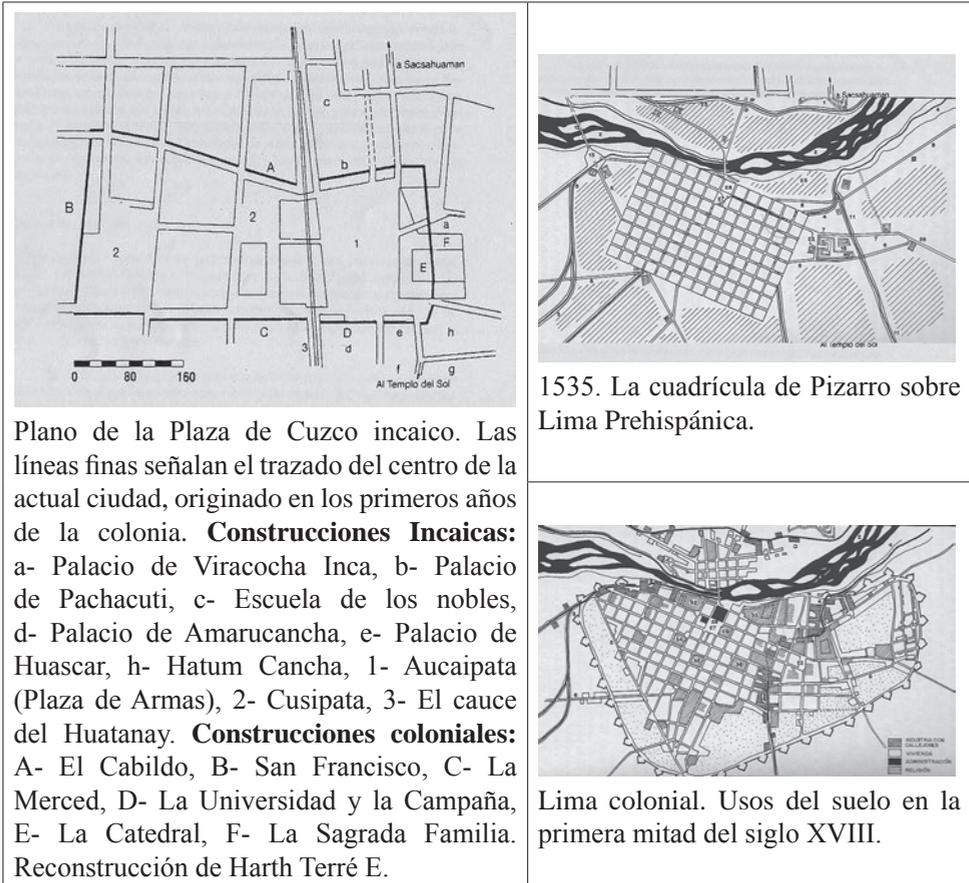


**Figura 2.** Principales ciudades fundadas en la primera etapa de la Colonia (1496-1550). Estructura administrativa colonial, siglos XVI y XVII.

**Fuente:** Martín y Múscar (1992, pp. 99, 117).

Finalmente, la metamorfosis física sufrida por los poblados precolombinos condujo a una transformación cultural indígena, al ser reem-

plazados los templos sagrados por las iglesias cristianas, y las residenciales autóctonas por los cabildos y casonas europeas.



**Figura 3.** Cuzco y Lima. Morfología urbana e imbricación de la ciudad precolombina y colonial.

**Fuente:** Hardoy (2009, pp. 385, 390), Múscar (1992, pp. 66, 132).

### 3. La ciudad suramericana en el periodo republicano

En cuanto a esta nueva etapa histórica, iniciada con los procesos

“emancipatorios” desde la primera mitad del siglo XIX, cabe consignar como factor sobresaliente la reproducción de las formas coloniales de uso del territorio bajo la nueva

división de Estados Nacionales. A este tenor, los diferentes países “*descolonizados*” entraron en una fase de conflictos en torno al modelo de gobierno, la orientación económica y los nexos comerciales en esta nueva etapa “*autonómica*”, lo cual finalizó en un desplazamiento de la supremacía colonial ibérica a la dominación del librecambismo mercantilista inglés y, posteriormente, norteamericano.

En medio de este complejo panorama social, económico y político de nueva dependencia (1830-1860), a nivel de la urbanización se intensifica la primacía y concentración de poderes en las ciudades capitales, de modo que no se producen cambios sustanciales con relación a las modalidades de la colonia. Hasta cierto punto, la diferencia con las formas precedentes se empieza a desencadenar con el aluvión de inmigrantes al área austral del continente en Argentina, Uruguay y sur de Brasil, a partir de 1870 y 1880, cambiando la dinámica de urbanización que hasta ese momento se había adelantado con avances sincrónicos entre los diversos países de América de sur.

Sin duda, la recepción de estas diásporas le dieron un nuevo impulso a

las ciudades portuarias, que, en los últimos tres decenios del siglo xix cobraron mayor importancia y se convirtieron en centros de atracción y arraigo; al mismo tiempo la agricultura, en diversas áreas rurales, también conglomeró y cohesionó población, posibilitando un floreciente periodo fundacional de centros urbanos de carácter interior en territorios baldíos allende las zonas de explotación de herencia colonial. Así se origina un avance significativo en la ocupación de los espacios vacíos: sur de Chile, sur y norte de Argentina, las tierras paulistas, Paraná, Mato-Grosso, Río Grande do Sul en Brasil, etc.

Luego, entre 1900 y 1930, sobrevino la introducción al capitalismo comercial del resto de los países de América del Sur, replicando el modelo de relaciones comerciales inequitativas y permitiendo el acceso monopólico de los principales recursos naturales a los países desarrollados.

En esencia, esta etapa, señalada de manera certera por el economista Paul Singer como de “*dependencia consentida*” (cit. en: Faletto, 2007, p. 51), forjó la concentración de amplios beneficios económicos y políticos a los grupos dirigentes de

la región, al permitir la intervención británica en las economías nacionales. A renglón seguido, se observa en la Tabla 3 la vinculación de los países del sur con los mercados europeos, concretándose desde

el periodo finisecular un intercambio desigual entre los productos de exportación e importación, siendo las ciudades los espacios de acopio, distribución y comercialización de esta dinámica económica.

