

# Revista **GEOGRÁFICA VENEZOLANA**

ISSN 2244-8853



Volumen  
**59(2)2018**  
julio-diciembre



INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MÉRIDA, VENEZUELA

#### AUTORIDADES

##### RECTOR

Mario Bonucci Rossini

##### VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Manuel Aranguren

##### VICERRECTORA ACADÉMICA

Patricia Rosenzweig

##### SECRETARIO

José María Andérez

##### DECANO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Darío Garay

##### DIRECTORA INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Gloria Yulier Cadena Montero

##### DIRECTOR ESCUELA DE GEOGRAFÍA

Julio Quintero

##### EDITORIA RESPONSABLE

Delfina Trinca Figuera (ULA-Ve)

##### EDITORES ASOCIADOS

Carlos Ferrer Oropeza (ULA-Ve) (†)

Enrique Gómez Acosta (ULA-Ve)

##### SECRETARIA EDITORIAL

Consuelo Vargas

##### CORRECTOR DE INGLÉS

Miguel Gutiérrez

##### CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO EDITORIAL

Reinaldo Sánchez Guillén

vandrakor@gmail.com

#### COMITÉ EDITORIAL

Rogelio Altez (UCV-Ve)

Joaquín Bosque Maurel (Un. Comp.-Es)

Mónica Colombara (UNLZ-Ar)

Pedro Cunill (UCV-Ve)

María Adélia De Souza (USP-Br)

Raúl Estévez (ULA-Ve)

Nubis Pulido (ULA-Ve)

Ángel Massiris (UPTC-Co)

Blanca Ramírez Velázquez (UAM-Mx)

Carmen Rivero (UCV-Ve)

José Rojas López (ULA-Ve)

María Laura Silveira (USP-Br)

André-Louis Sanguin (Sorbona-Fr)

#### MIEMBROS HONORARIOS

Luis Aguilar (ULA-Ve)

Ceres Boada Jiménez (ULA-Ve)

Antonio Luis Cárdenas (ULA-Ve) (†)

María Teresa Delgado de Bravo (ULA-Ve)

Pedro Durant (ULA-Ve)

Rosa Estaba (UCV-Ve)

Irma Guillén (ULA-Ve)

Orlando Gutiérrez (ULA-Ve)

Elías Méndez (ULA-Ve)

Luisa Molina (ULA-Ve)

Carlos Muñoz (ULA-Ve)

Rosa Ramírez (ULA-Ve)

Andrés Rojas Salazar (ULA-Ve)

Jóvito Valbuena (ULA-Ve)

Leonel Vivas (ULA-Ve) (†)

Jorge Zambrano (ULA-Ve) (†)

Carlos Andrés Amaya (ULA-Ve) (†)

**Descripción.** La *Revista Geográfica Venezolana* es el órgano divulgativo del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Publica investigaciones en todos los campos de la Geografía y ciencias afines, bajo la modalidad de artículos. En la sección de Notas y Documentos se presentan resultados parciales de investigaciones, informes técnicos, reflexiones y propuestas teóricas y metodológicas de interés científico. Igualmente, en la sección Bibliografía Crítica, se ofrecen reseñas de obras consideradas de interés para los lectores. Todos los artículos y los documentos que lo requieran son sometidos a arbitraje bajo el sistema doble ciego. Las opiniones son responsabilidad de los autores. Esta revista está dirigida a profesionales (investigadores y docentes) del campo de la geografía y ciencias relacionadas.

**Ventas.** Venta directa de cada número: desde el volumen VIII hasta el 49: 15,00 Bs.S; desde el volumen 50 hasta el 55(1): 20,00 Bs.S; desde el volumen 55(2) versión digital (CD Rom): 50,00 Bs.S.

**Envío de trabajos.** Información acerca de cómo elaborar artículos se ofrece en las páginas finales de cada número en el punto 'Instrucciones a los Autores'. También en: [www.saber.ula.ve/regeoven](http://www.saber.ula.ve/regeoven). Los trabajos deberán ser enviados por correo electrónico a: [regeoven@gmail.com](mailto:regeoven@gmail.com) y de ser necesario el envío por correo postal, a la siguiente dirección: Revista Geográfica Venezolana, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, vía Los Chorros de Milla. Mérida 5101-Venezuela. Contacto con Secretaría: E-mail: [regeoven@ula.ve](mailto:regeoven@ula.ve) Teléfono: 58-0274-2401612, Fax: 58-0274-2401603.

**Indización.** La *Revista Geográfica Venezolana* está indizada en: Geobase, Geodate Base, Periódica (UNAM, México), Revencyt (bajo el código de identificación RVR 005), Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), FONACIT (reg2005000002), Latindex-Catálogo, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), International Development Abstracts, Public Affairs Information Service Bulletin (PAIS), Bibliography and Index of Geology, Informe Académico y Academic OneFile, Gale Cengage Learning, Dialnet, Redalyc, Scopus, SCImago Journal Rank y Emerging Source Citation Index (ESCI). También "Esta revista está incluida en la colección SciELO Venezuela ([www.scielo.org.ve](http://www.scielo.org.ve))".

2018. VOLUMEN 59. DOS NÚMEROS POR AÑO  
2018. VOLUME 59. NUMBER OF ISSUES PER YEAR: 2  
[www.saber.ula.ve/regeoven](http://www.saber.ula.ve/regeoven)

**Scope.** The *Revista Geográfica Venezolana* is the official journal of the Institute of Geography and Natural Resources Conservation. The journal publishes high quality original research on all aspects of the geographical science and related fields. The topics covered include papers, notes or short communications and books review. All contributions are sent to at least two referees (peer review). The opinions are responsibility of the authors. Intended readership: Researchers and scientist in geography and related fields.

**Prices.** Local prices: until volume 49: 15,00 Bs.S per issue; vols. 50-55 (1): 20,00 Bs.S; until volume 55(2) CD Rom: 50,00 Bs.S.

**Written submission.** Information about written submission is available at each issue of the journal in Instructions to the Authors. All papers must be sent by email to: [regeoven@gmail.com](mailto:regeoven@gmail.com), and if necessary by mail, to the following address: Revista Geográfica Venezolana, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, vía Los Chorros de Milla. Mérida 5101-Venezuela. Secretariat's contacts: E-mail: [regeoven@ula.ve](mailto:regeoven@ula.ve) Phone: 58-0274-2401612, Fax: 58-0274-2401603.

**Indexation.** The journal is abstracted and indexed in: Geobase, Geodata Base, Periódica (UNAM, México), Revencyt (Identification Code: RVR 005), Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Fonacit (reg2005000002), Latindex, Geographical Abstract (Human Geography and Physical Geography), International Development Abstract, Public Affairs Information Service Bulletin (PAIS), Bibliography and Index of Geology and Informe Académico, Gale Cengage Learning, Dialnet, Redalyc, Scopus, SCImago Journal Rank, Emerging Source Citation Index (ESCI) and SciELO Venezuela.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta revista está protegido por la Ley. No puede ser reproducida, ni registrada o transmitida por cualquier medio de recuperación de información sin el permiso previo, por escrito, de los editores.

© 2018. Universidad de Los Andes. ISSNp 1012-1617. Depósito legal [p] pp 195902ME658

/SSNe 2244-8853. Depósito legal [e] ppi 2012ME4104.

Este número ha sido publicado gracias al apoyo de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

## ARTÍCULOS PAPERS

- 246-260 RANIELI DOS ANJOS DE SOUZA MULER, VALDIR MOURA e LAURA DE SIMONE BORMA**  
Distribuição espaço-temporal da precipitação e SPI no estado de Rondônia (RO), Brasil, por meio de técnicas de geostatística  
*Space-time distribution of precipitation and SPI in the State of Rondônia (RO), Brazil, by means of geostatistics techniques*
- 262-279 SCARLET CARTAYA RÍOS, SHIRLEY ZURITA ALFARO y RODDY MANTUANO-EDUARTE**  
Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador  
*Identification of land use conflicts for the observation of Cuniculus paca, Ecuador*
- 280-297 LOAN JOSÉ LANDAETA**  
Análisis de las series de precipitación mensual en la región Capital de Venezuela, 1891-2006  
*Analysis of the monthly precipitation series in the Venezuelan Capital region, 1891-2006*
- 298-313 MARÍA FERNANDA AYALA, DAVID CARRERA-VILLACRÉS y ALFONSO TIERRA**  
Relación espacio-temporal entre estaciones utilizadas para el relleno de datos de precipitación en Chone, Ecuador  
*Spatial-temporal relation between stations used for filling missing rainfall data in Chone, Ecuador*
- 314-331 ALEXIS MONTES DE OCA RISCO, MAYDA ULLOA CARCASSÉS y ANGEL LUIS SILOT CASTAÑEDA**  
Recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos utilizando sistemas de información geográficos  
*Recovery of degraded areas in aggregate quarries by means of geographic information systems*
- 332-344 RAFAELA STEIMBACH FRUTEIRA, PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO, KELLY GERONAZZO MARTINS e APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE**  
Uso da terra e temperatura de superfície em Ponta Grossa, Paraná (PR), Brasil  
*Land use and surface temperature in Ponta Grossa, Paraná, Brazil*
- 346-365 JULIÁN LEAL VILLAMIL, URIEL PÉREZ GÓMEZ y NIDIA ESPERANZA ORTIZ LOZANO**  
Distribución espacial y temporal de deslizamientos (1999-2015) en la cuenca del río Combeima, Colombia  
*Spatio-temporal distribution of slides (1999-2015) in Combeima's River hydrographic basin, Colombia*
- 366-380 ANTONELA VOLONTÉ, VERÓNICA GIL y ALICIA MARÍA CAMPO**  
Estudio de la vegetación y sus efectos en la dinámica fluvial en cuencas serranas, Argentina  
*Study of the vegetation and its effects on the fluvial dynamics in mountain basins, Argentina*

## EDITORIAL

- 240-243 DELFINA TRINCA FIGHERA**  
Geografía: una ciencia necesaria para la sociedad  
*Geography: a science necessary for society*

- 382-396 CAIO HENRIQUE PATRÍCIO PAGANI e ADRIANO REIS PRAZERES MASCARENHAS**  
Impacto de pequeñas centrales hidreléctricas em sub-bacias do rio Branco em Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil  
*Impact of small hydroelectric plants in the Branco River subwatershed in Rondônia, Western Amazon, Brazil*

- 398-410 PAULINA-ALEJANDRA VERGARA-BUITRAGO, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES, DALIA SORAYA USECHE DE VEGA y PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN**  
Encuentros para el reconocimiento y aprendizaje ambiental con la comunidad campesina del páramo de Rabanal, Boyacá, Colombia  
*Meetings for recognition and environmental learning with the farming community of the Rabanal moorland (Boyacá, Colombia)*

- 412-432 RIGUEY VALLADARES, ANDRÉS ROJAS, ELBA MORA y LUIS SANDIA**  
Panorama socioeconómico de la minería en Venezuela (1970-2014) y comparaciones entre periodos gubernamentales  
*General socioeconomic overview of mining in Venezuela (1970-2014) and comparisons between government periods*

## NOTAS Y DOCUMENTOS NOTES AND DOCUMENTS

- 434-447 JOSÉ JESÚS ROJAS LÓPEZ**  
La apropiación simbólica del territorio. Una tradición actualizada desde la nueva geografía cultural  
*The symbolic appropriated territory, an updated tradition in the new cultural geography*
- 448-465 GUSTAVO BASTOS BRAGA, ANA L. DE CARVALHO FIÚZA e PAULA CRISTINA REMOALDO**  
Índices de ruralidades: uma análise de redes  
*Rurality indexes: an analysis of networks*
- 466-475 JOVITO VALBUENA GÓMEZ**  
Merideñidad  
*Merideñidad*

## BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA BOOKS REVIEW

- 478-481 ISRAEL CABEZA-MORALES**  
Entre el desarrollo y el bienestar: memorias de un lugar tejido en el mar  
*Between development and well-being: memories of a place woven in the sea*
- 482-485** Índice acumulado  
*Accumulate index*

## EDITORIAL

# Geografía: una ciencia necesaria para la sociedad

Geography: a science necessary for society

Delfina Trinca Figuera

Mucho se ha escrito y dicho en los tiempos de nuestros días que la Geografía es una ciencia que no tiene mucho que ofrecer a la sociedad, en cuanto a la comprensión y explicación del por qué el espacio geográfico, su objeto de estudio por definición, supuestamente se diluye ante la instantaneidad, en tanto que rasgo que tipifica al mundo actual. Si bien la historia del presente es tocada por el fenómeno global y ante ella pareciera que los tiempos lentos, distintivos de momentos históricos pasados, desaparecen ante la velocidad que la caracteriza, no significa que esta ciencia no haya, como siempre lo ha hecho, buscado conocer el presente en tanto que horizonte de máxima conciencia posible.

A estas voces agoreras se le suman otras que sostienen que esta ciencia, al igual que otras del campo humanístico (p.ej. historia, ciencia política, idiomas), ya no es necesaria para impulsar el desarrollo social de un país; por tanto, la prioridad no sería su estudio ni la formación de profesionales en este y otros campos del saber, sino el de otras ciencias que sí contribuirían con el bienestar social. Aseveraciones como estas demuestran un profundo desconocimiento de lo que la Geografía ha significado, significa y significará para el progreso de la humanidad, además de su estrecha vinculación con el conocimiento acumulado que existe del planeta Tierra.

Desde siempre, los hombres han pretendido conocer el mundo que los rodea y se han dedicado con esmero a tratar de describirlo y sistematizar sus observaciones, pero también han hecho grandes esfuerzos por comprender la vida y sus innumerables y cambiantes combinaciones, así como las relaciones entre sus componentes constitutivos. La Geografía como ciencia surge precisamente de este proceso, y desde su origen, al decir de Milton Santos, se ha definido como una descripción de la Tierra, de sus habitantes y de las relaciones de éstos entre sí y de las obras resultantes. Desconocer esta realidad es desconocer la historia de los territorios y de los hombres que los habitan.

Hay suficientes razones para pensar que el mundo que conocemos desde fines del siglo XVIII está siendo tocado por vientos de cambio que no se limitan a un lugar o ámbito en particular sino que, por el contrario, se hacen sentir en todas los campos de acción del hombre. Esto no

es para nada novedoso; oteando el ayer se constata que no es la primera vez que la humanidad vive tiempos turbulentos y que ahora, como en otras ocasiones, los avances tecnológicos tienen mucho que ver. Y en todos estos momentos, los territorios en los que se desarrolla la vida han sido imprescindibles por ser también receptores de los vectores de la modernidad que se esté considerando. Si se pretende aproximarse al sentido de cada modernidad, es necesario no dejar de lado a los lugares, ya que ésta se objetiva a través del uso que las sociedades hacen de sus territorios. No hay que olvidar que cada época está definida por procesos que facilitan que los datos esenciales de cualquier período se incorporen a la vida social, lo que no excluye a los territorios.

El tiempo actual, estremecido por cambios sustantivos, también tiene su particular forma de hacerse sentir a través de nuevas –o viejas– combinaciones de maneras de utilizar los distintos lugares que conforman cualquier territorio. Sin embargo, el fenómeno de la instantaneidad nos enfrenta con la confusa idea de que estar en un lugar es equivalente a inmovilidad. Pues nada más falso. Estar, vivir en un lugar, cualquiera, no significa que no pueda moverme en él y de él.

El tiempo real se presta para ‘trasladarnos’ de un lugar a otro, sin movernos del lugar en el que vivimos. La instantaneidad, en tanto que rasgo tipificador del presente, induce la ilusoria idea de que lo importante es el tiempo y no el espacio. Pero cabe la pregunta: ¿Qué se hace con el cuándo sin el dónde? Una potencial respuesta a esta interrogante sería reconocer que los lugares en su singularidad, muestran precisamente, la diversidad del espacio geográfico del hoy. Es oportuno recordar que la globalización impacta a los lugares de manera diferenciada, por cuanto no todos ofrecen las mismas oportunidades para acoger a las variables definidoras de la historia del presente. Lo global entonces no prescinde

del lugar aun cuando lo toque diferencialmente, y tendencialmente transforme su esencia, bien por coacción o admisión.

Si la ciencia y la tecnología de nuestro tiempo han facilitado que la comunicación entre los seres humanos se realice en tiempo real, los lugares en los que viven los hombres no se diluyen por ello. La historia muestra con creces que el conocimiento humano es evolutivo, que los saberes del hoy tienen pasado. De no estar atentos a las transformaciones que caracterizan a nuestro tiempo puede ocurrir que nuestro raciocinio se oriente por sendas erradas. Todo lo que sucede tiene su particular manera de hacerse sentir a través de viejas y nuevas combinaciones del cómo los hombres usan los territorios. Lo nuevo nunca está solo: siempre coexiste con lo viejo.

Por ello es tan importante entender qué está ocurriendo hoy; de no hacerlo, se corre el riesgo de confundir los rasgos definidores del presente con los viejos. No se puede dejar de lado que, al igual que antes, lo nuevo es lo que define las relaciones entre los hombres, pero también aquellas que éstos mantienen con ‘su’ lugar; de allí que sea tan fácil confundir lo nuevo con lo viejo y cometer el error de aproximarse al presente con la mirada filtrada por el pasado, con lo cual seríamos incapaces de aproximarnos a lo que el presente es.

Para cualquier sociedad es absolutamente necesario conocer su pasado para enfrentar los problemas del presente y proyectar su futuro; conocer la historia del cómo su territorio se ha construido y organizado su espacio es esencial para afrontar los retos del hoy y del mañana. Dejar de lado a la Geografía y a su inseparable amiga la Historia es no tomar en cuenta la indisoluble unión que siempre ha existido entre los lugares en los que se desarrolla la vida y su estrecha relación con el progreso técnico que le subyace a cada modernidad.

ARTÍCULOS

*PAPERS*

# Distribuição espaço-temporal

## da precipitação e SPI no estado de Rondônia (RO), Brasil, por meio de técnicas de geoestatística

Space-time distribution of precipitation and SPI in the State of Rondônia (RO), Brazil, by means of geostatistics techniques

Ranieli dos Anjos de Souza Muler<sup>1,2</sup>

Valdir Moura<sup>2</sup>

Laura De Simone Borma<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisas Espaciais - GREES, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRO), Rondônia (RO), Brasil.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST/INPE), São José dos Campos (SP), Brasil.

ranieli.muler@ifro.edu.br

valdir.moura@ifro.edu.br

laura.borma@inpe.br

### Resumo

O presente estudo teve por objetivo analisar o padrão de distribuição espacial da precipitação e a variabilidade espaço-temporal das anomalias (secas) de chuva de longo prazo (SPI-12) no estado de Rondônia, utilizando o Índice de Precipitação Padronizado (*Standardized Precipitation Index* -SPI), por meio de uma abordagem geoestatística. Para tanto, trabalhou-se com a série histórica de dados pluviométricos da NOAA para o período de 1983 a 2014 e com o Índice de Precipitação Padronizado (SPI) na escala de 12 meses. A modelagem espacial do SPI-12 foi conduzida pelo método de krigeagem ordinária e para a precipitação utilizou-se a krigeagem ordinária e indicativa. Estes métodos possibilitaram identificar 3 regiões distintas climatologicamente no estado de Rondônia, tendo-se, ao norte, uma região mais úmida, a sudoeste, uma área progressivamente mais seca e uma região central de transição. Com base nessa metodologia também foi possível identificar os anos de 1984, 1992, 1998, 2000 e 2003 como sendo anos de ocorrência significativa de seca de longa duração (SPI-12). No entanto, a abrangência espacial da seca não apresentou região preferencial, ocorrendo de forma diversa através da grande extensão territorial do estado.

**Palavras chave:** seca; krigeagem; precipitação; Rondônia.

### Abstract

*This study had the objective of analyzing the spatial distribution pattern of the precipitation and the spatio-temporal variability of the long-term (drought) rainfall anomalies (SPI-12) in the state of Rondônia, using the Standardized Precipitation Index - SPI, by means of a geostatistical approach. To achieve this goal, we worked with the NOAA historical rainfall data series for the period 1983 to 2014 and with the Standardized Precipitation Index (SPI) on the 12-month scale. Spatial modeling of SPI-12 was conducted by means of the ordinary kriging method and for the precipitation ordinary and indicative kriging was used. These methods made it possible to identify 3 climatologically distinct regions in the state of Rondônia, with a more humid region to the north, a progressively drier area to the southwest and a central transition region. Based on this methodology, it was also possible to identify the years 1984, 1992, 1998, 2000 and 2003 as years of significant long-term drought (SPI-12). However, the spatial coverage of the drought did not present a preferential region, occurring in a different way through the great territorial extension of the state.*

**Key words:** drought; kriging; precipitation; Rondônia.

## 1. Introdução

A seca é entendida como uma característica temporal do clima, registrada sempre que a chuva ou a umidade disponível se desvia abaixo da normal independente do regime regional de temperatura e umidade. É, ainda, um processo de início lento e geograficamente abrangente, que normalmente atinge grandes áreas. Estas características dificultam a sua detecção e predição, o que faz com que, frequentemente, a seca só seja reconhecida quando os seus efeitos já estão sendo sentidos. Desta forma, por maiores que sejam elevados os valores médios de precipitação em uma dada região, ela sempre será suscetível a reduções temporárias e recorrentes dos volumes de precipitação, ou seja, por mais úmida a região, estará ainda, sujeita a ocorrência de secas (Santos, 2011).

O histórico de secas na Amazônia é bem conhecido, contudo, elas variam segundo as causas, a área de abrangência e o período do ano em que ocorrem. Em geral, as secas na Amazônia são atribuídas ao aquecimento anômalo das temperaturas de superfície do mar (TSM's) do oceano Pacífico, também conhecido como o evento El Niño. No entanto, as secas mais recentes ocorridas na região, tais como a seca de 2005 e 2010, foram atribuídas a um aquecimento anômalo da TSM do oceano Atlântico Tropical (Marengo *et al.*, 2008; Lewis *et al.*, 2011). Enquanto as secas de El Niño atingem, principalmente, as regiões norte e nordeste da Amazônia, as secas decorrentes do *Atlantic Multi Decadal Oscillation* (AMO) tendem a impactar as regiões sul, sudeste e sudoeste da bacia amazônica (Lewis *et al.*, 2011).

Sobre essa temática, pesquisas têm se apoiado em índices padronizados para investigar eventos de seca. O *Standardized Precipitation Index* (SPI), desenvolvido por Mckee *et al.*

(1993) tem sido um dos mais utilizados por se basear na probabilidade de ocorrência de seca em qualquer escala de tempo (NASA, 2017).

Conceitualmente, as secas podem se dividir em secas meteorológicas, agrícolas e hidrológicas. De acordo com Pires (2003), os primeiros efeitos são oriundos da seca meteorológica, que aponta déficits da precipitação em relação a níveis normais, mostrando um desequilíbrio entre a precipitação e a evapotranspiração. Em seguida tem-se a seca agrícola, que reduz a disponibilidade hídrica no solo, prejudicando as culturas existentes. Com o aumento do período de estiagem, surge a seca hidrológica, que se relaciona com os níveis médios de água nos reservatórios superficiais, subterrâneos e depleção de água no solo.

Em termos de SPI, os tipos de secas estão associados diretamente às escalas temporais deste índice, ou seja, quanto maior a duração, maior o déficit hídrico e, conseqüentemente, maiores os prejuízos econômicos e sociais. Assim, SPI até 3 meses (SPI-3) reflete as condições de água no solo em curto e médio prazos e fornece a estimativa da precipitação sazonal, é também sensível às grandes variações na magnitude da chuva em regiões e períodos do ano em que a precipitação é muito reduzida ou muito elevada, tornando-se uma medida indispensável à climatologia da região. A informação do SPI na escala de 6 meses (SPI-6) está associada às anomalias das reservas de água e às vazões dos rios. O SPI de 9 meses (SPI-9) fornece indicação de padrões de precipitação, uma vez que as secas podem demorar uma estação do ano ou mais para ocorrerem. Já o SPI de 12 meses (SPI-12) está diretamente associado à escassez de água em forma de vazão e aos níveis de água dos lençóis subterrâneos (Domingos, 2006). No presente trabalho, o SPI-12 foi utilizado para identificar secas de longo prazo, as quais, de

acordo com a definição acima, tendem a produzir impactos no regime hidrológico.

O SPI utiliza como dados de entrada valores de precipitação que são, frequentemente, obtidos em estações pluviométricas pontuais, o que torna necessário a utilização de métodos de interpolação espacial para o mapeamento desta variável. Diversos autores têm utilizado a geoestatística para estimar a variabilidade espacial da seca (Akhtari *et al.*, 2009; Karavitis *et al.*, 2011; Portela *et al.*, 2012; Van Loon & Laaha, 2015; Barker *et al.*, 2016 e Wu *et al.*, 2016).

Entre as análises geoestatísticas existentes, a krigagem tem sido amplamente aplicada para investigar fenômenos ambientais. Esta abordagem apresenta a vantagem de determinar e considerar a correlação espacial do fenômeno pela análise do semivariograma e, ainda, permitir avaliar as direções de continuidade e as estatísticas do erro (Camargo *et al.*, 2004).

Baseado nestes pressupostos, este estudo tem como objetivo analisar a distribuição da precipitação e a variabilidade espaço-temporal das anomalias (secas) de chuva de longo prazo (SPI-12) no estado de Rondônia para o período compreendido entre os anos de 1983 a 2014.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Área de estudo

O estado de Rondônia está localizado na porção ocidental da Amazônia, faz divisa com a Bolívia ao sul e oeste, com os estados do Acre e Amazonas ao norte e Mato Grosso na porção sul e leste. Possui uma área territorial de 237.590,54 km<sup>2</sup> (Figura 1). A precipitação total média, com base nos dados deste estudo, avaliados entre os anos de 1983 e 2014 é de 1.933 mm/ano.

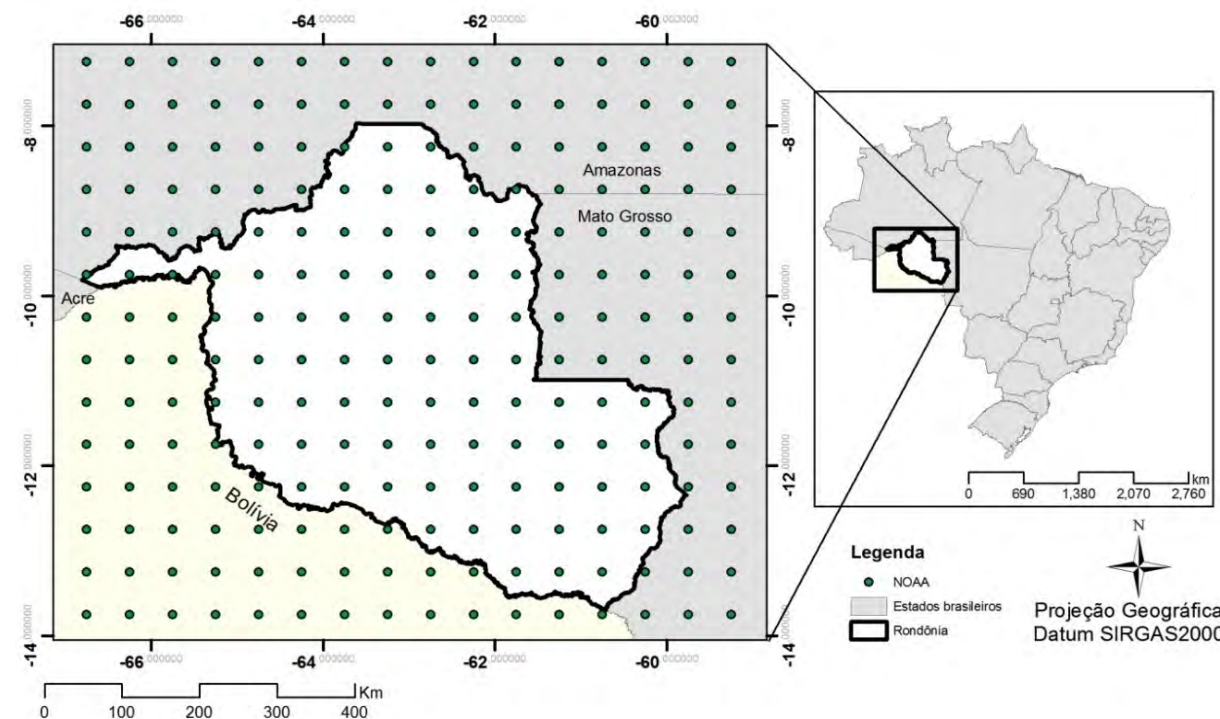


Figura 1 Localização da área de estudo



## 2.2 Dados utilizados

Os dados de precipitação mensal proveniente do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) foram adquiridos em pontos de grade com resolução espacial de 0.5° entre os anos 1983 e 2014. Estes dados são disponibilizados pela plataforma do *International Research Institute for Climate and Society* (IRI), que possui um conjunto de estimativas de precipitação mensal global construído em grades de latitude/longitude. Na **Figura 2** apresenta-se o modelo *Object Modeling Technique for Geographic Applications* (OMT-G) utilizado no desenvolvimento das etapas desta pesquisa.

## 2.3 Precipitação histórica

A precipitação total anual (histórica) foi gerada para estabelecer as regiões de baixa à alta umidade no estado de Rondônia. O procedimento baseou-se na aplicação da média simples em cada um dos 224 pontos (na grade) conforme equação 1.

$$P_i = \sum_{i=1}^N \frac{(p_i(x_i, y_i))}{N}$$

Em que,  $P_i$  é a precipitação média anual em cada ponto  $x_p, y_p$ ;  $N$  é o número de anos da série histórica;  $p_i$  é o valor de precipitação anual coletado nos pontos  $x_p, y_p$ .

A média anual histórica calculada nos pontos  $x_p, y_p$  da grade do NOAA foi espacializada por meio da krigeagem: ordinária e indicativa. Com isso, gerou-se uma superfície contínua dos dados que foram fatiados em 3 (três) classes:

...{ $P \leq 1711$  mm/ano - baixa precipitação}  
 ...{ $1711$  mm/ano <  $P \leq 2182$  mm/ano - normal}  
 ...{ $P > 2182$  mm/ano - alta precipitação}

## 2.4 Aplicação do *Standard Precipitation Index* (SPI)

Keyantash & Dracup (2002) testaram a robustez de dezoito indicadores de seca tendo concluído que o SPI é o melhor indicador climático para identificar e quantificar a intensidade, duração e extensão espacial de secas, o que justifica a sua ampla utilização em mais de 50 países, tanto no âmbito da investigação associada ao tema, como no monitoramento de secas.

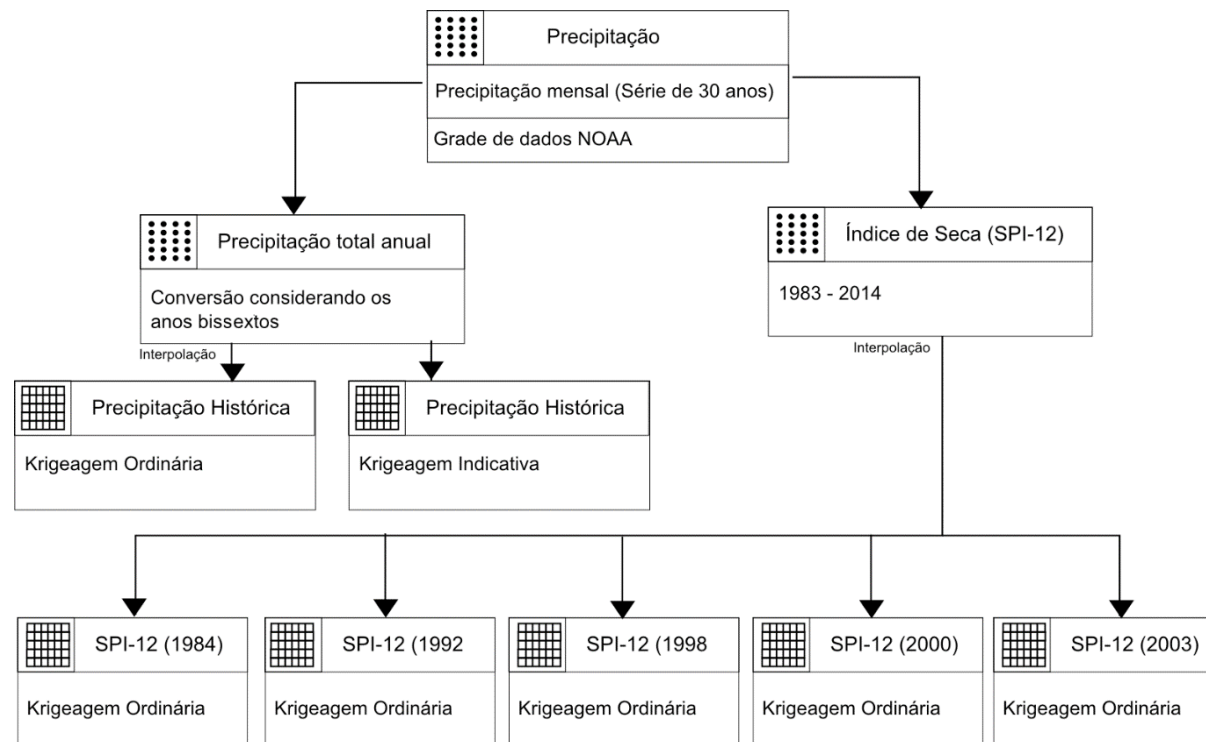
Como os valores do índice SPI representam precipitações padronizadas, um valor do índice igual a zero é indicativo de que não houve desvios nos valores da precipitação relativos à precipitação média no período analisado. Valores positivos indicam que a precipitação é superior à média e os negativos indicam que a precipitação é inferior, neste último caso é quando se identifica a ocorrência de seca (Santos, 2011).

O SPI na escala de 12 meses é indicado para refletir padrões de precipitação de longo prazo, cuja classificação baseou-se nos critérios definidos na **Tabela 1**. Os critérios da **Tabela 1** foram, então, reclassificados para 3 classes do SPI-12: úmido ( $SPI > 0.50$ ); normal ( $0.50 \geq SPI \geq -0.50$ ) e seco ( $SPI < -0.50$ ).

Para a escolha dos anos a serem mapeados os valores de SPI-12, selecionou-se os anos em que mais de 50% dos pontos amostrados ( $n=224$ ) apresentaram ao menos seis meses com ocorrência de déficit de precipitação.

## 2.5 Krigeagem

Nesta pesquisa, aplicou-se a krigeagem ordinária e indicativa para a modelagem espacial dos dados de precipitação e do SPI-12, por meio dos seguintes procedimentos: análise exploratória dos dados e remoção de tendências; verificação da anisotropia pela análise



**Figura 2** Modelo *Object Modeling Technique for Geographic Applications* (OMT-G)

**Tabela 1** Intervalos do *Standard Precipitation Index* (SPI)

Grau	Intervalo	Classes
Extremamente úmido	$SPI > 2,0$	Úmido
Severamente úmido	$1,50 < SPI \leq 2,00$	
Moderadamente úmido	$1,00 < SPI \leq 1,50$	
Anormalmente úmido	$0,50 < SPI \leq 1,00$	
Normal	$-0,50 \leq SPI \leq 0,50$	Normal
Anormalmente seco	$-0,50 < SPI \leq -1,00$	Seco
Moderadamente seco	$-1,00 < SPI \leq -1,50$	
Severamente seco	$-1,50 < SPI \leq -2,00$	
Extremamente seco	$SPI < -2,0$	

Fonte: NASA, 2017

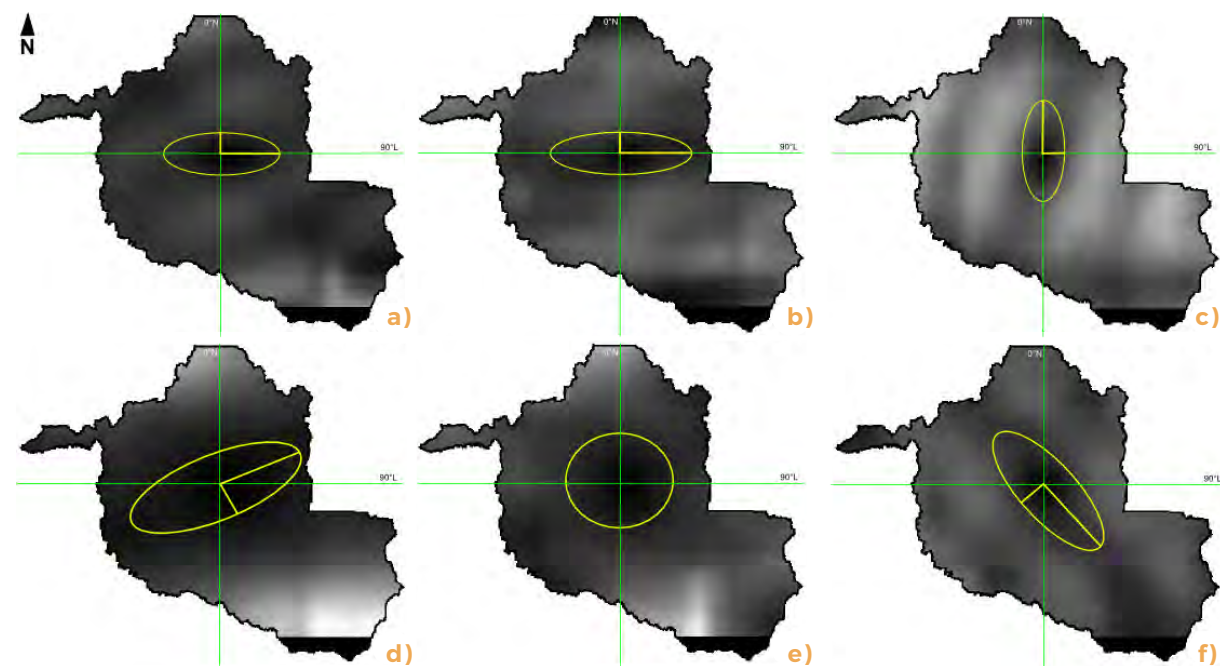
de semivariogramas de superfície; geração do semivariograma experimental; ajuste do semivariograma experimental (modelo teórico); validação do modelo de ajuste; krigeagem e a validação cruzada.

### 3. Resultados e discussão

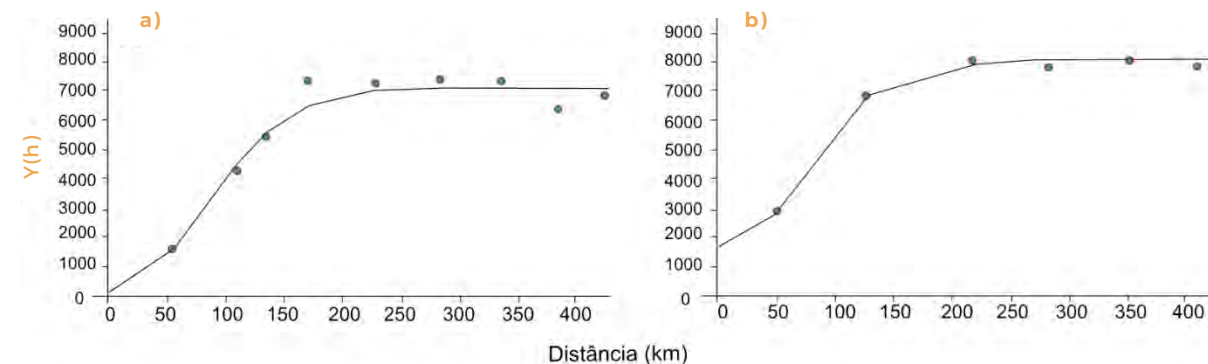
Analisando uma série temporal de dados pluviométricos e SPI-12, por meio de uma abordagem anisotrópica, constatou-se que estes fenômenos apresentam direção preferencial (Figura 3). Verificando a Figura 3, observa-se que apenas no ano de 2000, o resultado do SPI-12 teve padrão isotrópico.

#### 3.1 Modelagem estrutural da precipitação: Krigeagem ordinária e indicativa

Depois de verificada a ocorrência de anisotropia, os semivariogramas experimentais foram gerados considerando as direções de maior e menor continuidade. Para os dados de precipitação gerou-se o semivariograma experimental para as direções de 90°, com tolerância angular de 27°, número de lag 8, incremento 47000 e tolerância 23500; e na direção 180° com tolerância angular de 30°, lag 6, incremento 70000 e tolerância 35000. O erro médio da validação do modelo de ajuste foi 0.471, com desvio padrão 27.422 e variância 751.943 (Figura 4).



**Figura 3** Mapas de superfície para verificação de anisotropia. **a)** Mapa de superfície dos dados de precipitação, direção 90°; **b)** mapa de superfície dos dados do SPI-12 do ano 1984, direção 90°; **c)** mapa de superfície dos dados do SPI-12 do ano 1992, direção 0°; **d)** mapa de superfície dos dados do SPI-12 do ano 1998, direção 65°; **e)** mapa de superfície dos dados do SPI-12 do ano 2000, isotrópico; **f)** mapa de superfície dos dados do SPI-12 do ano 2003, direção 140°



**Figura 4** Modelagem estrutural das amostras de precipitação anual histórica. **a)** Semivariograma experimental (90°) em círculo e semivariograma teórico (90°) ajustado pelo modelo gaussiano em linhas; **b)** semivariograma experimental (180°) em círculo e semivariograma teórico (180°) ajustado pelo modelo gaussiano em linha

Os parâmetros do modelo teórico utilizado para modelar o semivariograma único e consistente estão apresentados na Tabela 2.

A krigeagem ordinária apresenta uma dependência única da geometria dos dados, uma vez que a variância com essa característica pode não ser adequada para representar as incertezas da estimativa para o atributo. Já a krigeagem indicativa considera os valores do atributo em cada posição  $x_i, y_i$ , sendo um meio de superar tais limitações e obter uma melhor estimativa da precipitação (Felgueiras *et al.*, 2014).

Considerou-se que o ajuste do modelo indicativo foi satisfatório, uma vez que, os erros aproximaram-se de uma média zero. Assim, prosseguiu-se para a execução da krigeagem indicativa. Os parâmetros de ajuste para cada nível de corte foram utilizados para modelar o semivariograma 'único e consistente' em todas as direções e, posteriormente, para aplicar o estimador de krigeagem, fixando as probabilidades 0.25, 0.50 e 0.75 para o corte I, II e III respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 2** Parâmetros do modelo teórico utilizados na krigeagem ordinária

Amostra	Direção	Modelo	Efeito pepita	Contribuição	Alcance	Estruturas
Precipitação	90°	Gaussiano	50.978	7050	190244	3
	180°	Gaussiano	1700	6300	200000	3

**Tabela 3** Parâmetros utilizados no modelo teórico da krigeagem indicativa

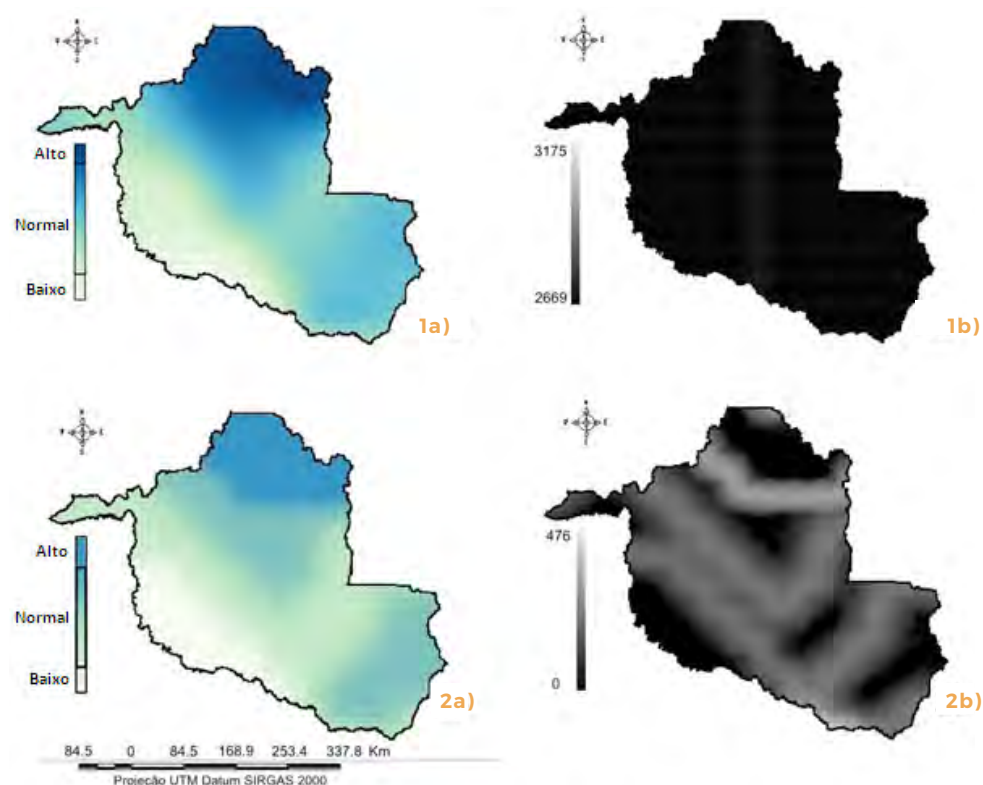
Nível de corte	Direção	Modelo	Efeito pepita	Contribuição	Alcance	Estruturas
1690	90°	Esférico	0.011	0.191	197159	3
	180°	Esférico	0.031	0.176	213097	
1930	90°	Esférico	0.030	0.242	242953	3
	180°	Esférico	0.055	0.245	274546	
2240	90°	Esférico	0.010	0.209	233505	3
	180°	Esférico	0.012	0.178	186209	

Observa-se que a krigeagem ordinária apresentou uma maior acurácia quando comparada com a krigeagem indicativa. No entanto, ambas as métricas destacaram a porção norte do estado como sendo de alta precipitação, a região centro-sudeste como normal e a região oeste como de baixa precipitação, dividindo o estado de Rondônia em três regiões distintas climatologicamente (Figura 5).

Através da Figura 5 (1b), observa-se que a variância obtida pela krigeagem ordinária é incrementada por um raio em torno dos pontos amostrados onde os valores locais são desconhecidos. Já na Figura 5 (2b), a variância da krigeagem indicativa, apresenta menor incerteza nos pontos amostrados e maior nas zonas intermediárias entre as regiões mais

homogêneas estimadas para a distribuição da precipitação.

Para a validação cruzada da krigeagem ordinária e indicativa utilizou-se como referência a própria grade do NOAA, devido não contar com outra base de dados externos para validação. Na Tabela 4 estão descritos os parâmetros utilizados para esta validação. De tal forma que as médias próximas de zero demonstram que os modelos aplicados nos fenômenos em estudo não apresentam tendência. Portanto, a análise estatística indicou que o estimador de krigeagem ordinária apresentou uma maior acurácia que a krigeagem indicativa, aproximando-se mais da média dos valores observados e com menor desvio padrão e erro médio quadrático (RMSE).



**Figura 5** Mapa da distribuição espacial da precipitação por krigeagem ordinária (1a); mapa da variância da krigeagem ordinária (1b); mapa da distribuição espacial da precipitação por krigeagem indicativa (2a); mapa de incerteza da krigeagem indicativa (2b)

**Tabela 4** Parâmetros da validação cruzada da estimativa por krigeagem ordinária (KO) e krigeagem indicativa (KI)

Método	Média dos dados observados	Média dos dados estimados	Mínimo/Máximo observado	Mínimo/Máximo estimado	Erro médio	$\sigma$ (erro)	RMSE
KO	1933.88	1924.34	1503 2418.34	1451.27 2417.43	-4.38	11.92	38.68
KI		1960.88		1553.11 2462	32.83	75.16	289.95

### 3.2 Modelagem estrutural do SPI-12: krigeagem ordinária

No período utilizado como referência para esta pesquisa (1983 a 2014), os anos em que foi identificada a ocorrência do fenômeno conhecido como seca hidrológica ou, seca de longa duração, foram os anos de 1984, 1992, 1998, 2000 e 2003. Para estes anos foram modelados os semivariogramas da krigeagem ordinária, utilizando a abordagem anisotrópica, que considera as direções preferenciais de ocorrência do evento (Figura 6).

Após a modelagem para obtenção do semivariograma, foram obtidos os parâmetros utilizados no ajuste do modelo teórico (Tabela 5), visando obter melhores resultados do estimador da krigeagem ordinária para os casos em que ocorreu a anisotropia combinada, nos

anos de 1984, 1992, 1998 e 2003. Para o ano 2000 utilizou-se a modelagem omnidirecional.

Na Tabela 6 estão destacados os valores referentes à média, variância e desvio padrão do erro encontrado no processamento dos semivariogramas, ilustrados na Figura 6.

A precipitação em Rondônia apresentou um padrão que aponta para o zoneamento do estado em três regiões climatológicas distintas que, no geral, diminui do centro para oeste, cuja porção central representa uma transição entre o norte úmido e o sudoeste progressivamente mais seco, conforme observado na Figura 5. Contudo, para o SPI-12 o padrão espacial se mostrou variável, com ocorrência de seca hidrológica em maior severidade na porção mais úmida ao norte nos anos de 1992 e 1998 (Figura 7).

**Tabela 5** Parâmetros para ajuste do modelo teórico da krigeagem ordinária aplicada ao SPI-12

Ano	Direção	Modelo	Efeito pepita	Contribuição	Alcance	Estruturas
1984	90°	Gaussiano	0.099	0.268	289522	3
	180°	Gaussiano	0.024	0.487	196927	
1992	0°	Exponencial	0.075	0.105	423004	3
	90°	Exponencial	0.011	0.167	229785	
1998	65°	Gaussiano	0.013	0.195	503910	3
	155°	Gaussiano	0.025	1.026	992268	
2000	Omni	Esférico	0.011	0.572	567591	-
2003	140°	Gaussiano	0.019	0.051	283635	3
	230°	Gaussiano	0.001	0.082	197171	

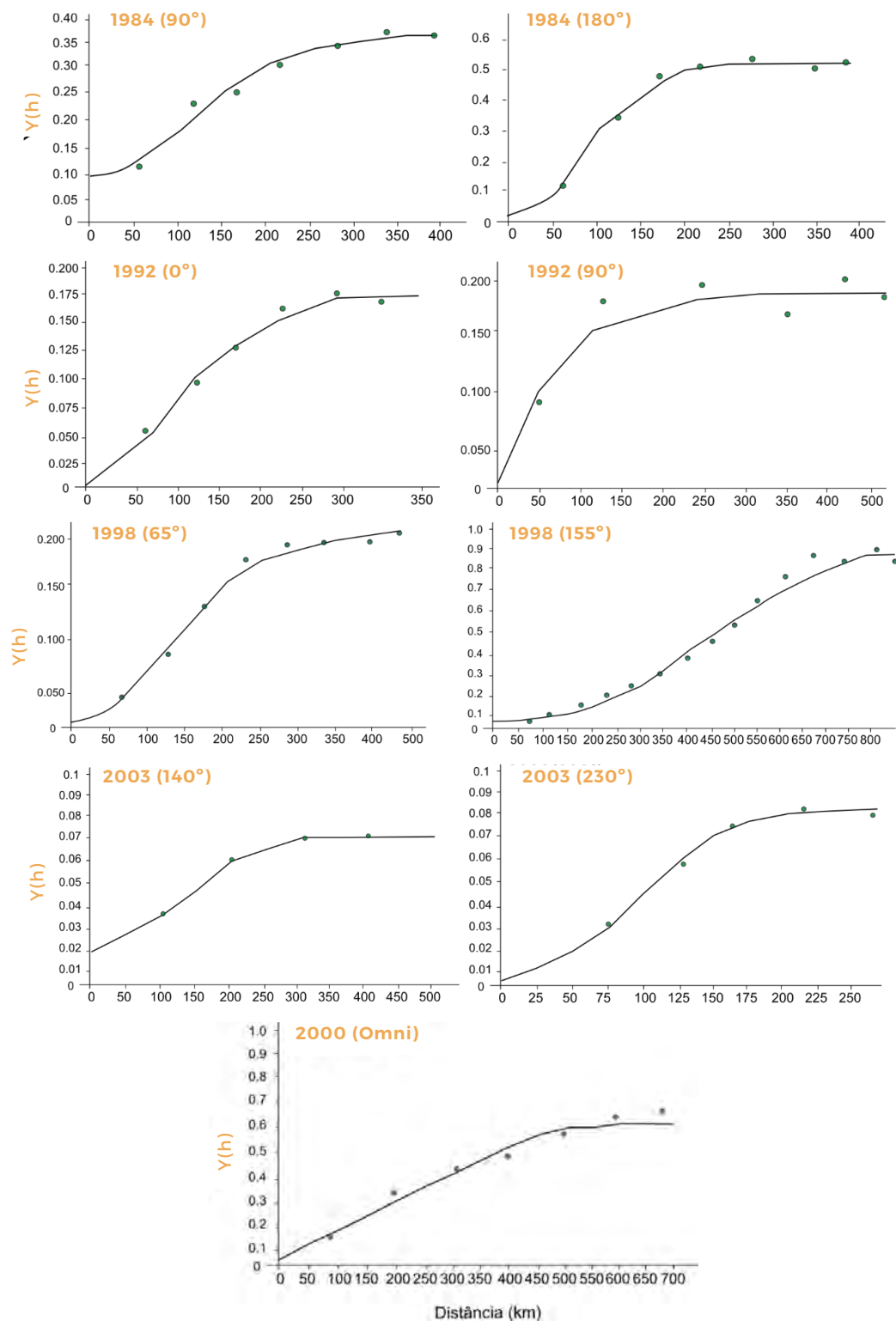


Figura 6 Modelagem estrutural das amostras do SPI-12; (círculo) modelo experimental; (linha) modelo teórico

Tabela 6 Parâmetros do erro obtidos por meio da validação do modelo ajustado

Ano	Média	$\sigma^2$	$\sigma$
1984	-0.023	0.096	0.310
1992	0.006	0.035	0.187
1998	0.00	0.024	0.154
2000	0.002	0.053	0.230
2003	-0.011	0.023	0.151

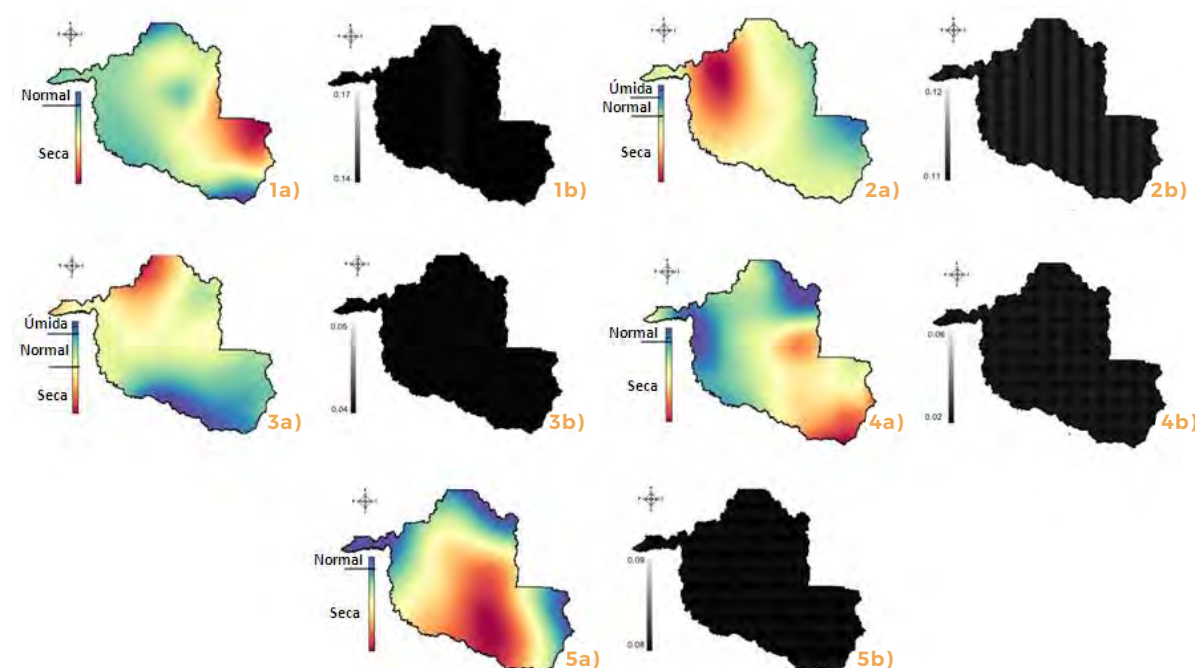


Figura 7 Mapa da distribuição espacial do SPI-12. 1a e 1b estimativa do SPI-12 para o ano 1984 e mapa da variância respectivamente; 2a e 2b estimativa do SPI-12 para o ano 1992 e mapa da variância respectivamente; 3a e 3b estimativa do SPI-12 para o ano 1998 e mapa da variância respectivamente; 4a e 4b estimativa do SPI-12 para o ano 2000 e mapa da variância respectivamente; 5a e 5b estimativa do SPI-12 para o ano 2003 e mapa da variância respectivamente

O ano de 2003 apresentou ocorrência de seca hidrológica com maior severidade em quase toda porção territorial do estado. Apenas os anos de 1992 e 1998 tiveram as 3 classes (úmido, normal e seco) de SPI-12 identificadas, nos demais anos os resultados obtidos pelo índice, variaram entre as classes normal a seco.

A seca de longa duração observada para os anos 1992, 1998 e 2003 apresentou ocorrência concomitante ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul - ENOS (1992-93, 1997-98, 2002-03). O ENOS de 1982-83 e 1997-98 foram os eventos de maior intensidade registrados durante o período desta pesquisa, demonstrando que as secas ocorridas nos anos 1984 e 2000 podem

ter sido uma consequência de um forte aumento das TSM do Pacífico tropical aliado a um interstício de chuvas moderadas.

Os parâmetros da validação cruzada da krigeagem ordinária aplicados aos dados de

SPI-12, apresentados na **Tabela 7**, evidenciam um bom ajuste da modelagem. Entretanto, para o ano 2000 houve tendência em superestimar a severidade da seca hidrológica.

**Tabela 7** Parâmetros da validação cruzada da estimativa por krigeagem ordinária para SPI-12

Ano	Média dos dados observados	Média dos dados estimados	Mínimo/Máximo observado	Mínimo/Máximo estimado	Erro médio	$\sigma$ (erro)	RMSE
1984	-1.58	-1.54	-4.31 -0.02	-4.25 0.50	0.020	0.1276	0.17
1992	-0.96	-0.96	-3.19 0.73	-2.84 0.74	0.012	0.1122	0.11
1998	-0.26	-0.27	-1.20 0.46	-1.40 0.58	0.002	0.0368	0.02
2000	-1.18	-1.22	-2.41 -0.09	-2.63 -0.09	-0.004	0.0246	0.04
2003	-1.13	-1.14	-1.96 -0.19	-1.83 -0.26	0.003	0.1069	0.03

#### 4. Conclusões

O *Standard Precipitation Index* é um índice que possibilita quantificar e monitorar o déficit hídrico em escalas temporais de curto, médio e longo prazo e, ainda, em áreas de grande extensão. Contudo, bancos de dados de estações meteorológicas com mais de 30 anos de informações contínuas, necessários para uma melhor eficiência da validação dos resultados, são inexistentes para o estado de Rondônia. Com isso, os dados de reanálise (p.e. NOAA) tornam-se fontes úteis para este tipo de investigação uma vez que, sua correlação com estações meteorológicas tem se mostrado satisfatória (Santos *et al.*, 2015; Saldanha *et al.*, 2015).

Os anos de secas de longa duração (SPI-12) evidenciados neste estudo foram os anos de 1984, 1992, 1998, 2000 e 2003. Em termos de causas, esses extremos podem estar associa-

dos aos eventos El Niño-Oscilação Sul - ENOS ocorridos, respectivamente, em 1982-83, 1991-92, 1997-98 e 2002-03.

Conclui-se a partir desses dados que, com o uso da geoestatística, é possível espacializar a precipitação e o SPI-12. Nesse sentido, esta ferramenta tem o potencial de fornecer condições básicas para o planejamento sobre o ambiente frente às constantes variações sazonais e interanuais do clima.

Rondônia é um estado vulnerável às mudanças climáticas, visto que, grande parte da sua base produtiva baseia-se na produtividade agropecuária, cujos impactos negativos dos eventos de seca hidrológica podem resultar em riscos socioeconômicos e ambientais, o que faz das informações climáticas, uma importante ferramenta para o planejamento, previsão e/ou mitigação dos efeitos da seca sobre os ecossistemas.

#### 5. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo à Ranieli dos Anjos de Souza Muler.

#### 6. Referências citadas

- AKHTARI, R.; MORID, S.; MAHDIAN, M. H. & V. SMAKHTIN. 2009. "Assessment of areal interpolation methods for spatial analysis of SPI and EDI drought indices". *Int. J. Climatol.*, 29: 135-145.
- BARKER, L. J.; HANNAFORD, J.; CHIVERTON, A. & C. SVENSSON. 2016. "From meteorological to hydrological drought using standardised indicators". *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20: 2.483-2.505.
- CAMARGO, E. C. G.; DRUCK, S. e CAMARA, G. 2004. "Análise de superfícies por geoestatística linear". In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G. e MONTEIRO, A.V.M. (eds), *Análise Espacial de Dados Geográficos*. pp. 42-79. EMBRAPA, Brasil.
- DOMINGOS, S. I. S. 2006. *Análise do índice de seca Standardized Precipitation Index (SPI) em Portugal Continental e sua comparação com o Palmer drought severity index (PDSI)*. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. Tese (Licenciatura).
- FELGUEIRAS, C. A.; CAMARGO, E. C. G. & J. O. ORTIZ. 2014. Geostatistical anisotropic modeling of carbon dioxide emissions in the Brazilian Negro basin, Mato Grosso do Sul. V *GEOPANTANAL (Simpósio de Geotecnologias no Pantanal)*. 896-904. Campo Grande, Brasil. (22 a 26 de novembro).
- KARAVITIS, C. A.; ALEXANDRIS, S.; TSESMELIS, D. E. & J. ATHANASOPOULOS. 2011. "Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Greece". *Water*, 3: 787-805.
- KEYANTASH, J. & J. A. DRACUP. 2002. "The Quantification of Drought: An Evaluation of Drought Indices". *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83: 1.167-1.180.
- LEWIS, S. L.; BRANDO, P. M.; PHILLIPS, O. L.; VAN DER HEIJDEN, J. M & D. NEPSTAD. 2011. "The 2010 Amazon drought". *Science*, 331 (6.017): 554-554.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J. & J. KLEIST. 1993. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. *VIII CAC (8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology)*. 179-184. Anaheim, USA. (17-22 de janeiro).
- MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; TOMASELLA, J.; OYAMA, M. D.; OLIVEIRA, G. S.; CAMARGO, H.; ALVES, L. L. M. & L. F. BROWN. 2008. "The drought of Amazonia in 2005". *Journal of Climate*, 21(3): 495-516.

- NASA. 2017. "Standardized Precipitation Index (SPI)". Disponível em: <https://gmao.gsfc.nasa.gov/research/subseasonal/atlas/SPI-html/SPI-description.html>. [Acesso: janeiro, 2017].
- PIRES, V. 2003 *Frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos associados a precipitação*. Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra).
- PORTELA, M. M.; SANTOS, J. F. F.; NAGHETTINI, M.; MATOS, J. P. e A. T. SILVA. 2012. "Superfícies de limiares de precipitação para identificação de secas em Portugal continental: uma aplicação complementar do índice de precipitação padronizada, SPI". *Revista Recursos Hídricos*, 33(02): 5-23.
- SALDANHA, C. B.; RADIN, B.; CARDOSO, M. A. G.; RIPPEL, M. L.; FONSECA, L. L. e F. RODRIGUES. 2015. "Comparação dos dados de precipitação gerados pelo GPCP vs observados para o estado do Rio Grande do Sul". *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30(4): 415-422.
- SANTOS, M. S. 2011. "Caracterização espaço-temporal de secas utilizando ondaletas e o *Standardized precipitation index*: uma aplicação para a parcela mineira da bacia do rio São Francisco". CPRM. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss\\_marcos\\_santos.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_marcos_santos.pdf). [Acesso: março, 2017].
- SANTOS, F. A. A.; ROLIM, P. A. M.; RIBEIRO, N. C. C. e E. A. SANTOS. 2015. Avaliação do uso de dados de precipitação gerados pelo CPC/NCEP na modelagem hidrológica em uma região hidrográfica do rio Araguaia. *XVII SBSR (Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto)*. 1.601-1.608. João Pessoa, Brasil, (25 a 29 de abril).
- VAN LOON, A. F. & G. LAAHA. 2015. "Hydrological drought severity explained by climate and catchment characteristics". *Journal of Hydrology*, 526: 3-14.
- WU, J.; CHEN, X.; GAO, L.; YAO, H.; CHEN, Y. & M. LIU. 2016. "Response of Hydrological Drought to Meteorological Drought". *Advances in Meteorology*, 2016: 1-12.

# Identificación de conflictos

## de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador

Identification of land use conflicts for the observation of *Cuniculus paca*, Ecuador

Scarlet Cartaya Ríos<sup>1</sup>

Shirley Zurita Alfaro<sup>2</sup>

Roddy Mantuano-Eduarte<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manta, provincia de Manabí, Ecuador / Instituto Pedagógico de Caracas, Centro de Investigaciones 'Estudios del Medio Físico Venezolano', Departamento de Ciencias de la Tierra, Caracas, Venezuela

<sup>2</sup> Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), Quito, Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manta (provincia de Manabí), Ecuador

scarletcartaya@gmail.com

isza1984@gmail.com

rody.scout@gmail.com

### Resumen

El objetivo es identificar los conflictos de uso de la tierra para la determinación de sitios óptimos de observación de *Cuniculus paca*, en dos sectores de Ecuador. La metodología consistió en el empleo de: Matriz de Jerarquías Analíticas de la Técnica Compensatoria Aditiva de la Evaluación Multicriterios; matriz de contrastes; cruce algebraico con un SIG; identificación del bosque húmedo tropical mediante interpretación visual sobre ortofotomapas y la técnica de clasificación supervisada, se verificó su confiabilidad con la matriz de confusión y el índice de Kappa. Se concluyó que en los sectores en estudio el uso adecuado del suelo representa menos del 20% del total. La mayor parte de las tierras están subutilizadas, con lo cual las áreas para la observación de la especie cinegética están restringidas a escasos sitios. La precisión global fue de 81,6% y el índice de Kappa de 75,2%.

**Palabras clave:** conflictos de uso; sistemas de información geográfica; uso potencial; uso actual.

### Abstract

The aim of this paper is the identification of land use conflicts for the determination of observation sites of the *Cuniculus paca*, by using camera-trap, in two areas of Ecuador. The methodology consisted of: The Analytical Hierarchy Process (AHP); Multicriteria Evaluation (MCE); GIS; identification of the forest wet tropical by means of visual interpretation on orthophotomaps and the supervised classification technique. Its reliability was verified by using the Confusion Matrix and Kappa Index. We concluded that it is seen in the studied areas that the proper use of the soil represents less than 20% of the total. Most of the lands are underutilized, according to the categories of spatial analysis that were used, with which the areas for the observation of the hunting species are restricted to few sites. The overall accuracy was 81.6% and the Kappa index was 75.2%.

**Key words:** conflict use; geographic information systems; potential use; current use.

## 1. Introducción

Ecuador es uno de los países de América del Sur con mayor biodiversidad (Estrella *et al.*, 2005; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2014). Preservar la fauna que está bajo amenaza por efectos de la deforestación de hábitats naturales, sobreexplotación y cacería ilegal (Sierra, 2013; Rodríguez y Ortega, 2012; De Osma Vargas-Machuca *et al.*, 2014; Escribano-Ávila *et al.*, 2017), parte de tomar un conjunto de medidas que mitiguen la depredación y degradación de los recursos naturales, aspecto que hoy en día ocupa a los organismos del Estado, mediante el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2016), encargados de velar por su conservación.

Correspondiendo con la necesidad de contar con información fundamental para el país, que aporte al conocimiento de la situación-problema que está afectando a la fauna silvestre, en específico la *Cuniculus paca* (Guanta), se requiere para su observación con cámara-trampa, identificar el bosque húmedo tropical en donde la matriz circundante tenga poca perturbación antrópica.

Es por ello que el presente estudio tiene como objetivo identificar los conflictos de uso de la tierra para la determinación de los sitios óptimos de observación de *Cuniculus paca* en el Refugio de Vida Silvestre Costero Marino Pacoche (RVSCM Pacoche) y un sector al nororiente del cantón Flavio Alfaro de la provincia de Manabí, empleando un sistema de información geográfica combinado con técnicas de la Evaluación Multicriterio.

La *Cuniculus paca* es una especie que se caracteriza por tener amplia distribución geográfica en la región neotropical del territorio

ecuatoriano, habitando en los bosques húmedos, secos, tropicales y subtropicales de la costa y la Amazonía (Albuja *et al.*, 1993; Tirira, 2007; 2011). Los sectores en estudio han estado bajo la presión de la expansión de actividades antrópicas, confinando a pequeños fragmentos los bosques, hábitat natural de esta especie, por lo cual la finalidad de esta investigación consiste en proporcionar la mayor cantidad de opciones, donde los remanentes de bosque estén lo menos perturbados y funcionen como potenciales unidades biológicas de observación.

Ello requiere la delimitación del espacio en categorías donde se generen conflictos o no de uso de la tierra, lo cual es básico para orientar las posibles variables que pudieran estar interviniendo en la abundancia y distribución de la especie terrestre en estudio, y de esta manera contribuir con la preservación de las áreas naturales de Ecuador.

En este sentido, se asume por cobertura del suelo a los distintos rasgos que cubren la tierra que pueden ser identificados como unidades de vegetación natural arbórea, arbustiva o herbácea; agua, suelos desnudos o estructuradas que fueron creadas por el hombre plantaciones permanentes, así como, las áreas ocupadas en un sector (Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2002). Por otro lado, el uso del suelo se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura para satisfacer sus necesidades (Vargas, 1992; Meyer & Tuner, 1994; Lambin, 1997).

Se entiende como conflictos de uso aquellas zonas que están siendo utilizadas en discordancia con su vocación natural; son áreas donde existe discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debería tener (Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación

Agropecuaria, 2002; Molina y Rivas, 2007). El uso potencial se concibe como la capacidad o vocación de la tierra según su naturaleza, indicando que el suelo está siendo utilizado adecuadamente, situación ésta que se define como equilibrio y significa que el uso existente en el suelo presenta exigencias iguales a las ofertas ambientales (López, 2010).

Las diferencias entre el uso actual y el potencial generan dos situaciones: la subutilización del suelo, cuando las demandas del uso actual existente son mayores que la oferta productiva del suelo, dadas las características de éste; y el sobreuso del suelo cuando las exigencias del uso actual o cobertura vegetal existente son mayores que la oferta productiva del suelo. Los conflictos de uso de la tierra son expresión de la creciente presión humana sobre el ambiente natural, para lo cual integrar la cantidad de variables que intervienen para poder categorizar los conflictos y así lograr una localización óptima de los sitios de observación, requiere de estructurar la información de la forma más objetiva, para ser evaluada y ponderada en el contexto de la Matriz de Jerarquías Analíticas de la Técnica Compensatoria Aditiva (Saaty, 1990; 2008), que es una forma de facilitar la interpretación de los datos (Uyan, 2013), y de alimentar la construcción de las categorías de uso de la tierra en la matriz de contraste.

Proporcionar este análisis espacial requiere del empleo de SIG (Hossain *et al.*, 2009; Hossain & Das, 2010; Zhang *et al.*, 2011; Walke *et al.*, 2012; Sánchez-Lozano *et al.*, 2013), combinado con algunas técnicas de la Evaluación Multicriterios (Zhang *et al.*, 2012; Borgogno-Mondino *et al.*, 2015), que en conjunto han sido aplicados en un gran número de estudios que abarcan diversos temas, como la planificación urbana y rural, la elección de diferen-

tes tipos de instalación, mapas de uso del suelo, reducción de riesgos naturales e impacto, distribución de recursos limitados entre otros (Chen *et al.*, 2010; Iojă *et al.*, 2014; Perpiña *et al.*, 2013; Nguyen *et al.*, 2015), dando buenos resultados.

## 2. Metodología

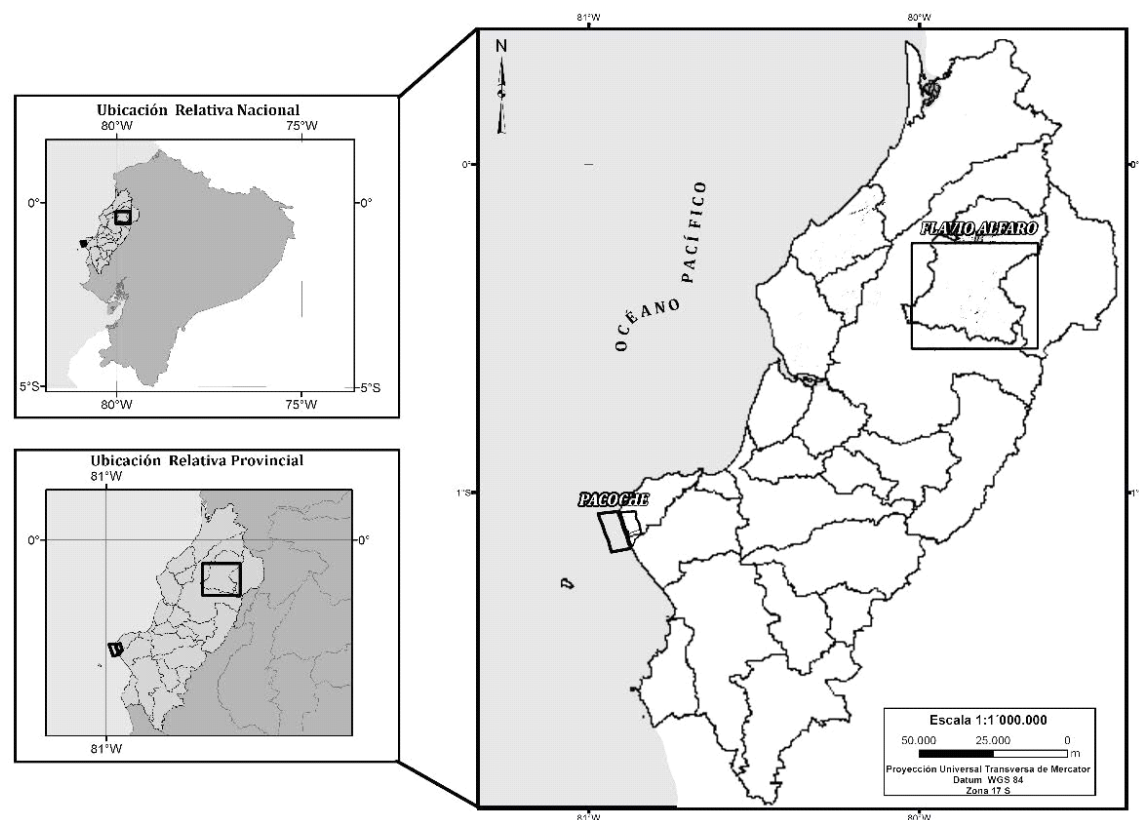
### 2.1 Área de estudio

El RVSCM Pacoche es un área bajo administración especial. Se localiza en la región litoral, al suroeste de la provincia de Manabí. Geoastronómicamente, se ubica entre las coordenadas: punto noroccidental: 01°03'33"S y 80°54'40"W; punto nororiental: 01°03'25"S y 80°51'28"W; punto suroccidental: 01°09'60"S y 80°51'59"W; punto suroriental: 01°07'41"S y 80°50'25", Datum WGS84, Zona 17 S, Proyección Universal Transversa de Mercator.

El área abarca una extensión total 13.714,77 hectáreas en dos bloques: un área marina y otra terrestre. La marina cubre una superficie de 8.618,35 ha y la terrestre 5.096,41 ha. La terrestre se extiende desde el nivel del mar hasta los 363 m de altitud y está formada por las vertientes occidentales y orientales de los cerros de Pacoche, que forman parte del macizo discontinuo de la cordillera costanera en Manabí (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2009).

Flavio Alfaro se trata de un área no protegida. Se localiza en el centro-norte de la provincia de Manabí. Geoastronómicamente, se ubica entre las coordenadas: punto noroccidental: 01°03'33"S y 80°54'40"W; punto nororiental: 01°03'25"S y 80°51'28"W; punto suroccidental: 01°09'60"S y 80°51'59"W; punto suroriental: 01°07'41"S y 80°50'25", Datum WGS84, Zona 17 S, Proyección Universal Transversa de Mercator (Figura 1).





**Figura 1** Localización geográfica de los sectores en estudio, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuente cartográfica:* Mapa base del Instituto Geográfico Militar (2013) y Mapas temáticos del Ministerio del Ambiente de Ecuador (2014). Departamento Central de Investigación (2016)

## 2.2 Conflictos de uso de la tierra

El mapa de conflictos de uso es un producto del cruce algebraico entre uso actual con uso potencial de la tierra. Se inició determinando los niveles de conflictos mediante la matriz de contraste y la Técnica Compensatoria Aditiva del Método de las Jerarquías Analíticas (MJA), (Saaty, 1990; 2008), de la Evaluación Multicriterios (Gómez y Barredo, 2005), para lograr mayor objetividad en el análisis.

La MJA se basa en el desarrollo de prioridades, que son producidas a partir de una evaluación de concordancia de un par de criterios. Éstas son cuantificadas mediante juicio de expertos. En este análisis, cada parámetro

recibe un puntaje de acuerdo al nivel de importancia de la relación de los pares involucrados, en la asignación de pesos.

Se diseñó cada matriz con su correspondiente escala de valoración y el cuadernillo de instrucciones para expertos. Se envió vía correo electrónico para ser respondida por un grupo de profesionales seleccionados de manera intencional. Los criterios a considerar para realizar estas comparaciones se presentan en el **Cuadro 1**.

Se considera a los criterios 'X' (en la columna) y los criterios 'J' (en la fila) para evaluar su relación directa, empleando la escala del 1 (igual preferencia) al 4 (preferencia

absoluta), colocando en la casilla que corresponda a la intercepción del par examinado (**Cuadro 2**).

Se recibieron un total de 34 matrices-muestras. Los resultados obtenidos fueron sometidos a tratamiento estadístico. Estos datos sirvieron para la identificación de los criterios de decisión, la estructuración de los factores de una forma jerárquica y el establecimiento de la importancia relativa de cada uso potencial en los sectores sometidos a estudio.

Posteriormente a la asignación del peso, se utilizó la matriz de contraste con tres categorías de conflictos: **i)** uso adecuado; **ii)** subuso y **iii)** sobreuso. Para diferenciar los conflictos en el mapa se emplearon los colores: verde, amarillo y rojo, respectivamente. Con los resultados de esta matriz se elaboran los mapas de categorías de conflictos de uso de la tierra.

Antes de estructurar el mapa de conflictos de uso de la tierra, se construyeron los mapas de uso actual y potencial. El de uso actual se elaboró a partir de la interpretación visual de imágenes satelitales *RapidEye*, visitas a campo y cartas oficiales. En el uso potencial se empleó el mapa de aptitud agrícola; se trata de un documento cartográfico oficial diseñado a partir de los planes de ordenamiento territorial y de ordenanzas cantonales y provinciales.

## 2.3 Identificación de cobertura boscosa

En la identificación de la cobertura boscosa para RVSMC Pacoche, se usó la técnica de clasificación supervisada: para ello se trabajó con las imágenes *RapidEye*, con nivel de tratamiento 3A (imágenes ortorectificadas). Es multiespectral 5 bandas: rojo, verde, azul, *RedEdge*, Infrarrojo Cercano, de 5 metros de

**Cuadro 1** Escala de valoración de la Matriz de Jerarquías Analíticas

Importancia	Definición	Descripción
1	Igual preferencia	Los dos criterios (xj) contribuyen de igual manera a los conflictos de uso de la tierra
2	Moderada preferencia	Pasadas experiencias favorecen al criterio (x) sobre (j)
3	Fuerte preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (x) sobre el (j) está demostrado
4	Absoluta preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (x)

**Cuadro 2** Matriz de Jerarquías Analíticas del uso potencial

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	$\Sigma x_j$	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1						
Cultivo		1					
Pasto			1				
Sin uso agrícola				1			
					$\Sigma x_j =$		

resolución espacial y 12 bits de resolución radiométrica, con sistema de coordenadas UTM / WGS-84 / Zona 17. Éstas se capturaron el 23 de marzo del 2011.