**Tabla 3.** Modo de articulación de Suramérica al periodo del capitalismo comercial, 1860-1930

<b>Región y países suramericanos</b>	<b>Tipo de producción – actividades económicas</b>	<b>Procesos y relaciones socio-económicas en los sistemas urbanos</b>
Argentina, Uruguay	Sector agropecuario exportador	Fusión de intereses entre la burguesía comerciante platense y los propietarios ganaderos del interior; experimentaron un fuerte crecimiento económico cuyo sector terciario se concentró casi exclusivamente en las capitales, ya en situación privilegiada al ser puertos de exportación.
Chile	Auge productivo centrado en la minería	Relación entre el sector empresarial minero extranjero y la naciente burguesía nacional –como ejemplo se produjo el desarrollo de las empresas salitreras en Antofagasta y Tarapacá–.
Brasil	Sector agrícola exportador, posteriormente complementado con la minería	Imbricación entre la burguesía emergente y los capitales extranjeros para el desarrollo de una nueva agricultura de exportación (café), además de la industrialización de la minería en Minas Gerais, con epicentro en Bello Horizonte.
<i>Países del interior de Suramérica y los del norte del área Andina: Bolivia, Paraguay, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela</i>	Permanecieron casi al margen de la nueva estructura económica. Vinculación tardía a través de la explotación agraria y minera.	Sus respectivas sociedades estuvieron dominadas por la oligarquía terrateniente, así su sistema urbano estuvo reducido a la herencia de la colonia española.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Castells (1974, p. 74), Santos (1973, pp. 49-51).

#### 4. La ciudad suramericana en la fase de modernización

En este periodo, ante la ruptura de los mecanismos del mercado internacional y la limitación de las importaciones en el contexto de la crisis económica de 1929, se produjo un redireccionamiento del modelo productivo en los diferentes países de la región, al impulsar la expansión de la industria para dejar atrás la histórica dependencia del sector primario de la economía. Sin embargo, esta ilusión de autonomía no pasó, en palabras de Singer (cit. en Faletto, 2007, p. 52), de ser una nueva etapa de “*dependencia tolerada*”, en razón a que la impronta de desarrollo nacional a través de la industrialización continuó requiriendo la adquisición extranjera de bienes de capital, de equipos y tecnología, y de capital de inversión.

Además, aunque el Estado ejecutó intervenciones “*modernizadoras*” tanto en el ámbito urbano, con la industrialización, como en el rural, con la implementación de la “*revolución verde*”, los principales beneficiados de estas acciones continuaron siendo las élites nacionales; por consiguiente, el resultado de esta monopolización, en el caso de la agroindustrialización, fue

la coalescencia entre el poder gamonal y los “*nuevos empresarios agrarios*”, quienes usufructuaron las mejores tierras de cultivo, en detrimento de las formas tradicionales de producción campesina, lo que originó la pauperización de esta población y su diáspora masiva a las ciudades.

De esta forma, se puede afirmar que el crecimiento urbano durante esta fase tuvo como factores determinantes, más que la atracción de población ejercida por los puestos de empleo en las industrias, otros condicionantes de *orden económico*<sup>8</sup> y *político*<sup>9</sup> que precipitaron las migraciones rural-urbanas en una intensidad dramática. Un corolario espacial de estos procesos de desplazamiento de población campesina a la ciudad ha sido la localización de estos grupos en los

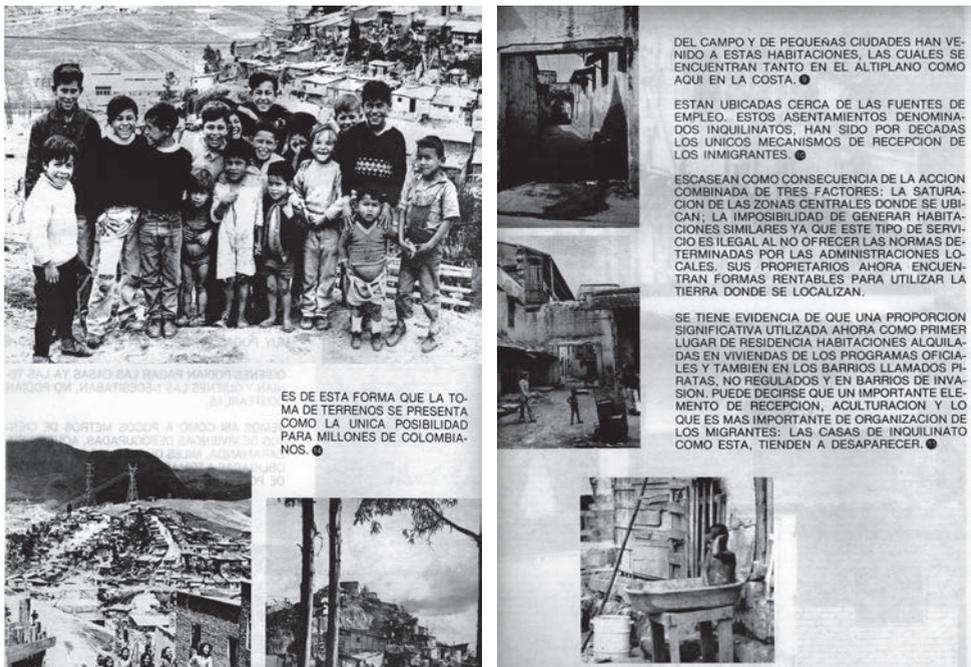
8 La descomposición de las estructuras rurales por la monopolización plutocrática produjo como efecto colateral un crecimiento inusitado de las ciudades en una proporción que superó la creación de empleo formal y la prestación institucional de servicios sociales básicos a la nueva población urbana. Por esta razón, se desencadenó una ampliación de las áreas de exclusión y tensión social constituidas por los inmigrantes rurales en situación de desempleo.

9 Como reflejo de los factores políticos, sobresale el caso de “La violencia” en Colombia, periodo avieso que causó fuertes procesos de desplazamientos rurales hacia las principales ciudades del país. Este fenómeno ha quedado constatado en el incremento de la población urbana (12,8 % en 1938 a 40 % en 1968). Citado con base en: Santos, M. 1973, p. 33

inquilinos y los empobrecidos arrabales periféricos.

Justamente, en representación de la “ciudad precaria y excluyente”, se observa en la siguiente figura el caso del desarrollo marginal en Bogotá, fenómeno localizado tanto en el interior de la ciudad, en áreas constituidas por edificios vetustos del centro histórico, como en zonas

alejadas y mal comunicadas, donde se han extendido los denominados “barrios de invasión”, áreas caracterizadas de manera inexacta desde la planificación urbana como “zonas subnormales”, siendo estos, precisamente, “normales” a la producción de la ciudad no incluyente del modelo de desarrollo subordinado y dependiente que les dio origen.