La clasificación supervisada permite explorar diferentes tipos de atributos o clases por medio del análisis estadístico multivariado; ésta se basa en la asignación de un objeto o un fenómeno físico a una de las diversas categorías o clases para lo cual se debe tener conocimiento previo del área de entrenamiento. La clasificación es una técnica muy útil, usada en diversos campos, en particular en el reconocimiento de patrones espaciales (Chuvieco, 2006; Ormeño, 2006). A la clasificación se le evaluó el grado de precisión mediante el uso de una matriz de confusión y la concordancia a través del estadístico Kappa.

En el caso de Flavio Alfaro se interpretó y delimitó la cobertura boscosa, a través del análisis visual, usando el paquete SIG ArcGIS (versión 10.1) sobre un conjunto de ortofotomapas a escala 1:5.000, generados por el Ministerio de Agricultura, a través del Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIG-Tierras), bajo la fiscalización del Instituto Geográfico Militar (IGM). Los ortofotomapas se encuentran dentro de un sistema de coordenadas UTM, datum WGS-84, Zona 17, adquiridas en el año 2015.

## 2.4 Selección de los sitios óptimos de observación

La selección de sitios óptimos de observación de la *Cuniculus paca* se realizó mediante el cruce algebraico de la capa de cobertura de bosque húmedo tropical con la capa de uso adecuado y subuso, mediante el empleo de un SIG. Éstas se destacaron con un círculo enume-

rado y se le determinó un punto medio donde se tomaron las coordenadas geográficas.

## 3. Resultados y discusión

La identificación de las áreas boscosas para RVSMC Pacoche se realizó mediante la clasificación supervisada, lográndose determinar los remanentes de vegetación nativa, otros usos y coberturas, tales como: mar, infraestructura, bosque húmedo, cultivos, sin cobertura, bosque seco. Fue necesario determinar la confiabilidad de la data; para ello se aplicó la matriz de confusión y el coeficiente estadístico de Kappa. Los resultados indicaron que la precisión global es de 81,67% y la concordancia entre los píxeles seleccionados y la realidad es de 75,24%, por lo que se considera que son confiables los resultados obtenidos por esta técnica multivariante (**Cuadro 3**).

Identificados los usos y coberturas de la tierra, se procedió a indicar los conflictos de uso; para ello se empleó la matriz de contraste (**Cuadro 4**), los cuales se representaron en mapas (**Figuras 2 y 3**). En el RVSCM Pacoche se observa que casi toda el área continental (50,45 km<sup>2</sup>) registra subuso 46,10 km<sup>2</sup> (91%), sólo 3,05 km<sup>2</sup> (6%) con sobreuso, que coincide con las áreas de mayor actividad agrícola, quedando 1,3 km<sup>2</sup> (3%) con un uso apropiado a sus condiciones naturales, en el norte de la reserva, donde el bosque húmedo está mejor preservado. Se observa que hay un desplazamiento de las actividades agrícolas sobre las áreas protegidas de bosques, lo que puede generar un aumento de la fragmentación de la vegetación nativa y vulnerabilidad de las especies silvestres que allí habitan.

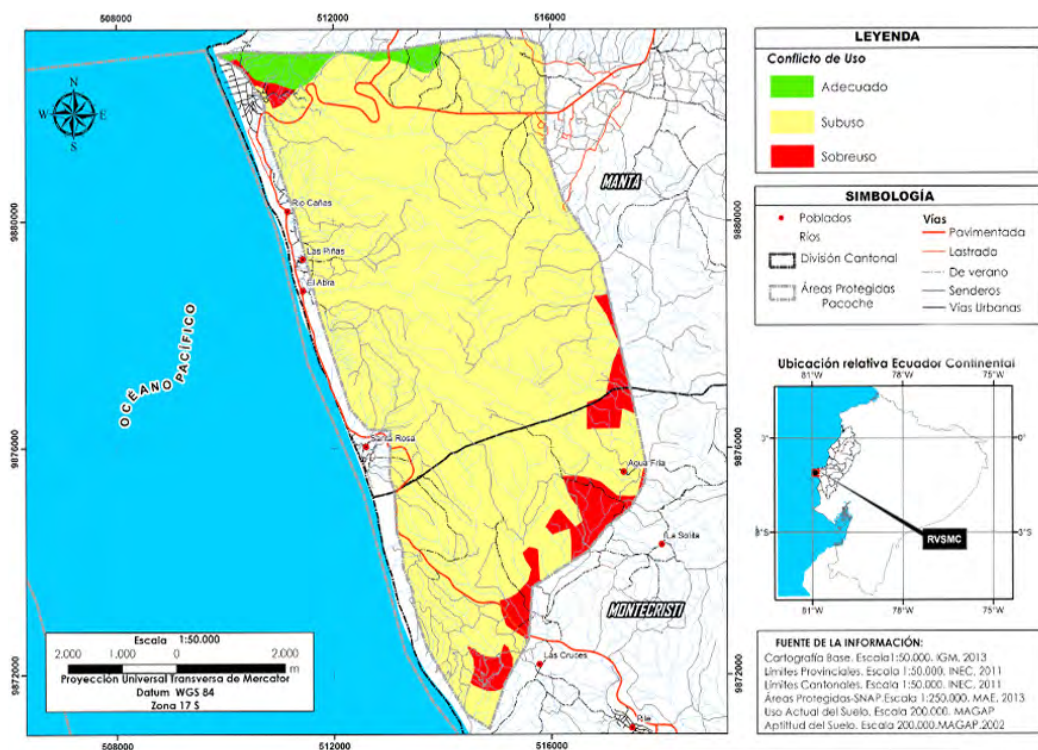
Según el Mapa de Uso Adecuado y Conflicto de la Tierra del Ecuador Continental (Ministerio de Agronomía, Ganadería, Acuicul-

**Cuadro 3** Matriz de confusión

Clase	Mar	Infraestructura	Bosque Húmedo	Cultivos	Sin Cobertura	Bosque Seco	Total
Mar	51	0	0	0	0	0	51
Infraestructura	0	27	0	1	6	7	41
Bosque Húmedo	0	0	15	0	0	0	15
Cultivo	0	0	0	0	0	0	1
Sin Cobertura	0	0	0	2	14	0	36
Bosque Seco	0	0	0	0	7	0	7
<b>Total</b>	51	28	15	3	27	7	131
<b>Exactitud total</b>						0.816	81.6
<b>Kappa</b>						0.752	75.2

**Cuadro 4** Matriz de contraste con las categorías de conflictos de uso de la tierra

Uso actual	Uso Potencial	Conflicto
<b>Pasto</b>	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Subuso
	Pastos	Adecuado
	Sin uso agrícola	Subuso
<b>Zona Urbana</b>	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Subuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Adecuado
<b>Vegetación Natural</b>	Bosque	Adecuado
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Subuso
<b>Bosque Natural</b>	Bosque	Adecuado
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Sobreuso
	Sin uso agrícola	Subuso
<b>Arboricultura</b>	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Adecuado
	Pastos	Subuso
	Sin uso agrícola	Sobreuso
<b>Bosque intervenido</b>	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Adecuado
	Pastos	Adecuado
	Sin uso agrícola	Subuso
<b>Banco de Arena</b>	Bosque	Sobreuso
	Cultivos	Sobreuso
	Pastos	Subuso
	Sin uso agrícola	Adecuado

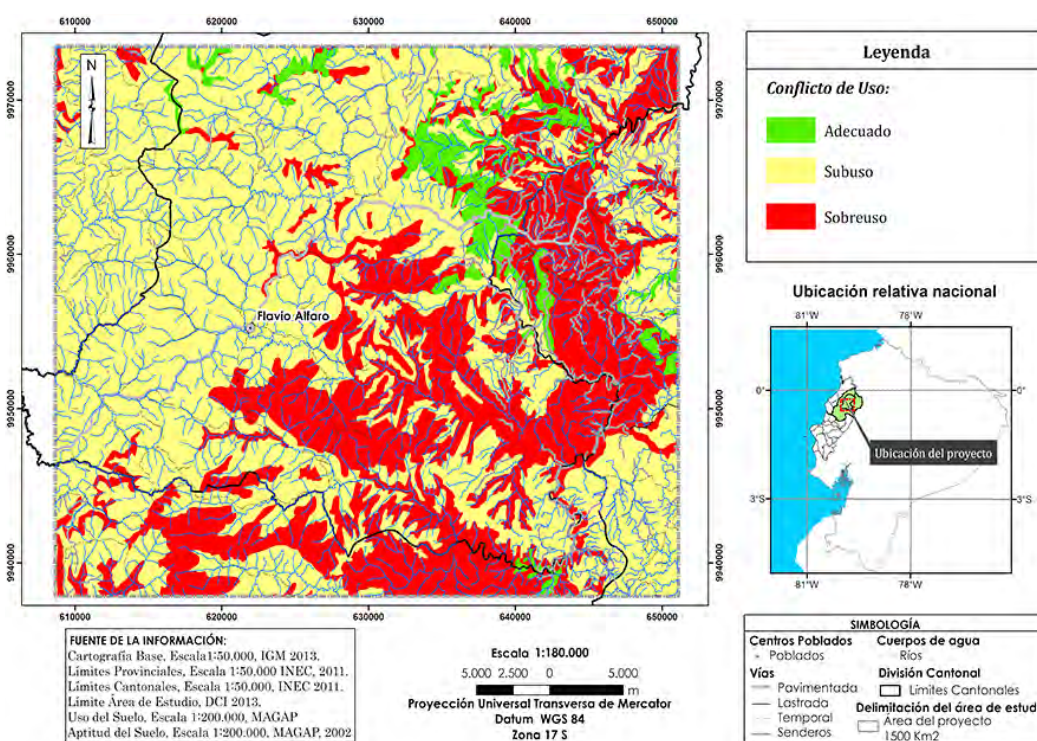


**Figura 2** Mapa de conflictos de uso del suelo del Refugio de Vida Silvestre, Marino, Costero Pacoche, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Áreas Protegidas 1:250.000 (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

tura y Pesca, 2002), único documento oficial, Pacoche presentaba 10% de uso adecuado en el norte de la reserva, coincidiendo con el obtenido por el método aplicado. En cambio, sólo el 30% del área se encontraba subutilizada, mientras que el 60% mostraba sobre uso. Estos valores contrastan con los obtenidos, por cuanto se presume que, a partir de 2008, la figura de protección otorgada contribuyó al cambio de uso de la tierra.

En el caso de Flavio Alfaro con 1.500 Km<sup>2</sup> de área en estudio, para el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (2002), el 90% presentaba un subuso del suelo y 10% de sobreuso. Aplicando el método

multicriterio, 73 km<sup>2</sup> (5%) tiene uso adecuado a sus potencialidades, que coincide con la zona donde las pendientes son de moderadas a fuertes y la red de drenaje es dendrítica a subdendrítica, controlado por la litología aflorante. El sobreuso del suelo coincide con las áreas donde se practica la agricultura en forma más intensiva, corresponde a 505 km<sup>2</sup> (34%). El resto del área 922 km<sup>2</sup> (61%), registra un subuso del suelo. La discrepancia entre los datos oficiales y los determinados en este estudio, posiblemente se deba que ha aumentado el interés por la tierra basado más en la dinámica económica que a sus potencialidades y propiedades.



**Figura 3** Mapa de conflictos de uso del suelo de Flavio Alfaro, provincia de Manabí, Ecuador. *Fuentes:* Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

Una vez generados los mapas de conflictos de uso se procedió a identificar los sitios óptimos de observación; para ello se realizó la sobreposición del mapa de conflictos con la capa de cobertura natural, de donde se extrajo el área ocupada por los bosques en cada categoría de uso de la tierra (**Cuadro 5**).

En el rVSMC Pacoche, la cobertura boscosa es de 20,2 km<sup>2</sup> de 50 km<sup>2</sup>, es un poco más homogénea en la parte central y se presenta fragmentada hacia los bordes. Casi toda esta cobertura está emplazada sobre suelos con subuso (93%), el 6% en sobreuso y 1% en uso adecuado. Con lo cual son escasos los sectores con poca perturbación.

Como se aprecia en la actualidad, la cobertura boscosa abarca 126,28 km<sup>2</sup> de 1.500 km<sup>2</sup> en el sector de Flavio Alfaro; esta cobertura se caracteriza por estar fragmentada en parches de bosque rodeados por zonas agrícolas, ganadera y de bosques intervenidos. En donde el 55% de los bosques se encuentra en tierras con sobreuso, el 39% en sectores con subuso del suelo y sólo el 6% en uso adecuado.

Se considera que las áreas en equilibrio son las que poseen un uso adecuado, ya que están de acuerdo con las potencialidades de la tierra. Por presentarse la cobertura boscosa fragmentada, las áreas en equilibrio fueron identificadas como aquellas que se encuentran

**Cuadro 5** Cobertura boscosa y conflictos de uso de la tierra

	Ha	km <sup>2</sup>	%
<b>Flavio Alfaro</b>			
Área total de bosque	12.628,05	126,28	100
Área de bosque / sobreuso	6.919,81	69,19	55
Área de bosque / uso adecuado	768,57	7,68	6
Área de bosque / subuso	4.939,65	49,39	39
<b>RVSMC Pacoche</b>			
Área total de bosque	2012,98	20,12	100
Área de bosque / sobreuso	122,82	1,22	6
Área de bosque / uso adecuado	28,76	0,28	1
Área de bosque / subuso	1861,15	18,61	93

cubiertas de bosque nativo húmedo. También se incluyeron las zonas con subuso, aunque no hay equilibrio entre lo que debe ser y lo que se desarrolla; se considera que las actividades actuales, como son la agroforestal y silvo-pastoril, no causan una perturbación antrópica importante, además, existen reporte de la especie *Cuniculus paca* en los mencionados sectores (De Osma Vargas-Machuca *et al.*, 2014; Griffith, 2014).

Los datos obtenidos indican que existen pocos lugares que cumplan con las condiciones apropiadas como hábitat de la *Cuniculus paca*. Estos lugares son las áreas boscosas cercanas a las fuentes de agua y poco perturbadas por la actividad antrópica. En función de estos resultados, se propone para el caso de RVSMC Pacoche, 23 sitios óptimos de observación, ubicados a lo largo de las corrientes fluviales y sobre los fragmentos de bosque (Figura 4) y distribuidos en tres transeptos. En el Cuadro 6 se indican las coordenadas de cada punto, para su localización en campo.

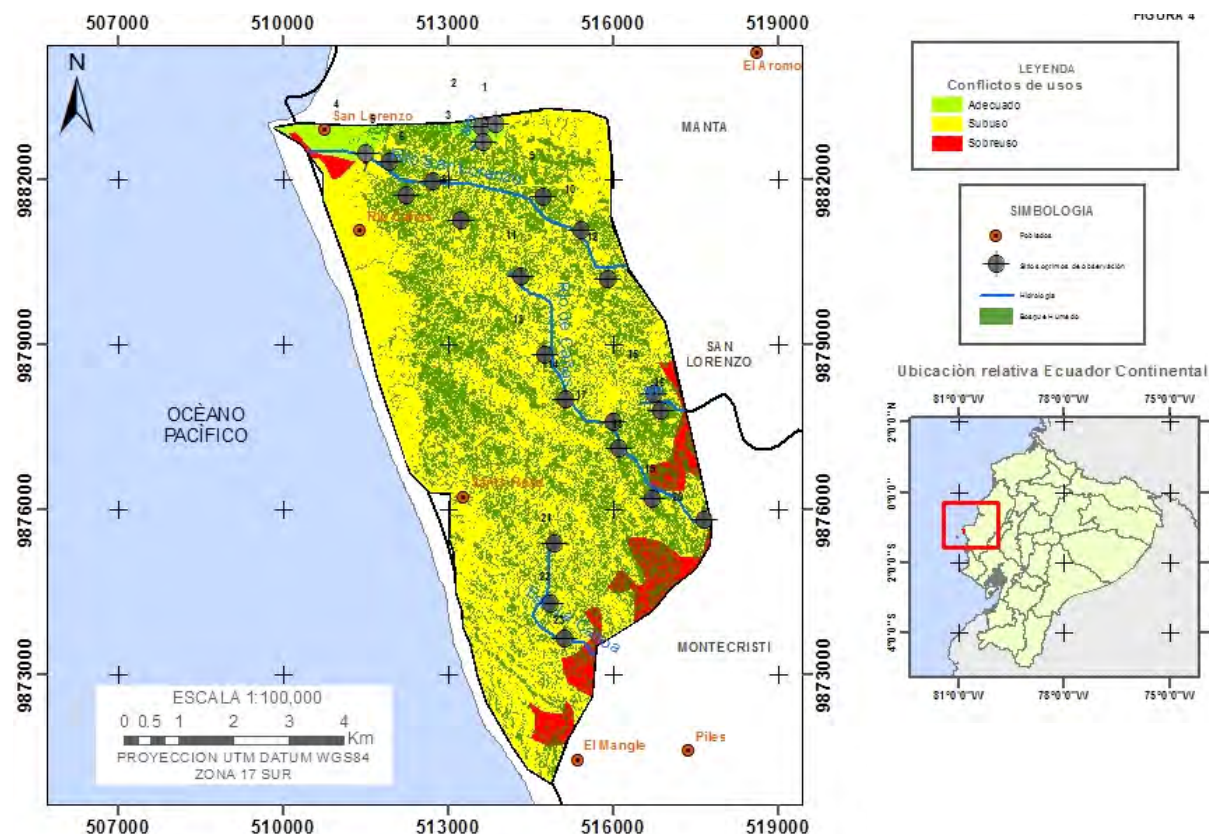
En Flavio Alfaro, los bosques que están sobre las áreas menos perturbadas, se encuentran fragmentados y distantes; por ello no se

logró establecer transeptos. Se identificaron 16 sitios óptimos de observación de la *Cuniculus paca*, localizados en los parches boscosos cercanos a afluentes fluviales (Figura 5) y sus coordenadas están referidas en el Cuadro 6.

Con la aplicación MJA, se determinó el peso ponderado para el uso potencial para el RVSMC Pacoche y un sector de Flavio Alfaro (Cuadros 7-8).

A criterio de expertos, el uso potencial para el RVSMC Pacoche, debería estar de la siguiente manera: el 53% del área para la conservación de bosques, un 38% aproximadamente para actividades agropecuarias de donde el 22% de las tierras sean destinadas para cultivos y el 16% para pastizales y solamente 9% de usos no agrícolas, lo cual comprendería básicamente infraestructura como vías de comunicación, tendido eléctrico e infraestructura turística, entre otras.

Estos resultados se deben a que el bosque de Pacoche fue recientemente incluido dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, razón por la cual se mantienen ciertos usos, debido a la presencia de poblaciones que existían dentro del sector desde antes de la creación de la figura de protección.



**Figura 4** Localización de los sitios de observación óptimos en el RVSMC Pacoche. Fuentes: Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Áreas Protegidas 1:250.000 (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Uso Actual del Suelo y Aptitud del Suelo 1:200.000 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002). Departamento Central de Investigación (2016)

En el caso de Flavio Alfaro, el uso potencial en el sector debería ser ocupado (53%) por bosques, (28%) cultivos, (12%) pastos, (8%) sin uso agrícola.

El desarrollo de la actividad agropecuaria en los últimos años ha traído como consecuencia la disminución de las zonas boscosas de los sectores en estudio, hábitat de la especie cinegética *Cuniculus paca*, lo cual limita la identificación de sitios óptimos para la observación. Además, hay que considerar que la expansión de la frontera agrícola y pecuaria,

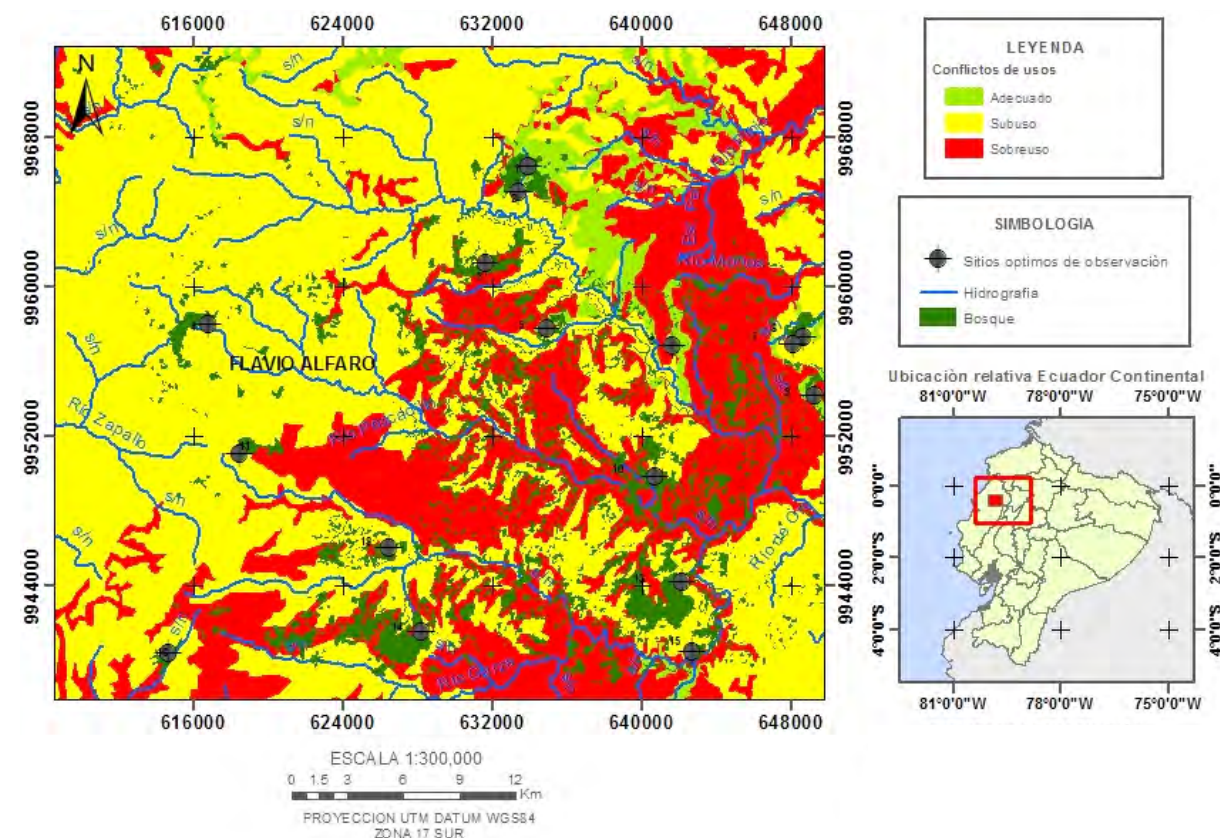
no necesariamente responde a las potencialidades de la tierra, ya que predominan el subuso y sobreuso de la tierra.

#### 4. Conclusiones

Se puede apreciar en ambos sectores en estudio que el uso adecuado del suelo representa menos del 20% del total. La mayor parte de las tierras están subutilizadas, según las categorías de análisis espacial que se emplearon. La determinación de los conflictos de uso permi-

**Cuadro 6** Coordenadas UTM de los sitios óptimos de observación en RVSMC Pacoche y un sector de Flavio Alfaro

Sitio óptimo de observación	X	Y
<b>RVSMC Pacoche</b>		
1	513860	9883010
2	513600	9882960
3	513635	9882690
4	511490	9882470
5	511941	9882330
6	512713	9881970
7	512238	9881710
8	513232	9881250
9	514725	9881700
10	515410	9881080
11	514325	9880240
12	515899	9880200
13	514753	9878810
14	515124	9878010
15	516739	9878110
16	516862	9877810
17	516000	9877610
18	516086	9877130
19	516703	9876210
20	517634	9875820
21	514920	9875390
22	514842	9874310
23	515094	9873660
<b>Flavio Alfaro</b>		
1	633924	9966430
2	633420	9965090
3	631644	9961300
4	616766	9958030
5	634896	9957740
6	648662	9957300
7	648141	9956920
8	641660	9956850
9	649260	9954150
10	640721	9949860
11	618461	9951050
12	626435	9945990
13	642181	9944220
14	628250	9941530
15	642717	9940480
16	614674	9940390



**Figura 5** Localización de los sitios óptimos de observación en un sector de Flavio Alfaro. Fuentes: Cartografía Base 1:50.000 (Instituto Geográfico Militar, 2013). Límites Cantonales y Provinciales 1:50.000 (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011). Departamento Central de Investigación (2016)

tió conocer el estado ambiental de los sectores estudiados, basados en sus potencialidades y limitaciones. En el caso de RVSMC Pacoche, se trata de una zona caracterizada por la presencia de bosque seco y húmedo intervenido, con red hidrográfica de régimen estacional y que, a pesar de la figura de protección, presenta un marcado subuso. A su vez, Flavio Alfaro presenta suelos con vocación agrícola y pecuaria, densa red de drenaje y áreas boscosa casi en extinción. Esto permite orientar la selección de las posibles variables que pudieran estar interviniendo en la abundancia y distribución de especies cinegéticas de la región. Además,

se pueden aprovechar con fines conservacionistas y agroturismo. Se identificaron un total de 39 sitios óptimos de observación, que pueden funcionar como potenciales unidades biológicas para el estudio de la especie terrestre *Cuniculus paca* en la provincia de Manabí.

La aplicación de la Técnica Compensatoria Aditiva denominada Método de las Jerarquías Analíticas de la Evaluación Multicriterio, para asignar puntajes ponderados a los potenciales usos de la tierra, resultó ser una alternativa complementaria y objetiva que permitió orientar el análisis y alimentar la matriz de contraste.

**Cuadro 7** Matriz síntesis de uso potencial para RVSMC Pacoche

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	$\Sigma x_j$	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1.00	4.00	4.00	4.00	13.00	3.25	0.53
Cultivo	0.25	1.00	2.00	2.00	05.25	1.31	0.22
Pasto	0.25	0.50	1.00	2.00	03.75	0.93	0.16
Sin uso agrícola	0.25	0.50	0.50	1.00	02.25	0.56	0.09
					24.25	6.04	1.00

**Cuadro 8** Matriz síntesis de uso potencial para un sector de Flavio Alfaro

(j) (x)	Bosque	Cultivo	Pasto	Sin uso agrícola	$\Sigma x_j$	$\Sigma x_j/n$	$\Sigma(\Sigma x_j/n)/\Sigma x_j/n$
Bosque	1.00	4.00	4.00	4.00	13.00	3.25	0.52
Cultivo	0.25	1.00	3.00	3.00	07.25	1.81	0.28
Pasto	0.25	0.33	1.00	2.00	03.33	0.83	0.12
Sin uso agrícola	0.25	0.33	0.50	1.00	02.08	0.52	0.08
					25.66	6.41	1.00

La planificación y el ordenamiento territorial implica la identificación de usos de la tierra y cobertura vegetal, para intentar implementar medidas que regulen la agricultura en el contexto sostenible y estimular donde sea necesario el cambio de uso, para de esta manera, proteger-preservar las pequeñas áreas boscosas nativas, hábitat de especies silvestre.

## 5. Nota

*Cuniculus paca* es un roedor de mediano tamaño, noctámbulo, territorial, sedentario y solitario. Se distribuye desde el sureste de México hasta el norte de Argentina. Se le conoce de distintas maneras; en Ecuador como Guanta o Lumucha.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo de investigación fue apoyado por: **a)** el 'Proyecto Prometeo' de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), de la República de Ecuador; y **b)** el proyecto Aspectos ecológicos y densidad poblacional de la Guanta (*Cuniculus paca*) en las áreas del RVSMC Pacoche y el área no protegida de Flavio Alfaro en la provincia de Manabí, del Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

## 7. Referencias citadas

- ALBUJA, L.; ALMENDARIZ, A.; BARRIGA, R. y P. MENA. 1993. "Inventario de los Vertebrados del Ecuador". En: *Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en Ecuador*. pp. 83-103. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- BORGOGNO-MONDINO, E.; FABIETTI, G. & F. AJMONE-MARSAN. 2015. "Soil quality and landscape metrics as driving factors in a multi-criteria GIS procedure for peri-urban land use planning". *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4): 743-750.
- CHEN, Y.; YU, J. & S. KHAN. 2010. "Spatial sensitivity analysis of multi-criteria weights in GIS-based land suitability evaluation". *Environmental Modelling & Software*, 25(12): 1.582-1.591.
- CHUVIECO, E. 2006. *Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio*. Edt. Ariel. Barcelona, España.
- DEPARTAMENTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN. 2016. *Informe Técnico 4: conflictos de uso en algunos sectores de Manabí*. Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí": Manta, Ecuador.
- DE OSMA VARGAS-MACHUCA, A.; RAMÍREZ-BARAJAS, P.; ROLDÁN TUTIVÉN, M. F.; ORTIZ GÓMEZ, L. e Y. SOLEDISPA BRAVO. 2014. "Patrones de actividad de tres especies de mamíferos cinegéticos en remanentes de bosque, Manabí, Ecuador". *Hippocampus*, 4: 3-7.
- ESCRIBANO-AVILA, G.; CERVERA, L.; ORDÓÑEZ-DELGADO, L.; JARA-GUERRERO, A.; AMADOR, L.; PALADINES, B.; BRICEÑO, J.; PARÉS-JIMÉNEZ, V.; LIZCANO, D.; DUNCAN, D. & C. ESPINOSA. 2017. "Biodiversity patterns and ecological processes in Neotropical dry forest: the need to connect research and management for long-term conservation". *Neotropical Biodiversity*, 3:1: 107-116.
- ESTRELLA, J. R.; J. MANOSALVAS; Y. MARIACA y M. RIBADENEIRA. 2005. *Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. EcoCiencia, INIAP, MAE y Abya Yala. Quito, Ecuador.
- GÓMEZ, M. y J. BARREDO. 2005. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Ra-Ma. Madrid, España.
- GRIFFITH, D. 2014. *Sostenibilidad de la cacería y otros aspectos ecológicos de las principales especies cinegética en un paisaje antropogénico y en un área protegida de la Provincia de Manabí*. Proyecto de Investigación. Departamento Central de Investigación, Universidad Laica 'Eloy Alfaro de Manabí'. Manta, Ecuador.
- HOSSAIN, M. S.; CHOWDHURY, S. R.; DAS, N. G.; SHARIFUZZAMAN, S. M. & A. SULTANA. 2009. "Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh". *Landscape and Urban Planning*, 90(3): 119-133.
- HOSSAIN, M. S. & N. G. DAS. 2010. "GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming

- in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh". *Computers and electronics in agriculture*, 70(1): 172-186.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI y CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. 2002. *Usos adecuados y conflicto de uso de las tierras en Colombia*. En: Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Capítulo IV. pp. 4-106. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 2013. *Mapa base*. Escala 1:50.000. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y CENSOS. 2011. *Límites Cantonales y Provinciales*. Escala 1:50.000. Quito, Ecuador.
- IOJĂ, C. I.; NIŢĂ, M. R.; VĂNĂU, G. O.; ONOSE, D. A. & A.A. GAVRILIDIS. 2014. "Using multi-criteria analysis for the identification of spatial land-use conflicts in the Bucharest Metropolitan Area". *Ecological Indicators*, 42: 112-121.
- LAMBIN, E. F. 1997. "Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions". *Progress in Physical Geography*, 2: 375-393.
- LÓPEZ, A. 2010. *Estimación de conflictos de uso de la tierra por dinámica de cultivos de palma africana, usando sensores remotos. Caso: Departamento del Cesar*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín, Colombia.
- MEYER, W. B. & B. L. Turner II (Eds). 1994. *Changes in land use and land cover: a global perspective*, Vol.4. Cambridge University Press.
- MINISTERIO DE AGRONOMÍA, GANADERÍA, ACUACULTURA y PESCA. 2002. *Uso actual y aptitud del suelo*. Escala 1:200.000. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2009. *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marina Costera Pacoche*. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2014. *Áreas protegidas*. Escala 1:250.000. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2016. *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2030*. Quito, Ecuador.
- MOLINA, G. y J. RIVAS. 2007. "Conflicto de usos normativos y agroecológicos en un área fronteriza: sector El Nula, estado Apure, Venezuela". *Revista Geográfica Venezolana*, 48(1): 101-104. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta: enero, 2017].
- NGUYEN, T. T.; VERDOODT, A.; VAN Y. T.; DELBECQUE, N.; TRAN, T. C. & E. VAN RANST. 2015. "Design of a GIS and multi-criteria based land evaluation procedure for sustainable land-use planning at the regional level". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200: 1-11.
- ORMEÑO, S. 2006. *Teledetección Fundamental*. Universidad Politécnica. Madrid, España.
- PERPIÑA, C.; MARTÍNEZ-LLARIO, J. C., & A. PÉREZ-NAVARRO. 2013. "Multicriteria assessment in GIS environments for siting biomass plants". *Land Use Policy*, 31: 326-335.

- RODRÍGUEZ, E. y A. M. ORTEGA. 2012. *Valoración de unidades suministradoras de servicios de los ecosistemas. El caso de la Guanta (Cuniculus paca)*. Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador.
- SAATY, T. 1990. *Multicriteria Decision Making The Analytic Hierarchy Process*. Volumen I. Mc Graw Hill. New York, USA.
- SAATY, T. 2008. "Decision making with the analytic hieracchy process". *Int. J. Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; TERUEL-SOLANO, J.; SOTO-ELVIRA, P. L. & GARCÍA-M. S. CASCALES. 2013. "Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24: 544-556.
- SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN y DESARROLLO (SENLADES). 2013. *Plan del Buen Vivir 2013-2017*. Quito, Ecuador.
- SIERRA, R. 2013. *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D. 2007. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 6. Ediciones Murciélagos Blanco. Quito, Ecuador.
- TIRIRA, D. 2011. *Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador*. 2ª Edición. Publicación especial sobre mamíferos del Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito, Ecuador.
- UYAN, M. 2013. "GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28: 11-17.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA. 2014. *Libro Rojo de Ecuador*. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>. [Consulta: diciembre, 2016].
- VARGAS, E. 1992. *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia.
- WALKE, N.; REDDY, G. O.; MAJI, A. K. & S. THAYALAN. 2012. "GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium* spp.): a case study in the black soil region of Central India". *Computers & Geosciences*, 41: 108-118.
- ZHANG, F.; JOHNSON, D. M. & J. W. SUTHERLAND. 2011. "A GIS-based method for identifying the optimal location for a facility to convert forest biomass to biofuel". *Biomass and Bioenergy*, 35(9): 3.951-3.961.
- ZHANG, Y. J.; LI, A. J. & T. FUNG. 2012. "Using GIS and multi-criteria decision analysis for conflict resolution in land use planning". *Procedia Environmental Sciences*, 13: 2.264-2.273.

# Análisis de las series

## de precipitación mensual en la región Capital de Venezuela, 1891-2006

Analysis of the monthly precipitation  
series in the Venezuelan Capital region,  
1891-2006

**Loan José Landaeta**

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL).  
Caracas, Venezuela  
profesor\_loan1@hotmail.com

### Resumen

En Venezuela, las series de lluvia mensual presentan deficiencias en su continuidad temporal, así como irregularidades en la localización y datos de identificación de las estaciones a las que pertenecen. No obstante, los reportes descriptivos sobre la condición de la información pluviométrica son escasos, incluso para importantes territorios como la región Capital. Esta investigación de tipo descriptivo a partir de datos primarios, analizó la información disponible de 322 estaciones. Se identificaron 242 series con datos y 80 sin datos, se cuantificaron 63.649 montos de lluvia y 11.531 meses sin información que fueron discriminados según la cantidad de datos englobados, faltantes y otras cualidades ausentes o cuestionables asociadas a las series o datos de lluvia. Se propone una periodización histórica para las estaciones de la región.

**Palabras clave:** precipitación mensual; series de datos; región Capital.

### Abstract

*In Venezuela, the monthly rainfall series have deficiencies in their temporal continuity, such as irregularities in the location and identification of their stations. However, the reports referred to the condition of the rainfall information are scarce, even for important territories like the Venezuelan Capital region. In this research of descriptive type from primary data, the information of 322 meteorological stations was analyzed. 242 series with data and 80 without information were identified. 63,649 amounts of rain and 11,531 months without information were measured, discriminating the amount of missing data involved and other absent or questionable qualities associated with the series or rainfall data. A historical periodization is proposed for the region stations.*

**Key words:** monthly precipitation; data series; Capital region.



## 1. Introducción

Las series de datos de precipitación son fuentes fundamentales para el desarrollo de estudios climáticos. En Venezuela, la información sobre la condición y calidad de las series de lluvia mensual es escasa (Sajo-Castelli *et al.*, 2014; Landaeta, 2015). La carencia de catálogos descriptivos es común a todas las entidades federales venezolanas, incluso la región Capital, conformada por el Distrito Capital y los estados Miranda y Vargas (Figura 1). Esta región político-administrativa constituye el principal centro económico, político, financiero y de servicios del país; en 2011 tenía 4.971.986 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2012), en una extensión de 9.880 km<sup>2</sup> (1,08% del territorio nacional), lo cual la hace la región con mayor densidad demográfica: 503,2 habitantes por km<sup>2</sup>.

Su importancia actual y perspectivas de desarrollo demandan una constante evaluación del medio físico a efectos de comprender la interrelación entre las variables naturales y las actividades humanas. En este contexto, el estudio de las variables atmosféricas requiere de información recolectada y sistematizada para su análisis temporal y espacial. En tal sentido, se plantean interrogantes como: ¿cuántas series de precipitación mensual se encuentran disponibles en la región Capital venezolana? ¿Qué cantidad de montos de precipitación media mensual existen y faltan en las series de la región? ¿Cómo será la calidad de las series de lluvia disponibles en cuanto a su condición temporal y espacial?

A partir de las interrogantes planteadas, se analizó el registro de precipitación mensual de las estaciones localizadas en la región Capital, con el objetivo de describir la condición de los datos disponibles y ausentes.

## 2. Materiales y métodos

Con base en el Sistema de Información-Catálogo de Estaciones [SI-CE] disponible en la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMEH, 2008], se contabilizaron 322 instalaciones meteorológicas y/o climáticas localizadas en la región Capital. A partir de este documento se conoció la información de identificación (serial y nombre), localización (longitud, latitud y altitud), características operacionales (tipo e institución de la estación, fecha de instalación y desincorporación) de cada estación. Las series de datos pluviométricos asociadas a cada estación se obtuvieron del Sistema de Información-Datos Hidrometeorológicos Mensuales [SI-DHM], de la misma página web del INAMEH (2008a).

### 2.1 Definición de variables y jerarquización de la información

- Estación: instalación destinada a medir y/o registrar variables meteorológicas.
- Estación con registro pluviométrico: instalación meteorológica con serie de datos de lluvia mensual disponible en el SI-DHM / INAMEH. Posee información total o parcial de parámetros no pluviométricos asociados a la estación: identificación, localización y características operacionales (tipo de estación y dependencia responsable).
- Estación sin registro pluviométrico: instalación meteorológica cuya existencia se conoce, pero que en el SI-DHM / INAMEH carece de la serie de datos asociada. Presenta información total o parcial de parámetros no pluviométricos asociados a la instalación.
- Monto mensual registrado: valor de precipitación mensual existente en la serie de datos de una estación.
- Monto mensual no registrado: dato de precipitación mensual que falta total o parcialmente en la serie de datos de una estación. Se subdividen en englobados y faltantes.
- Meses englobados: un par o más de meses sucesivos cuyo valor fue acumulado en un solo monto. Se diferencian en: **a)** monto englobado, valor numérico expresión de la acumulación y en Venezuela se distinguen con doble asterisco [\*\*] inmediato al monto, y **b)** mes o meses acumulados en el valor numérico, identificado con un asterisco [\*] según Guevara (1987).
- Mes faltante: dato que no existe en la serie de datos. Se identifica con un guion [-]. Estos datos pueden: **a)** faltar en un año entre otros montos mensuales registrados, o **b)** ser una sucesión de 12 meses de montos no registrados entre enero y diciembre, denominados entonces como año faltante. En una serie de datos pueden existir varios años faltantes sucesivos (periodo de años faltante) o de forma intercalada.
- Cantidad de meses ideal es la suma de los montos mensuales registrados y no registrados correspondientes a una serie de datos. La cantidad de años ideal es la división de la cantidad de meses ideal entre doce (12). Con base en estas variables se determina la proporción o porcentaje de montos mensuales registrados, englobados y faltantes en cada serie.