**Figura 4.** Bogotá. Configuración de la ciudad marginal en la década de los sesenta del siglo xx.

**Fuente:** Revista Escala, año 12, N.º 83. s.f.

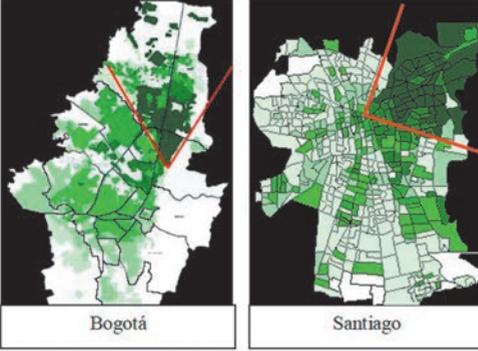
En consecuencia, la naturaleza desigual de la ciudad del periodo de modernización configuró una espacialidad segregada, expuesta

en la construcción de áreas “informales” con gran precariedad social y urbanística, cada vez más representativas en el conjunto urbano,

y, de otro lado, la consolidación de fragmentos de ciudad “formal”, planificados bajo los preceptos del urbanismo racional funcionalista (zonning), con áreas industriales, sectores de servicios y zonas residenciales. Como resultado de estos procesos urbanos de inequidad, se formó una sectorización residencial por clases sociales, ejem-

plificada en las extensas barriadas periféricas y las zonas de tugurios del centro para los grupos sociales de rentas bajas, junto a la localización concentrada en el extremo de la ciudad compacta de los grupos sociales de mayores ingresos, ante su traslado definitivo a nuevos barrios planificados de alto *standing* –cono de riqueza–.

**Tabla 4.** Patrón de segregación del periodo de modernización en Suramérica

<b>Patrón de segregación durante el periodo de modernización</b>	<b>Expresión gráfica</b>
<p>Se configuró un espacio urbano altamente diferenciado, con barrios exclusivos para las clases medio-altas (cono o zona de privilegio –verde oscuro–), zonas residenciales planeadas para la clase obrera (verde medio) y áreas de autoconstrucción para la población no incorporada a las actividades económicas formales (verde claro).</p>	 <p style="text-align: center;">Bogotá                      Santiago</p>

**Fuente:** Tomado de Sabatini y Cáceres (2005, p. 4).

Por demás, aunque la extensión del desarrollo urbano planificado no fue predominante en la morfología de las ciudades, comparado con el crecimiento informal, se destacan ciertas intervenciones, como los bulevares arbolados, los ejes de circulación jerarquizados, el trazado

de supermanzanas, la construcción de unidades habitacionales y la ordenación de los barrios populares, entre otra clase de obras interesadas en lograr una imagen urbana equilibrada, mas no en atender los problemas sociales de los grupos menos favorecidos.

Como evidencia de esta apertura inicial a una nueva forma de pensar la ciudad moderna en Suramérica, se reconoce que el mismo Le Corbusier diseñó los croquis de urbanismo para Bogotá, Río de Janeiro, Sao Paulo y Buenos Aires; a partir

de estas ideas se elaborarían numerosos proyectos urbanos, la mayoría de los cuales no tendrían mayor trascendencia, y otros, como en el caso de Brasilia, llegarían con el tiempo a concretarse.



**Figura 5.** Brasilia. Monumentalidad y zonificación urbana. Áreas funcionales de carácter institucional, ejes de circulación vial jerarquizados, etc.

**Fotos:** Jorge Andrés Rivera.

Más tarde, desde las décadas de los setenta y los ochenta, se produce en el ámbito económico un nuevo ciclo de recesión que marca la crisis del proyecto de modernización nacional a través de la industrialización, vía sustitución de importaciones. Esta situación da lugar a un proceso de reorientación de la política económica, conocida como el “*neoliberalismo*”, que centra su atención en la liberalización de las importaciones, la eliminación de las medidas proteccionistas y el fomento a la radicación de ca-

pitales multinacionales, aspectos que han tenido efectos visibles en la reconfiguración de las ciudades de Suramérica, como se expone a continuación.

## 5. La ciudad suramericana en el periodo neoliberal

En primer lugar, es menester indicar que el modelo neoliberal se caracteriza por la flexibilidad de intervención de los agentes privados en la prestación de los diferentes servicios y actividades requeridos por la población (empleo, seguridad social, vivienda, etc.). De otro lado, como lo enuncia el geógrafo David Harvey en su libro *Breve*

10 En 1956 se decidió trasladar la capital federativa brasileña de Río de Janeiro hacia el oeste con la fundación de Brasilia (capital nacional desde 1960). Citado con base en: Martín L., M. A.; Múscar B., E. 1992, p. 211.

*historia del neoliberalismo*, el rol del Estado se circunscribe a velar por los derechos de propiedad privada a partir de

crear y preservar el marco institucional apropiado para el desarrollo de estas prácticas. Por ejemplo, tiene que garantizar la calidad y la integridad del dinero. Igualmente, debe disponer las funciones y estructuras militares, defensivas, policiales y legales que son necesarias para asegurar los derechos de propiedad privada... (2009, p. 6).

En otras palabras, el Estado debe abandonar las políticas de intervención keynesianas y entregar a los grandes conglomerados multinacionales del sistema financiero, de servicios e industria el cumplimiento de sus funciones o competencias de provisión social y manejo de las áreas estratégicas de las economías nacionales.

Otro aspecto central en el origen del neoliberalismo en la región sudamericana fue la pesada carga de la deuda externa, situación que hizo que los bancos centrales de los países prestamistas –en particular los Estados Unidos– mantuvieran la exigencia de efectuar una mayor transferencia de los excedentes

nacionales hacia los países acreedores, al igual que el pago de los intereses que habían sido diferidos mediante el otorgamiento de nuevos créditos. De esta manera, con el fin de responder a la incapacidad de pago del endeudamiento entre Estados, se traspasó esta deuda a la banca internacional. Sobre este aspecto, Faletto asevera que “la banca privada multinacional desplazó a los prestamos gobierno a gobierno, e incluso a los bancos intergubernamentales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano, etc.” (2007, p. 53).

Además de lo anterior, se impuso, como condición *sine qua non* y punto de partida para la renegociación de la deuda, asumir la doctrina económica neoliberal de desregulación, privatización e inversión extranjera; esto ha generado en la estructura territorial el reforzamiento de la histórica primacía y hegemonía de las capitales o de las principales ciudades en el contexto de la articulación económica nacional-internacional, como también, el consecuente desequilibrio urbano-regional en cada país. Dichas circunstancias se deben, entre otras razones, a que las compañías financieras transnacionales efectúan la gestión e inversión del capital

globalizado en aquellas ciudades donde se ha centralizado el poder a escala nacional y se han fortalecido sus vínculos con la economía mundial; a la par, estas cuentan con las infraestructuras adecuadas y la formación de capital humano competente para obtener los beneficios y tasas de retorno esperadas de las inversiones.

Por otra parte, sobre las repercusiones de la aplicación irrestricta de las medidas neoliberales en las ciudades del continente, se identifican, con diferentes grados de intensidad y presencia espacial, los fenómenos de gentrificación o aburguesamiento de los centros históricos, de las áreas rurales campesinas cercanas a la ciudad y de otras zonas expuestas a la especulación inmobiliaria y la rentabilidad financiera del negocio privado de la construcción; así mismo, la ocurrencia del proceso de metropolización e interconexión superlativa de las ciudades, y por último, en algunas urbes suramericanas, la renovación de las antiguas zonas francas, portuarias, industriales y manufactureras en crisis.

En este orden de ideas, los cambios urbanos están relacionados con la presión económica que produce la

hipervaloración del suelo en sectores de la ciudad estratégicamente ubicados, por el interés manifiesto de inversiones futuras y la segura obtención de ganancias. Entre ellos sobresalen, primero, la desposesión territorial de la población de ingresos medio-bajos, que históricamente ha vivido en barrios del espacio intraurbano, al igual que de las comunidades campesinas que han habitado en los espacios rurales.

Sobre estas dinámicas de elitización, el arquitecto y urbanista Ernesto López-Morales (2013), en su texto sobre la *Gentrificación en Chile*, plantea nuevas perspectivas de análisis con base en una lectura crítica de los aspectos teóricos y empíricos de este fenómeno. Entre sus principales aportes formula que más allá de los cambios estéticos relacionados con la transformación física del espacio aburguesado, es insoslayable entender su carácter estructuralmente económico-político, ya que este es un problema de extracción y distribución desigual, tanto de la ganancia obtenida por el uso del suelo, como del acceso a los bienes públicos urbanos; todo ello posibilitado y, a veces, conducido por el Estado.

Al mismo tiempo, en el espacio metropolitano se viene presentando con intensidad la gentrificación rururbana, dinámica territorial que está relacionada con la conversión a valor de cambio de atributos naturales y sociales, tales como las funciones ecosistémicas del entorno y la calidad ambiental, junto a la belleza escénica del paisaje rural, la experiencia directa con el imaginario campestre y la idealización bucólica del espacio campesino. En efecto, este fenómeno se ha incrementado desde la década de los noventa gracias al desarrollo de los megaemprendimientos inmobiliarios (denominados “*clubes de campo, barrios cerrados, ciudades-pueblo, miniciudades*”, etc.), siendo en general un proceso “no planificado y de alta complejidad”, tal y como lo han definido diferentes investigadores del crecimiento de las metrópolis del continente (Janoscka, 2002; De Mattos, 2004; Prévôt-Schapira, 2002; Ciccolella, 2004, entre otros).

Además, en algunas ciudades, como Bogotá<sup>11</sup>, Santiago de Chile<sup>12</sup>

y Buenos Aires<sup>13</sup>, se viene adelantando la conversión de los antiguos puertos, polígonos industriales y talleres de manufacturas del periodo de impulso “modernizador” –que han quedado abandonados como testimonio del fin de las políticas keynesianas de apoyo a la industria nacional–, a áreas de servicios culturales y de ocio (museos, galerías de arte, librerías, restaurantes, etc.), al igual que a viviendas exclusivas tipo loft o a empresas de Innovación y Desarrollo (I+D, tecnologías de la información, las telecomunicaciones y el diseño de vanguardia).

Este tipo de intervenciones de renovación urbana ponen en evidencia, por un lado, la estandarización y banalización arquitectónica, tras la repetición de los estilos y diseños en las construcciones, y, de otro, el papel fundamental que tiene la planificación urbana posmoderna, que “*no piensa la ciudad en su totalidad*”, sino que favorece el trabajo fragmentario de actuaciones puntuales. De este modo, se

---

11 En Bogotá, nace el Centro Creativo Textura como una iniciativa de reciclar una antigua fábrica textil para dar paso a talleres para artistas y salas de exposición. Citado en: <http://www.centrocreativotextura.com/ques/#>

12 El centro cultural Matucana 100 ocupa las dependencias de las antiguas bodegas de la Dirección de Aprovisionamiento del Estado. Este espacio cuenta

---

con salas de teatro y galería de artes visuales. Véase: <http://www.m100.cl/>

13 El proyecto Puerto Madero S.A. implicó la recuperación de 170 hectáreas, transformando este espacio en un exclusivo centro residencial, gastronómico y de negocios de la ciudad de Buenos Aires. Citado en: <http://www.puertomadero.com/>

propugna idealmente la producción de un espacio urbano contemporáneo, futurista, con la participación

de empresas internacionales en su gestión inmobiliaria, mercadeo y construcción (Figura 9).



**Figura 6.** La ciudad neoliberal. Renovación urbana y ur-banalización.

Fotos: Jorge Andrés Rivera.

En este sentido, al abordar una de las características fundamentales del modelo de la ciudad neoliberal, como es la relación entre el papel del mercado y la configuración urbana, se observa que, ante la monopolización de la oferta residencial por los agentes privados (sistema financiero, promotores, empresas inmobiliarias y constructoras), tanto para los sectores de la población de mayores ingresos —en las áreas o cono de privilegio de la ciudad compacta y en las zonas rururbanas gentrificadas—, como para las clases sociales de bajos recursos económicos —en las periferias urbanas de esfuerzo popular y los bordes de desarrollo espontáneo e informal—, se ha constituido

una morfología urbana dual o “híbrida”, con un crecimiento interno o centrípeto (recentralización de la élite, junto a la densificación de los barrios tradicionales), y un desarrollo urbanístico disperso, difuso o centrífugo (avance de los guetos pobres al espacio metropolitano, más los condominios neo-rurales o segundas residencias rururbanas de confort<sup>14</sup>).

<sup>14</sup> La dispersión de las élites fuera de las áreas tradicionales de concentración es un cambio que se deriva de la concentración del capital y la aparición de los grandes proyectos inmobiliarios en el marco de la liberalización de los mercados del suelo. Hay ciudades más avanzadas en este proceso y otras que casi no lo muestran aún, pero es posible identificar esta tendencia general en la ciudad latinoamericana. También, los propietarios de terrenos periféricos han asumido que sus propiedades ya no están indefectiblemente destinadas a alojar actividades con baja capacidad de pago por el suelo, como la vivienda popular, sino que pueden acoger barrios cerrados, *shoppings*, grandes

Sobre este aspecto, el economista Pedro Abramo propone una nueva categoría explicativa del fenómeno urbano latinoamericano, la ciudad “com-fusa”:

el funcionamiento del mercado del suelo en las grandes ciudades latinoamericanas promueve, de forma simultánea, una estructura de ciudad compacta y difusa. Ello apunta a que las urbes latinoamericanas tienen una estructura generada por un uso del suelo que se compacta y se difunde, o se difunde y se compacta. En este sentido, la producción de la estructura urbana en América Latina concilia las formas compacta y difusa de uso del suelo y, de esta forma, promueve una forma particular: la ciudad “com-fusa” (2012, p. 36).

Dicho de otro modo, la máxima flexibilidad para la actuación privada ha traído grandes impactos como la mayor desigualdad socioespacial urbana. Primero, el mercado formal dirige su oferta a la reducida proporción de población de altos

ingresos, siendo las respuestas del sector inmobiliario para este segmento social cada vez más sofisticadas, con urbanizaciones de altos estándares arquitectónicos, dotadas de seguridad privada, cerramientos, centros comerciales, etc. Segundo, los sectores medio-bajos de la población adquieren también sus viviendas en el mercado formal, aunque condicionados por las opciones existentes; así, el resultado de la acción privada para estos estratos lleva a la conformación de tejidos urbanos caracterizados por la alta densidad y las reducidas dimensiones de las viviendas, patrón que se repite tanto en los centros como en los barrios residenciales y edificios de interés social periféricos.