Se jerarquizó entre las estaciones con o sin series disponibles. Seguidamente se discriminó cada serie de datos según los montos mensuales registrados o no, subcategorizando diferentes conjuntos (Figura 2).

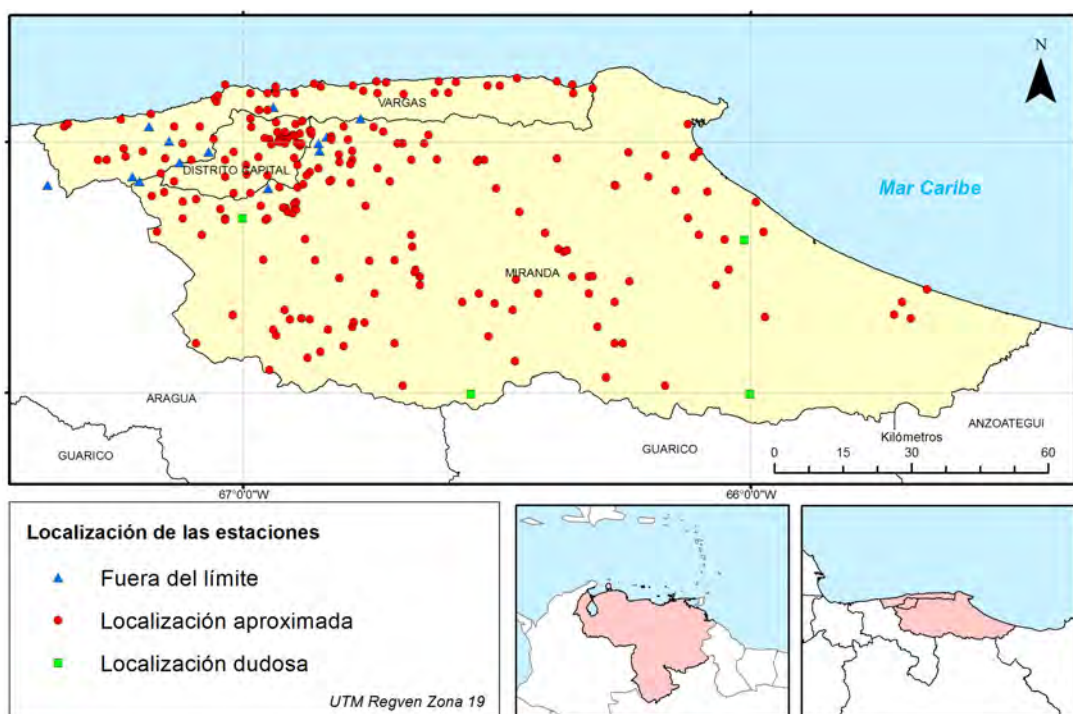


Figura 1 Localización de la región Capital de Venezuela y sus estaciones

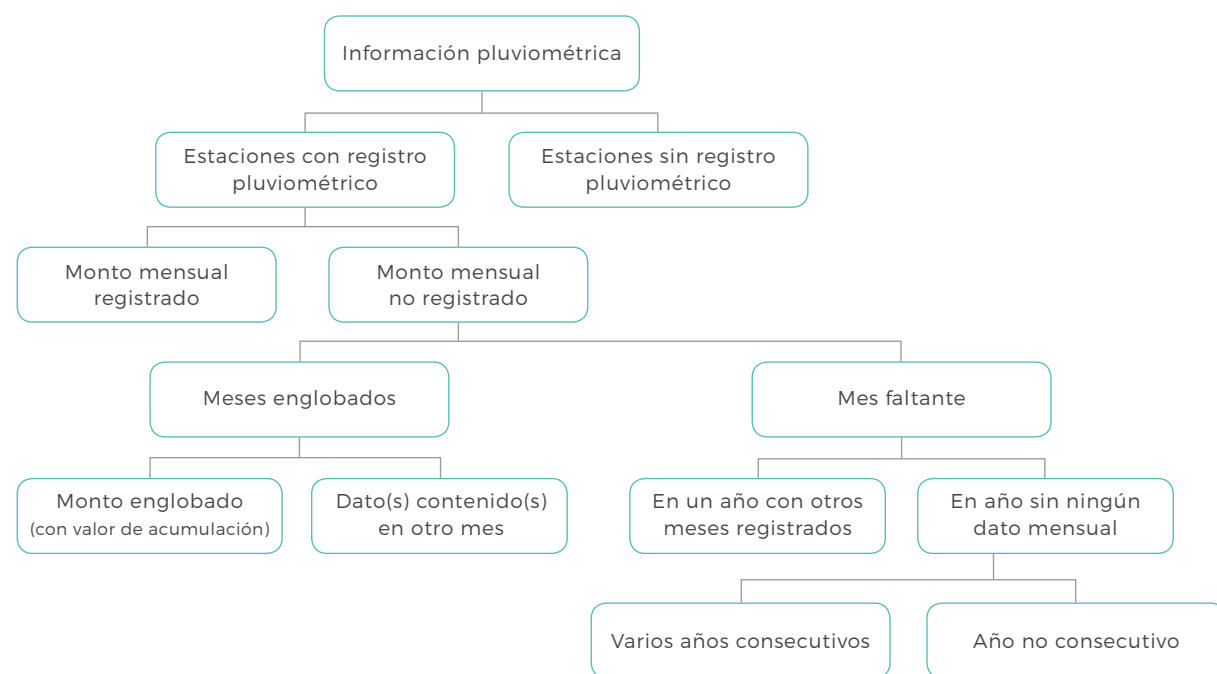


Figura 2 Jerarquización de la información pluviométrica de la región Capital

## 2.2 Procesamiento de la información pluviométrica

A partir del SI-CE y SI-DHM se construyó una base de datos en *Microsoft Excel 2010*. Se incluyeron los años faltantes (no registrados en el SI-DHM). Se estableció una convención de color y símbolos (**Cuadro 1**) para los montos registrados, englobados, meses acumulados y datos faltantes que permitió su identificación y conteo según años y estación, a partir de funciones (fórmulas) integradas del software; se construyeron tablas de la distribución de los datos según año y estación para cada entidad federal. La adición de los montos (registrados o no), permitió estimar la cantidad de datos ideal para cada serie de datos.

La representación espacial de las estaciones se realizó con *Quantum Gis 2.14 Essen*, a partir de los datos de localización del SI-CE y la información vectorial generada por el Labora-

torio de Productividad y Desarrollo Vegetal del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (LPDV - IVIC). Se cartografiaron las estaciones con series pluviométricas disponibles y coordenadas sexagesimales completas (grados y minutos). Las estaciones localizadas fuera de los límites de la entidad correspondiente fueron identificadas e inventariadas en el SIG.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Región Capital

El inventario del SI-CE registra 322 estaciones, de las cuales 242 (75,2%) poseen series de lluvia en el SI-DHM (**Cuadro 2**), mientras que 80 no tienen series en dicho sistema (**Cuadro 3**). Considerando el año inicial y final de cada serie, se estima que deberían existir 75.180 montos mensuales, equivalentes a 6.265 años. El total

Cuadro 1 Convención de color y símbolos utilizados para los montos registrados, englobados, meses acumulados y datos faltantes en las series de datos

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1982	22,6	20,8	*	*	324,4**	241,2	125,2	-	-	83	23,4	38,8
1983	40	2,2	0	50,6	152,6	169,8	91,8	268,6	117	96,4	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	27,6	157	163,4	135	116	139,2	158,6	73	55,8
1988	7,4	*	20,5**	0	9,6	203,8	67	83,6	168,6	261,2	82,2	86
1989	27,8	45,6	0	7,2	80,2	166,6	190,2	240,2	172,6	*	286,4**	33,6
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	4,6	8	0	34	*	*	513,4**	174	132	53,4	103,8	61,6
1992	23,2	8	0,4	143	240	167,6	125	193	117	8,6	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	72,6	27,2	38	201,6	115,2	94,2	86,6	122,5	82,8	34,4
1995	6,2	3,2	4	2,2	52,6	142,8	173,6	110,3	207,8	151,8	-	-

Nota. Vista parcial de una serie de datos. Los números en color negro son 'montos registrados'. Los números en rojo son 'meses englobados'; los valores numéricos con doble asterisco son 'montos englobados' y los asteriscos 'meses acumulados' en un mes sucesivo. Los guiones son meses faltantes. El lapso 1984-1986 es un 'periodo faltante', mientras que 1990 y 1993 son cada uno un 'año faltante' de forma intercalada. Los años 1983, 1987, 1992 y 1995 son ejemplos de años registrados que contienen meses faltantes

de datos de precipitación mensual es 63.649 (84,7% respecto a la cantidad ideal). El estado Miranda es la entidad que tiene mayor cantidad de estaciones, datos mensuales disponibles y ausentes; le siguen el Distrito Capital y el estado Vargas respectivamente (**Cuadro 4**).

Los 11.531 meses ausentes de la región se distribuyen en 4.198 meses englobados (1.791 montos con \*\* y 2.407 montos con \*) y 7.333 meses faltantes (3.817 montos en años que contienen otros meses de registro y 3.516 montos en años que no tienen ningún mes asentado). La distribución por entidad federal se presenta en la **Figura 3**.

Si bien en la región el lapso de diciembre a marzo corresponde al periodo seco o escasas precipitaciones, en 64 series (26,4%) el primer

mes de registro –y hasta varios consecutivos– tienen montos iguales a cero. Aunque se reconoce la posibilidad de que efectivamente este valor denote ausencia de precipitación, el total de series en esta condición, así como la cantidad de meses sucesivos iguales a cero y que en determinados casos, dicho valor se manifieste en el periodo de lluvias, permite suponer que se trata en realidad de meses faltantes y no datos con ausencia de lluvia. En el **Cuadro 5** se detallan los periodos que inician con valor igual a cero según entidad federal. Esta particularidad ocurre principalmente en las décadas de 1940, 50 y 60 en 15, 31 y 13 series respectivamente.

**Cuadro 2** Estaciones de la región Capital con series de datos de lluvia disponibles

N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.
1	449	DC	44	5023	DC	87	584	MI	130	1534	MI	173	5029	MI	216	1504	VA
2	512	DC	45	5026	DC	88	585	MI	131	1536	MI	174	5030	MI	217	1520	VA
3	513	DC	46	5050	DC	89	586	MI	132	1537	MI	175	5033	MI	218	5001	VA
4	514	DC	47	5056	DC	90	587	MI	133	1541	MI	176	5034	MI	219	5002	VA
5	519	DC	48	5061	DC	91	588	MI	134	1542	MI	177	5035	MI	220	5004	VA
6	520	DC	49	5070	DC	92	589	MI	135	1546	MI	178	5036	MI	221	5005	VA
7	521	DC	50	5071	DC	93	593	MI	136	1548	MI	179	5037	MI	222	5006	VA
8	522	DC	51	9314	DC	94	594	MI	137	1551	MI	180	5038	MI	223	5009	VA
9	523	DC	52	9362	DC	95	595	MI	138	1553	MI	181	5047	MI	224	5011	VA
10	524	DC	53	515	MI	96	596	MI	139	1554	MI	182	5048	MI	225	5016	VA
11	525	DC	54	516	MI	97	597	MI	140	1555	MI	183	5052	MI	226	5017	VA
12	526	DC	55	517	MI	98	598	MI	141	1558	MI	184	5054	MI	227	5020	VA
13	531	DC	56	518	MI	99	599	MI	142	1559	MI	185	5055	MI	228	5040	VA
14	532	DC	57	544	MI	100	601	MI	143	1569	MI	186	5057	MI	229	5041	VA
15	533	DC	58	546	MI	101	608	MI	144	1571	MI	187	5062	MI	230	5042	VA
16	534	DC	59	547	MI	102	623	MI	145	1572	MI	188	5063	MI	231	5043	VA
17	535	DC	60	548	MI	103	624	MI	146	1573	MI	189	5064	MI	232	5044	VA
18	537	DC	61	549	MI	104	626	MI	147	1574	MI	190	5065	MI	233	5045	VA
19	539	DC	62	550	MI	105	1436	MI	148	1575	MI	191	5066	MI	234	5046	VA
20	540	DC	63	554	MI	106	1438	MI	149	1579	MI	192	5067	MI	235	5051	VA
21	541	DC	64	555	MI	107	1441	MI	150	1580	MI	193	5068	MI	236	5058	VA
22	545	DC	65	556	MI	108	1445	MI	151	1581	MI	194	5069	MI	237	9304	VA
23	552	DC	66	558	MI	109	1446	MI	152	1582	MI	195	5191	MI	238	9308	VA
24	553	DC	67	559	MI	110	1447	MI	153	1585	MI	196	422	VA	239	9311	VA
25	565	DC	68	560	MI	111	1448	MI	154	1586	MI	197	502	VA	240	9312	VA
26	606	DC	69	561	MI	112	1449	MI	155	1587	MI	198	503	VA	241	9313	VA
27	607	DC	70	563	MI	113	1458	MI	156	1588	MI	199	505	VA	242	9361	VA
28	612	DC	71	564	MI	114	1488	MI	157	1589	MI	200	508	VA			
29	622	DC	72	566	MI	115	1500	MI	158	1590	MI	201	1401	VA			
30	625	DC	73	567	MI	116	1505	MI	159	1652	MI	202	1404	VA			
31	627	DC	74	568	MI	117	1507	MI	160	1661	MI	203	1405	VA			
32	628	DC	75	569	MI	118	1508	MI	161	1662	MI	204	1406	VA			
33	794	DC	76	570	MI	119	1510	MI	162	1671	MI	205	1407	VA			
34	1417	DC	77	571	MI	120	1511	MI	163	1673	MI	206	1408	VA			
35	1420	DC	78	572	MI	121	1513	MI	164	1674	MI	207	1411	VA			
36	1425	DC	79	573	MI	122	1515	MI	165	1675	MI	208	1412	VA			
37	1426	DC	80	575	MI	123	1516	MI	166	1682	MI	209	1413	VA			
38	1427	DC	81	576	MI	124	1518	MI	167	5018	MI	210	1414	VA			
39	1437	DC	82	577	MI	125	1519	MI	168	5021	MI	211	1416	VA			
40	1578	DC	83	578	MI	126	1521	MI	169	5024	MI	212	1439	VA			
41	2169	DC	84	580	MI	127	1524	MI	170	5025	MI	213	1501	VA			
42	5003	DC	85	582	MI	128	1525	MI	171	5027	MI	214	1502	VA			
43	5015	DC	86	583	MI	129	1526	MI	172	5028	MI	215	1503	VA			

Nota. El encabezado "Ent" es "Entidad Federal". "DC" = Distrito Capital, "MI" = Miranda y "VA" = Vargas

### 3.2 Distrito Capital

En la entidad han existido 76 estaciones (según inventario del SI-CE), de las que 52 (68,4%) poseen series pluviométricas en el SI-DHM. La primera estación de la entidad –Observatorio Cagigal (531)– se emplazó en el año 1891, pero es a inicios del siglo XX cuando empieza la instalación paulatina de estaciones en el Distrito Capital. Para finales de la década de 1930, cinco estaciones operan simultáneamente y poseen un registro conjunto de 126 años, sin que falte ningún monto mensual. A excepción del Observatorio Cagigal, (única en la región con una serie de datos centenaria), ninguna de las primeras estaciones instaladas en el Distrito Capital continuó operativa después de la década de 1940. Entre 1940 y 1979 ocurre el crecimiento de la red hidrometeorológica, lapso en el que funcionan hasta 33 estaciones a la vez; en este periodo se agregan 8.329 meses de lluvia (que suman 622 años aproximadamente), no obstante 1.139 montos mensuales faltan o son englobados (11,7% de la cantidad de datos que debieron ser registrados). En el primer lustro de la década de 1980 se inicia el desmantelamiento de la red de estaciones del Distrito Capital: de las estaciones 22 que venían funcionando hasta 1983, sólo 5 se mantienen operativas al año siguiente. Para el periodo (1980-2006), se registran 1.984 meses y omiten o engloban 740 montos, o sea falta en promedio 32,4% de los datos de lluvia de cada serie (Cuadro 6).

Las series de la entidad contienen 11.825 montos mensuales y 1.879 ausentes, distribuidos en 253 meses englobados, 510 montos faltantes en años con otros meses registrados y 1.116 montos en años que no tienen ningún mes registrado (Cuadro 7). Sólo seis series (11,5%) poseen registro completo (Cuadro 8).

**Cuadro 3** Estaciones de la región Capital sin series de datos de lluvia disponibles

N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent
1	500	DC	22	5022	DC	43	620	MI	64	507	VA
2	527	DC	23	9322	DC	44	633	MI	65	509	VA
3	530	DC	24	9323	DC	45	634	MI	66	510	VA
4	542	DC	25	470	MI	46	1506	MI	67	511	VA
5	543	DC	26	528	MI	47	1523	MI	68	629	VA
6	551	DC	27	529	MI	48	1527	MI	69	630	VA
7	600	DC	28	536	MI	49	1543	MI	70	631	VA
8	609	DC	29	538	MI	50	1547	MI	71	1409	VA
9	610	DC	30	557	MI	51	1552	MI	72	1410	VA
10	621	DC	31	562	MI	52	1568	MI	73	1560	VA
11	632	DC	32	574	MI	53	1570	MI	74	5007	VA
12	1400	DC	33	579	MI	54	1583	MI	75	5008	VA
13	1418	DC	34	581	MI	55	1584	MI	76	5010	VA
14	1419	DC	35	602	MI	56	1672	MI	77	5019	VA
15	1423	DC	36	603	MI	57	5031	MI	78	5075	VA
16	1428	DC	37	604	MI	58	5032	MI	79	9315	VA
17	1538	DC	38	605	MI	59	5049	MI	80	9327	VA
18	1540	DC	39	611	MI	60	5053	MI			
19	5012	DC	40	614	MI	61	501	VA			
20	5013	DC	41	615	MI	62	504	VA			
21	5014	DC	42	619	MI	63	506	VA			

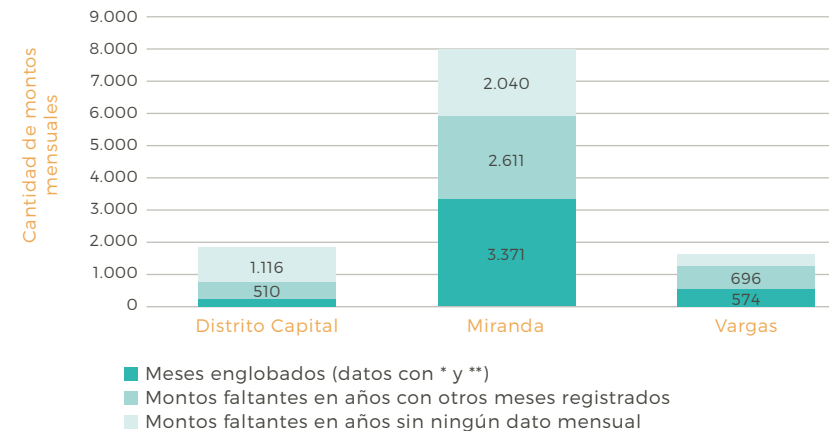
Nota. El encabezado "Ent" es "Entidad Federal". "DC" = Distrito Capital, "MI" = Miranda y "VA" = Vargas

**Cuadro 4** Distribución de la cantidad de estaciones, montos mensuales registrados y no registrados de la región Capital según entidad federal

Entidad Federal	Cantidad de estaciones con series de lluvias	Cantidad de estaciones sin series de lluvias	Cantidad total de estaciones	Cantidad de datos mensuales disponibles	Cantidad de datos mensuales ausentes	Cantidad de meses ideal	Cantidad de años ideal
Distrito Capital	52	24	76	11.825	1.879	13.704	1.142
Miranda	143	36	179	38.682	8.022	46.704	3.892
Vargas	47	20	67	13.142	1.630	14.772	1.231
Total	242	80	322	63.649	11.531	75.180	6.265

Entre las 52 series del Distrito Capital, 23 (44,2%) tienen meses englobados: 105 representan el monto englobado (cifra seguida de \*\*) y 148 son meses acumulados en esas cifras. Los meses englobados equivalen al 1,9% de la cantidad ideal de los datos y al 13,5% de los ausentes de la entidad.

A 45 series (86,53%) le faltan 510 montos en años en los cuales fueron registrados otros meses. Estos datos faltantes corresponden al 3,8% de la cantidad ideal y 27,1% de los montos ausentes. Por otra parte, en 14 series (26,9%) faltan 93 años completos. En ocho series faltan de 1 a 3 años no sucesivos, mientras

**Figura 3** Distribución de los montos mensuales no registrados en las series de precipitación de la región Capital de Venezuela**Cuadro 5** Cantidad de series que inician con meses consecutivos igual cero

Período	Distrito Capital	Miranda	Vargas	Total
Sólo enero	2	4	5	11
Enero a febrero	-	-	-	0
Enero a marzo	-	2	-	2
Enero a abril	4	6	1	11
Enero a mayo	2	8	-	10
Enero a junio	1	5	4	10
Enero a julio	1	3	2	6
Enero a agosto	3	5	-	8
Enero a septiembre	1	2	1	4
Enero a octubre	-	-	-	0
Enero a noviembre	1	1	-	2
Enero a diciembre	-	-	-	0
Cantidad total de series de lluvia que inician con Cero	15	36	13	64
Porcentaje de series de lluvia que inician con Cero <sup>1</sup>	28,8	25,2	27,7	26,4

Nota. 1 El porcentaje se estima respecto a la cantidad total de series pluviométricas existentes en la entidad

que en siete series faltan periodos de 3 a 25 años sucesivos. Las series de Castillitos (513), Caracas-Hotel Humboldt (519) y Caracas-Cañón Amarillo (523) tienen los periodos de años sucesivos sin registro más largos, con 31, 25 y 10 años respectivamente; se trata de estaciones que, después de estar inoperativas mucho tiempo, fueron puestas en funcionamiento nuevamente sin que se les asignara un nuevo serial. El total de años faltantes en las series de la entidad corresponde a 8,14% de la cantidad ideal y 59,4% de los meses ausentes.

Las estaciones con serial 449, 520, 524, 552, 553, 1417, 2169, 5003, 5015, 5023 quedan localizadas fuera de los límites del Distrito Capital. La estación Caracas-Jardín Botánico (535) no posee coordenadas de localización en el SI-CE. Las estaciones Caracas-Cualtel Viejo (524) y Caracas-Cualtel Urdaneta (606) deberían decir "cuartel" y no "cualtel".

### 3.3 Estado Miranda

En total han existido 179 estaciones en el estado Miranda (según SI-CE) entre 1901 a 2006. Sólo 143 estaciones (79,9%) poseen series de lluvia en el SI-DHM. Es la entidad de la región con mayor cantidad de estaciones y series.

**Cuadro 6** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del Distrito Capital

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados <sup>1</sup>	Años no registrados por estaciones operativas	Cant. de años real <sup>2</sup>	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) <sup>3</sup>
1891 - 1899	1	1	9	0	9,0	108	0	108	100,0
1900 - 1909	2	1	19	0	19,0	228	0	228	100,0
1910 - 1919	2	2	20	0	20,0	240	0	240	100,0
1920 - 1929	4	2	32	0	32,0	384	0	384	100,0
1930 - 1939	5	4	46	0	46,0	552	0	552	100,0
1940 - 1949	12	5	74	5	72,3	867	81	948	91,5
1950 - 1959	20	13	145	19	137,4	1.649	319	1.968	83,8
1960 - 1969	29	20	224	11	212,3	2.548	272	2.820	90,4
1970 - 1979	33	29	293	18	272,1	3.265	467	3.732	87,5
1980 - 1989	29	6	125	21	114,3	1.371	381	1.752	78,3
1990 - 1999	6	5	37	14	33,3	400	212	612	65,4
2000 - 2006	6	2	25	5	17,8	213	147	360	59,2
<b>Total/promedio</b>	---	---	1.049	93	985,4	11.825	1.879	13.704	88,0

**Notas.** 1 Incluye los años con montos mensuales no registrados. 2 Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. 3 Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

**Cuadro 7** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del Distrito Capital

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
<b>Monto mensual registrado</b>	1.000	997	1.002	991	992	986	987	989	986	964	964	967	11.825
<b>Mes englobado</b>	6	8	10	17	23	28	26	30	29	32	27	17	253
<b>Mes faltante (en año con otros meses registrados)</b>	43	44	37	41	34	35	36	30	34	53	58	65	510
<b>Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)</b>	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	1.116
<b>Total de meses ausentes</b>	142	145	140	151	150	156	155	153	156	178	178	175	1.879

Las primeras estaciones operan desde inicios del siglo XX –Los Teques-GFV (1449) y El Encanto (1500)–. Entre 1901 y 1939, diez estaciones aportan 1.455 datos mensuales (59,3 años) con una deficiencia de 33 montos fal-

tantes o englobados (2,2% de la información). A partir de 1940, la red comienza su fase de crecimiento, la cual para las décadas de 1960-70 llega a contar con entre 84 a 108 estaciones funcionando en simultáneo. El periodo 1940-

**Cuadro 8** Series del Distrito Capital según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
<b>Igual a 100</b>	6	11,5	524, 532, 534, 541, 545, 1578	18,2
<b>95 - 99</b>	13	25,0	520, 522, 531, 535, 537, 540, 553, 565, 607, 794, 1420, 1437, 5061	28,5
<b>90 - 94</b>	14	26,9	512, 525, 526, 539, 552, 612, 625, 1417, 1426, 1427, 2169, 5003, 5015, 5070	24,4
<b>85 - 89</b>	4	7,7	521, 533, 606, 5026	9,8
<b>80 - 84</b>	2	3,8	622, 1425	33,5
<b>75 - 79</b>	1	1,9	9362	16,0
<b>70 - 74</b>	2	3,8	514, 5056	9,5
<b>65 - 69</b>	1	1,9	9314	4,0
<b>60 - 64</b>	1	1,9	628	21,0
<b>55 - 59</b>	5	9,6	449, 523, 627, 5050, 5071	9,0
<b>40 - 44</b>	1	1,9	519	46,0
<b>25 - 29</b>	1	1,9	5023	9,0
<b>20 - 24</b>	1	1,9	513	45,0
<b>Total</b>	52	100,0	---	---

1979 registra 27.917 meses de lluvia, pero 4.193 montos dejan de ser añadidos a las series (13,1%). A mediados de la década de 1980 comienza el desmantelamiento de la red. Para 1989, la cantidad de estaciones presenta un decremento de 47,7% respecto a las existentes en 1979, tendencia que se mantendrá hasta 2006 cuando sólo dos estaciones permanecerán operativas y con limitaciones, reportando intermitentemente montos mensuales en sus series de datos. Así, en el lapso 1980-2006 son registrados 9.310 montos, pero 3.866 meses no se añaden o engloban (39,3%); las series del septenio 2000-2006 reportan 49,1% de los montos que deberían existir (**Cuadro 9**).

Las series del estado Miranda contienen 38.682 montos mensuales y 8.022 meses ausentes, distribuidos en 3.371 englobados, 2.611 montos faltantes entre años con otros meses

de registro, y 2.040 montos en años sin ningún mes registrado (**Cuadro 10**). Sólo seis series de lluvia (4,2%) tienen completos sus montos mensuales (**Cuadro 11**).

En total, 98 de las 143 series de la entidad (68,5%) tienen meses englobados: 1.364 corresponden al monto englobado (cifra seguida de \*\*) y 2.007 son meses acumulados en estas cifras. Los meses englobados equivalen al 7,2% de la cantidad ideal de datos y al 42,0% de los ausentes de la entidad.

En 131 series (91,6%) faltan 2.611 montos en años con otros meses registrados. Estos datos faltantes corresponden al 5,6% de la cantidad ideal y 32,5% de los montos ausentes de la entidad. Por otra parte, a 78 series (54,5%) faltan 170 años completos –sin datos entre enero y diciembre. En 68 series faltan 1 ó 2 años no sucesivos, mientras que en 24

**Cuadro 9** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Miranda

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados <sup>1</sup>	Años no registrados por estaciones operativas	Cantidad de años real <sup>2</sup>	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) <sup>3</sup>
1901-1909	2	1	13	0	13,0	156	0	156	100,0
1910-1919	2	2	20	0	20,0	240	0	240	100,0
1920-1929	3	2	29	0	29,0	348	0	348	100,0
1930-1939	10	3	61	1	59,3	711	33	744	95,6
1940-1949	35	9	190	14	164,3	1.971	477	2.448	80,5
1950-1959	71	42	531	23	470,9	5.651	997	6.648	85,0
1960-1969	97	84	897	19	826,3	9.916	1.076	10.992	90,2
1970-1979	108	89	959	37	864,9	10.379	1.573	11.952	86,8
1980-1989	88	46	611	16	473,1	5.677	1.847	7.524	75,5
1990-1999	47	39	390	51	290,2	3.482	1.810	5.292	65,8
2000-2006	5	3	21	9	12,6	151	209	360	41,9
<b>Total/promedio</b>	---	---	3.722	170	3.224	38.682	8.022	46.704	82,8

**Notas.** 1 Incluye los años con montos mensuales no registrados. 2 Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. 3 Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

**Cuadro 10** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Miranda

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
<b>Monto mensual registrado</b>	3.305	3.357	3.350	3.297	3.251	3.161	3.121	3.166	3.213	3.197	3.123	3.141	38.682
<b>Mes englobado</b>	209	149	148	197	255	332	357	349	317	319	386	353	3.371
<b>Mes faltante (en año con otros meses registrados)</b>	208	216	224	228	216	229	244	207	192	206	213	228	2.611
<b>Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)</b>	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	2.040
<b>Total de meses ausentes</b>	587	535	542	595	641	731	771	726	679	695	769	751	8.022

series faltan periodos de 2 a 8 años continuos. Los años faltantes representan 4,4% de la cantidad ideal y 25,4% del total de meses ausentes en Miranda. Dos casos significativos son los años 1975 y 1997: el primero falta en 24 de 96 estaciones operativas ese año, mien-

tras que 1997 falta en 44 series, si bien 1996 y 1998 fueron registrados por 37 y 42 estaciones respectivamente.

Las estaciones 544, 5021, 5024 y 5038, quedan localizadas fuera de los límites del estado según las coordenadas del SI-CE. Debido a que

**Cuadro 11** Series del estado Miranda según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
Igual a 100 %	6	4,2	517, 518, 576, 586, 596, 601	10,3
95 - 99	13	9,1	556, 561, 583, 594, 626, 1449, 1500, 1519, 1536, 1553, 1673, 5030, 5191	28,6
90 - 94	26	18,2	546, 547, 550, 567, 573, 578, 580, 582, 584, 587, 595, 598, 623, 624, 1445, 1448, 1521, 1548, 1554, 1579, 1589, 5024, 5025, 5034, 5037, 5055	25,9
85 - 89	24	16,8	548, 555, 563, 566, 568, 569, 575, 577, 589, 599, 608, 1436, 1438, 1446, 1447, 1534, 1555, 1558, 1581, 5027, 5033, 5035, 5038, 5052	30,2
80 - 84	20	14,0	549, 564, 571, 597, 1508, 1510, 1516, 1524, 1526, 1541, 1559, 1572, 1574, 1590, 1652, 1661, 5028, 5029, 5036, 5047	29,2
75 - 79	22	15,4	544, 554, 559, 572, 570, 588, 588, 593, 1458, 1488, 1505, 1542, 1546, 1551, 1569, 1575, 1587, 1588, 5021, 5064, 5066, 5067	29,9
70 - 74	14	9,8	558, 585, 1507, 1518, 1580, 1582, 1586, 1662, 1671, 1675, 1682, 5018, 5062, 5065	28,6
65 - 69	5	3,5	1441, 1515, 1571, 1585, 5054	37,2
60 - 64	6	4,2	515, 516, 1513, 1525, 1674, 5057	26,2
55 - 59	3	2,1	1537, 1573, 5048	13,3
50 - 54	1	0,7	5063	7,0
45 - 49	3	2,1	1511, 5068, 5069	6,0
<b>Total</b>	143	100,0	---	---

en el mismo documento, sólo se especifica las coordenadas en grados (sin indicar minutos y segundos) la localización de las estaciones 573, 598, 601 y 1662 se considera dudosa.

### 3.4 Estado Vargas

Han existido 67 estaciones pluviométricas en el estado Vargas (según SI-CE), de las cuales 47 (70,1%) poseen series de lluvia en el SI-DHM. La primera estación de la entidad –La Guaira-Estación G.F.G. (505)– fue instalada en 1901 y continuó siendo la única operativa durante la primera década del siglo XX. Es a partir del 1911 cuando empieza el incremento paulatino de la red de estaciones a razón de la construcción de las plantas de la CA La Electricidad de

Caracas; sin embargo, estas instalaciones se concentran en las cuencas de los ríos Petquire y Mamo, mientras que la mayor parte del estado carece de una red de observación meteorológica. Para el periodo 1901-1949 se registran 2.029 montos mensuales (169,1 años) y un máximo de ocho estaciones llegan a operar simultáneamente; no obstante, 107 montos mensuales faltan o son englobados en este mismo periodo (3,4% de la cantidad de datos que debieron ser registrados), (**Cuadro 12**). A finales de 1946, las cinco estaciones operativas de la CA La Electricidad de Caracas (1405, 1406, 1407, 1408 y 1416) cesan su funcionamiento, siendo que el año 1947 no registra ningún monto de lluvia mensual. Cua-

**Cuadro 12** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Vargas

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados <sup>1</sup>	Años no registrados por estaciones operativas	Cantidad de años real <sup>2</sup>	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) <sup>3</sup>
1901-1909	1	1	9	0	9,0	108	0	108	100,0
1910-1919	2	1	19	0	19,0	228	0	228	100,0
1920-1929	5	3	45	3	45,0	540	36	576	93,8
1930-1939	8	5	54	4	53,2	638	58	696	91,7
1940-1949	7	0	44	0	42,9	515	13	528	97,5
1950-1959	22	5	161	7	150,5	1.806	210	2.016	89,6
1960-1969	31	21	235	1	218,4	2.621	211	2.832	92,5
1970-1979	35	31	331	2	304,0	3.648	348	3.996	91,3
1980-1989	30	12	181	6	155,0	1.860	384	2.244	82,9
1990-1999	11	8	92	7	77,2	926	262	1.188	77,9
2000-2006	5	4	30	0	21,0	252	108	360	70,0
Total/promedio	---	---	1.201	30	1.095,2	13.142	1.630	14.772	89,0

1 Incluye los años con montos mensuales no registrados. 2 Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. 3 Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

tro nuevas estaciones (502, 1412, 1414 y 1439) inician operaciones entre 1948-1949.

El periodo 1950-1979 corresponde a la expansión de la red de observación, en cantidad de estaciones y cubrimiento espacial; la red crece de cinco a 35 estaciones operando simultáneamente; 8.075 montos mensuales son registrados, pero 769 meses son englobados o faltan. La década de 1980 corresponde al desmantelamiento de la red: de las 27 estaciones en funcionamiento para 1983, sólo 15 (55,6%) continúan operativas en 1984 y registran 116 de los 180 meses ideales correspondientes a dicho año. Para 2006 sólo cuatro estaciones registran series de datos. Durante el periodo 1980-2006 se agregan 3.038 montos de lluvia, pero se omiten 754 montos (23,1% de los que debieron ser registrados).

Las series de Vargas acumulan 13.142 montos mensuales y faltan 1.630 meses ausentes: 574 englobados, 696 montos faltantes en años otros registro mensuales y 360 montos en años sin ningún mes registrado (Cuadro 13). Seis series de lluvia (12,8%) tienen sus montos mensuales completos (Cuadro 14).

Entre las 47 series de la entidad, 32 (68,1%) tienen meses englobados: 252 son montos englobados (cifra seguida de \*\*) y 322 son meses acumulados en estas cifras. Los meses englobados representan el 3,9% de la cantidad ideal de datos y al 35,2% de los ausentes de la entidad.

A 40 series (91,6%) le faltan 696 montos en el mismo año con registro de otros meses. Estos datos faltantes corresponden al 4,7% de la cantidad ideal y 42,7% de los montos ausentes de la entidad. Por otra parte, a 11 series (23,4%) le fal-

**Cuadro 13** Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Vargas

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
Monto mensual registrado	1.106	1.113	1.106	1.105	1.106	1.104	1.073	1.082	1.096	1.078	1.081	1.092	13.142
Mes englobado	35	36	38	37	38	47	64	64	48	58	62	47	574
Mes faltante (en año con otros meses registrados)	60	52	57	59	57	50	64	55	57	65	58	62	696
Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Total de meses ausentes	125	118	125	126	125	127	158	149	135	153	150	139	1.630

**Cuadro 14** Series del estado Vargas según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
Igual a 100 %	6	12,8	503, 505, 1408, 1411, 1520, 5009	22,8
95 - 99	6	12,8	502, 1401, 1405, 1406, 1407, 5002	19,0
90 - 94	15	31,9	508, 1404, 1413, 1414, 1439, 1502, 5001, 5004, 5006, 5016, 9304, 9308, 9311, 9312, 9361	32,8
85 - 89	4	8,5	5005, 5011, 5017, 9313	40,8
80 - 84	5	10,6	1412, 1501, 5042, 5043, 5044	28,8
75 - 79	4	8,5	5020, 5041, 5045, 5046	17,3
70 - 74	4	8,5	422, 1416, 1504, 5040	24,3
65 - 69	1	2,1	5051	3,0
55 - 59	1	2,1	1503	5,0
20 - 24	1	2,1	5058	2,0
Total	47	100,0	---	---

tan 30 años completos –de enero a diciembre sin datos. En siete series faltan de 1 a 4 años no sucesivos, mientras que a tres series de la entidad faltan periodos de 5 a 7 años continuos. Los años faltantes representan 2,4% de la cantidad ideal y 22,1% del total de meses ausentes en Vargas.

Según las coordenadas del SI-DHM, las estaciones 422, 1406, 1439, 1503, 1504, 5002, 5004 y 5009 están localizadas fuera de los límites del estado.

#### 4. Conclusiones

Se diferencian tres periodos en la historia de la red meteorológica de la región Capital. El primero (desde finales del siglo XIX hasta 1946), corresponde a la instalación de una red primigenia de 35 estaciones, de las cuales sólo cuatro continuaron operativas después de 1946; en este lapso son registrados 6.808 meses y faltan 392 montos –5,0% de la cantidad de montos ideal y 3,4% de todos los ausen-

tes históricos. En el segundo periodo (entre mediados del decenio de 1940 y mitad de la década de 1970), se dismanteló casi toda la red primigenia, pero la incorporación paulatina de nuevas estaciones y pluviómetros dan lugar al apogeo histórico de la red capitalina: hasta 176 estaciones operan simultáneamente en 1973 y se recolecta la mayor cantidad de datos de precipitación -37.626; no obstante, problemas de operatividad traen consigo 5.142 montos faltantes y englobados -que representan 11,4% de cantidad ideal y 44,6% de los ausentes históricos.

Finalmente, desde mediados de la década de 1970 se inicia el proceso de dismantelamiento de la red; en este periodo destacan dos bienios críticos: 1983-1984, cuando las estaciones operativas se reducen de 135 a 74, y 1999-2000, cuando la red decrece de 52 a 16 estaciones. Se registran 19.215 datos -48,9% menos que el periodo anterior; sin embargo, la cantidad de meses ausentes aumenta a 5.997 montos que representan 22,0% de la cantidad ideal y 52,0% de los ausentes históricos.

Así pues, al evaluar la calidad de los datos de lluvia de la región conviene considerar estos periodos y sus respectivas características y no realizar juicios apresurados que generalicen menospreciando la condición de las series, especialmente las más longevas. Además, cabe considerar que los estudios climáticos se circunscriben a una condición temporal y espacial específica, siendo el caso que una serie de lluvia descartada por la cantidad de montos ausentes en un periodo, sería útil si el lapso de estudio pudiera ajustarse a la disponibilidad de los datos de dicha serie. Por otra parte, las técnicas de estimación de datos faltantes son una opción que permite utilizar series con este tipo de datos ausentes cuando su cantidad es poco significativa respecto a los montos registrados.

Es de advertir que en el septenio 2000-2006 funcionaron menos estaciones que en la década de 1930, y que los registros de las primeras mediciones tuvieron menor cantidad de datos faltantes y englobados, es decir, presentaron mejor calidad. Huelga decir que el déficit de datos de las últimas tres décadas ha limitado y seguramente perjudicará el desarrollo de estudios climáticos futuros, suponiendo un grave problema dado la necesidad de investigar problemas de primera importancia como la evaluación del cambio climático, la gestión del riesgo y ordenación del territorio a escala regional y local.

En tal sentido, urge demandar una política de Estado responsable en cumplimiento de sus compromisos científico-ambientales, que no sólo conlleve establecer una nueva red hidrometeorológica, sino que también asegure su operatividad a largo plazo, así como el adecuado resguardo y tratamiento de la data existente y futura.

Por otra parte, la ausencia de 80 series de datos de la región Central no puede pasar inadvertida. La carencia de estos datos, así como los reparos de los errores identificados en los registros disponibles deben ser atendidos por las instituciones responsables, las que deben velar por el resguardo de este acervo histórico-científico. También resulta conveniente elaborar catálogos descriptivos de los datos de lluvia recolectados y la metadata asociada de las estaciones, así como realizar una estimación de los datos faltantes y englobados de carácter oficial.

-----

A fecha de finalizar de este artículo, el INAMEH (2008; 2008a) había realizado modificaciones a la interfaz de su portal web. El Sistema de Información-Datos Hidrometeorológicos Men-

suales y el Sistema de Información-Catálogo de Estaciones fue reemplazado por el 'Sistema de Consultas de Datos Hidrometeorológicos'. Sin embargo, la nueva interfaz presenta limitaciones respecto a la versión anterior, entre las que destaca la imposibilidad de acceder al catálogo de estaciones, situación que impide conocer aspectos como el instituto operador, altitud, fecha de instalación o desincorporación de estaciones activas, así como estaciones/series. De tal forma, el acceso a la información pluviométrica y de otros parámetros climáticos está ahora más restringida, ya que sólo es posible descargar la información de un año específico según entidad federal, y no

una serie completa según serial de la estación, entidad federal o radio de búsqueda con base en coordenadas geográficas. Además, en las series de precipitación del nuevo sistema, los montos englobados han sido borrados y reemplazados con el valor 88888.8, del cual no se explica el significado en el portal web, a diferencia de otros como el 77777.7 representativo de Dato Faltante o 99999.9 equivalente a Dato Perdido. Valga decir que, para efectos de ajuste de montos ausentes, es más conveniente disponer de este dato recolectado directamente de la realidad, que carecer del mismo y realizar su estimación con base en una media total anual.

## 5. Referencias citadas

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2012. XIV *Censo Nacional de Población y Vivienda 2011*. Disponible en: <http://www.redatam.ine.gov.ve/Censo2011/index.html> [Consulta: abril, 2015].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008. *Sistema de Información - Catálogo de Estaciones*. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/>. [Consulta: octubre, 2016].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008a. *Sistema de Información - Datos Hidrometeorológicos Mensuales*. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/>. [Consulta: octubre, 2016].
- GUEVARA, J. 1987. *Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- LANDAETA, L. 2015. *Análisis del Registro Pluviométrico de la Región Central de Venezuela*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Asistente.
- SAJO-CASTELLI, A.; VILLALTA, D.; OVALLES, P. y L. BRAVO. 2014. "Calidad de datos de la red de medición de lluvia para Venezuela". *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela*, 55 (3-4): 1-169.

Lugar y fecha de finalización del artículo: Caracas, Venezuela; abril, 2017



# Relación espacio-temporal

## entre estaciones utilizadas para el relleno de datos de precipitación en Chone, Ecuador

Spatial-temporal relation between stations used for filling missing rainfall data in Chone, Ecuador

María Fernanda Ayala<sup>1</sup>

David Carrera-Villacrés<sup>2,3</sup>

Alfonso Tierra<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Carrera de Ingeniería Geográfica y Medio Ambiente. Sangolquí, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Centro Geoespacial.

<sup>3</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Geología, Minas, Petróleos y Ambiental (FIGEMPA). Quito, Ecuador.

mfayala@espe.edu.ec

dvcarrera@espe.edu.ec

artierra@espe.edu.ec

### Resumen

En el presente estudio se aplica la metodología de regresión lineal para completar los datos faltantes de los registros de precipitación de la estación climatológica principal de Chone, a partir de la información de seis estaciones cercanas con una temporalidad similar a la estación de interés. Los datos obtenidos fueron validados mediante un test de rachas y el método de curva de doble masa. El objetivo del trabajo fue encontrar un grado de relación entre las distancias de las estaciones auxiliares a la estación de Chone ( $d$ ) y los promedios de los coeficientes de correlación ( $r$ ) de las estaciones auxiliares, obtenidos en el proceso de relleno de datos faltantes. Se obtuvieron así coeficientes de correlación ( $r$ ) con valores superiores a 0,5 representando correlaciones positivas moderadas e intensas. Finalmente, se determinó que las variables  $d$  y  $r$  están linealmente relacionadas en un sentido inverso.

**Palabras clave:** regresión lineal; test de rachas; representatividad; datos ausentes.

### Abstract

*In this study, the methodology of linear regression was used to complete the missing rainfall records of the Chone main climatological station from the information of six nearby stations with a similar temporality with the station of interest. The obtained data were validated by a run test and the double mass curve method. The objective of this study was to find a degree of relationship between the distances of the auxiliary stations to the Chone station ( $d$ ) and the averages of the correlation coefficients ( $r$ ) of the auxiliary stations obtained in the process of filling the missing data. Correlation coefficients ( $r$ ) were obtained with values higher than 0.5, representing moderate and intense positive correlations. Finally, it was determined that the variables  $d$  and  $r$  were linearly related in inverse sense.*

**Key words:** linear regression; run test; representativity; missing data.

## 1. Introducción

La climatología es una rama dinámica de la ciencia con una amplia gama de funciones y aplicaciones. En la actualidad, se están desarrollando nuevas investigaciones con objeto de estudiar la aplicación de estudios climáticos en áreas como la agricultura, la silvicultura, los ecosistemas, la energía, la industria, la producción, el transporte, el turismo, la gestión de recursos hídricos y de desastres, la pesca y el desarrollo de las zonas costeras. Todos los productos y servicios climáticos, como lo es la información derivada de datos meteorológicos y climáticos obtenidos en el pasado hasta las estimaciones sobre el clima futuro, deben sustentarse en datos recopilados de observaciones y registros amplios de una serie de variables clave que permiten caracterizar el clima en distintas escalas temporales (OMM, 2011).

Las condiciones climáticas pueden afectar la producción agraria, por lo tanto, es fundamental tener conocimiento de los recursos disponibles en el territorio. Sin embargo, en las estaciones climatológicas del Ecuador es común que los registros estén incompletos. La ausencia de datos suele deberse a situaciones que afectan la calidad de los datos registrados como lo es el movimiento de los instrumentos, la transformación del espacio físico del entorno donde se encuentra la estación o no registrar el dato en el momento adecuado (Medina *et al.*, 2008; Trujillo *et al.*, 2015). La disponibilidad de series históricas climáticas completas y de períodos largos, así como la homogeneidad de los datos son de vital importancia para responder a las necesidades de las investigaciones sobre el clima, además de ser un requisito esencial para realizar estudios confiables y representativos (Carrera *et al.*, 2015; Medina *et al.*, 2008; OMM, 2011). El instituto encargado de suministrar informa-

ción sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro en el Ecuador es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). En muchos casos, se ha verificado la falta de registros de datos en las series históricas de distintas variables meteorológicas proporcionadas por el INAMHI; por consiguiente, es necesario generar los datos a partir de información existente (Campozano *et al.*, 2015; Carrera *et al.*, 2016; Gutiérrez *et al.*, 2008; Román y De la Paz, 2010).

Tal fue el caso del presente estudio donde se evidenció la ausencia de datos en el registro de precipitación media mensual medida en milímetros (mm), de la estación climatológica principal de Chone (M0162), desde 1962 hasta 2015. Ante el problema de falta de datos, varias metodologías han sido desarrolladas para completar los registros (ej. Método de la razón normal, regresión lineal, completación por regresiones múltiples, métodos multivariantes, combinación lineal ponderada, transformada de *wavelett*, método de las isoyetas, redes neuronales, interpolación por distancia inversa ponderada, entre otros), los cuales han presentado resultados satisfactorios (Campozano *et al.*, 2015; Carrera *et al.*, 2016; Londhe *et al.*, 2015; Pegram, 1997; Pizarro *et al.*, 2009; Trujillo *et al.*, 2015; Vicente-Serrano *et al.*, 2010).

En el presente trabajo se utilizó la metodología de regresión lineal debido a que es uno de los métodos que propone la OMM para el relleno de datos faltantes, y es recomendado en la estimación de datos mensuales y anuales, además de ser la mejor metodología del relleno de datos en series temporales en la región andina y costera del Ecuador (Carrera *et al.*, 2016; OMM, 2011; Pizarro *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo fue encontrar un grado de relación entre las distancias de las estaciones auxiliares a la de Chone ( $d$ ) y los

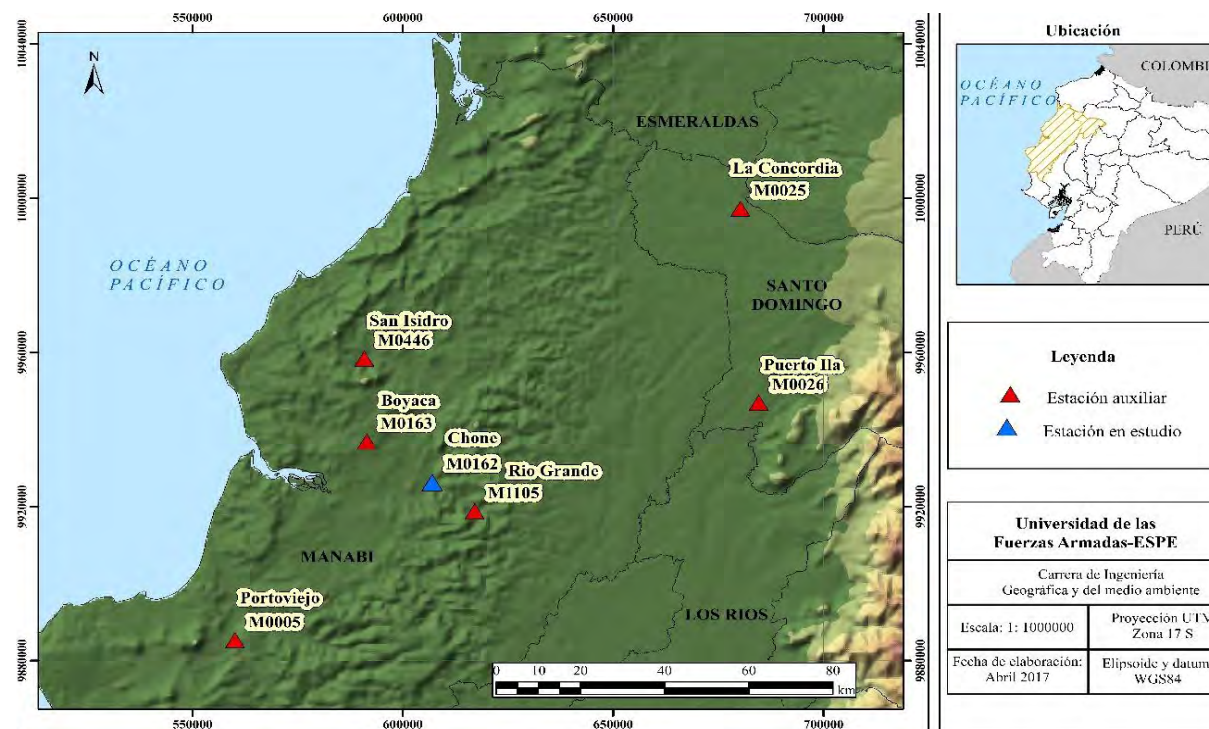
promedios de los coeficientes de correlación ( $r$ ) de las estaciones auxiliares obtenidos en el proceso de relleno de datos faltantes de la serie de tiempo de precipitación para poder predecir cuál es la probabilidad de que la función explique las variables  $d$  y  $r$ .

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La ciudad de Chone dispone de una estación climatológica principal localizada al noreste de su zona urbana; de acuerdo con los datos de dicha estación, el clima es tropical, la temperatura del aire registra una media anual de 25,6°C, máxima media anual de 33,6°C y mínima media anual de 20,1°C. La precipita-

ción máxima en 24 horas registró un valor de 51,8 mm en el año 2015 (INAMHI, 2015). En la **Figura 1** se muestra la representación gráfica del área de estudio dibujada mediante el software *ArcGis 10.1*; utilizando la cartografía base de libre acceso obtenida del geportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM, 2017). Se puede apreciar la ubicación de la estación climatológica principal de Chone (M0162), simbolizada mediante un triángulo de color azul. Para el estudio se recopiló la información de seis estaciones cercanas representadas por triángulos de color rojo. Se eligieron dichas estaciones auxiliares debido a su cercanía con la estación M0162; además, se cumplió con la condición de que su base de datos tuviese una temporalidad similar a la estación en estudio.



**Figura 1** Ubicación de estaciones meteorológicas en la zona de estudio y estaciones auxiliares aledañas

## 2.2 Relleno de datos

La guía de prácticas climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) propone diversas metodologías utilizadas para el relleno de datos faltantes de bases de datos meteorológicas. Una de ellas es la metodología empleada por Carrera *et al.* (2016), la cual supone una relación lineal entre variables, para esto se establece una regresión y correlación lineal entre una estación auxiliar y la estación en estudio con carencia de información, mediante una ecuación de dos variables (1)

$$y = a + bx \quad (1)$$

Donde,

$y$  = valor estimado de la variable para la estación carente,

$x$  = valor de la variable registrada por la estación auxiliar,

$a, b$  = parámetros de regresión.

Por medio de una gráfica de dispersión se determinó el grado de relación y se utilizó el coeficiente de correlación como una forma de establecer la calidad de los datos y la intensidad de la relación del conjunto de variables. Este método se recomienda para la estimación de datos mensuales y anuales, además es la mejor metodología para el relleno de datos en series temporales para la región andina y costera del Ecuador (Carrera *et al.*, 2016; Lind *et al.*, 2004; Pizarro *et al.*, 2009).

Un coeficiente de correlación, también llamado  $r$  de Pearson, de  $-1$  o de  $+1$  indica una correlación perfecta. Si no existe en absoluto alguna relación estadística entre el conjunto de variables,  $r$  será cero. Un coeficiente de correlación  $r$  cercano a  $0$  indica que la relación es muy débil. En el Cuadro 1 se resume la intensidad y la dirección del coeficiente de correlación (Lind *et al.*, 2004).

En términos hidrológicos, se considera aceptable una regresión cuyo valor de  $r$  sea mayor a  $0,8$  o menor que  $-0,8$ . En el caso de no existir una buena correlación, el modelo de regresión lineal permitirá tener una buena aproximación de la estimación de los datos (Cruz, 2014; Pizarro *et al.*, 1993).

La metodología utilizada para validar los datos estimados fue el test de rachas y la curva de doble masa. El test de rachas se usó para contrastar si el orden de aparición de dos valores de la variable era aleatorio (López, 2007). Una racha es la sucesión de valores de la misma categoría, se clasifica a los valores por encima de la mediana de los datos representados como  $NA$ , y los valores por debajo de la mediana se los denomina  $NB$ , por definición  $NA$  y  $NB$  tienen aproximadamente el mismo valor ( $NA = NB \pm 1$ ), al número total de rachas ( $NS$ ) le corresponde una probabilidad de excedencia entre  $10\%$  y  $90\%$  (Barón *et al.*, 2004; Caballero, 2013; Cando, 2010). A continuación, en el Cuadro 2 se muestra el dominio de aceptación del test de rachas en función del número de datos (Caballero, 2013).

El segundo método aplicado para la validación de los datos rellenados de las series de tiempo de cada una de las variables, fue el método curva doble masa o de acumulación, el cual permite establecer la homogeneidad de los datos (Cruz, 2014). Según Martín-Vide y García (2013), una serie climática es homogénea cuando sus valores sólo reflejan el comportamiento natural (climático) de la correspondiente variable, sin interferencias o perturbación por hechos artificiales, es decir sus variaciones son fruto exclusivo de variaciones en el clima. Sólo cuando se garantice la homogeneidad de la serie, se podrá proceder al análisis temporal de la misma. El método consiste en realizar una gráfica de dispersión

**Cuadro 1** Intensidad y dirección del coeficiente de correlación

Coefficiente de correlación $r$	Intensidad de relación lineal
$r = -1$	Correlación negativa perfecta
$-1 < r < -0,5$	Correlación negativa intensa
$r = -0,5$	Correlación negativa moderada
$-0,5 < r < 0$	Correlación negativa débil
$r = 0$	Sin correlación
$0 < r < 0,5$	Correlación positiva débil
$r = 0,5$	Correlación positiva moderada
$0,5 < r < 1$	Correlación positiva intensa
$r = 1$	Correlación positiva perfecta

**Cuadro 2** Valores críticos del test de rachas

Test de las rachas de Thom							
Valores críticos. Nivel de confianza del 95%							
Nº de datos	10	20	30	40	50	60	80
Nº mínimo de rachas	2	6	10	14	18	22	31
Nº máxima de rachas	6	15	21	27	33	39	50

donde las parejas de puntos son obtenidas por las acumulaciones sucesivas de dos series de valores del mismo periodo, si los valores son proporcionales se distribuirán en una línea recta (Oñate, 2009).

## 2.3 Distancia entre estaciones meteorológicas

Las observaciones meteorológicas deben ser representativas de una zona conforme a su aplicación. La representatividad es definida por la escala temporal y espacial de cada fenómeno. La OMM en 1981 presentó un Manual del Sistema Mundial de Observación, donde establece una clasificación para las escalas horizontales de los fenómenos meteorológicos, la cual se muestra en el Cuadro 3. Una estación situada en un terreno accidentado o

**Cuadro 3** Escalas meteorológicas horizontales

Escala	Rango
Pequeña escala	< 100 km
Meso escala	100 a 1000 km
Gran escala	1000 a 5000 km
Escala planetaria	> 5000 km

en la costa probablemente no sea representativa a gran escala o meso escala. Sin, embargo, incluso en estaciones no representativas, la homogeneidad de las observaciones en el tiempo puede permitir a los usuarios emplear eficazmente los datos (OMM, 1996).

Se empleó la clasificación anterior para representar la distancia horizontal entre las estaciones mediante un mapa, utilizando la cartografía base del IGM y los archivos *shape*

de tipo punto proporcionados por el INAMHI, donde se encuentra la ubicación de las estaciones meteorológicas auxiliares: M005 (Portoviejo), M0025 (La Concordia), M0026 (Puerto Ila), M0163 (Boyacá), M0446 (San Isidro) y M1105 (Río Grande), así como la estación estudiada: M0162 (Chone). Finalmente, se aplicó una regresión lineal que relacionó a las variables  $d$  y  $r$ , mediante la fórmula (1), siendo  $x$  el valor de las distancias entre cada una de las estaciones auxiliares a la estación de Chone, e  $y$  el valor de los coeficientes de correlación promedio de las estaciones auxiliares obtenidos en el proceso de relleno de datos.

### 3. Resultados

#### 3.1 Relleno de datos

Para realizar el relleno de datos de la serie de tiempo de precipitación, primero se determinó la cantidad de datos faltantes. La metodología de la regresión lineal simple se aplicó tomando los promedios mensuales de todos los años de manera vertical, en el caso de la ausencia de los datos mensuales de todo un año en específico como indica la metodología utilizada por Carrera *et al.* (2016), cuando los datos faltantes fueron pocos meses de un año, se realizó una regresión lineal tomando los datos de manera horizontal de cada año faltante. Por lo cual fue necesario analizar si el dato faltante se podía estimar mediante una regresión que tomara los datos verticalmente u horizontalmente, teniendo en cuenta el formato en el que se recopiló la información. Se realizó una regresión lineal para cada dato faltante con cada una de las estaciones auxiliares. A las estaciones M1105, M0163 y M0446 se las usó solamente para el relleno de años en específico, debido a que fueron instaladas

en una época más reciente que la estación M0162 de Chone. Se determinó el coeficiente de correlación de cada regresión lineal. Para la estimación finalmente se usó la ecuación de regresión lineal de aquella estación que tuviera el coeficiente de correlación con un valor más alto, debido a que esta herramienta es recomendada por la OMM (2011).

Se utilizaron 583 datos del total de la base de datos de precipitación media medida en milímetros (mm) proporcionada por el INAMHI, desde 1962 hasta 2015. Se tomó la decisión de eliminar 12 datos correspondientes a los meses del año 1978 y se los incluyó en los datos faltantes a ser rellenos, debido a que en este año se presentaron valores anómalos de precipitaciones muy altas con una media de 740,5 mm; este valor se lo consideró erróneo debido a que en los años de episodios de fenómeno El Niño (1965, 1966, 1969, 1972, 1973, 1976, 1983, 1992, 1998), donde ocurren precipitaciones excepcionalmente altas que pueden alcanzar valores varias veces superiores a las ocurridas en una época de lluvia normal o fuerte (ACOLIT, 2008), se presentaron precipitaciones con valores medios entre 84,0 mm y 202,4 mm siendo muy inferiores a los del año 1978. Además, se compararon estos valores con la base de datos de las estaciones auxiliares M0005, M0025 y M0026. Se comprobó que en 1978, no se registraron precipitaciones de tal magnitud. Adicionalmente, el valor de precipitación media mensual del año 1978 supera los records de precipitación máxima mensual en el país correspondiente a 586,9 mm en una de las zonas más húmedas del mismo (INAMHI, 2015).

La cantidad de datos faltantes que se estimó en el relleno fueron 65. A continuación, en el Cuadro 4, se señala (negrita) la estación auxiliar utilizada para el relleno de los datos. Se

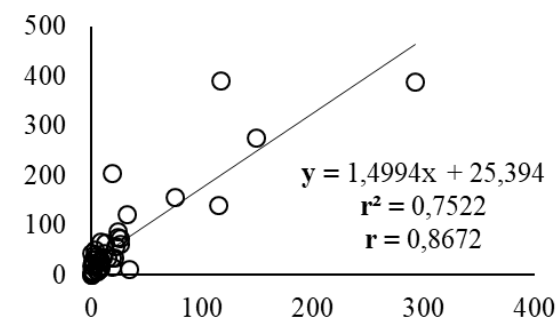
**Cuadro 4** Proceso de cálculo por regresión lineal tomando los datos **a)** verticalmente y **b)** horizontalmente

Mes	Relleno vertical de la serie de precipitación			Datos rellenos
	Estación auxiliar	Ecuación	r	
<b>Enero</b>	M0025	$y=0,2713x+86,30$	0,44	4
	M0026	$y=0,2173x+117,29$	0,29	
	M0005	$y=1,0567x+116,08$	0,63	
<b>Febrero</b>	M0025	$y=0,4666x+53,56$	0,50	4
	M0026	$y=0,093x+261,51$	0,11	
	M0005	$y=1,0251x+172,55$	0,59	
<b>Marzo</b>	M0025	$y=0,509x-38,38$	0,69	5
	M0026	$y=0,477x+35,68$	0,63	
	M0005	$y=1,101x+126,47$	0,69	
<b>Abril</b>	M0025	$y=0,2897x+7,87$	0,58	5
	M0026	$y=0,3066x+36,82$	0,49	
	M0005	$y=1,1094x+105,92$	0,63	
<b>Mayo</b>	M0025	$y=0,3016x-26,75$	0,57	5
	M0026	$y=0,5681x-60,00$	0,66	
	M0005	$y=1,7653x+17,01$	0,88	
<b>Junio</b>	M0025	$y=0,2707x-2,40$	0,68	5
	M0026	$y=0,4895x-13,76$	0,74	
	M0005	$y=2,2383x+17,05$	0,74	
<b>Julio</b>	M0025	$y=0,3741x-7,37$	0,84	4
	M0026	$y=0,5957x-9,99$	0,86	
	M0005	$y=1,3386x+14,30$	0,89	
<b>Agosto</b>	M0025	$y=0,3322x-4,15$	0,95	4
	M0026	$y=0,4614x-6,81$	0,76	
	M0005	$y=2,7836x+6,53$	0,85	
<b>Septiembre</b>	M0025	$y=0,1307x+1,87$	0,81	4
	M0026	$y=0,1629x+1,50$	0,81	
	M0005	$y=1,5559x+6,20$	0,85	
<b>Octubre</b>	M0025	$y=0,2289x-2,37$	0,82	4
	M0026	$y=0,3571x-6,85$	0,81	
	M0005	$y=2,8822x+12,17$	0,56	
<b>Noviembre</b>	M0025	$y=0,4405x-9,86$	0,90	4
	M0026	$y=0,4068x-5,87$	0,80	
	M0005	$y=2,1014x+9,84$	0,79	
<b>Diciembre</b>	M0025	$y=0,5012x-30,56$	0,74	4
	M0026	$y=0,4569x-30,23$	0,88	
	M0005	$y=1,4994x+25,39$	0,87	

Cuadro 4 Continuación

Mes	Relleno horizontal de la serie de precipitación			Datos rellenos
	Estación auxiliar	Ecuación	r	
1967	M0025	$y=0,6074x-30,73$	0,77	2
	M0026	$y=0,6266x-42,44$	0,84	
	M0005	$y=2,2556x+17,65$	0,99	
	M0163	$y=1,5535x-4,672$	0,96	
1983	M0025	$y=0,6555x-28,66$	0,85	1
	M0026	$y=0,9381x-108,51$	0,79	
	M0005	$y=1,7229x+65,89$	0,80	
2008	M0025	$y=0,5042x-42,05$	0,93	2
	M0026	$y=0,613x-41,90$	0,93	
	M0005	$y=1,5288x+10,76$	0,99	
	M0446	$y=1,6174x-25,49$	0,91	
2009	M0025	$y=0,2368x+10,94$	0,70	1
	M0026	$y=0,2744x+8,11$	0,88	
	M0005	$y=1,7574x+12,57$	0,92	
2011	M0025	$y=0,2487x+10,05$	0,73	3
	M0026	$y=0,3557x-3,60$	0,99	
	M0005	$y=2,5995x+10,36$	0,83	
2012	M0025	$y=0,3988x-12,92$	0,90	2
	M0026	$y=0,5x-10,59$	0,87	
	M0005	$y=1,4755x+24,73$	0,98	
	M1105	$y=0,5542x-0,28$	0,99	
	M0163	$y=0,9616x+20,776$	0,93	
2013	M0025	$y=0,5911x-6,31$	0,95	1
	M0026	$y=0,6453x-22,63$	0,97	
	M0005	$y=2,0252x+13,19$	0,99	
	M1105	$y=0,7155x+6,6836$	0,99	
	M0163	$y=2,9098x+48,388$	0,73	
2015	M0025	$y=0,2725x+39,07$	0,64	1
	M0026	$y=0,4941x+5,021$	0,79	
	M0005	$y=1,55127x+60,32$	0,83	

muestra también el coeficiente de correlación  $r$  de cada ecuación de las estaciones auxiliares, y la cantidad de datos rellenos con la regresión lineal; en la **Figura 2** se muestra el gráfico de dispersión realizado en Excel, del mes de diciembre, de manera similar se obtuvo los gráficos de todos los meses y años de la serie.



**Figura 2** Gráfica de dispersión del mes de diciembre de la serie de precipitación

### 3.2 Validación de los resultados

Los datos estimados se validaron mediante un test de rachas. En el **Cuadro 5** se muestra el test de rachas aplicado a la serie de precipitación rellena en los años con datos faltantes; de manera similar se empleó el test para los datos rellenos mensualmente. Se puede observar que el número total de rachas ( $NS$ ), concuerda con las recomendaciones del dominio de aceptación del test de Caballero (2013). El siguiente método para validar fue el de curva de doble masa; en la **Figura 3**, se observa como ejemplo la gráfica de curva doble de masa realizada en Excel, de la serie de precipitación en el año 2013. De igual manera, se aplicó este método de validación en el resto de años rellenos de la serie.

Las ecuaciones de regresión lineal permitieron estimar los datos de cada fecha en la que hubo datos perdidos, finalmente, se pudo

rellenar la serie; en la **Figura 4** se muestra la gráfica realizada mediante el software Matlab de **a)** la serie original de precipitación y **b)** la serie completada mediante la metodología de regresión lineal. Así, finalmente se tiene un total de 648 datos de precipitación, desde el año 1962 hasta el 2015.

Se determinó la distancia entre la estación climatológica principal de Chone M0162 y las estaciones auxiliares. A continuación, en la **Figura 5** se puede apreciar visualmente la distancia horizontal entre las estaciones. Se usó la clasificación de escalas meteorológicas horizontales de la OMM para identificar las distancias que debían representarse en el mapa dibujado mediante el software ArcGis 10.1.

Se usó la información obtenida de los coeficientes de correlación de las estaciones auxiliares y se determinó un promedio  $r$  para tener un dato de cada estación auxiliar. Se buscó el grado de relación de  $r$  con las distancias  $d$  obtenidas entre la estación de Chone y las estaciones auxiliares, mediante una regresión lineal simple realizada en Excel (**Figura 6**). En el **Cuadro 6**, se muestran los valores de  $r$  y  $d$ , de cada una de las estaciones auxiliares.

## 4. Discusión de los resultados

La metodología de la regresión lineal simple utilizada para rellenar los datos faltantes de la serie de tiempo de precipitación, permitió estimar 65 datos, los cuales representan el 10% del total de la base de datos. Este valor cumplió con el umbral propuesto en el estudio de Campozano *et al.* (2015), en el cual se recomienda un umbral correspondiente al 25% del total de la base de datos, dicho criterio fue tomado debido a la escasez de información de datos meteorológicos registrados por el INAMHI en la zona andina ecuatoriana.

Cuadro 5 a) Serie con los datos rellenados. b) Test de rachas

a) Datos rellenados													
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Mediana
1967	408,1	411,5	87,6	50,1	54,3	8,5	24,0	17,7	39,0	3,8	0,0	6,4	31,5
1983	496,6	593,0	541,5	284,1	681,6	614,8	310,1	133,8	114,5	9,2	8,5	62,8	297,1
2008	354,6	393,0	202,2	95,1	25,4	10,5	29,0	12,2	5,4	12,0	12,0	11,1	18,8
2009	201,4	206,7	99,9	94,6	23,3	6,6	0,6	27,3	29,1	12,6	0,0	41,9	28,2
2011	147,4	108,3	91,6	265,4	4,2	20,8	66,9	6,9	0,3	13,6	2,6	72,3	43,9
2012	257,9	429,4	388,3	96,0	195,7	59,0	5,8	3,7	0,4	3,9	15,5	23,9	41,5
2013	347,2	257,9	467,5	323,0	18,1	22,0	7,2	5,3	1,9	26,6	9,7	15,8	20,1
2015	231,2	301,0	322,3	139,4	168,1	99,8	104,7	5,8	1,6	50,2	8,7	90,3	102,3

b) Prueba de rachas														
Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	NA	NS
1967	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	6	4
	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0		
1983	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	6	4
	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0		
2008	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	6	4
	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		
2009	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	6	5
	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1		
2011	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	6	5
	1	0	0	0	10	0	1	1	0	0	0	1		
2012	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	6	2
	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
2013	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	6	6
	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0		
2015	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	6	4
	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		

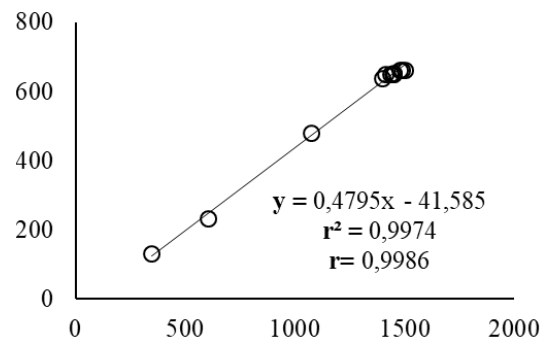


Figura 3 Curva de doble masa de la serie de precipitación en el año 2013

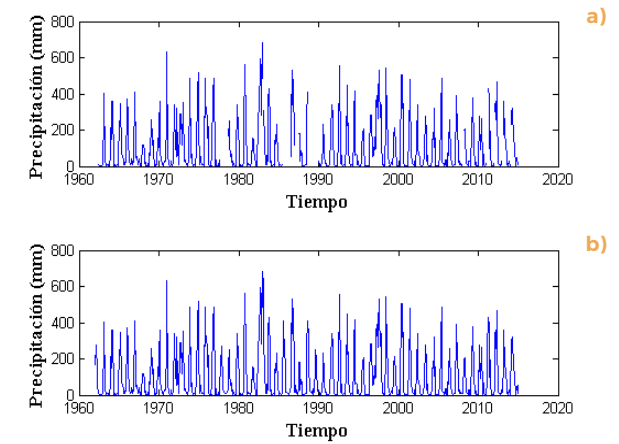


Figura 4 a) serie original y, b) serie completa de la variable precipitación

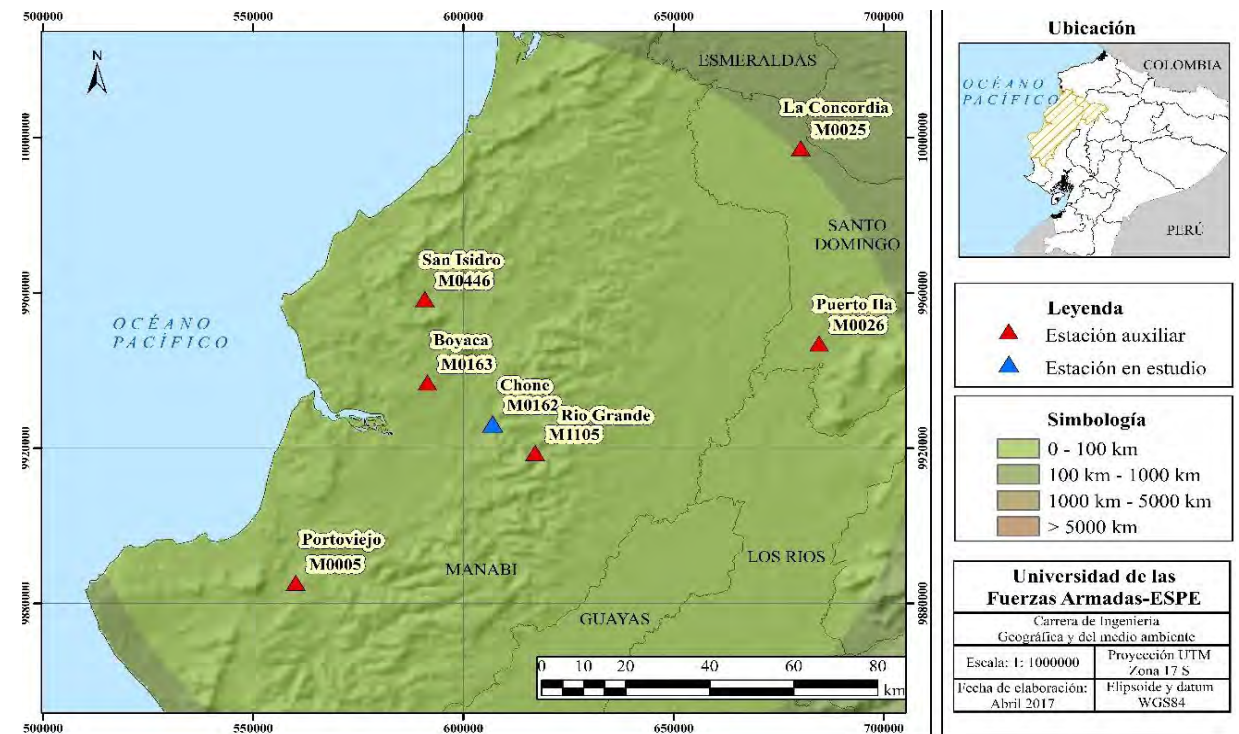
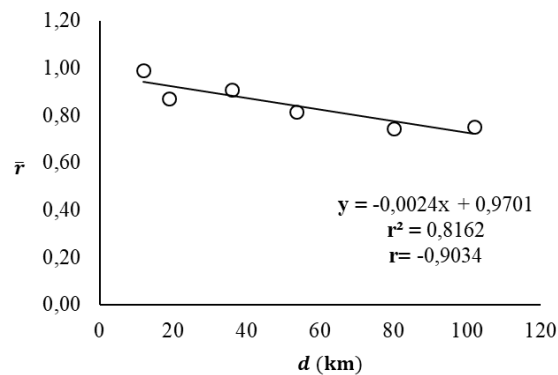


Figura 5 Distancias entre la estación de Chone M0162 y las estaciones auxiliares

**Cuadro 6** Coeficientes de correlación y distancias de estaciones auxiliares

Estación auxiliar	Nombre de la estación	$r$	$d$ (km)
M0005	Portoviejo-UTM	0,82	53,7
M0025	La Concordia	0,75	102
M0026	Puerto Ila	0,75	80
M1105	Río Grande INAMHI	0,99	12
M0163	Boyacá	0,96	18,8
M0446	San Isidro-Manabí	0,91	36,02



**Figura 6** Gráfico de dispersión que relaciona  $r$  y  $d$

Los coeficientes de correlación de las ecuaciones obtenidas para el relleno de datos tienen un valor de  $r > 0,5$  representando correlaciones positivas moderadas e intensas como se puede corroborar en el **Cuadro 1**. En el estudio de Carrera *et al.* (2016), se obtienen valores similares para la región andina y costera del Ecuador concluyendo que el método de regresión lineal simple fue el mejor para rellenar datos, debido a la gran cantidad de datos faltantes que provee el INAMHI. El estudio realizado por Pizarro *et al.* (2009) en la región del Maule en Chile, concluyó que el método de regresión lineal simple, a pesar de ser el más

recomendado en la literatura, en la práctica no se obtienen los mejores resultados, al ser comparado con otros métodos de completación como la regresión múltiple usando dos y tres estaciones auxiliares.

En cuanto a las distancias horizontales entre las estaciones auxiliares utilizadas se observó que 5 de ellas son representativas para la zona de estudio, al ser clasificadas como pequeña escala por estar a menos de 100 km de la estación climatológica principal de Chone, según la clasificación de la OMM mostrada en el **Cuadro 3**. La estación M0025 se encuentra a una distancia de 102 km, y obtuvo coeficientes de correlación en su mayoría positiva (moderada a intensa) en el proceso de relleno de datos.

La regresión lineal empleada para relacionar  $d$  y  $r$  estableció una correlación negativa intensa, lo cual significó que estas variables están linealmente relacionadas en un sentido inverso, es decir a mayor  $d$  se tendrá un menor  $r$ . Resultados similares se obtuvieron en la investigación de El Kenawy *et al.* (2013), en un estudio realizado al noreste de España, donde la correlación entre estaciones fue mayor entre las más cercanas y fue disminuyendo gradualmente entre aquellas que se encontraban a grandes distancias; además en la investigación, se pudo mejorar la correlación entre las estaciones al eliminar el ruido de las series.

Finalmente, se determinó que la estación mejor correlacionada a la estación de Chone es la estación de Río Grande, siendo ésta la estación más cercana. Corroborando así los criterios de representatividad de las estaciones para las observaciones meteorológicas de una zona expuestas por la OMM.

## 5. Conclusiones

Sobre la base de datos de la serie de tiempo de precipitación utilizada en el estudio se concluyó que la metodología de regresión lineal obtuvo buenos resultados con valores de  $r > 0,5$  representando correlaciones positivas moderadas e intensas. Además de ser una metodología de fácil aplicación, los datos obtenidos del relleno fueron validados mediante el test de rachas, cuyos valores de  $NS$  entraron en su dominio de aceptación y la técnica de curva doble de masa permitió garantizar la homogeneidad de la serie. Se estimaron así 65 datos faltantes, los cuales representaron el 10% del

total de la base de datos de la serie de tiempo de precipitación. Las distancias horizontales entre las estaciones auxiliares a la estación de Chone fueron menores a 102 km lo que permitió usar las observaciones, ya que fueron representativas de la zona de estudio con coeficientes de correlación promedio superiores a 0,7 mostrando una correlación positiva intensa. Finalmente, el grado de relación entre las variables  $d$  y  $r$ , estableció una correlación negativa intensa lo cual significó que estas variables están linealmente relacionadas en un sentido inverso.

## 6. Agradecimientos

Los autores agradecen al INAMHI por proveer los datos meteorológicos necesarios para la realización de esta investigación.