En tercer lugar, los grupos sociales excluidos y pauperizados han construido, al margen del mercado formal, una proporción significativa de las ciudades; es decir, que los sectores más pobres de la sociedad, tanto de manera individual como colectiva, y perfectamente organizada, han efectuado las invasiones, las parcelaciones clandestinas y la autoconstrucción de viviendas y de los servicios domiciliarios urbanos.

---

supermercados, parques, oficinas u otros proyectos “modernos”, como los que se observan dispersarse por la periferia de las ciudades latinoamericanas (Citado con base en: Janoscka, 2012).

## Conclusiones

Después de este amplio recorrido geohistórico por el proceso de urbanización en América del Sur, se destaca, en primer término, el carácter centrípeto e interior del modelo de ocupación espacial y de poblamiento precolombino, expresión de sistemas geopolíticos centralizados y jerarquizados, constituidos por una organización social y territorial colectivista e integradora. Por el contrario, el período colonial subsiguiente se caracterizó por una ocupación litoral, periférica y desintegradora de la territorialización indígena precedente, configurando un patrón de poblamiento centrífugo que generó desbalance y descompensación entre las dinámicas franjas de actividad perimetrales y los amplios espacios interiores vacíos.

Este cambio en el uso del espacio geográfico se explica, entonces, por la naturaleza expoliadora y extractivista que sustentó ideológica y económicamente la intervención ibérica en Suramérica, al tener como gran propósito cubrir sus necesidades, ajenas a las de la población raizal, y entender el territorio como proveedor o productor de materias primas. Así, el pro-

ceso milenario precolombino fue abruptamente transgredido por el pensamiento europeo de privatización, expoliación y dominación del espacio geográfico y la vida social que lo había integrado.

En efecto, proporcional al grado de avidez económica ibérica, se desarrolló el proceso de reducción de pueblos y asentamientos originarios, además de un ímpetu fundacional que constituyó en tan solo la primera mitad del siglo XVI una nueva configuración territorial americana. En este contexto histórico, los núcleos urbanos actuaron como motor del desarrollo de sus respectivas áreas de influencia, por lo que los espacios organizados a su alrededor estuvieron sujetos a los avatares de su evolución. De hecho, durante la época colonial los espacios regionales fueron activados conforme se abrían las posibilidades de explotación de los recursos naturales encontrados, circunstancia que dio lugar a la generación de ciclos económicos característicos (azucarero, aurífero, entre otros) que demandaban organizaciones territoriales propias.

Entre tanto, en las postrimerías decimonónicas se presenta el surgimiento de un eje de crecimiento

alternativo que suplantó las antiguas zonas de dominación colonial instaladas en los andenes costeros. Justamente, la apertura del mundo agrícola y ganadero potenció espacios que habían permanecido marginales o poco afectados por el desarrollo económico. En otras palabras, durante el siglo XIX ocurre la fundación de diversos centros urbanos de carácter interior, principalmente en el Cono Sur. Esta “conquista” de territorios continentales allende de la localización literal del período colonial, está relacionada con los proyectos económicos manejados por las élites nacionales para ampliar la frontera agrícola; para ello se estimula y favorece la inmigración europea.

Más tarde, dos hechos desencadenantes ocurren simultáneamente: la depresión económica de 1929 y la necesidad de adaptación a las circunstancias de la crisis a través de nuevas medidas y estrategias, como la determinación de dar comienzo a la industrialización vía sustitución de los productos que mayoritariamente eran importados por los países de la región. Sin embargo, tras la falta de inversión estatal, aunado al aumento de la deuda externa, el modelo de desarrollo nacional “autónomo” y moderno

empezó a decaer a partir de los setenta, lo que derivó, entre otros aspectos, en las fuertes migraciones de la época y en la conversión de algunas zonas urbanas en áreas-refugio de la pobreza. Así, la morfología urbana exhibió en los bordes y periferias de las ciudades los espacios de lucha y esfuerzo popular por la vivienda y el hábitat digno, mientras que las élites se consolidaban a nivel residencial en una zona compacta de gran calidad arquitectónica y urbanística –cono de riqueza–.

Finalmente, con el devenir de los años noventa, la universalización del neoliberalismo ha hecho que el modelo de gestión y desarrollo urbano cambie sus objetivos y, por tanto, sus estrategias y formas de actuación y la espacialidad de estas. Es así como el interés de las ciudades del subcontinente por ser visibles en el contexto global las ha llevado a olvidar sus responsabilidades sociales con el conjunto de la ciudadanía, y, por otro lado, han pasado de actuaciones de urbanismo a escala de ciudad –liderados por el Estado como agente urbano– a proyectos inmobiliarios icónicos relacionados con el establecimiento de edificios y zonas urbanas para centros de negocios corporativos, firmas internacio-

nales del comercio, cadenas hoteleras, etc. –con intervención principal del mercado–.

De esta forma, se hace evidente el tránsito del paradigma funcional racionalista del periodo de modernización –con sus instrumentos técnico-políticos, como la zonificación y el Plan Regulador– al urbanismo empresarial, inspirado en la planificación flexible, la identificación de oportunidades de negocio en el tratamiento de áreas “promisorias” de la ciudad y la asimilación del modo de funcionamiento privado por parte del sector públi-

co. Dicho de otro modo, en palabras del destacado geógrafo David Harvey: “el objetivo es generar en el proceso de urbanización una sinergia suficiente para que tanto los intereses privados como los estatales puedan crear igualmente las rentas monopolistas” (2005, p. 46).

### **Dedicatoria**

Este escrito, producto de un proceso de reflexión sobre la realidad territorial de Suramérica, está dedicado a la memoria de Ana María Patiño, mi abuela.

### **Referencias**

- Abramo, P. (2012). La ciudad com-fusa: mercado y producción de la estructura urbana en las grandes metrópolis latinoamericanas. *Revista Eure*, 38(114), 35-69.
- Abreu, A. M. (2013). *A Evolução Urbana do Rio de Janeiro*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos.
- Capel, H. (2002). *La morfología de las ciudades. I. Sociedad, cultura y paisaje urbano*. Barcelona: Ediciones Serbal, Colección “La Estrella Polar” -37.
- Castells M. (1974). *La cuestión urbana*. Madrid: Siglo XXI.
- Ciccolella, P. (2004). Metrópolis en transición: Buenos Aires al desnudo entre la expansión económica y la crisis. En: Aguilar A. (coord.). *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países*, (pp. 53-77). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cunill G, P. (1981). *La América Andina*. Editorial Ariel.
- De Mattos, C. (2004). Santiago de Chile de cara a la globalización ¿otra ciudad? En: Aguilar, A. (Coord.). *Procesos metropolitanos y grandes ciudades. Dinámicas recientes en México y otros países*, (pp. 19-52). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Faletto, E. (2007). *Dimensiones sociales, políticas y culturales del Desarrollo: Antología*. Santiago de Chile: Catalonia.
- Fridman, F. & Natal F. S. (s.f.). *Cidade Flutuante: Os portos do Rio de Janeiro Colonial*. IV Seminario de Historia da Cidade e do Urbanismo.
- Hardoy, J. E. (1996). La ciudad y el territorio: 1. El proceso de urbanización. En: Segre. R. *América Latina en su arquitectura*. (pp. 38-62). Octava edición. México: Siglo XXI editores S.A.
- Hardoy, J. E. (2009). *Ciudades precolombinas*. Buenos Aires: Infinito.
- Harvey, D. & Smith N. (2005). *Capital financiero, propiedad inmobiliaria y cultura*. Barcelona: Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Museu d'Art Contemporani de Barcelona; Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Harvey, D. (2009). *Breve historia del neoliberalismo*. Segunda edición. Madrid: Akal.
- Hiernaux, D. y Lindon, A. (Dirs.). (2006). *Tratado de Geografía Humana*. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa: Anthropos.
- Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. *Eure*, 28(85), 11-30. Santiago de Chile: Estudios Urbano Regionales.
- Lois, G. C. R. (coord.), (2012). *Los espacios urbanos. El estudio geográfico de la ciudad y la urbanización*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- López-Morales, E. (2013). Gentrificación en Chile: Aportes conceptuales y evidencias para una discusión necesaria. *Revista de Geografía Norte Grande*, 56, 31-52.
- Martín L. M. A. y Múscar B. E. (1992). *Proceso de urbanización en América del Sur*. Modelo de ocupación del espacio. Madrid: Mapfre.
- Montoya, J. W. (2006). *Cambio urbano y evolución discursiva en el análisis de la ciudad Latinoamericana: De la dependencia a la globalización*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Serie Trabajos en Geografía.
- Parsons, J. (1979). *La Colonización Antioqueña en el Occidente Colombiano*. Carlos Valencia Editores.
- Prévôt-Schapira, M. F. (2000). Segregación, fragmentación, secesión. Hacia una nueva geografía social en la aglomeración de Buenos Aires. *Economía, Sociedad y Territorio*, 2(7), 405-431.
- Sabatini, F. y Cáceres, G. (2003). *Relación entre promoción inmobiliaria y la segregación residencial. Giros insospechados de la ciudad latinoamericana*. Santiago de Chile.

- Santos, M. (1973). *Geografía y economía urbanas en los países subdesarrollados*. Vilassar de Mar, Barcelona: Oikos-tau.
- Santos, P., J. M. (1992). El desarrollo de la geografía urbana en la evolución del pensamiento geográfico contemporáneo. *Espacio, Tiempo y Forma*. Serie VI, Geografía, t. V, p. 9-40.
- Segre. R. (1996). *América Latina en su arquitectura* (pp. 3-37). Octava edición. México: Siglo XXI.
- Revista Escala (s.f). La lucha por un techo. Enseñanza de los asentamientos espontáneos de vivienda. *Revista Mensual Bolivariana de Arquitectura, Arte e Ingeniería*, 12(83).

*Recepción: 21 de enero de 2016*  
*Evaluación: 22 de febrero de 2016*  
*Aprobación: 19 de abril de 2016*



## Guía para autores Versión 2016

*Perspectiva Geográfica* es una revista académica arbitrada, de periodicidad semestral desde el 2013, especializada en estudios geográficos y de planificación territorial, dirigida a comunidades académicas, investigativas y del desarrollo territorial, interesadas en temas geográficos y ciencias afines. La publicación es editada por el programa de Estudios de Posgrado en Geografía–EPG- en el marco del convenio de colaboración científica entre la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia–UPTC- y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi–IGAC- desde 1987 y se encuentra indexada en Publindex, sistema de publicaciones del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia –Colciencias–, en Clase (Índice de Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades de la UNAM), y en Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).

En la revista se publican artículos *originales e inéditos* de investigación, reflexión y revisión, referidos a la espacialidad de los fenómenos sociales, económicos, políticos, culturales y naturales, desde diversas perspectivas y enfoques teóricos. También acoge los estudios sobre aspectos técnicos y metodológicos del quehacer propio de los geógrafos, así como los trabajos de geografía aplicada en los campos de la geomática, la planificación territorial y las investigaciones de frontera.

Los posibles autores de *Perspectiva Geográfica* deben abstenerse de postular simultáneamente sus contribuciones académicas a otras publicaciones y adaptar tales contribuciones a las especificaciones que se describen en el apartado de *Aspectos formales* de esta guía. El sistema OJS de la revista, que puede ser consultado a través de la página web [www.uptc.edu.co](http://www.uptc.edu.co), está habilitado para recibir los archivos, así como el correo electrónico [perspectiva.geografica@uptc.edu.co](mailto:perspectiva.geografica@uptc.edu.co). Por este último medio debe detallarse la información de contacto del autor o autores. La recepción de artículos es permanente.

## Arbitraje

Los artículos son evaluados, inicialmente, por el equipo editorial. En esta primera etapa se determina la pertinencia de la temática y la calidad editorial del artículo. Finalizada esta evaluación, las contribuciones son sometidas a arbitraje en la modalidad de doble ciego, con lo que se asegura la confidencialidad y el anonimato tanto de autores como de árbitros, y la imparcialidad en el arbitraje. El Comité Editorial selecciona árbitros nacionales e internacionales, principalmente externos al programa de Estudios de Posgrado en Geografía–EPG-, por su trayectoria investigativa relacionada con los temas de los artículos.

Los árbitros están encargados de evaluar en cada documento aspectos formales, metodológicos y conceptuales con el fin de garantizar la rigurosidad científica. Estos podrán recomendar: a) publicar el artículo, b) devolver el artículo al autor para aplicar correcciones sugeridas o c) rechazar el artículo para publicación. En caso de que un par recomiende la publicación y otro la rechace, se buscará la evaluación de un tercero para que resuelva el empate. Si el artículo es recomendado para publicación con correcciones, una vez realizadas por el autor, el documento se envía nuevamente al árbitro para verificarlas. Cuando se obtienen los resultados del arbitraje, el Comité Editorial comunica al autor la decisión tomada sobre el artículo y los pasos a seguir, según los resultados. Este proceso dura, en promedio, seis meses. Sin embargo, este periodo puede verse afectado según la disponibilidad de los árbitros y otros factores que incidan sobre el tratamiento de los artículos.