## 7. Referencias citadas

- ASESORES y CONSULTORES DEL LITORAL (ACOLIT). 2008. *Actualización de los estudios definitivos del proyecto de propósito múltiple Chone. Estudio Hidrológico*. Documento técnico de apoyo N° 9. Manabí, Ecuador.
- BARÓN, J.; RÍUS, F. y E. SÁNCHEZ. 2004. *Bioestadística: métodos y aplicaciones*. Manuales de métodos y aplicaciones. Universidad de Málaga, España.
- CABALLERO, I. 2013. *Análisis de la Homogeneidad de las Series de Precipitación de Guipúzcoa*, 119p. Nota técnica N° 13. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), España.
- CAMPOZANO, L.; SÁNCHEZ, E.; AVILES, A. & E. SAMANIEGO. 2015. "Evaluation of infilling methods for time series of daily precipitation and temperature: The case of the Ecuadorian Andes". *Revista Científica Maskana*, 5(1): 99-115.
- CANDO, L. E. 2010. *Incidencia de la variabilidad climática en los caudales mínimos del Ecuador*. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Tesis de Grado.
- CARRERA-VILLACRÉS, D.; GUEVARA-GARCÍA, P.; MAYA-CARRILLO, M. & T. CRISANTO-PERRAZO. 2015. "Variations of species concentration in inorganic water dam purpose multiple Chone, Ecuador based on precipitation,

- evaporation and evapotranspiration". *Procedia Earth and Planetary Science*, 15: 641-646.
- CARRERA-VILLACRÉS, D. V.; GUEVARA-GARCÍA, P. V.; TAMAYO-BACACELA, L. C.; BALAREZO-AGUILAR, A. L.; NARVÁEZ-RIVERA C. A. y D. R. MOROCHO-LÓPEZ. 2016. "Relleno de series anuales de datos meteorológicos mediante métodos estadísticos en la zona costera e interandina del Ecuador, y cálculo de la precipitación media". *Idesia (Arica)*, 34(3): 81-90.
- CRUZ, G. P. 2014. "Variables hidrometeorológicas asociadas al cambio climático en Girardot y la Región del Alto Magdalena". *Ambiente y Desarrollo*, 18(35): 134-147.
- EL KENAWY, A.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; STEPANEK, P. & S. M. VICENTE-SERRANO. 2013. "An assessment of the role of homogenization protocol in the performance of daily temperature series and trends: application to northeastern Spain". *International Journal of Climatology*, 33(1): 87-108.
- GUTIÉRREZ, C.; GÓNGORA, E. y P. MELO. 2008. *Estudio Hidrológico de Inundaciones en la Cuenca Alta del Río Chone (Garrapata, Mosquito y Grande)*. Estudios e Investigaciones Hidrológicas Superficiales INAMHI, CLIRSEN y FAO. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). 2017. *Cartografía de libre acceso*. Geoportall IGM. Disponible en: <http://www.geoportalligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/> [Consulta: junio, 2017].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI). 2015. *Boletín Climatológico Anual 2015*. Editor: José Olmedo. Quito, Ecuador.
- LIND, D. A.; MASON, W. G.; LIND, R. D. D. A.; MARCHAL, W. G. y R. D. MASON. 2004. *Estadística para administración y economía*. Alfaomega Grupo Editor. Bogotá, Colombia.
- LONDHE, S.; DIXIT, P.; SHAH, S. & S. NARKHEDE. 2015. "Infilling of missing daily rainfall records using artificial neural network". *ISH Journal of Hydraulic Engineering*, 21(3): 255-264.
- LÓPEZ, C. P. 2007. *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Editorial Paraninfo. Madrid, España.
- MARTÍN-VIDE, J. y M. D. C. M. GARCÍA. M. 2013. "La difícil determinación de la evolución el número de días de tormenta en España. El caso de Barcelona". *Polígonos. Revista de Geografía*, (24): 77-94.
- MEDINA, R. D.; MONTOYA, E. y A. JARAMILLO. 2008. *Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia*. Organización Meteorológica Mundial (1981). Manual del Sistema Mundial de Observación. Volumen I, Aspectos Mundiales, OMM, N° 544. Ginebra, Suiza.
- OÑATE-VALDIVIESO, F. 2009. *Hidrología. Apuntes de clase*. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). 1981. *Guía de Prácticas Climatológicas*. N° 100. Ginebra, Suiza.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). 1996. *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos*. N° 8. Sexta edición. Ginebra, Suiza.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). 2011. *Guía de Prácticas Climatológicas*. OMM, N° 100. Ginebra, Suiza.
- PEGRAM, G. 1997. "Patching rainfall data using regression methods". 3. Grouping, patching and outlier detection. *Journal of hydrology*, 198(1): 319-334.
- PIZARRO, R.; GONZÁLEZ, P.; WITTERSSHEIN, M.; SAAVEDRA, J. y C. SOTO. 1993. *Elementos técnicos de hidrología III*. Proyecto Regional Mayor Unesco-Rostlac.
- PIZARRO, R.; AUSENSI, P.; ARAVENA, D.; SANGÜESA, C.; LEÓN, L. y F. BALOCCHI. 2009. "Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la región del Maule, Chile". *Aqua-LAC: revista del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe*, 1(2): 172-184.
- ROMÁN, A. y M. DE LA PAZ. 2010. *Instructivos de procesamiento de información hidrometeorológica*. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Tesis de Grado.
- TRUJILLO, T.; MARÍA, A.; ARTEAGA RAMÍREZ, R.; VÁZQUEZ PEÑA, M. A. y L. A. IBÁÑEZ CASTILLO. 2015. "Relleno de series diarias de precipitación, temperatura mínima, máxima de la región norte del Urabá Antioqueño". *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(3): 577-588.
- VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; GARCÍA-VERA, M. A. & P. STEPANEK. 2010. "A complete daily precipitation database for northeast Spain: reconstruction, quality control, and homogeneity". *International Journal of Climatology*, 30(8): 1.146-1.163.



# Recuperación de áreas

## degradadas en canteras de áridos utilizando sistemas de información geográficos

Recovery of degraded areas in aggregate  
quarries by means of geographic information systems

Alexis Montes de Oca Risco<sup>1</sup>

Mayda Ulloa Carcassés<sup>1</sup>

Angel Luis Silot Castañeda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

<sup>2</sup> Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel (CEPRNIQUEL),

Moa (Holguín), Cuba.

amrisco23@gmail.com

mulloac@ismm.edu.cu

asilotc@ceproni.moa.minem.cu

### Resumen

En los últimos años se ha incrementado la demanda de materiales de construcción, principalmente áridos. Esta situación contribuye al aumento de los niveles de contaminación generados por la ejecución de explotaciones mineras. Para enfrentar esta problemática se requiere realizar investigaciones que contribuyan a mitigar los daños ocasionados. Por ello, se realizó el presente trabajo que tuvo como objetivo recuperar áreas degradadas de las canteras de áridos con el empleo de los SIG. Se hace uso de los SIG para procesar e integrar los datos geocientíficos y ponderar convenientemente los planos de los indicadores ambientales para obtener, finalmente, el plano de degradación ambiental, que permite visualizar las áreas más degradadas por la minería. Como resultado, se validó el procedimiento en la cantera Los Guaos de la provincia Santiago de Cuba y se obtuvieron los posibles usos finales a que puede destinarse después de concluida la explotación.

**Palabras clave:** indicadores ambientales; planos temáticos; uso final; canteras de áridos.

### Abstract

*In recent years, the demand for construction materials, mainly aggregates, has increased. This situation contributes to the increase of the pollution levels generated by the execution of mining operations. In order to face this problem, it is necessary to carry out investigations that contribute to mitigate the damages caused. Therefore, the present work aims to recover the degraded areas of the aggregate quarries with the use of GIS. The GIS is used to process and integrate the geoscientific data and to conveniently weigh the maps of the environmental indicators to finally obtain the environmental degradation map, which allows us to visualize the areas most degraded by mining. As a result, the procedure was validated at the "Los Guaos" quarry in the province of Santiago de Cuba and its possible final uses after the exploitation is completed were obtained.*

**Key words:** environmental indicators; thematic plans; end use; aggregate quarries.

## 1. Introducción

La minería, a través de los siglos, ha formado parte de la historia y del desarrollo económico de muchos países en el mundo. Sin embargo, muy notorios han sido los efectos sociales y ambientales que ha generado esta industria en detrimento de los diferentes ecosistemas relacionados con la misma.

En la actualidad, con el aumento de la capacidad humana para transformar el entorno natural, se ha originado un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos. Pero, a la vez, no se puede prescindir de la minería porque es la actividad básica dedicada a la obtención de los geo-recursos para abastecer a la sociedad con las materias primas necesarias para mejorar su calidad de vida, su progreso y su destino (Carbonell, 2003).

Cuando la extracción de materiales se realiza sin una planeación de la explotación, ocasiona problemas que trascienden hasta después del abandono de la actividad. Éstos son muy graves debido a que los taludes quedan inestables, por lo que se producen deslizamientos, que a su vez pueden generar pérdidas de vidas humanas. Una explotación no planeada también puede originar otros problemas como: pérdida del suelo superficial, contaminación de las aguas superficiales, emisiones atmosféricas de polvo y la emisión de ruido (Bradshaw, 1993).

Actualmente, aumentan los niveles de contaminación generados por la ejecución de explotaciones mineras, pues se incrementa la demanda de materiales de construcción, principalmente áridos.

Para la recuperación de las áreas degradadas por la minería en diferentes investigaciones se han utilizado los indicadores ambien-

les que han adquirido relevancia en los últimos años, dada su capacidad de mostrar una imagen sintética de las condiciones ambientales del territorio. Su auge se ha desarrollado de forma paralela a los avances, acuerdos y retos ambientales a escala global.

En los momentos actuales, los estudios medioambientales adquieren paulatinamente una naturaleza más tecnocientífica, con el empleo de técnicas y métodos como es el caso de los sistemas de información geográficos (SIG). Sobre estos últimos, en el análisis de la literatura consultada no se encontró la existencia de un procedimiento que, sustentado en ellos, permita recuperar las áreas degradadas por la minería en las canteras de áridos.

Con vista a la solución del problema, el objetivo general de la investigación fue identificar las áreas degradadas de las canteras de áridos con miras a su recuperación utilizando SIG.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Indicadores de degradación ambiental en canteras de áridos

En la medida de la aparición de los problemas ambientales y la creciente preocupación del hombre por medir y valorar los daños causados al ambiente, con el fin de establecer las medidas correctoras, la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en la Agenda 21, capítulo 40, señala la necesidad de crear indicadores de desarrollo sostenible (CNU-MAD, 1993).

Existen diferentes concepciones sobre la definición del concepto indicador, pero la más divulgada, aceptada y desarrollada a nivel internacional, ha sido la que propuso la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OECD, 1993).

Esta organización internacional considera que un indicador es un parámetro o valor resultante de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado más amplio que el directamente asociado con la configuración del parámetro.

A partir del análisis realizado a las diferentes fuentes bibliográficas estudiadas, se estableció que en el proceso de identificación y selección de los indicadores de degradación ambiental en las áreas afectadas por la explotación de canteras de áridos, la metodología a emplear debe ser la consulta a expertos a través del Método Delphi.

Este método pretende obtener una visión colectiva de expertos sobre un tema a partir de rondas repetidas de preguntas. Es un método con el que se puede obtener y depurar los juicios de grupo. Su utilización es verdaderamente efectiva a la hora de recoger información de un grupo que es considerado como un conjunto único para analizar y resolver un problema específico (Linstone y Turoff, 1975). La aplicación de este método permitió la identificación de los indicadores a través de los pasos siguientes:

- Elaboración del cuestionario
- Determinación del número de expertos
- Selección de los expertos
- Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos
- Evaluación de los resultados a partir de la prueba de hipótesis.

### 2.2 Elaboración del cuestionario

Para determinar los indicadores que serían sometidos a consideración de los expertos, se realizaron trabajos de campo en 40 canteras de áridos, además de consultas a los especia-

listas de medio ambiente de cada una de estas canteras.

Finalmente, se identificaron las características más representativas y comunes en los diferentes escenarios mineros estudiados, del medio geológico, ecológico y minero.

### 2.3 Determinación del número de expertos

Una vez elaborado el listado de indicadores, se realizó la selección de los expertos a partir del cálculo del número de expertos ( $n$ ), tomado de Legrá y Silva (2011):

$$n = p(1-p) \left( \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

$d$ : error admisible y que algunos autores recomiendan entre 0,14 y 0,5 (Martin, 2006)

$p$ : proporción o probabilidad de fallo (valor entre 0 y 1)

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ : constante cuyo valor está asociado con el nivel de confianza seleccionado.

Para un nivel de confianza del 95%,

se toma  $Z = 1,96$  (Martin, 2006)

Tomando:  $d = 0,25$  y  $p = 0,2$ , se obtiene,

al sustituir en la expresión (1) que:

$n = 9,83$ , por lo que se necesitan 10 expertos.

### 2.4 Selección de los expertos

Para determinar el coeficiente de competencia de los 14 expertos seleccionados preliminarmente, se envió el cuestionario elaborado y se calculó su coeficiente de competencia.

Finalmente, fueron escogidos 10 expertos, según su grado de competitividad y se analizaron sus características técnico-profesionales. Como resultado se obtuvo lo siguiente: expertos con un alto nivel de competitividad: 71,43% y expertos con un nivel medio de competitividad: 28,57%

Por tal razón, se seleccionaron 10 expertos con un coeficiente de competitividad promedio de  $K_c \geq 0,81$ .

## 2.5 Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos

Las encuestas confeccionadas se enviaron a los expertos para obtener criterios cualitativos en una primera ronda y cuantitativos en las rondas dos y tres, lo que permite obtener una unidad de criterios acerca de los aspectos que mayor incidencia tienen en los procesos analizados.

### 2.5.1 Primera ronda para obtener un consenso de criterios

En esta ronda se somete al criterio de los expertos el cuestionario elaborado, para seleccionar los indicadores más importantes que influyen en la degradación de canteras. Se analizaron los indicadores propuestos y fueron adicionados tres, por sugerencia de los expertos: clima, litología y características del recurso minero. Finalmente, se aceptaron 10 indicadores (relieve del terreno, pendiente del terreno, erosión del suelo, fertilidad del suelo, calidad del agua, calidad del paisaje, presencia de flora y fauna, clima, litología y característica del recurso minero) que pasaron a la siguiente ronda.

### 2.5.2 Segunda ronda para determinar los indicadores que influyen en la degradación

En esta ronda, primeramente, se obtuvieron las tablas de frecuencia absoluta, después, la tabla de frecuencia acumulada y, más adelante, la tabla del inverso de la frecuencia absoluta acumulada.

Las categorías evaluativas empleadas fueron, en orden descendente: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). Se seleccionaron siete indicadores (relieve del terreno, pendiente del terreno, erosión del suelo, fertilidad del suelo, calidad del agua, calidad del paisaje y presencia de flora y fauna) que pasaron a la tercera ronda.

Se obtuvo coincidencia entre los criterios seleccionados por los expertos con los indicadores previamente considerados por el autor para determinar la degradación en canteras de áridos.

En esta ronda se sometieron 10 indicadores al proceso de selección y se eliminaron los que recibieron menor apoyo de los expertos.

### 2.5.3 Tercera ronda para obtener la influencia de cada indicador seleccionado

Se sometieron los siete indicadores al criterio de los 10 expertos, los que se ordenaron desde 1 (mayor influencia) a 7 (menor influencia).

Con las evaluaciones realizadas por cada experto, se determinó el grado de concordancia a través del coeficiente de Kendall (K), por la fórmula 2, tomado de Martin (2006), cuyo valor oscila entre 0 y 1. Se consideró que cuando  $K > 0,7$  existe elevada concordancia entre los expertos y cuando  $K < 0,4$  no existe concordancia.

$$K = \frac{12 \sum_{j=1}^P (S_j - S_{med})^2}{M^2 (P^3 - P)} \quad (2)$$

Dónde:

$P$ : número de criterios que se valoran,

$M$ : cantidad de expertos encuestados,

$S_j$ : suma de los valores asignados por los expertos a cada criterio  $j$ ,

$S_{med}$ : valor medio de ( $S_j$ ) con respecto al número de criterio  $P$ .

Del procesamiento de las encuestas se obtuvo el siguiente valor del coeficiente de Kendall:  $K = 0,73$  lo que confirma la existencia de elevada concordancia entre los expertos.

## 2.6 Evaluación de los resultados a partir de la prueba de hipótesis

Finalmente, se realizó la prueba de significación para determinar la concordancia entre los criterios expresados por los expertos. Al respecto, se definieron las siguientes hipótesis con un nivel de significación de 0,05:

De la tercera ronda se obtuvo que  $K_{en} = 0,73$ , lo que permite calcular  $\chi^2$  calculada =  $M \cdot (P-1) \cdot K$  (3)  
 $\chi^2$  calculada = 43,8  
 $\chi^2$  (0,05, 6) = 12,591 6  
 Puesto que  $\chi^2$  calculada >  $\chi^2$  tabulada, se aceptó la hipótesis alternativa, por lo que se puede afirmar que existe concordancia entre los expertos.

Los expertos determinaron que los indicadores que permiten evaluar la degradación en canteras de áridos son los siguientes:

- a) Relieve del terreno
- b) Calidad del paisaje
- c) Calidad del agua
- d) Pendiente del terreno
- e) Erosión del suelo
- f) Fertilidad del suelo
- g) Presencia de flora y fauna

## 2.7 Determinación del peso de los indicadores

El algoritmo definido para el cálculo y obtención del plano de degradación ambiental requiere la ponderación de los diferentes indi-

cadores involucrados, por lo tanto se eligió la técnica estadística de Evaluación Multicriterio (EMC) para la determinación objetiva de los pesos asignados a los criterios que intervienen en la degradación de canteras.

La importancia de este método radica en que, luego de la asignación de los pesos, otorga una medida global de consistencia a la matriz obtenida y permite valorar la relación de los criterios entre sí.

Existen diferentes técnicas dentro de la EMC para otorgar a cada criterio el valor que se merece. La selección de una técnica u otra para la estimación de los pesos de los criterios, depende del tipo de problema que se tenga y del resultado que el centro decisor quiera obtener.

Entre éstos, el método AHP (*Analytic Hierarchy Process* - Proceso de Jerarquía Analítica) es un método que descompone en sus componentes una situación compleja y no estructurada, los ordena en una jerarquía, realiza comparaciones binarias (dentro del mismo nivel jerárquico) y atribuye valores numéricos a juicios de valor subjetivos respecto a la importancia relativa de cada variable (tanto en el nivel jerárquico de los criterios, como en el nivel jerárquico de las alternativas).

Es un método bastante intuitivo en su aplicación, difícilmente manipulable y probablemente sea el método más difundido en las investigaciones medio ambientales (Bera-mendi, 2013). Se basa en tres pilares o pasos fundamentales para su realización:

1. Generación de la matriz de comparaciones: al compararse los diferentes criterios entre sí, en la diagonal principal solo puede aparecer el valor 1. Mientras que las demás casillas de la matriz se van rellenando según la importancia de un criterio

respecto al otro, con el uso de la escala de preferencias de comparación por pares de Saaty (1990).

2. Cálculo de los pesos: se suman los valores en cada columna de la matriz y se divide cada elemento por el total de su columna, con lo que queda normalizado cada uno de los elementos.
3. Finalmente, se calcula el promedio de cada fila de la matriz normalizada y los valores medios serán los pesos que se asignarán a cada criterio.
4. Estimación de la consistencia: se calcula el *ratio* de consistencia. Si tiene un valor inferior al 10%, el nivel de consistencia se considera razonable.

La estimación de la consistencia se realiza para ver si ha habido alguna incongruencia a la hora de valorar la importancia entre los pares de criterios.

Para el cálculo del índice de consistencia (CI), se multiplica cada columna por su peso y se suman los valores respectivos de las filas y se obtiene el vector. Posteriormente, se dividen los elementos del vector obtenido por el correspondiente peso de cada criterio y se realiza la media de los valores calculados anteriormente, esta media se denomina  $\lambda_{max}$  y  $n$  el número de criterios a comparar.

Por lo tanto, para este caso con  $n = 7$  criterios, se tendrá una  $RI = 1,35$  y un *ratio* de consistencia de 0,08 (8%).

El valor obtenido del *ratio* de consistencia demuestra que no existe incongruencia en el otorgamiento de importancia en la matriz de comparación por pares.

Una vez obtenido el peso de los indicadores (**Cuadro 1**) se procedió a caracterizarlos y a proponer los criterios para su valoración.

**Cuadro 1** Peso de los indicadores

Indicadores	Peso de los indicadores
Relieve del terreno	0,18
Pendiente del terreno	0,05
Fertilidad del suelo	0,08
Presencia de flora y fauna	0,32
Calidad del agua	0,22
Calidad del paisaje	0,11
Erosión del suelo	0,04

## 2.8 Criterios de valoración del sistema de indicadores para las canteras

La medición de los criterios puede realizarse por medio de cuatro escalas de medición, dos de las escalas miden criterios cualitativos (nominal y ordinal) y las otras dos miden variables cuantitativas (de intervalo y de razón), (Therese, 1997).

Debido a las características y ventajas que presenta la escala ordinal se optó por ella, ya que la misma establece preferencias, no mide magnitudes, es de fácil diseño, de fácil comprensión, sin sesgos en su redacción y no fatiga si hay que jerarquizar pocos conceptos (Sabino, 1992).

La escala de evaluación de los criterios se obtuvo a partir de reglas del método Delphi; se tomó una escala variable entre 1 y 3, siendo 3 el valor que más influye en la degradación y 1 el que menos influye (**Cuadro 2**).

## 2.9 Determinación del tamaño de la muestra

Una vez seleccionados los indicadores y calculados los pesos se procede a obtener la base de datos en el campo, la cual constituye una etapa relevante, debido a su carácter operacional, ya que permite el adecuado funcionamiento de los SIG.

**Cuadro 2** Criterios de valoración para los indicadores seleccionados

Indicador	Valor	Criterios de valoración
Relieve del terreno	1	Relieve plano
	2	Ligeramente ondulado
	3	Relieve abrupto
Calidad del paisaje	1	Bien preservada
	2	Deteriorada por acciones humanas
	3	Lugar destruido
Calidad del agua	1	Agua no contaminada
	2	Agua levemente contaminada
	3	Agua muy contaminada
Pendiente del terreno	1	0-15° plano a ligeramente plano
	2	15-35° inclinado
	3	> 35° escarpado
Erosión del suelo	1	Sin erosión
	2	Moderadamente erosionado
	3	Severa
Fertilidad del suelo	1	Alta
	2	Media
	3	Baja
Presencia de flora y fauna	1	Alto (se presenta la totalidad de las especies existentes en la región)
	2	Medio (se presentan hasta el 50% de las especies existentes en la región)
	3	Bajo (no aparecen ninguna de las especies presentes en la región)

Para la obtención de la base de datos para confeccionar los planos, se determinan los puntos a través del método estadístico aleatorio simple.

Este método estadístico da la probabilidad a cada uno de los miembros de una población a ser elegidos y permite obtener conclusiones en la muestra e inferir lo que pudiera ocurrir, a partir de ésta, en la población, con un elevado grado de pertinencia. Estadísticamente permite inferir a la población los resultados obtenidos en la muestra (Devore, 2000), (Fórmula 4 y 5).

La determinación del tamaño de la muestra se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$n_o = \left( \frac{z}{a} \right)^2 * p * q \quad (4)$$

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad (5)$$

Dónde:

$n_o$ : cantidad teórica de elementos de la muestra  
 $n$ : cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población asumida  
 $N$ : número total de elementos que conforman la población

$z$  : valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada  
 $\varepsilon$  : error asumido en el cálculo (se toma entre 0,05 y 0,1)

$q$  : probabilidad de la población que no presenta las características (se toma entre 0,01 y 0,20)

$p$  : probabilidad de la población que presenta las características. Como  $p + q = 1$  (Probabilidad máxima)  $\rightarrow p = 1 - q$  (6)

## 2.10 Determinación del plano de degradación ambiental y clasificación de las áreas degradadas

Los datos obtenidos para construir los planos temáticos estuvieron representados por: relieve y pendiente del terreno, calidad del agua y del paisaje, erosión del suelo y presencia de flora y fauna. La forma de obtención de los datos en el campo fue por medio de uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) como recurso para complementar la localización de los puntos mostrados en el plano de la cantera.

Después de obtener la base de datos, esta información se introduce en el programa *ArcGis* y se obtienen los planos temáticos para cada uno de los indicadores propuestos en formato vectorial, después se procede a la conversión en formato raster con tamaño de celda de 2 x 2 m. Finalmente, para la generación del plano de degradación ambiental del área, se utilizó el análisis multicriterio, a través del método denominado 'sumatoria lineal ponderada' (Saaty, 1990). Este proceso sistemático permite la combinación de varios factores a través de una suma lineal ponderada, multiplicando cada factor por su peso y sumando los resultados obtenidos de manera lineal (Malczewski, 2006), (Fórmula 7).

La metodología aplicada en la investigación se resume en la **Figura 1**, en la que se presenta la estructura del SIG implementado y el orden lógico de los procedimientos para la obtención del plano final de degradación ambiental.

$$F_i = \sum_{j=1}^n w_j * v_{ij} \quad (7)$$

Dónde:

$r_i$  : nivel de adecuación de la alternativa  $i$

$w_j$  : peso del criterio  $j$

$v_{ij}$  : valor ponderado de la alternativa  $i$  en el criterio  $j$

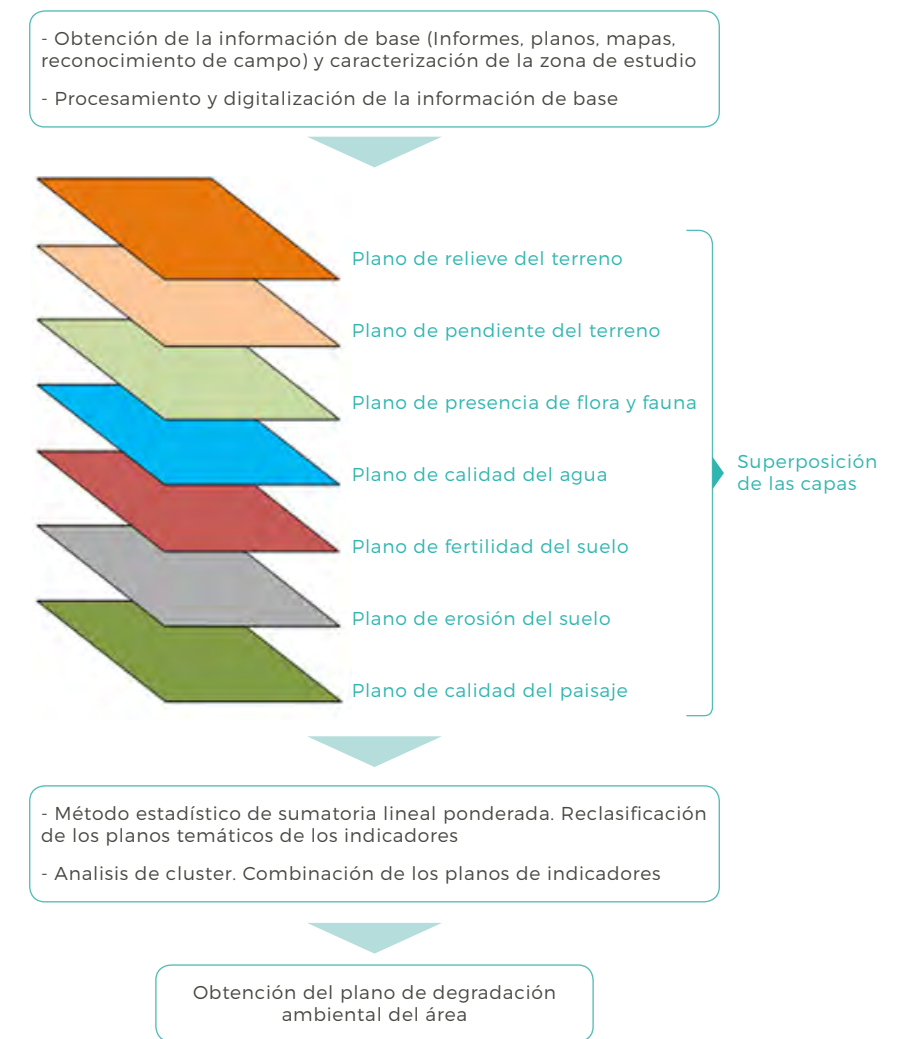
## 2.11 Determinación del uso final del suelo para el área

Las operaciones extractivas constituyen un uso temporal de los terrenos, con períodos de ocupación que con frecuencia no superan los 20 ó 30 años, salvo casos especiales como son los grandes yacimientos metálicos.

El uso potencial se define como la capacidad natural que poseen las tierras para producir o mantener una cobertura vegetal. Esta capacidad natural se puede ver limitada por la presencia de procesos erosivos severos, por la profundidad efectiva, el grado de pendiente, las características químicas y físicas de cada suelo, niveles freáticos fluctuantes, entre otras (Hoyos, 2012).

Según la práctica minera nacional e internacional, los usos posibles a que pueden destinarse los terrenos afectados por las explotaciones mineras pueden dividirse en: urbanístico e industrial, recreativo, agrícola, forestal, conservación de la naturaleza y refugio ecológico, depósitos de agua y abastecimiento a poblaciones y vertederos de estériles y basuras.

Para la determinación del uso futuro de las áreas recuperadas se elaboró la matriz de compatibilidad de uso, en función de la degradación ambiental.



**Figura 1** Metodología empleada para la obtención del plano de degradación ambiental

Para la obtención del uso final de la cantera se programó en Excel (**Cuadro 3**) la tabla de compatibilidad que permite obtener el resultado, agregando la información de la base de datos obtenida en el campo y que también está registrada en el plano de degradación ambiental de la cantera.

## 3. Resultados

### 3.1 Elección y justificación de la cantera Los Guaos

El establecimiento de indicadores para la determinación de la degradación de áreas degradadas en canteras requiere de su implementación, para lo cual se selecciona un caso de estudio, considerando el nivel de representatividad de sus características minero ambientales.

**Cuadro 3** Determinación del uso final del suelo en función de la degradación ambiental

	Flora y fauna	Relieve	Paisaje	Fertilidad	Pendiente	Agua	Erosión
Urbanístico e industrial	1,2,3	1,2	1,2	1,2,3	1,2	1	1,2
Recreativo	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Agrícola	1,2,3	1,2	1,2	1,2	1	1	1
Forestal	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2	1,2	1	1
Conservación	1,2,3	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3	1	1,2
Depósito de agua	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2
Vertedero	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2
Nivel de los indicadores de impacto							Posibles usos del área
Flora y fauna	Relieve	Paisaje	Fertilidad	Pendiente	Agua	Erosión	
1	1	1	1	1	1	1	Urbanístico e industrial-Recreativo-Agrícola-Forestal-Conservación-Depósito de agua-Vertedero

Para la elección del caso de estudio se tuvo en cuenta que en Cuba existen más de 100 canteras de áridos, de ellas la mayor parte (40) en el Oriente, y en esta zona, la provincia con más yacimientos concesionados es Santiago de Cuba.

Partiendo de las investigaciones realizadas en las diferentes canteras pertenecientes a la Empresa de Materiales de Construcción Santiago de Cuba, se seleccionó la cantera Los Guaos como caso de estudio para aplicar el procedimiento elaborado, debido a su situación ambiental relacionada con su explotación.

También se tuvo en cuenta su importancia económica, social y ambiental; el significado que tiene para los habitantes del área y sus posibilidades para darle otro uso futuro.

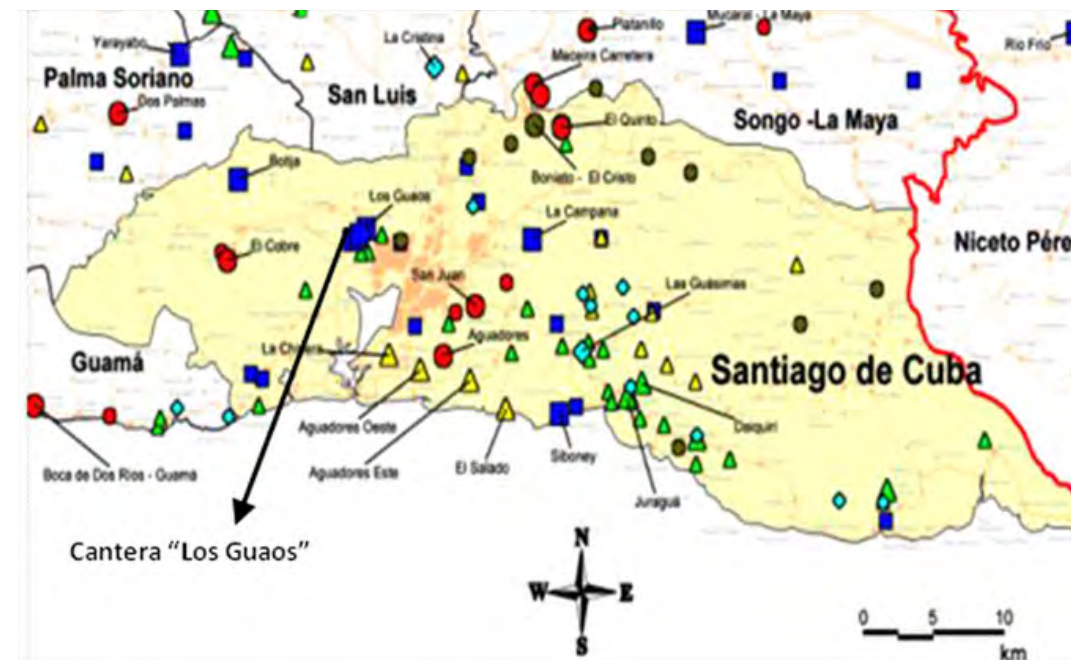
### 3.2 Ubicación y caracterización de la cantera Los Guaos

#### • Ubicación y caracterización del yacimiento Los Guaos

El yacimiento se encuentra ubicado en la provincia de Santiago de Cuba, a 5 km al oeste de la ciudad (Figura 2). El área se encuentra en explotación desde enero de 1972 y sus plantas constituyen las principales abastecedoras de áridos en la provincia Santiago de Cuba (Parra, 2003).

#### • Relieve

El relieve en la región se puede clasificar como semi-montañoso y su origen se relaciona con procesos tectónicos y erosivos. Al este del yacimiento se presentan las cotas más altas, con valores de 231 m sobre el nivel del mar. Las cotas mínimas son de 50 m, esto es apreciable al oeste donde el relieve es más ondulado. Hacia el este las elevaciones pre-

**Figura 2** Ubicación de la cantera Los Guaos

sentan pendientes suaves hacia el norte y abrupta hacia el sur (Pérez, 2015).

#### • Clima

El clima es tropical y seco; la temperatura media más alta en el periodo es de 31 °C, en agosto, enero y febrero la media más baja es de 26 °C. La humedad relativa oscila entre un 70 y un 75%. Los vientos predominantes durante el día son las brisas marinas de hasta 12 km/h. La precipitación media anual oscila entre los 800 a 1.000 mm de lluvia (Pérez, 2015).

#### • Hidrografía

La red hidrográfica la forman los ríos Guaos y Gascón y algunos arroyos. Estos ríos tienen una dirección norte-sur y son de carácter intermitente en época de estiaje. El Gascón pasa al este del yacimiento, nace al norte del área en las inmediaciones de la sierra Puerto Pelado, atraviesa en su recorrido rocas de la

formación 'El Cobre', y desemboca en la bahía de Santiago. El río Guaos nace al norte atraviesa el yacimiento y desemboca en la bahía de Santiago (Pérez, 2015).

#### • Geología del yacimiento

En el área donde se ubica el yacimiento afloran las rocas del Grupo El Cobre, representado por diferentes tipos de rocas vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias. Predominan: tobas, lavas de composición andesítica, andesítica-dacítica y dacítica. Con estas rocas se intercalan tufitas y calizas, además, se asocian con este complejo vulcanógeno-sedimentario cuerpos hipabisales y diques de diversa composición.

#### • Descripción del medio biológico

En la zona en que se encuentra enmarcado el yacimiento Los Guaos se puede encontrar una gran variedad de plantas y animales que

conforman la diversidad biológica del yacimiento. Entre la variedad de la flora se puede mencionar el mango (*Mangifera indica* L), el marabú (*Dichrostachys cinerea*), el almendro (*Terminalia catappa* L.), el guao (*Comocladia dentata* Jacq.), el palo bobo (*Cochlospermum vitifolium*), el almendrillo (*Reynosa revoluta*) y la malagueta (*Anonáceas*). Entre los ejemplares de la fauna se puede encontrar la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), el sapo común (*Bufo bufo*), la lagartija verde (*Teius teyou*), el majá de Santamaría (*Epicrates angulifer*), el jubito (*Arrhyton vittatum vittatum*), la jutía conga (*Capromys pilorides pilorides*), la bayoya (*Leiocephalus stictigaster*), el zunzún (*Chlorostilbon ricordii*), el bobito (*Contopus caribaeus*), el negrito (*Melopyrrha nigra*), el totí (*Dives atrovioleaceus*), la tojosa (*Columbina passerina*), el aura tiñosa (*Cathartes aura*), el sinsonte (*Toxostoma rufum*), el murciélago (*Chiroptera*), (Montes de Oca, 2013).

### 3.3 Determinación de plano de degradación ambiental y clasificación de las áreas degradadas

#### 3.3.1 Determinación de la cantidad de muestras en el terreno

Para la determinación de la cantidad de muestras en el terreno, se aplicó el método de muestreo estadístico aleatorio simple a través de los siguientes pasos:

1. Determinación del grado de confiabilidad. Se asumió un grado de confiabilidad de un 95%, por lo tanto:  $z = 1,96$ .
2. Determinación del valor del error asumido en el cálculo. Debido a que el tamaño de la población es igual a 20, se está trabajando con valores de  $N$  mayores de 10, por lo que se asume un error de 5%, entonces:  $\varepsilon = 0,05$ .

3. Determinación del valor de la probabilidad que tiene la muestra de no poseer las mismas cualidades de la población. Como el tamaño de la población es 20, aplicando la tabla para los valores de  $q$ , se asume trabajar con el 1%, luego:  $q = 0,01$ .
4. Cálculo de la probabilidad que tiene la muestra de poseer las mismas cualidades de la población. Obtenido el valor de  $q$ , se puede determinar  $p$  mediante la expresión:  $p = 1 - q$ , luego  $p = 0,99$ .
5. Cálculo del tamaño de la muestra teórica. En la expresión (4) se sustituyen los valores de cada variable para determinar el valor de  $n_0$  y se obtiene que  $n_0 = 15,21$ .
6. Cálculo del tamaño de la muestra real. En la expresión (5) se sustituyen los valores de cada variable para determinar el valor de  $n$  y se obtiene que  $n = 9$ . Teniendo en cuenta la cantidad de puntos del plano, al aplicar el método estadístico se obtuvo un tamaño de la muestra de 432 puntos para confeccionar el plano de cada uno de los indicadores propuestos.

#### 3.3.2 Determinación de la cantidad de muestras en las aguas superficiales

La cantidad de muestras se determinó según la Norma Técnica de Brasil 9897 (*Planejamento de Amostragem de Efluentes líquidos e Corpos Receptores*) que plantea que el número de muestras depende del volumen de agua de la zona. La cantera Los Guaos presenta un volumen superior a 10.000 m<sup>3</sup> (Pérez, 2015), por lo que se tomaron 51 muestras de aguas superficiales.

Los análisis físico-químicos de las muestras de agua (pH, turbidez, sólidos sedimentables, coliformes y aceites y grasas) se efectuaron en Laboratorios de Higiene, Epide-

miología y Microbiología y la temperatura se determinó in situ con un medidor digital de oxígeno *Toa Electronics Ltd*.

### 3.4 Obtención del plano de degradación ambiental

Determinados los puntos de muestreo y los indicadores de degradación ambiental se procede a elaborar los planos de cada uno de los indicadores propuestos a través de la metodología propuesta en la **Figura 1**.

Los datos se obtienen por medio de uso del GPS como recurso para complementar la localización de los puntos en el plano de la cantera.

La base de datos se introduce en el programa *ArcGis* y se obtienen los planos temáticos para cada uno de los indicadores (**Figuras 3a-g**) y, finalmente, el plano de degradación ambiental (**Figura 3h**), en la escala de 1:2.000.