Una vez que los documentos son aceptados, se entiende que el autor o autores ceden a la revista *Perspectiva Geográfica* los derechos patrimoniales, es decir, que autorizan la publicación del artículo en cualquier formato o medio. Este se divulgará en directorios, bases de datos y sistemas de indexación. La publicación de los artículos no tiene ningún tipo de remuneración.

### Tipología de los artículos<sup>1</sup>:

Basados en los parámetros de Colciencias, los artículos pueden clasificarse según los siguientes tipos:

- 1. Artículo de investigación científica y tecnológica.** Documento que presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

---

<sup>1</sup> Tomado de: <http://publindex.colciencias.gov.co:8084/publindex/docs/informacionCompleta.pdf>

2. **Artículo de reflexión.** Documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
3. **Artículo de revisión.** Documento resultado de una investigación, en el que se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

### **Aspectos formales**

Los artículos deberán presentarse en hoja tamaño carta, interlineado a espacio y medio, con márgenes de 3cm, en letra *Times New Roman* de 12 puntos; la extensión total no debe exceder las 20 páginas. El archivo debe ser enviado en formato .docx a través de correo electrónico.

### **Estructura**

El documento, según el tipo de artículo que sea, debe contener la siguiente información:

#### **1. Página titular**

Título del artículo en español y en inglés (máximo 20 palabras), información de contacto del autor (nombre, último título obtenido e institución que lo otorgó, afiliación institucional, correo electrónico, título del proyecto y el grupo de investigación del cual se origina el artículo, así como el ente financiador del proyecto, en caso de que lo haya), resumen y *abstract* (máximo 150 palabras), palabras clave y *keywords* (máximo siete, en orden alfabético, reconocidas en tesauros).

#### **2. Texto**

Si el artículo es de investigación: introducción (presentación general del estudio o del tema tratado, que incluya el problema, los fundamentos teóricos que le dieron soporte al estudio, los objetivos e hipótesis), metodología (incluye información del área de estudio, si es pertinente), resultados y discusión, conclusiones (debe contener la síntesis de los principales resultados y del aporte a la solución del problema) y referencias.

Si el artículo es de reflexión o de revisión: introducción (presentación general del estudio o del tema tratado, que incluya el problema, los fundamentos teóricos que le dieron soporte al estudio, los objetivos e hipótesis, en caso de existir), desarrollo y

discusión, conclusiones (debe contener la síntesis de los principales resultados y del aporte a la solución del problema) y referencias.

Para palabras en idiomas distintos al castellano se deben emplear *cursivas*. En el caso de las cifras, los números miles se separan con puntos, y los decimales, con coma. Por ejemplo: 1.202,7. Los años no llevan punto por no ser cifras. Las cifras con números enteros hasta quince se escriben con palabra. Por ejemplo: uno, dos, tres, etc. Deben utilizarse las siguientes abreviaturas, si es pertinente:

Hectárea	ha
Kilómetro	km
Metro	m
Centímetro	cm
Micrómetro	µm

Se debe usar subíndice y superíndice, según el caso. Por ejemplo, en lugar de CO<sub>2</sub> escribir CO<sub>2</sub> y en lugar de km<sup>2</sup> escribir km<sup>2</sup>. Se debe dejar un espacio entre el número y el símbolo o abreviatura.

### **Figuras y tablas**

Todas las ilustraciones, incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se denominan y referencian como *figuras*. Tanto las tablas como las figuras deben citarse en el texto y numerarse en orden de aparición en el mismo. El título de las figuras deberá ir en la parte inferior de las mismas, y el de las tablas, en la parte superior. Los mapas deberán contener título, fecha, leyenda, sistema de coordenadas, escala, norte y fuente de datos o autor.

Las tablas y figuras deben estar ubicadas lo más próximo a la referencia indicada en el texto, centrarse en los márgenes y tener una resolución que permita su adecuada reproducción, teniendo en cuenta que el tamaño de la hoja de impresión es de 24 cm x 17 cm aproximadamente. Una vez se haya aceptado el manuscrito, cada figura debe entregarse en una carpeta aparte en formato JPG, TIFF o GIF (superior a 400 dpi). Las figuras de Excel se entregarán en archivo independiente de ese *software*.

### **Sistema de citación y referencias bibliográficas**

El sistema de citación y de referencias adoptado por la revista *Perspectiva Geográfica* es el de la American Psychological Association (APA). En este sistema, las referencias se hacen en el cuerpo del texto anotando el apellido del autor seguido del año de publicación entre paréntesis y, en citas textuales, además de los datos anteriores, las

páginas consultadas. En caso de que se cite más de una obra de un autor del mismo año, deberá adicionarse una letra para identificar a cuál se hace referencia. Ejemplos:

(Prats, 2005)

(Prats, 2005a)

(Prats, 2005, p. 15)

La lista de referencias debe presentarse en orden alfabético y con sangría francesa, según los siguientes ejemplos:

#### *Libro*

Vallés, J. M. (2004). *Ciencia política. Una introducción*. Barcelona: Ariel.

#### *Capítulo de libro*

Prats, J. (2005). Modos de gobernación de las sociedades globales. En A. Cerrillo (Coord.) *La gobernanza hoy: 10 textos de referencia* (pp. 145-172). Madrid: INAP.

Artículo de revista

Rivera, L. (2014). Factores de territorialización para la gestión del desastre del casco urbano de Gramalote, Norte de Santander 2010–2013. *Perspectiva Geográfica*, 19(1), 11-28.

#### *Artículo de revista recuperado de internet:*

Gómez, A. (2014). Marco conceptual y legal sobre la gestión del riesgo en Colombia: Aportes para su implementación. *Revista Monitor Estratégico*, 6, 4-11. Recuperado de: <http://www.supersalud.gov.co/supersalud/LinkClick.aspx?fileticket=7%2BbCcWIqd9c%3D&tabid=782&mid=2312>

#### *Tesis*

Ramírez, L. (2013). *¿Irse, quedarse o llevar el territorio a costas? El proceso de reorganización territorial Nasa después del terremoto de 1994 en Tierradentro, Cauca*. Tesis de Maestría en Geografía Humana. Universidad de los Andes, Bogotá.



## **Guidelines for authors Version 2016**

*Geographic Perspective* is a refereed academic journal, published every six months, since 2013, specializing in geographic and land planning studies aimed at academic, research and territorial development, interested in geographical issues and related science communities. The publication is edited by the Graduate Studies Program in Geography-EPG- under the agreement of scientific cooperation between the Pedagogical and Technological University of Colombia-UPTC- and Agustin Codazzi Geographical Institute-IGAC, since 1987 and, it is indexed in PUBLINDEX, Publication System of the Administrative Department of Science, Technology and Innovation in Colombia-Colciencias, and ranked in CLASE (Index of Latin American Dating in Social Sciences and Humanities of the UNAM) and Latindex (Regional Online Information System for Scientific Journals in Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).