### 3.5 Clasificación de las áreas degradadas

La clasificación de las áreas se obtuvo a través del plano de degradación ambiental (**Figura 3h**), el cual se clasificó en tres áreas: degradación alta con 173.851,99 m<sup>2</sup>, degradación media con 84.086,19 m<sup>2</sup> y degradación baja con 142.075,80 m<sup>2</sup>.

Del área total de 400.013,98 m<sup>2</sup>, el 43,5% pertenece a degradación alta.

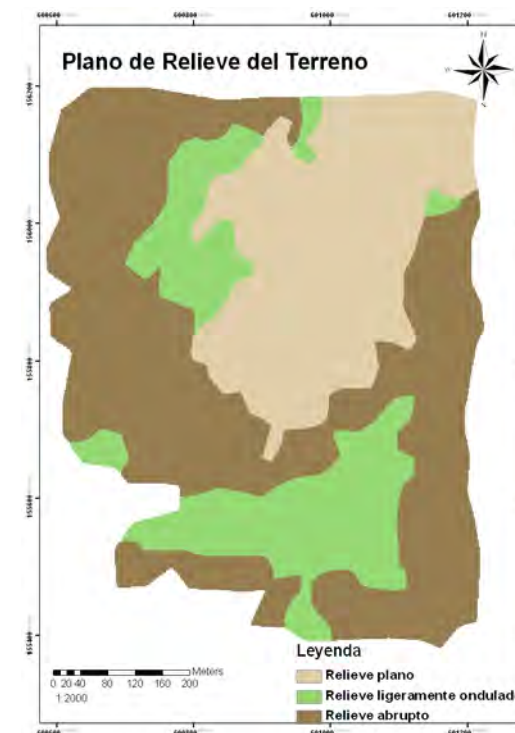


Figura 3a Plano de relieve del terreno

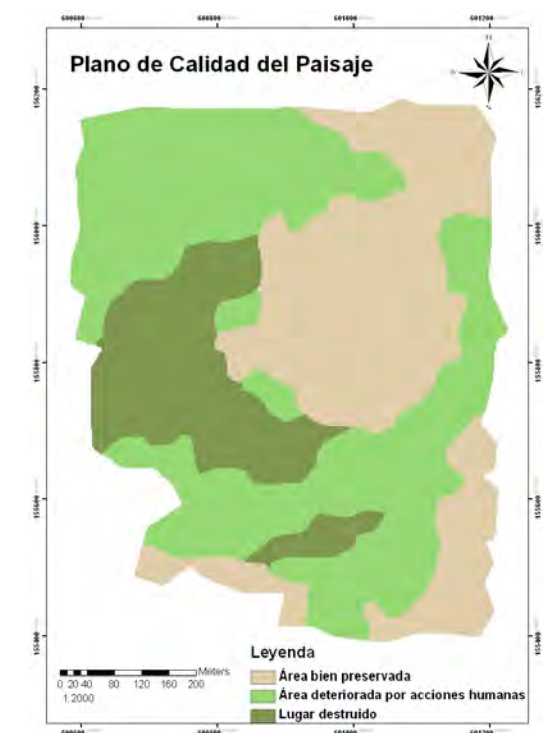


Figura 3b Plano de calidad del paisaje

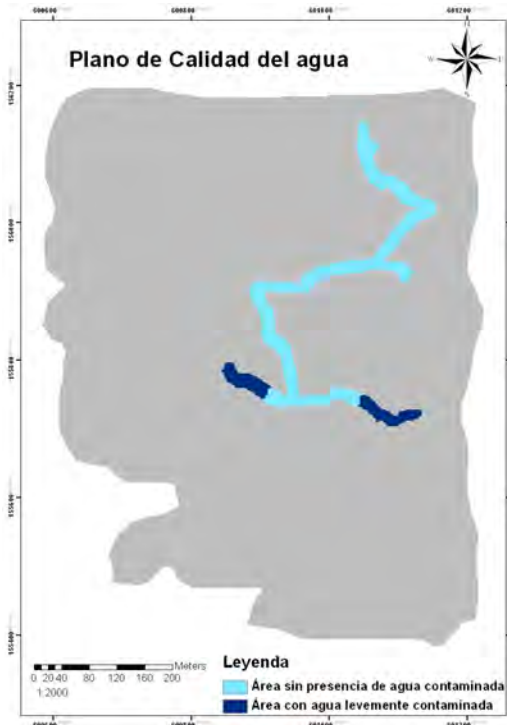


Figura 3c Plano de calidad del agua

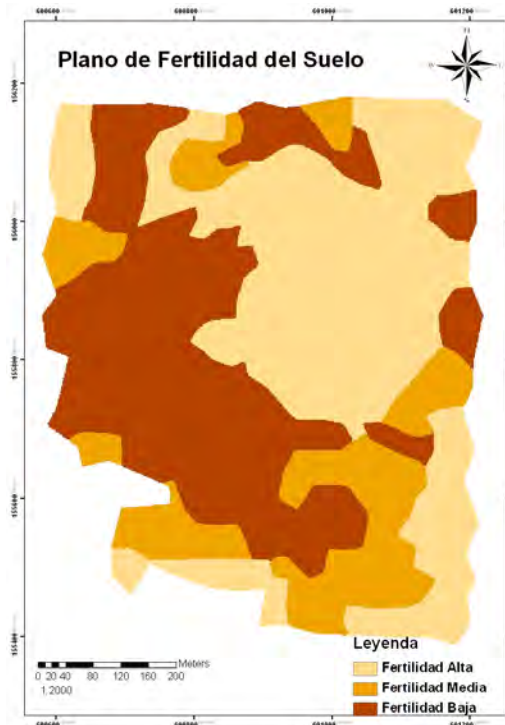


Figura 3d Plano de fertilidad del suelo

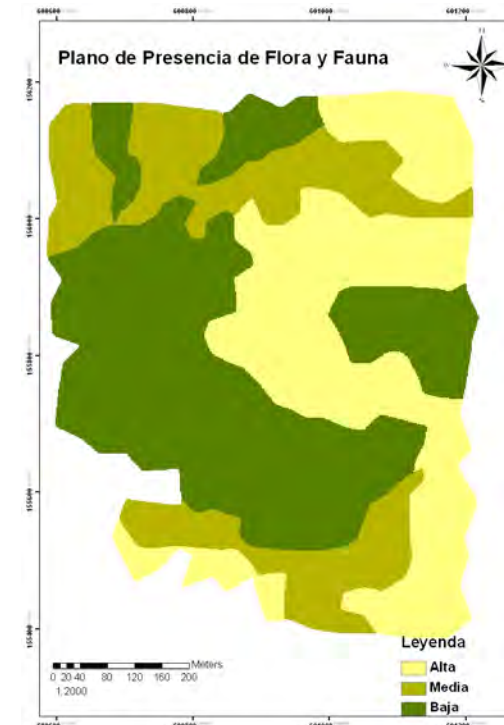


Figura 3g Plano de presencia de flora y fauna

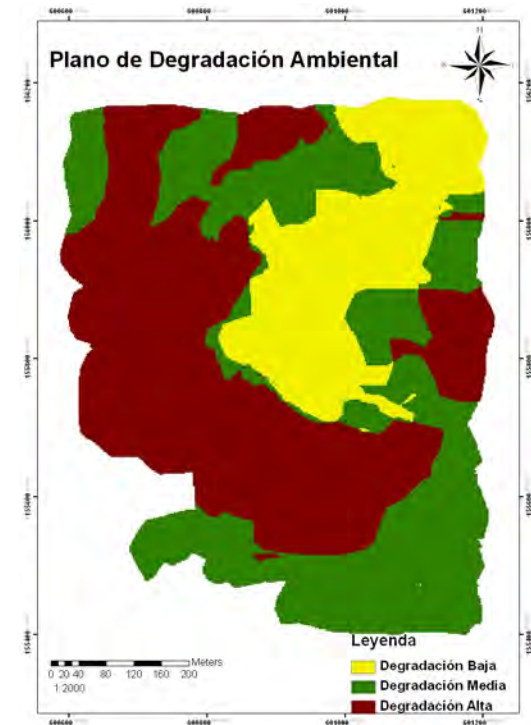


Figura 3h Plano de degradación ambiental

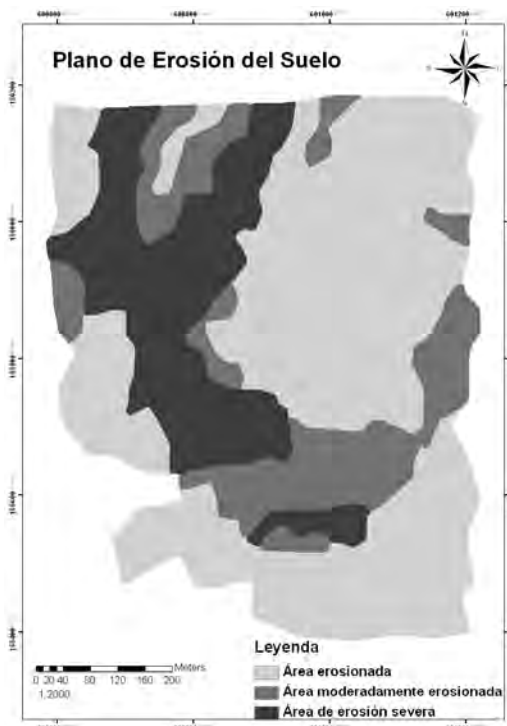


Figura 3e Plano de erosión del suelo



Figura 3f Plano de pendiente del terreno

### 3.6 Determinación del uso final del suelo para el área

Con la aplicación del Excel confeccionado (Cuadro 3), se determinó el uso final para el suelo para la cantera Los Guaos (Cuadro 4).

La aplicación del procedimiento para la recuperación de áreas degradadas en la cantera Los Guaos permitió obtener las variantes

de usos: recreativo, urbanístico e industrial, recreativo, conservación, depósito de agua y vertedero; los cuales representan una solución viable a una problemática del territorio. La selección de cualquiera de las variantes de uso final compatibles estará en dependencia de las necesidades de los actores responsables (planificación física, CITMA y la comunidad).

Cuadro 4 Determinación del uso final del suelo para la cantera Los Guaos

Presencia de flora y fauna	Nivel de los indicadores de degradación						Posibles usos del área
	Relieve del terreno	Calidad del paisaje	Fertilidad del suelo	Pendiente del terreno	Calidad del agua	Erosión del suelo	
2	2	2	2	2	1	2	Urbanístico e industrial - Recreativo - Depósito de agua - Vertedero



#### 4. Conclusiones

1. A través del criterio de expertos se determinaron los indicadores de degradación ambiental para canteras de áridos: relieve del terreno, pendiente del terreno, fertilidad del suelo, presencia de flora y fauna, calidad del agua, calidad del paisaje, erosión del suelo y el plano de degradación ambiental.
2. Con la aplicación de los SIG se obtuvieron los planos de cada uno de los indicadores ambientales del área y el plano de degradación ambiental, lo que permitió obtener el nivel de degradación de las áreas mineras y clasificar por tipos las áreas degradadas en la cantera Los Guaos.
3. La aplicación del procedimiento para la recuperación de áreas degradadas en la

cantera Los Guaos permitió obtener las variantes de usos: recreativo, urbanístico e industrial, recreativo, conservación, depósito de agua y vertedero, los cuales representan una solución viable a una problemática del territorio.

4. La implementación del procedimiento en la cantera Los Guaos demostró la aplicabilidad del mismo en las zonas afectadas por la actividad minera.

#### 5. Nota

El término 'árido' engloba a un conjunto de materiales granulares inertes comúnmente conocidos con terminologías como arenas, gravas, gravillas, balasto, etc. (Villanueva, 2008)

#### 6. Referencias citadas

- BERAMENDI, B. 2013. *Criterios económicos y medioambientales de la gestión de rutas transpirenaicas en el transporte de mercancías a través de Guipúzcoa*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Universidad de Pamplona. Norte de Santander. Colombia. Tesis de Grado
- BRADSHAW, A. 1993. "Restoration of mined Lands-Using Natural Processes". *Ecological Engineering*, 8(4): 255-269.
- CARBONELL, F. 2003. *Evaluación del impacto ambiental que se genera durante la explotación del yacimiento la Yaya y en el proceso industrial de la cantera*. Departamento de Geología. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. Tesis de Maestría.
- COMISIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (CNUMAD). 1993. *Agenda 21*. Disponible en: [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda 21](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda%2021). [Consulta: junio, 2015].
- DEVORE, J. 2000. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Thomson Editores. California, USA.
- HOYOS, R. 2012. *Instructivo sobre el uso potencial y sostenible del recurso suelo como apoyo a una estrategia de educación ambiental a los productores de piña ananas comosus (L.) merr, en el corregimiento Los Alpes, municipio de*

- Dagua, Valle del Cauca*. Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia. Tesis de Grado.
- LEGRÁ, L. y D. SILVA. 2011. *La investigación científica, Conceptos y Reflexiones*. Félix Varela. Habana, Cuba.
- LINSTONE, H. & M. TUROFF. 1975. *The Delphi method: Techniques and applications*. Reading, MA. Addison Wesley Publishing Company. USA.
- MARTIN, W. 2006. *Metodología de la investigación*. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba.
- MALCZEWSKI, J. 2006. "Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8 (4): 270-277.
- MONTES DE OCA, R. 2013. "Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba". *Luna Azul*, 37 (0):74-88.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). 1993. *Environmental indicators for environmental performance reviews*. Paris, Francia.
- PARRA, A. 2003. *Estudio del impacto ambiental provocado por la explotación minera en la cantera del yacimiento Los Guaos*. Departamento de Minería. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín, Cuba. Tesis de Grado.
- PÉREZ, S. 2015. *Caracterización minero-ambiental de las canteras en la industria de materiales de la construcción de Santiago de Cuba*. Departamento de Minería. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Holguín, Cuba. Tesis de Grado.
- SABINO, C. 1992. *El proceso de investigación*. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela.
- SAATY, T. 1990. *Decision making for Leaders. The Analytic Hierarchy Process for decision in a complex World*. RWS Publications. University of Pittsburgh. Pittsburgh, USA.
- THERESE, L. 1997. *Doing Social Research*. 2ª. Ed. MacGraw Hill. USA.
- VILLANUEVA, T. 2008. *Los áridos en Castilla y León. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León (SIEMCALSA)*. Disponible en: <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Los%20aridos.pdf>. [Consulta: agosto, 2017].

# Uso da terra e temperatura

## de superfície em Ponta Grossa, Paraná (PR), Brasil

Land use and surface temperature in Ponta Grossa, Paraná (PR), Brazil

Rafaela Steimbach Fruteira<sup>1</sup>

Paulo Costa de Oliveira Filho<sup>1</sup>

Kelly Geronazzo Martins<sup>1</sup>

Aparecido Ribeiro de Andrade<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Departamento de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental (PPGSA), Irati (PR), Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro,) Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), Guarapuava (PR), Brasil  
marfagirl@hotmail.com; paulocostafh@gmail.com  
kellygm77@gmail.com; apaandrade@gmail.com

### Resumo

Este trabalho analisou a influência dos usos da terra no município de Ponta Grossa-PR sobre a temperatura de superfície terrestre. Imagens orbitais multi-temporais foram utilizadas para obtenção do uso e cobertura e para geração dos valores de temperatura. A partir dos mapas de uso e cobertura e de classes de temperaturas, realizaram-se os cruzamentos estatísticos dos dados. Análises de coordenadas principais foram executadas para cada ano, a fim de avaliar quais classes de temperatura foram mais bem relacionadas com as diferentes classes de uso. As classes área urbana e solo exposto apresentaram as temperaturas mais elevadas, já as classes floresta e cultivo florestal apresentaram temperaturas menores. Através dos diagramas de ordenação da análise de coordenadas, notou-se a formação de dois grupos principais de classes. Um deles formado por classes mais antropizadas, associado aos vetores de temperaturas maiores, outro com as classes de formações vegetais, associados aos vetores de temperaturas mais brandas.

**Palavras chave:** sensoriamento remoto; bandas termais; análise de coordenadas principais.

### Abstract

This study examined the influence of land use in the city of Ponta Grossa-PR on the Earth's Surface Temperature. Multitemporal orbital images were used to obtain the usage and coverage, and to generate temperature values. With the use of maps and coverage and temperature classes data crosses were obtained. Main coordinate analyses were performed for each year in order to assess which temperature classes were more significant for the different use classes. Classes urban areas and exposed soil showed higher temperatures, since the forest and forest cultivation classes had lower temperatures. Through the ordering diagrams coordinate analysis, the formation of two major groups of classes was noted. One of them consists of more anthropic classes associated with the vectors of higher temperatures; another with classes of plant formations, associated with the vectors of milder temperatures.

**Key words:** remote sensing; thermal bands; main coordinates analysis.

## 1. Introdução

A substituição da cobertura natural na superfície terrestre de forma desordenada, objetivando principalmente o desenvolvimento de atividades antrópicas, tem causado modificações no clima local. Esses impactos são mais intensos nos centros urbanos e vão desde a diminuição da velocidade dos ventos à inversão térmica e até a degradação da qualidade do ar (Takahashi *et al.*, 2004). Um dos fatores que contribui para essas alterações é o tipo de material utilizado nas construções, como asfalto e concreto, pois possuem baixa reflectância, ocasionando maior armazenamento de calor.

Guillén *et al.* (2015) afirmam que o mapeamento do uso da terra é o precursor para o reconhecimento da extensão, gênese e potencial de limitação, possibilitando prever sua evolução para uma finalidade em particular e classificação de sua avaliação sistemática. Os mesmos autores concluem que técnicas de sensoriamento remoto e sua análise através de sistemas de informações geográficas permitem melhor avaliar e caracterizar a evolução temporal e espacial do uso da terra nos mais diversos ambientes.

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra permite identificar as diferentes classes, suas alterações ao longo do tempo e relacioná-las às possíveis variações da temperatura de superfície terrestre, o que influencia a temperatura do ar no local. Essa hipótese baseia-se no fato de que os diferentes tipos de uso e cobertura têm taxas de emissão, absorção e reflectância distintas, uma vez que as trocas e o balanço de energia superficial interagem diretamente com a radiação e a cobertura da terra (Souza e Ferreira Júnior, 2012).

Nesse sentido, dados obtidos por sensoriamento remoto podem ser utilizados tanto na caracterização do meio físico, gerando infor-

mações úteis para o planejamento e gerenciamento urbano (Padilha e Kurdjian, 1996), quanto para a obtenção de valores de temperatura de superfície por meio de sensores que captam a radiação no infravermelho termal.

O conhecimento da temperatura de superfície é importante tanto para o mapeamento das condições climáticas locais e regionais, como para entender as condições ambientais adequadas à melhoria da qualidade de vida do ser humano (Kawashima *et al.*, 2000). Essa necessidade está diretamente relacionada à variabilidade da temperatura do ar, um dos principais elementos meteorológicos que definem o maior ou menor conforto térmico humano, para não dizer conforto ambiental, numa perspectiva mais ampla.

Nas últimas décadas, estudos associando variações climáticas às intensidades da temperatura de superfície têm sido comuns. Esses estudos podem focar casos de anomalias sazonais ou atemporais (Klein *et al.*, 1999), mas também podem buscar a identificação e quantificação de ilhas de calor em ambientes urbanos (Souza e Ferreira, 2012). Isso ocorre em virtude de uma escassez nos dados de temperatura do ar disponíveis e, paralelamente a isso, o sensoriamento remoto é uma técnica que permite, além das visões em diferentes escalas, realizar medidas através dos dados do sensor infravermelho termal de temperatura aparente da superfície.

Estudos como aqueles realizados por Andrade *et al.* (2013) representam, portanto, um exemplo cabal de que o conhecimento de informações climáticas e sua interação com a superfície adjacente em alguns locais do planeta só pode ser alcançado com a contribuição direta da tecnologia de sensoriamento remoto. Análises dessa magnitude dificilmente poderiam ser realizadas a partir de dados

de estações ou equipamentos convencionais, os quais monitoram dados em superfície, pois a distribuição espacial e até mesmo temporal desses equipamentos é muito restrita.

Nesse sentido, ao se avaliar as diferentes respostas obtidas por imagens de satélite, este trabalho objetivou analisar as variações multitemporais de uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa (PR) e sua relação com a alteração da temperatura da superfície terrestre, por meio de imagens orbitais multitemporais do satélite *Landsat 5*.

## 2. Material e métodos

O objetivo de estudo do presente trabalho é o município de Ponta Grossa, localizado na região leste do estado do Paraná, a qual é regionalmente conhecida por Campos Gerais. Esse local encontra-se entre as coordenadas 24° 51' e 25° 27' S de latitude e 49° 42' e 50° 28' W de longitude, Datum SIRGAS 2000 (Figura 1).

Para obtenção dos dados de temperatura de superfície foram utilizadas imagens do sensor TM a bordo do satélite *Landsat 5*, órbita/ponto 221/77, referente a 14/06/1985; 22/07/1993; 18/06/2004; e 03/08/2009, disponibilizadas pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Como critério para a seleção das imagens foram consideradas as seguintes características: cobertura de nuvens inferior a 50%, data das imagens dos meses de passagem mais próximos possíveis, a fim de minimizar efeitos sazonais e obtenção das condições meteorológicas registradas na data de passagem do satélite mas semelhantes possível (Tabela 1).

O processamento das imagens incluindo técnicas de contraste, a correção geométrica e a classificação para a elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra, foram realizados

utilizando-se o *software SPRING* versão 5.2.1 (INPE-DPI).

Para a etapa de conversão dos valores digitais das bandas termais para valores de temperatura, foi utilizada a ferramenta *Thermal* do *software IDRISI* versão selva® (Clarck Labs). Inicialmente os números digitais foram convertidos em radiância espectral e posteriormente em 'temperatura referente a um corpo negro', com valores em graus Celsius, conforme Souza e Silva (2005).

As classes de uso da terra foram definidas em função da condição de interpretação limitada à resolução espacial das imagens orbitais e também a fim de abranger os usos e ocupações presentes na área de estudo, sendo elas: área urbana, agricultura e campo, cultivo florestal, floresta e corpos d'água.

Após a geração dos mapas de uso e cobertura da terra e dos mapas de temperatura de superfície, foi executado o cruzamento de planos de informações possibilitando o resultado algébrico da combinação dessas duas informações.

### 2.1 Análises estatísticas

As relações entre o uso e cobertura do solo (floresta, cultivo florestal, agricultura e campo, solo exposto, área urbana e corpos d'água) com as classes de temperatura (> 4°C até < 22°C), foram avaliadas em cada ano utilizado no estudo (1985, 1993, 2004 e 2009) mediante análises de coordenadas principais – ACoP (Gower, 1966). As correlações das variáveis originais com os escores das coordenadas da ACoP foram calculadas para discriminar qual variável apresenta maior peso na coordenada. O número de coordenadas foi determinado pela porcentagem de variação (95% de explicação).

As análises foram efetuadas com auxílio do *PCORD program version 6.0* (Mccune e Mefford, 2011).

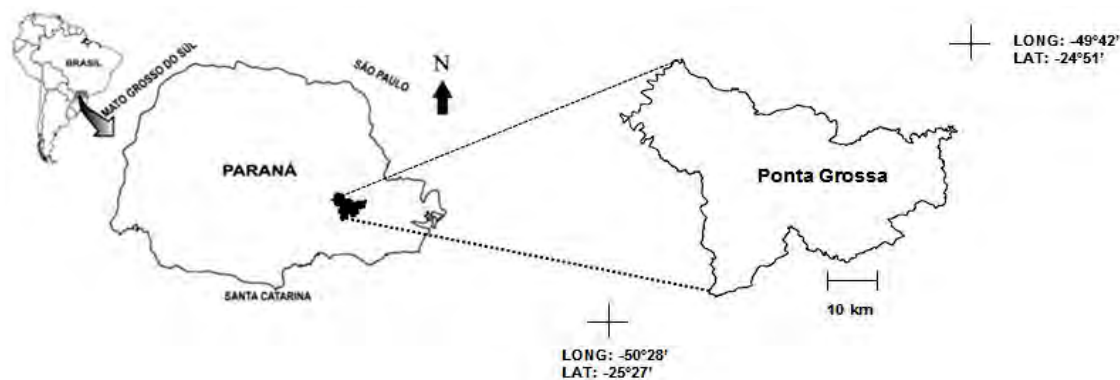


Figura 1 Localização da área do estudo

Tabela 1 Condições meteorológicas registradas na estação de Ponta Grossa (PR)

Data de aquisição	Temperatura mín. (°C)	Temperatura máx. (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
14/06/1985	7,4	23,6	66,60	0
22/07/1993	8,8	24,0	68,60	0
18/06/2004	8,7	24,5	82,18	0
03/08/2009	8,1	19,5	77,45	4,6

Fonte: SIMEPAR, 2014

### 3. Resultados e discussão

O gráfico da Figura 2 apresenta as variações quanto à proporção do uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa (PR). Nos anos em que foram utilizadas as imagens orbitais (1985, 1993, 2004 e 2009) nota-se um aumento da área da classe 'floresta' entre os anos de 1985 e 1993.

A classe 'cultivo florestal' não apresentou grandes variações entre os anos analisados, com exceção para o ano de 2004, quando esta apresentou um declínio. Neste ano uma grande extensão da área ocupada por cultivo florestal e que nos anos anteriores havia classificada como 'solo exposto', o que possivelmente está associado ao corte da vegetação.

Para a classe de 'agricultura e campo', as variações de áreas encontradas podem ser as-

sociadas às variações sazonais da classe 'solo exposto', uma vez que nas áreas de cultivo são realizadas colheitas periodicamente. Já para a classe 'área urbana' foi observado um crescimento de aproximadamente 90 km<sup>2</sup>. Esse crescimento ocorreu de forma mais expressiva sobre áreas de 'agricultura e campo'.

De forma geral, percebe-se que a área destinada ao ambiente urbano aumentou de maneira constante no período de 1985 a 2009 e a área de agricultura/campo diminuiu. Apesar disso, no último ano de análise (2009) essa classe volta a aumentar, mas isso se deve a sazonalidade, ou seja, ao plantio de culturas que iniciam seu ciclo no final do inverno e início da primavera.

As imagens dos anos anteriores eram da primeira metade do inverno (junho/julho), período em que o solo está exposto, sem nen-

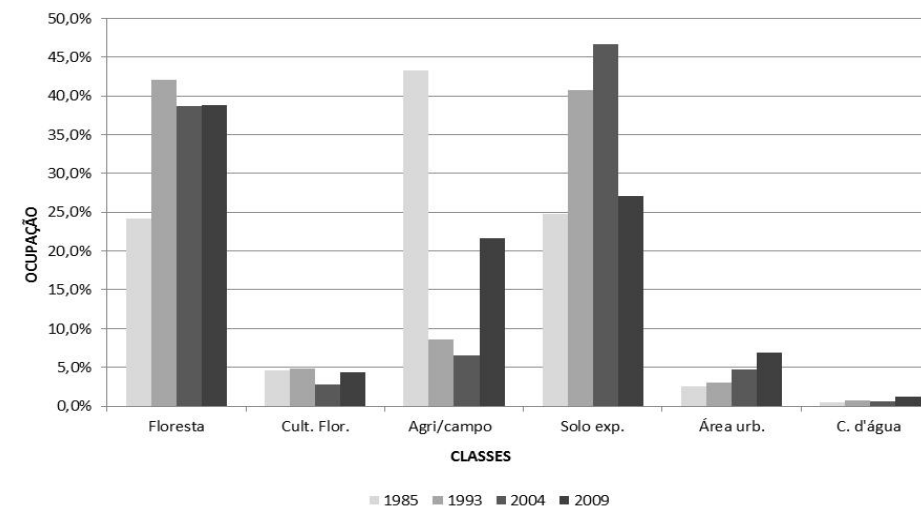


Figura 2 Dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa, Paraná de 1985 a 2009

huma atividade agrícola. Esse fato ocorre na maioria das propriedades agrícolas da região de estudo em virtude de ser comum a ocorrências de invernos rigorosos na região centro-sul do Paraná (Costa e Andrade, 2015).

#### 3.1 Cruzamentos dos planos de informações e relações da temperatura de superfície com os usos e coberturas da terra.

A Figura 3 mostra o diagrama de ordenação em que os dois eixos principais explicam 96,52% da variação total. O eixo 1 (ACoP 1), representa 92,01% da variação dos dados. Nesse eixo os maiores pesos (*loadings*) estão associados às classes de temperatura 8,1-10,0°C (-0,959) e 10,1-12,0°C (-0,943), 12,1-14,0°C (0,973) e 14,1-16,0°C (0,991). O eixo 2 (ACoP2), por sua vez, representa apenas 4,51% da variação total.

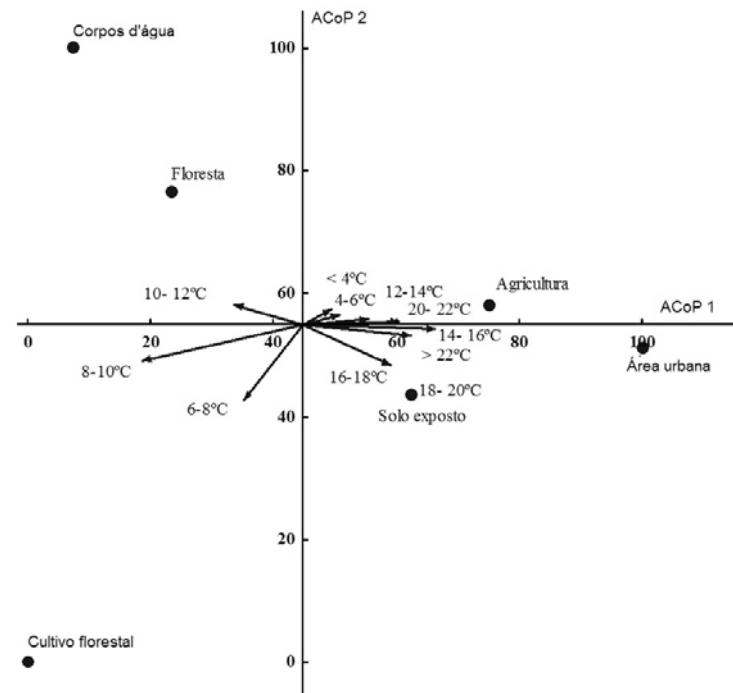
A análise de coordenadas principais separa as classes de uso e cobertura da terra em dois grupos principais, sendo um deles formado pelas classes 'agricultura', 'solo exposto' e 'área urbana', as quais estão associadas

às classes de temperatura com valores mais elevados. Essas três classes apresentam maior variação de valores de temperatura, representadas pela maior quantidade de vetores apontados para esta região.

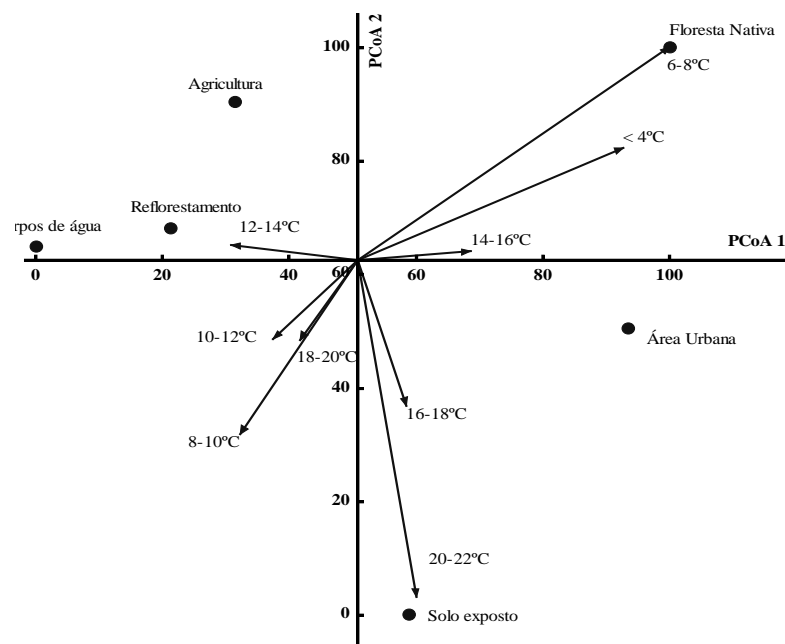
O contrário é observado para as classes de 'corpos d'água', 'cultivo florestal' e 'floresta', onde há uma maior homogeneidade quanto aos valores de temperatura e uma associação a valores de temperatura mais baixos. O diagrama de ordenação (Figura 3) mostra os valores de temperatura mais baixos associados à classe 'reflorestamento', classes 6,1 -8,0°C e 8,0 -10,0°C, em comparação com a classe 'floresta'.

A análise de coordenadas principais para o cruzamento de 1993 está representada na Figura 4. O eixo 1, explica 94,53% da variação total dos dados e o eixo 2 representa 3,64%. Ao primeiro eixo estão mais associadas às classes de temperatura 12,1 - 14,0°C (-0,986) e 14,1 - 16,0°C (0,993). Já ao segundo eixo, as maiores correlações foram para as classes 16,1 - 18,0°C (-0,906) e 20,0 - 22,1°C (-0,850).

A partir do eixo 1 um grupo foi formado com as classes 'área urbana' e 'solo exposto',



**Figura 3** Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), em 1985



**Figura 4** Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 1993

demonstrando a semelhança dessas duas classes quanto aos valores de TST. No quadrante superior esquerdo observa-se que a classe 'agricultura' está mais associada à classe 'cultivo florestal' e 'corpos d'água', revelando que para este ano essas classes apresentaram valores de temperatura muito semelhantes, principalmente quanto às temperaturas de superfície compreendidas entre 12,1°C e 14,0°C, confirmado pelo valor de *loading* que foi de -0,986 para o eixo 1.

Na análise para o ano de 2004 (Figura 5), o eixo 1 explica 70,84% da variação total dos dados. Esse eixo está mais relacionado com as classes 16,1 - 18,0°C (0,97) e a classe 18,1 - 20,0°C (0,90). Já o eixo 2 explica 22,99% da variação, estando mais relacionado à classe 10,1 - 12,0°C (0,86).

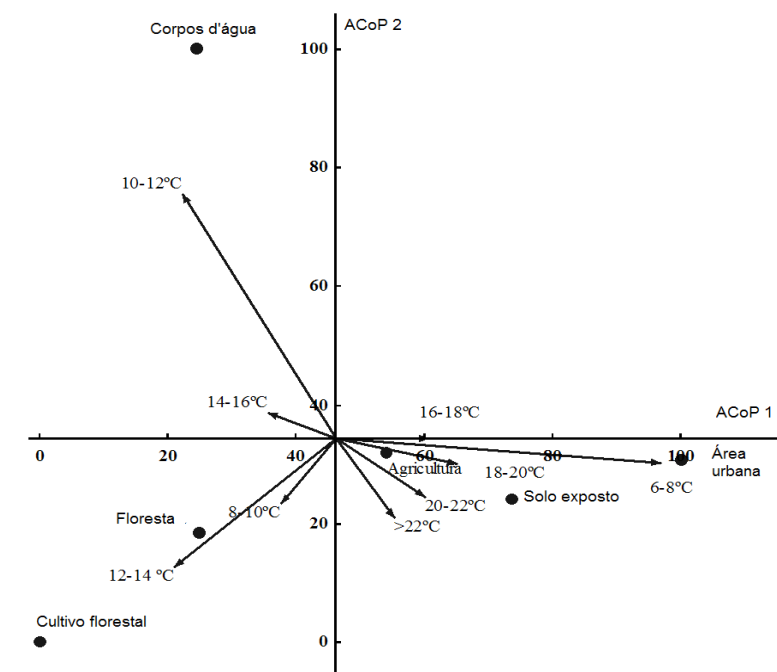
Observou-se a formação de dois grupos principais, um deles é formado pelas classes

'área urbana', 'solo exposto' e 'agricultura'. Essas classes estão mais correlacionadas ao eixo 1 e também às classes de TST com valores mais elevados, representados pelos vetores.

Na Figura 5 a classe 6,1 - 8,0°C aparente está relacionada à 'área urbana', entretanto, os valores dos *loadings* deste vetor (para os dois eixos) são baixos (0,59 e 0,52), mostrando que essa classe de temperatura não contribuiu para a ordenação e que a correlação entre essas duas classes é pouco significativa.

Considerando também os dados resultantes do cruzamento, observou-se uma pequena área com essa classificação (TST entre 6,1 e 8,0°C), com apenas 0,01% do total da 'área urbana' da imagem. Esse resultado dever ter ocorrido em virtude de um erro na classificação ou uma falha na imagem, ocasionando essa associação.

No quadrante superior esquerdo, a classe 'corpos d'água' mostrou-se menos correlacio-



**Figura 5** Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 2004

nada às demais, com maior associação à classe 10 - 12°C, demonstrada pelo vetor. A análise de componentes principais também revelou uma correlação entre as classes 'floresta' e 'cultivo florestal' e a forte associação dessas à classe 12,1 - 14,0°C (-0,731).

Na análise do ano de 2009 nota-se que o eixo 1 representa 70,84% da variação total dos dados, ao qual estão mais correlacionadas as classes 06,1 - 08,0°C (-0,943) e 08,1 - 10,0°C (-0,904), conforme figura 6. O eixo 2 representa 23,04% da variação total dos dados, e apresentou maior correlação com a classe 12,1 - 14,0°C (0,68).

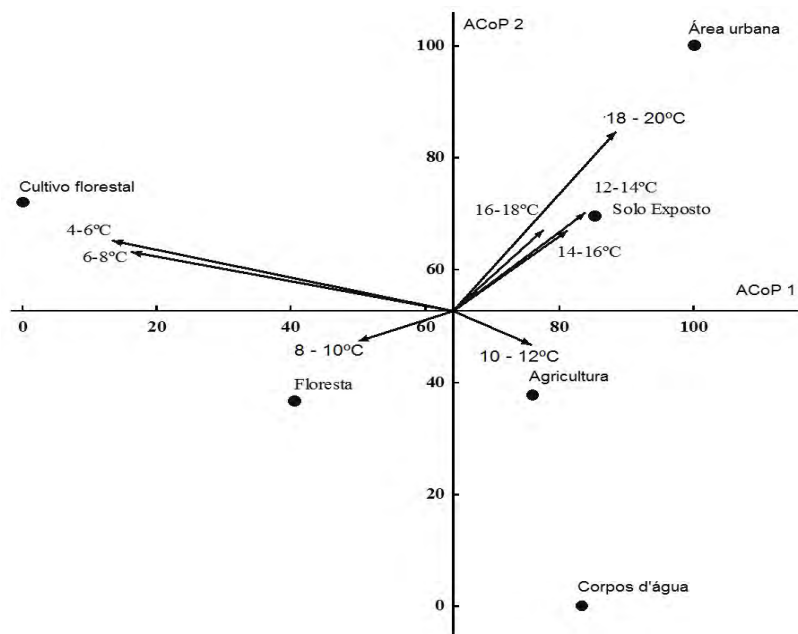
Nesse caso, a ACoP formou um agrupamento das classes 'área urbana', 'solo exposto' e 'agricultura e campo'. Também foi possível observar através dos vetores a associação dessas classes de uso às classes de TST que representam os valores mais altos registrados. Ainda a ACoP1, separa 'agricultura e campo'

de 'área urbana' e 'solo exposto', pois esta classe apresentou maior associação com as TST entre 10,1-12,0°C, com loading de 0,87.

Como observado na **Figura 6**, a ACoP demonstra a correlação entre as classes de 'cultivo florestal' e 'floresta'; ainda através dos vetores e dos valores de *loadings* foi possível confirmar a maior associação das TSTs de valores mais baixos às essas classes de uso e cobertura, com *loading* de -0,861 para TST 4,1 - 6,0°C e -0,943 para TST 6,1 - 8,0°C.

### 3.2 Análise multitemporal

As três classes de uso e ocupação representantes dos ambientes mais antropizados, 'área urbana', 'solo exposto' e 'agricultura e campo', apresentaram-se bastante semelhantes quanto aos valores de temperatura de superfície. As classes 'área urbana' e 'solo exposto' mostraram-se ainda mais semelhantes, estando estas duas classes sempre associadas aos valores



**Figura 6** Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 2009

mais altos de temperatura registrados em cada ano considerado.