In the journal *original* and *unpublished* research, reflection and review articles, which referred to the spatiality of social, economic, political, cultural and natural phenomena, from different perspectives and theoretical approaches are published. It also welcomes studies on technical and methodological proper tasks of geographers, as well as applied geography works in the fields of geomatics, spatial planning and frontier research.

Prospective authors of *Geographic Perspective* should refrain from simultaneously submitting their academic contributions to other publications and to adapt those contributions to the specifications described in the section of *Formal aspects* of this guide. The magazine OJS system, which can be accessed through the web page [www.uptc.edu.co](http://www.uptc.edu.co), is able to receive files, as well as the email [perspectiva.geografica@uptc.edu.co](mailto:perspectiva.geografica@uptc.edu.co). Contact information of the author must be detailed and sent by the email. Submission of papers is permanent.

### **Arbitration**

The papers are assessed initially by the editorial board. In this first stage the relevance of the theme and the editorial quality of the article is determined. After this evaluation, the

contributions are subject to arbitration in the form of double-blind, so that confidentiality and anonymity of both authors and referees, and fairness in the arbitration is ensured. The editorial board selects national and international referees, for their lifetime of research related to the topic of the papers, who do not belong to the Graduate Studies in Geography-EPG.

The referees are responsible for assessing the formal, methodological and conceptual aspects of each article in order to ensure scientific rigor. These may recommend: a) to publish the paper, b) Return the article to the author to apply suggested corrections c) reject the paper for publication. Should one referee recommend the publication and the other one rejects it, the evaluation will seek a third party to resolve the tie. If the manuscript is recommended for publication with corrections, once done by the author, this would be sent back to the referee for verification. When arbitration results are obtained, the Editorial Board informs the author about the decision on the paper and the steps to be followed, according to the results. The Journal Editorial Board reserves the right of publication. This process takes on average six months. However, this period may be affected by the availability of referees and other factors that impact on the treatment of the articles.

Once the documents are accepted, it is understood that the author or authors will yield the economic rights to the journal *Geographic Perspective*, i.e., to authorize the publication of the paper in any format or medium. This will be published in directories, databases and indexing systems. The publication of the articles do not have any type of compensation.

### **Types of papers:**

Based on the parameters of Colciencias, the articles can be classified according to the following types:

- 1. Paper of scientific and technological research.** Document that presents in detail the original results of research projects. The structure generally used contains four important sections: rationale, methodology, outcomes and conclusions.
- 2. Reflection paper.** Document that shows research outcomes from an analytical, interpretative or critical perspective of the author, on a specific topic, based on original sources.
- 3. Review paper.** Document result of an investigation, where published or unpublished results of research are analyzed, systematized and integrated, in scientific or technological fields, in order to account for the progress and development trends. It is characterized by presenting a careful bibliographical revision of at least 50 references.

## Formal Aspects

Papers must be submitted in letter size, one and a half spacing, with margins of 3cm, in *Times New Roman*, 12 font; length should not exceed 20 pages. The file must be sent in .docx format, via email.

## Structure

The document, according to the type of paper, must contain the following information:

### 1. Title page

The title of the paper must be in Spanish and English (20 words, maximum), contact information of the author (name, last degree obtained and institution that granted, institutional affiliation, e-mail, project title and research group from which the paper originates and the financing institution of the project, if applicable), summary and *abstract* (150 words, maximum), *keywords* (up to seven, in alphabetical order, recognized on thesauri).

### 2. Text

If the paper is on research: rationale (general presentation of the study or the related issue, including the problem, the theoretical foundations that gave support to the study, objectives and hypotheses), methodology (including information of the study area, if any), results and discussion, conclusions (must contain a summary of the main results and the contribution to the problem solution) and references.

If the paper is on reflection or review: rationale (general presentation of the study or the related issue, including the problem, the theoretical foundations that gave support to the study, objectives, assumptions, if any), development and discussion, conclusions (must contain a summary of the main results and the contribution to the solution of the problem) and references.

For words in languages other than Spanish, *italics* must be used. In the case of figures, thousands are separated by points, and decimals by commas. For example: 1.202,7. Years do not have point because they are not ciphers. Figures with integers up to fifteen are written in words (e.g. one, two, three,etc.). The following abbreviations should be used, if applicable:

Hectare	ha
Kilometer	km
Meter	m
Centimeter	cm
Micrometer	µm

Sub and superscript should be used as appropriate. For example, instead of CO<sub>2</sub> write CO<sub>2</sub> and instead of writing km<sup>2</sup> write km<sup>2</sup>. A space between the number and the symbol or abbreviation must be applied.

### **Figures and tables**

All illustrations, including photos, diagrams, maps and graphs, are called and referenced as *figures*. Both tables and figures should be cited in the text and numbered in order of appearance. The title of the figures shall be at the bottom thereof, and the title of tables at the top. The maps shall contain at least: title, date, legend, coordinate system, scale, north and data source or author.

Tables and figures should be located closest to the reference given in the text; they should focus on the margins and have a resolution that permits adequate reproduction, considering that the sheet size is 24 x 17 cm approximately. Upon acceptance of the manuscript, each figure must be submitted in a separated folder, using JPG, TIFF or GIF (greater than 400 dpi) formats. Excel figures will be delivered independent of that *software*.

### **System of citation and references**

The system of citation and references adopted by the *Geographic Perspective* journal is the American Psychological Association (APA). In this system, references are made in the body of the text, writing down the author's last name followed by the year of publication in parentheses and, when citing text, in addition to the above data, the pages viewed. In case you cite more than one work of an author of the same year, a letter should be added to identify which reference is made. Examples:

- (Prats, 2005)
- (Prats, 2005a)
- (Prats, 2005, p. 15)

The list of references should be in alphabetical order and hanging indent, as the following examples:

*Book*

Vallés, J. M. (2004). *Ciencia política. Una introducción*. Barcelona: Ariel.

*Book chapter*

Prats, J. (2005). Modos de gobernación de las sociedades globales. En A. Cerrillo (Coord.) *La gobernanza hoy: 10 textos de referencia* (pp. 145-172). Madrid: INAP.

*Journal paper*

Rivera, L. (2014). Factores de territorialización para la gestión del desastre del casco urbano de Gramalote, Norte de Santander 2010–2013. *Perspectiva Geográfica*, 19(1), 11-28.

*Journal paper retrieved from internet:*

Gómez, A. (2014). Marco conceptual y legal sobre la gestión del riesgo en Colombia: Aportes para su implementación. *Revista Monitor Estratégico*, 6, 4-11. Recuperado de: <http://www.supersalud.gov.co/supersalud/LinkClick.aspx?fileticket=7%2BbCcWIqd9c%3D&tabid=782&mid=2312>

*Thesis*

Ramírez, L. (2013). *¿Irse, quedarse o llevar el territorio a cuestras? El proceso de reorganización territorial Nasa después del terremoto de 1994 en Tierradentro, Cauca*. Tesis de Maestría en Geografía Humana. Universidad de los Andes, Bogotá.