Em todas as imagens analisadas foi possível observar que, de modo geral, as classes de 'floresta' e 'cultivo florestal' registraram temperaturas parecidas, sendo que a segunda apresentou maior ocorrência de áreas com temperaturas mais baixas do que a primeira. Isso pode ter ocorrido pelo fato de muitas áreas terem vegetação nativa degradada, com poucas espécies arbóreas, apresentando menor densidade e menor área de extensão. Já as áreas de reflorestamento possuem maior adensamento de espécies arbóreas e maior extensão, o que colaboraria para uma temperatura de superfície menor.

Malcom (1998), ao analisar os efeitos da fragmentação florestal sobre a temperatura da mesma, observou que fragmentos de floresta com áreas vizinhas com corte raso, tiveram alterações de temperatura próximo à borda. Quanto ao efeito da densidade da vegetação sobre a medição da Temperatura de Superfície da Terra (TST), Weng *et al.* (2004) relatam que *pixels* de uma imagem que não são ocupados unicamente por uma vegetação homogênea ou por solo exposto, têm em seus valores de TST uma mistura da temperatura do solo e da temperatura do dossel.

Os resultados de temperatura em relação às diferentes superfícies foram semelhantes aos resultados obtidos por Giongo (2008), em estudo realizado no município de Santa Rita do Passa Quatro (SP), com o objetivo de avaliar o balanço de radiação a partir de imagens *Landsat 5*. Nesse estudo as maiores temperaturas de superfície foram registradas em áreas descobertas ou de solo exposto e as menores temperaturas em áreas de maior cobertura vegetal e alagadas.

Com relação ao município de Ponta Grossa, observou-se uma elevação mais significativa dos valores de temperatura no ano de 2004, em que o menor valor de temperatura registrado estava entre 6,1 e 8,0°C, enquanto nos demais anos, mesmo que em baixa frequência, encontrava-se entre 4,1 e 6,0°C. O resumo das variações da temperatura de 1985 e 2004 das classes analisadas estão apresentadas na **Tabela 2**.

De 1985 a 2004 houve uma amplitude de 4°C entre as temperaturas mínimas e máximas mais representativas, na maioria das classes analisadas.

Ao analisar os registros de temperatura na cidade de Ponta Grossa (PR) de 1954 a 1996, Silva e Guetter (2003) observaram uma tendência de aumento nas temperaturas mínimas e uma redução nas temperaturas máximas. Segundo

**Tabela 2** Variação dos valores de temperatura mínimos e máximos registrados em 1985 e 2004 no município de Ponta Grossa (PR)

Classes de uso	TST em 1985	TST em 2004
Área urbana	97,82 % → 10-16 °C	96,81 % → 14-20 °C
Solo exposto	77,84 % → 10-16 °C	82,27 % → 14-20 °C
Agricultura	88,44 % → 10-16 °C	83,71 % → 14-20 °C
Floresta	87,04 % → 8-14 °C	87,28 % → 12-18 °C
Cultivo florestal	91,64 % → 8-14 °C	88,63 % → 12-18 °C
Corpos d'água	89,98 % → 8-14 °C	70,50 % → 14-18 °C

esses autores, o fato pode estar associado às modificações regionais na nebulosidade que interfere na quantidade de radiação de ondas longas que é emitida para o espaço, contribuindo para o aumento das temperaturas mínimas.

No ano de 2009 uma redução nos valores de temperatura de superfície foi observada para todas as classes de uso e cobertura da terra. Ao considerar as condições meteorológicas do dia do registro da imagem (**Tabela 2**), nota-se que a temperatura máxima registrada nesse dia foi consideravelmente inferior aos demais dias analisados, gerando uma temperatura média de 13,8°C, uma diferença de 5°C da temperatura média de 2004.

Em 2004 também houve um registro de precipitação de 4,6 mm, que pode ter interferido no valor da radiação através na composição dos gases da baixa atmosfera, principalmente quanto a seu teor de umidade. No entanto, mesmo com valores de temperaturas inferiores, os padrões nas relações entre temperatura e uso e cobertura da terra se manteve como nos demais anos, com maiores valores de TST registrados para as classes mais antropizadas e temperaturas menores nas áreas com cobertura vegetal. Essa relação pode ser constatada através dos resultados da ACop (**Figura 6**).

Os dados analisados e comprovados pela estatística ACop indicaram ser possível identificar e caracterizar áreas de maior temperatura de superfície fornecendo informações que podem ser utilizados na busca de melhorias quanto ao conforto térmico e economia de energia, por exemplo. Uma medida a ser tomada a partir de tais informações, segundo Berdahl e Bretz (1997), seria aumentar a reflexão solar ou a emissão de infravermelho, reduzindo assim a temperatura da superfície exterior.

#### 4. Conclusões

A partir dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra observou-se que as alterações ao longo dos anos foram referentes às proporções das áreas, principalmente da área urbana que apresentou crescimento de 9 km<sup>2</sup>.

Os mapas de temperatura da superfície demonstraram que no decorrer dos anos nota-se uma tendência na elevação da temperatura, porém com resultados distintos para o último ano analisado. Nesse crescimento, tanto o aumento das temperaturas mínimas foi observado como o aumento das temperaturas máximas.

O cruzamento dos planos de informações gerou polígonos com informações de área, combinando as classes de uso e cobertura com as classes de temperatura de superfície, o que tornou a análise das relações uso e cobertura X temperatura muito mais precisas do ponto de vista espacial.

A análise de coordenadas principais comprovou que há diferença significativa entre a temperatura de superfície em função dos diferentes usos e coberturas da terra e os diagramas de dispersão indicaram a formação de dois grupos principais quanto à diferença de temperatura. Em um dos grupos encontram-se as classes mais antropizadas, como áreas de ocupação urbana e áreas com desenvolvimento de atividades agrícolas, associadas às temperaturas mais elevadas. No outro, as áreas com coberturas vegetais, associadas às temperaturas mais baixas.

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra e dos valores de temperatura de superfície no município de Ponta Grossa (PR) mostrou-se eficiente na identificação das áreas de temperaturas mais elevadas.

Os resultados deste trabalho associados a outras informações, como o estudo mais de-

talhado de áreas impermeabilizadas, podem auxiliar no planejamento da ocupação de novas áreas e no desenvolvimento de ações para melhoria das áreas já ocupadas, no sentido de atenuar os efeitos negativos quanto ao uso e ocupação da terra de forma desordenada associado às modificações no clima urbano.

A ACop indicou claramente uma distinção dos padrões de temperatura de superfície associada ao uso e cobertura do solo e como esse uso está sendo alterado por ações antrópicas, essa temperatura tende a se elevar em virtude dos tipos de materiais usados no processo.

#### 5. Referências citadas

- ANDRADE, A. R.; POTTKER, G. S.; OLIVEIRA-FILHO, P. C. & A. L. F. MACHADO. 2013. "Influence of land use on urban climate of a small town". *Acta Scientiarum Technology*, 35(2): 349-361.
- BERDHAL, P. & S. E. BRETZ. 1997. "Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials". *Energy and Buildings*, 25(2): 149-158.
- COSTA, C. e A. R. ANDRADE. 2015. "Gênese e evolução das temperaturas mínimas absolutas na região Centro-Sul do Paraná: A influência da dinâmica atmosférica e do relevo local". *Boletim Goiano de Geografia*, 35(3): 452-471.
- GIONGO, P. R. 2008. *Estimativa no balanço de radiação com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície*. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil. Dissertação.
- GOWER, J. C. 1966. "Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis". *Biometrika*, 53: 325-338.
- GUILLÉN, C.; MURUGAN, V. y M. DÁVILA. 2015. "Aplicación de teledetección y SIG para el levantamiento cartográfico de los suelos de la cuenca Solani, India". *Revista Geográfica Venezolana*, 56(2): 185-204.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) / PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/DPI/>
- KAWASHIMA, S.; ISHIDA, T.; MINOMURA, M. & T. MIWA. 2000. "Relations between surface temperature and air temperature on a local scaleduring winter nights". *Journal of Applied Meteorology*, 39: 1.570-1.579.
- KLEIN, S. A.; SODEN, B. J. & N. LAU. 1999. "Remote Sea Surface Temperature Variations during ENSO: Evidence for a Tropical Atmospheric Bridge". *American Meteorological Society. Journal of Climate*, 12: 917-932.

- MALCOM, J. R. A. 1998. "Model of conductive heat flow in forest edges and fragmented landscapes". *Climactic Change*, 39: 487-502.
- MCCUNE, B. & M. J. P. C. MEFFORD. 2011. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.0MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- PADILHA, R. C. B. L. A. e M. L. N. O. KURDJIAN. 1996. "Aplicação da técnica de segmentação em imagens HRV/SPOT para discriminação dos vazios urbanos". *Investigaciones Geográficas Boletín*, 5: 93-103.
- SILVA, M. e A. GUETTER. 2003. "Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná". *Terra livre*, 1(20): 111-126.
- SISTEMA METEOROLOGICO DO PARANÁ (SIMEPAR). 2014. Disponível em: <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/home>.
- SOUZA, S. B. e L. G. FERREIRA JÚNIOR. 2012. "Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO)". *Revista RA´E GA – O Espaço Geográfico em Análise*, 26: 75-99.
- SOUZA, S. B. e L. G. FERREIRA. 2012. "Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002-2011)". *Confins (Paris)*, 15. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/7631> ; DOI : 10.4000/confins.7631.
- SOUZA, J. D. e B. B. SILVA. 2005. "Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - Landsat 5". *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 349-358.
- TAKAHASHI, K.; YOSHIDA, H.; TANAKA, Y.; AOTAKE, N. e F. WANG. 2004. "Measurement thermal environment in Kyoto city and its prediction by CFD simultion". *Energy and Buildings*, 36: 771-779.
- WENG, Q.; LU, D. & J. SCHUBRING. 2004. "Estimation of land surfasse temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies". *Remote Sensing of Environmental*, 89: 467-483.



# Distribución espacial

## y temporal de deslizamientos (1999-2015) en la cuenca del río Combeima, Colombia

Spatio-temporal distribution of slides (1999-2015)  
in Combeima's River hydrographic basin, Colombia

Julián Leal Villamil<sup>1</sup>

Uriel Pérez Gómez<sup>1</sup>

Nidia Esperanza Ortiz Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal.

<sup>2</sup> Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica.  
Ibagué (Tolima), Colombia

jlealv@ut.edu.co

uperez@ut.edu.co

neortizl@ut.edu.co

### Resumen

Los deslizamientos son eventos que degradan el suelo y son causados por factores geológicos, geomorfológicos, climatológicos y antrópicos. Este estudio tuvo por objeto analizar la distribución espacial y temporal de los deslizamientos sucedidos durante 16 años en la cuenca hidrográfica del río Combeima (Ibagué-Tolima), utilizando tecnologías geoespaciales. Se analizó el efecto de variables geológicas, pendiente, ubicación en la cuenca y la red vial. Para esto se utilizaron registros históricos, interpretación visual de imágenes y trabajo de campo para la identificación de nuevos deslizamientos y verificación de los interpretados visualmente. Fueron encontrados 366 deslizamientos distribuidos, principalmente, en zonas de ladera en la parte baja de la cuenca con elevaciones menores a 1.500 msnm, con una densidad de 1,34 deslizamientos por km<sup>2</sup>. El 46,7 % de los eventos se localizan en zonas de pendientes escarpadas y el 35,4 % en zonas con pendientes moderadamente escarpadas.

**Palabras clave:** SIG; *RapidEye*; ortofotomosaico; interpretación visual; deslizamientos.

### Abstract

Slides are events that degrade soil, and are caused by geological, geomorphological, climatic and anthropic factors. The aim of this study was to analyze the spatial and temporal distribution of slides for 16 years on the Combeima river basin (Ibagué-Tolima) by using geospatial technologies. The effect of geological variables, slope, location on the basin and the road network was analyzed. For this, historical records, visual interpretation of images, and fieldwork for the identification of new slides and the verification of those that were visually interpreted were used. 366 slides were found to be distributed mainly in hillside areas of the lower basin under 1.500 m.a.s.l. with an intensity of 1,34 slides per squared kilometer. 46.7 % of the events are located on areas with steep slopes and 35.4 % in moderately steep areas.

**Key words:** GIS; *RapidEye*; orthophotomosaic; visual interpretation; slides.

## 1. Introducción

Los deslizamientos ocurridos en los suelos pueden causar enormes daños materiales y humanos en las regiones montañosas (Karsli *et al.*, 2009; Metternicht *et al.*, 2005). Eventos pequeños, afectan los taludes de las carreteras, colapsos más grandes, afectan los cursos de agua locales e influyen en la actividad de las comunidades, provocando desastres y cambios en la configuración geomorfológica del territorio (De Blasio, 2011).

Los deslizamientos son uno de los cinco tipos de movimientos de masa descritos por Cruden y Varnes (1996), y son definidos como movimientos descendentes de una masa de suelo o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante. En cuanto a los tipos de deslizamientos son clasificados, según su geometría, en: **a)** deslizamientos rotacionales, donde existe un movimiento a lo largo de una superficie de ruptura curva y cóncava y, **b)** deslizamientos traslacionales en los que el material se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura plana u ondular. Aquellos deslizamientos en los cuales se presentan más de un tipo (rotacional - traslacional) o donde se observan otras clases de movimientos de masa se consideran movimientos complejos (Varnes, 1978).

En las cuencas hidrográficas algunos deslizamientos son causados por factores antrópicos, como por ejemplo la presión demográfica que se materializa en cambios de cobertura del suelo y el corte de la pendiente, que afectan la estabilidad de los taludes influenciado por los flujos de agua, sedimentos y contaminantes en los flujos de salida de la cuenca (Bathurst *et al.*, 2010). Ayalew y Yamagishi (2005) determinaron la influencia

de la red vial como un factor detonante en los deslizamientos presentados en las montañas Kakuda-Yahiko en Japón; a su vez, Karsli *et al.* (2009) concluyeron que la pendiente, la rugosidad del terreno, la proximidad a la red vial y la cobertura vegetal juegan un papel importante en la ocurrencia de deslizamientos en Turquía.

Sidle y Ochiai (2006) señalan que los deslizamientos también pueden originarse debido a factores naturales como la geología, las características edáficas, la geomorfología, los factores hidrológicos, la dinámica de la cobertura vegetal y la actividad sísmica del sitio. Glade (2003), Mugagga *et al.* (2012) y Alcántara-Ayala *et al.* (2006) concluyeron que existe una relación entre el cambio de uso del suelo y la ocurrencia de deslizamientos en Nueva Zelanda, Uganda y México respectivamente; otros autores han relacionado la ocurrencia de deslizamientos con las pendientes (Guzzetti *et al.*, 2008; Hadmoko *et al.*, 2009; Sidle y Ochiai, 2006; Sidle *et al.*, 1985; Suárez, 1998; Vergara y Moreno, 1992).

Con el avance de las tecnologías geoespaciales, el estudio de los deslizamientos se realiza en tres dominios de aplicación (Metternicht *et al.*, 2005): mapeo (detección, identificación e inventario); caracterización y monitoreo espacial y temporal (extensión del área, velocidad de movimiento, superficie, topografía y humedad del suelo de diferentes épocas con el fin de evaluar la actividad de deslizamientos). Para cuencas hidrográficas se encuentran los siguientes estudios que emplean estas tecnologías: Hadmoko *et al.* (2009), en la cuenca de Kayangan (Indonesia), emplearon los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta para conocer la distribución espacial de deslizamientos; Guzzetti *et al.* (2008) determinaron, mediante técnicas de fotointerpreta-

ción, la distribución espacial de deslizamientos en la cuenca superior del río Tiber (Italia); Chang y Slaymaker (2002) describieron la frecuencia y distribución espacial de deslizamientos en la cuenca Ho-She (Taiwán).

Según el Instituto Colombiano de Geología y Minería (2002), Ibagué es uno de los municipios con mayor frecuencia de movimientos de masa a escala nacional, ubicándose en el tercer puesto con una participación del 16% (584 eventos) del total ocurrido entre los años 1987 a 2002 en Colombia. El Tolima ocupa el primer lugar con el 54% de los movimientos de masa y presenta cuatro de los grandes eventos ocurridos entre 1987 y 2002; a su vez, gran parte de los movimientos presentados se localizan en el área de la cuenca del río Combeima (Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2002).

En la cuenca del río Combeima se reportaron, desde el año 1959, deslizamientos que han ocasionado pérdidas económicas y humanas principalmente en la ciudad de Ibagué, y en los corregimientos de Llanitos, Juntas y Pastales (Vergara y Moreno, 1992). Entre los estudios realizados en el área se destaca el realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (2009a), el cual tuvo dentro de sus objetivos la elaboración de un inventario y cartografía de movimientos de masa, mediante la compilación de información de eventos y la subsecuente recopilación de información en campo. Posteriormente, la Alcaldía de Ibagué y la Corporación Autónoma Regional del Tolima (2012) retomaron el estudio realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (2009a) y actualizaron los deslizamientos mediante reconocimientos en campo, generando cartografía escala 1:10.000. Es de señalar que, en la mayoría de los estudios reportados para la zona, la información sobre deslizamientos

es la más abundante (en comparación con otros movimientos de masa).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar la distribución espacial y temporal de los deslizamientos sucedidos en los últimos 16 años en la cuenca hidrográfica del río Combeima (Ibagué-Tolima), y su comportamiento con respecto a variables que promueven su ocurrencia, tales como: geología, pendiente, ubicación en la cuenca y la red vial.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La cuenca del río Combeima se localiza entre los 04°19'30" y 04°39'57" de latitud Norte y entre 75°10'11" y 75°23'23" de longitud Oeste sobre el flanco oriental de la cordillera central de los Andes en Colombia (Figura 1); posee una extensión aproximada de 27.186 ha (Pérez y Bosque, 2008). Dentro de los aspectos que favorecen la ocurrencia de movimientos de masa en la cuenca se cuentan la composición litológica, la pendiente (entre 30° y 45°), fallamientos, el cambio de uso del suelo y el régimen de precipitaciones (Vergara y Moreno, 1992).

### 2.2 Datos

Se obtuvieron registros de deslizamientos de tres fuentes de información: **1)** registros de enero de 1999 a diciembre de 2014, a nivel de inventario (reportados por el Servicio Geológico Colombiano - SGC) y como catálogo (reportados por terceros ante el SGC) del Sistema de Información de Movimientos de Masa (SIMMA) (<http://simma.sgc.gov.co/#/public/basic/>), (Servicio Geológico Colombiano, 2014) para el municipio de Ibagué; **2)** cartografía

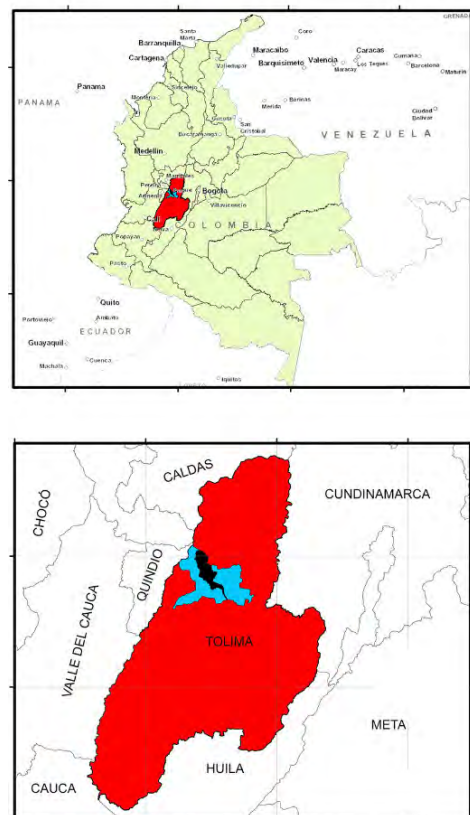
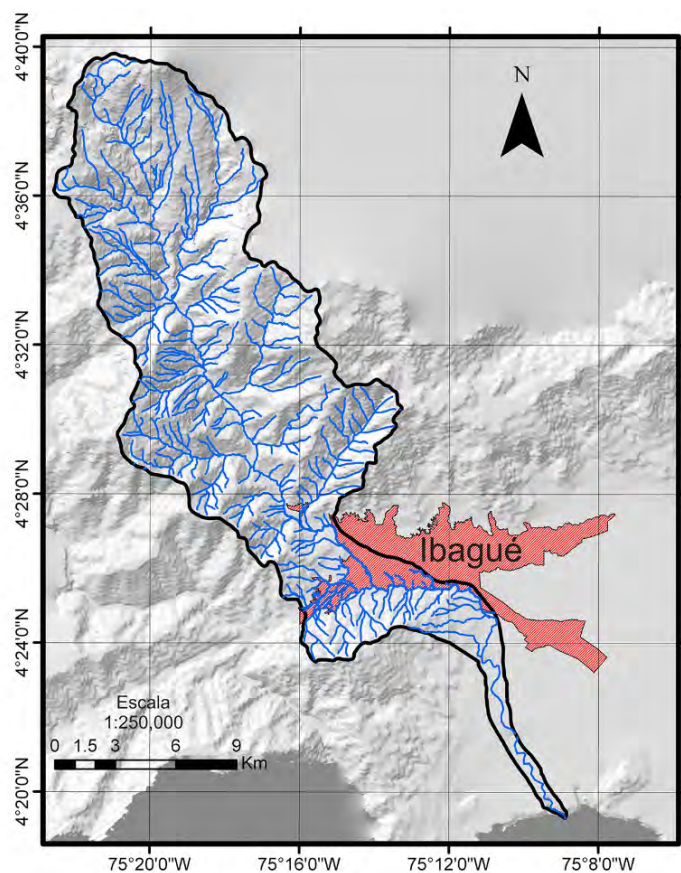


Figura 1 Localización del área de estudio

de movimientos de masa dispuestos en una geodatabase a escala 1:25.000 de la Alcaldía de Ibagué y la Corporación Autónoma Regional del Tolima (2012), 3) interpretación visual de los deslizamientos en las imágenes y su verificación en campo y, 4) localización en campo de nuevos deslizamientos.

Una imagen del satélite *RapidEye* del 2010 y un ortofotomosaico digital del 2009, obtenido a través de servicios *Web Map Server* del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009). Un modelo de elevación digital, SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), con resolución de 90 m, proporcionado por la NASA a través del portal <http://earthexplorer.usgs.gov/> (United States Geological Survey, 2014).

La cartografía del perímetro de la cuenca se obtuvo del estudio realizado por Pérez y Bosque (2008); para la red vial se utilizó la información cartográfica del 'Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Ibagué' (Alcaldía de Ibagué, 2000) actualizada a partir de un ortofotomosaico digital (IGAC, 2009). La información geológica fue tomada de las planchas 244 y 225 elaboradas por el Instituto Colombiano de Geología y Minería (2009), escala 1:100.000 y digitalizada por Leal y Lozano (2012). Si bien la información geológica empleada se encuentra a escala general fue imperante usarla, pues no existen otros estudios geológicos a mayor detalle en la zona; además, la geología es uno de los factores con mayor



influencia en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa (Ayalew y Yamagishi, 2005; Chigira *et al.*, 2011; De Blasio, 2011; Durgin, 1977; Sidle y Ochiai, 2006). La información geográfica fue estructurada bajo el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS, coordenadas planas *Gauss-Kruger* origen Bogotá, EPSG 3116. Para el manejo, análisis y obtención de la cartografía se utilizó *GvSIG* 1.9 e *ILWIS* 3.8.

## 2.3 Método

- Ubicación y homogenización de deslizamientos históricos dentro del área de estudio. A partir del perímetro de la cuenca, se realizó la validación de la posición geográfica de los deslizamientos registrados por las fuentes de información secundaria eliminando aquellos reportes, cuya posición estuviese fuera del área de estudio.
- Interpretación visual de los deslizamientos. Se tuvo en cuenta la resolución espacial en relación con el tamaño de los elementos que caracterizan el deslizamiento, dado por el contraste que se presenta en la imagen (diferencias espectrales que existen entre los deslizamientos identificados y su entorno) y los criterios expuestos por Soeters y Van Westen (1996) para la identificación visual de deslizamientos tanto en la imagen *RapidEye* como ortofotomosaico (Cuadro 1).

Debido a que no existen reportes bibliográficos referentes a la definición de escala en la interpretación visual de deslizamientos sobre las imágenes utilizadas en el estudio, se definieron las escalas máximas de visualización. Para la imagen *RapidEye* fue de 1:5.000 y el ortofotomosaico 1:250 (Figura 2).

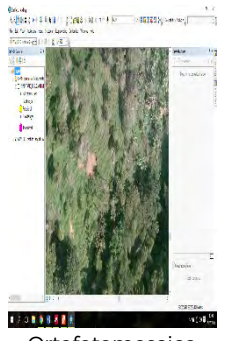
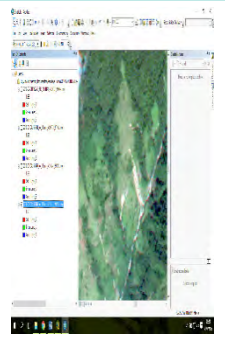
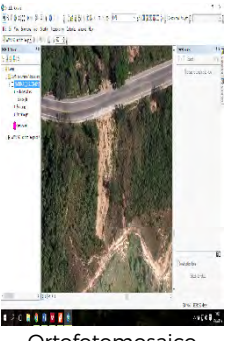

### 2.3.1 Descripción del tipo y el subtipo de movimiento de masa

Se fundamenta en la interpretación visual de la distribución espacial y temporal de los deslizamientos sobre las imágenes (Cuadro 1). El tipo (deslizamientos) y el subtipo de movimiento registrado (rotacional o traslacional) se sustentaron en los criterios de Soeters y Van Westen (1996), quienes asumen la clasificación de Cruden y Varnes (1996) y clasifican los deslizamientos en tipología rotacional o traslacional sin tener en cuenta el material desplazado mediante el uso de imágenes.

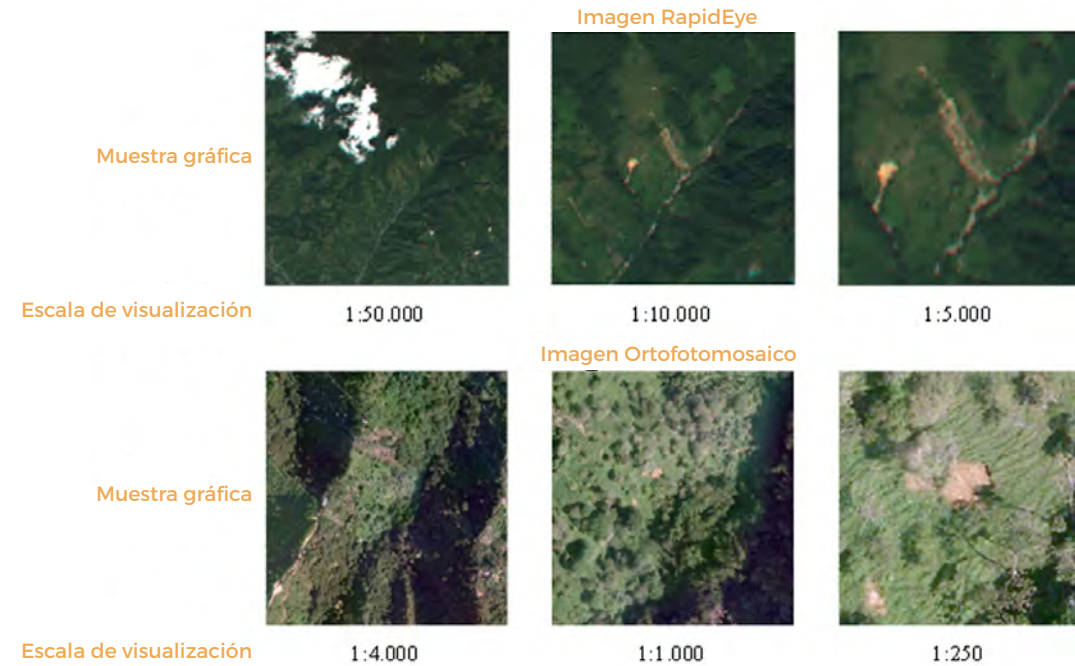
### 2.3.2 Calidad de la información interpretada visualmente

Se evaluó con la Norma Técnica Colombiana – NTC- 5043 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2002), teniendo en cuenta la calidad de los datos (veracidad de representación de los puntos de deslizamientos registrados) y su exactitud temática (fidelidad de los atributos para cada uno de los deslizamientos). Para la exactitud temática se identificaron puntos localizados en exceso (error de comisión) o aquellos omitidos (error de omisión). Para esto se contó con el apoyo de un profesional en geología quien validó la información temática de los puntos visitados. Se tomó como unidad de muestreo el 25% del total de puntos interpretados visualmente ubicados en la parte media y baja de la cuenca hidrográfica, debido a la facilidad de acceso por la red vial y garantías de seguridad; posteriormente se realizó una visita de campo para validar los atributos asignados. Seguidamente, se estableció una matriz de incertidumbre que relacionó los elementos del universo abstracto elaborado y los elementos determinados en campo, con el fin de obtener porcentajes de cumplimiento en la clasificación de los elementos de calidad señalados.

**Cuadro 1** Criterios para la identificación visual de deslizamientos (Soeters y Van Westen, 1996)

Tipo de movimiento determinado	Sub-tipo de movimiento determinado	Características	Patrón visual Ortofotomosaico y RapidEye
Deslizamiento	Rotacional	<p><b>Morfología:</b> Se denotan cambios abruptos en la morfología de la ladera presentándose una depresión o nicho cóncavo y una parte convexa (Lomo de material), coronamiento de tipo lunar o semi-lunar y un sector frontal ovalado. Relación profundidad/ longitud entre 0.1 a 0.3 presentados usualmente en pendientes entre 20 y 40 grados</p> <p><b>Vegetación:</b> Fuerte contraste entre la vegetación circundante y la ausencia de vegetación en el área de evento, ausencia de un uso del suelo específico, denotándose la inactividad productiva del sitio</p> <p><b>Drenaje:</b> Contraste con las laderas circundantes, malas condiciones de drenajes o empozamientos en las zonas cóncavas (nichos), filtraciones en los sectores frontales donde se encuentran los desechos del evento</p>	 <p>Ortofotomosaico</p>  <p>RapidEye</p>
	Traslacional	<p><b>Morfología:</b> Corona controlada por el deslizamiento de la roca, superficie de movimiento planar suave relativamente superficial, usualmente material edáfico sobre la roca madre. Relación profundidad/ longitud menor a 0.1 y amplio ancho, material de arrastre con tamaño decreciente conforme el avance sobre la ladera (a mayor lejanía el tamaño tiende a reducirse)</p> <p><b>Vegetación:</b> Denudación de la capa vegetal con una delimitación notoria en la dirección de transporte del material, sin uso del suelo presente y con cambios abruptos conforme la vegetación circundante</p> <p><b>Drenaje:</b> Ausencia de encharcamientos bajo la corona del evento, drenajes desordenados o ausentes, corrientes desviadas por taponamiento con materiales de arrastre producto del evento</p>	 <p>Ortofotomosaico</p>  <p>RapidEye</p>

Fuente: Los autores con base en Soeters y Van Westen (1996)



**Figura 2** Escalas de interpretación visual de deslizamientos en las imágenes *RapidEye* y ortofotomosaico

### 2.3.3 Localización en campo de nuevos deslizamientos 2015

Se realizó con apoyo de un profesional en el área de la geología; los nuevos deslizamientos fueron georreferenciados y caracterizados empleando un colector de mano *Trimble Juno SB*, logrando una precisión de posición de 2 a 5 m en tiempo real.

### 2.3.4 Base de datos geográfica de eventos de deslizamiento

La base de datos se desarrolló bajo un modelo orientado objetos-relacional, fundamentado en la articulación de las bases de datos cartográfica con la base de datos alfanumérico, permitiendo la asociación lógica entre y dentro del componente espacial y tabular de los datos requeridos en el análisis de los deslizamientos. Por lo cual cada una de las entidades se estructuró por su primitiva geometría (Cuadro 2).

### 2.3.5 Determinación de las pendientes de las pendientes

A partir del SRTM se generaron las pendientes en el programa SIG, las que fueron categorizadas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, 2009), (Figura 3).

### 2.3.6 Determinación de partes de la cuenca

Se definió como alta, media y baja teniendo la altitud en metros sobre el nivel del mar, en la cual el perfil longitudinal del cauce principal presenta inflexiones notorias, lo que y de acuerdo con el Instituto Colombiano de Geología y Minería, (2009a), corresponde con las cotas 1.500 m donde se localiza el sistema de fallas Otún-Pericos, y 2.000 m correspondiente a la falla El Silencio; estableciendo tres áreas: cuenca alta, por encima de 2.500 msnm, cuen-

**Cuadro 2** Atributos de identificación y tipificación de los deslizamientos

ID	Número identificador del deslizamiento
<b>Fuente de información</b>	Fuente de adquisición de datos del deslizamiento
<b>Código</b>	Identificador del deslizamiento de acuerdo a su fuente de información
<b>Coordenada Este (X)</b>	Posición geográfica en la ordenada Este bajo proyección espacial EPSG 3116
<b>Coordenada Norte (Y)</b>	Posición geográfica en la ordenada Norte bajo proyección espacial EPSG 3116
<b>País</b>	País en el que se presenta el deslizamiento
<b>Departamento</b>	Departamento en el cual se presenta el deslizamiento
<b>Municipio</b>	Municipalidad en la cual se presenta el deslizamiento
<b>Sitio</b>	Localización del deslizamiento dentro del municipio
<b>Tipo de movimiento</b>	Tipología de movimiento de masa de acuerdo a Cruden y Varnes (1996)
<b>Sub-tipo de movimiento</b>	Tipología de deslizamiento de acuerdo a Cruden y Varnes (1996)
<b>Fecha del deslizamiento</b>	Fecha de realización del estudio y de la fecha de adquisición (toma) de las imágenes respectivamente

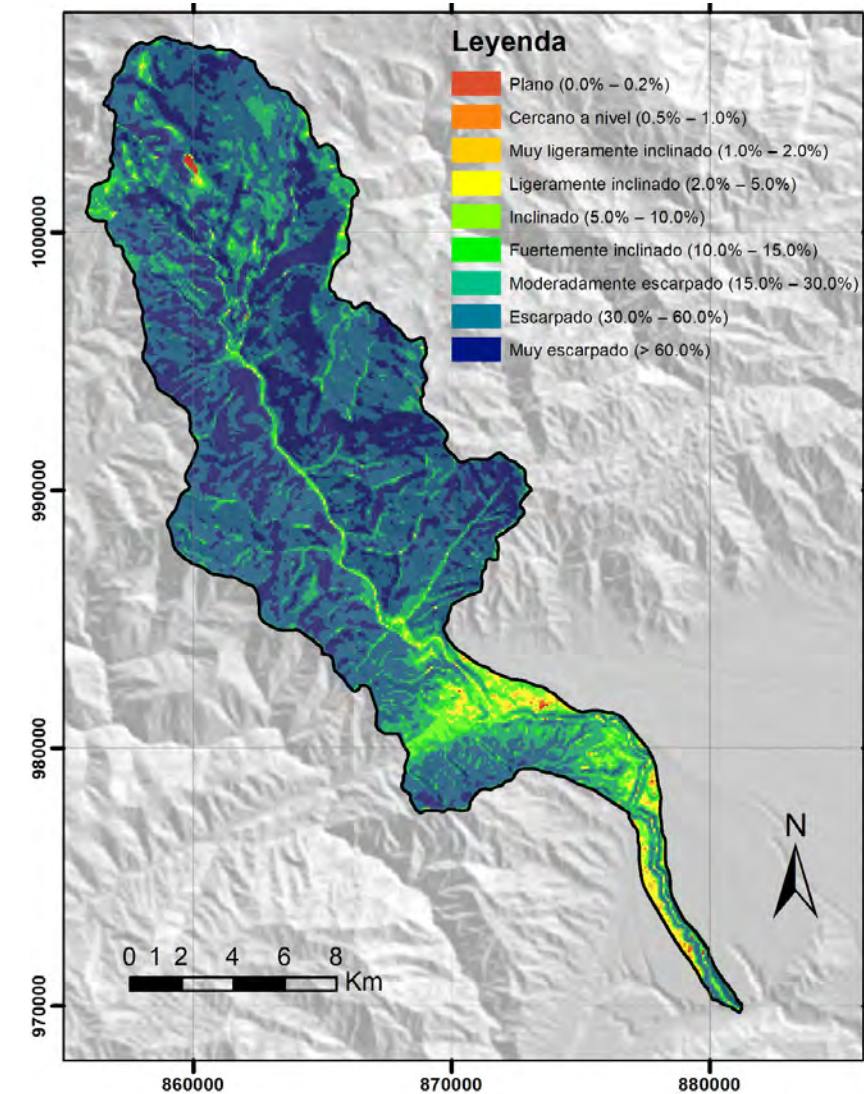
ca media entre 1.500 y 2.500 msnm y cuenca baja, menor a 1.500 msnm.

### 2.3.7 Distribución de los deslizamientos, geología, partes de la cuenca, influencia de red vial y pendientes

Se realizó una rasterización de los puntos de deslizamientos localizados en la cuenca con una resolución espacial de 30 m; con esta resolución, algunos de los puntos de deslizamientos fueron agrupados considerándolos como una sola área de ocurrencia. Se creó un buffer de 40 m para las vías primarias, secundarias y terciarias localizadas en la cuenca, bajo los criterios de Ayalew y Yamagishi (2005), quienes definieron este valor como adecuado para vías en sectores montañosos. Las áreas de ocurrencia única fueron superpuestas con la información geológica, partes de la cuenca, influencia de la red vial y categorías de pendiente.

## 3. Resultados

De acuerdo al sistema de clasificación de movimientos planteado por Cruden y Varnes, (1996), se determinó que entre 1999 y 2015 se presentaron 366 deslizamientos, de los cuales 359 corresponden propiamente a deslizamientos y 7 a movimientos complejos donde se evidencian movimientos de masa tipo deslizamiento en combinación con otros movimientos. Del total de deslizamientos determinados (366), 169 fueron catalogados como tipo rotacional, 19 como traslacionales donde la superficie de ruptura coincide y sigue un plano estructural, y 178 deslizamientos no pudieron ser clasificados en tipologías rotacional o traslacional, debido a que dichos registros pertenecían a fuentes secundarias, las cuales no reportaban información de las características del deslizamiento o porque pertenecían a movimientos de tipo complejo, donde no es posible su clasificación como rotacionales o traslacionales. De acuerdo a la interpretación visual realizada sobre las imágenes se

**Figura 3** Categorías de pendiente para la cuenca del río Combeima bajo metodología FAO (2009)

encontraron 116 deslizamientos rotacionales y 1 traslacional; a su vez, la identificación en campo de nuevos deslizamientos permitió establecer 23 rotacionales en la zona de estudio, tal cual se expresa en la **Figura 4**.

De acuerdo a la **Figura 5**, los deslizamientos se distribuyeron temporalmente así: entre los años 1999 y 2005 no se encontraron registros de deslizamientos en las fuentes secundarias de información, entre el 2006 y

el 2008 se registraron 18 deslizamientos; en el 2009: 101; entre el 2010 y el 2011: 60; en el 2012: 164 y entre el 2013 y 2015 se registraron 23 deslizamientos. De acuerdo a las fechas de reporte presentadas en la información secundaria adquirida, se encuentra que el 72,5% de los deslizamientos ocurridos en la cuenca sucedieron entre los años 2009 y 2012.

Una vez registrados los deslizamientos, se analizó su distribución en las ocho unidades

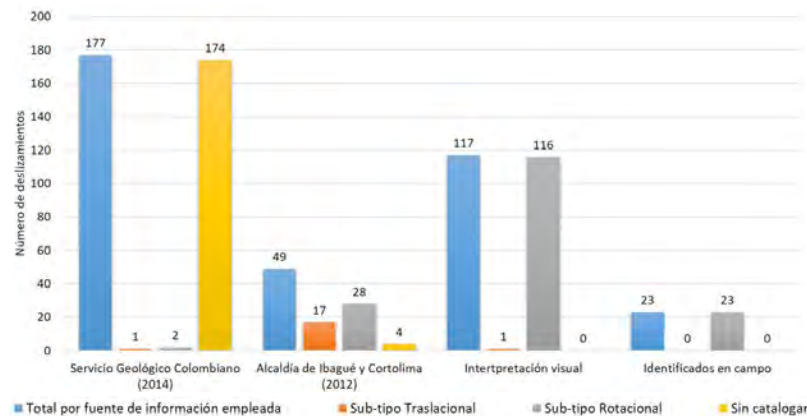


Figura 4 Deslizamientos registrados por fuente de información y subtipo de movimiento

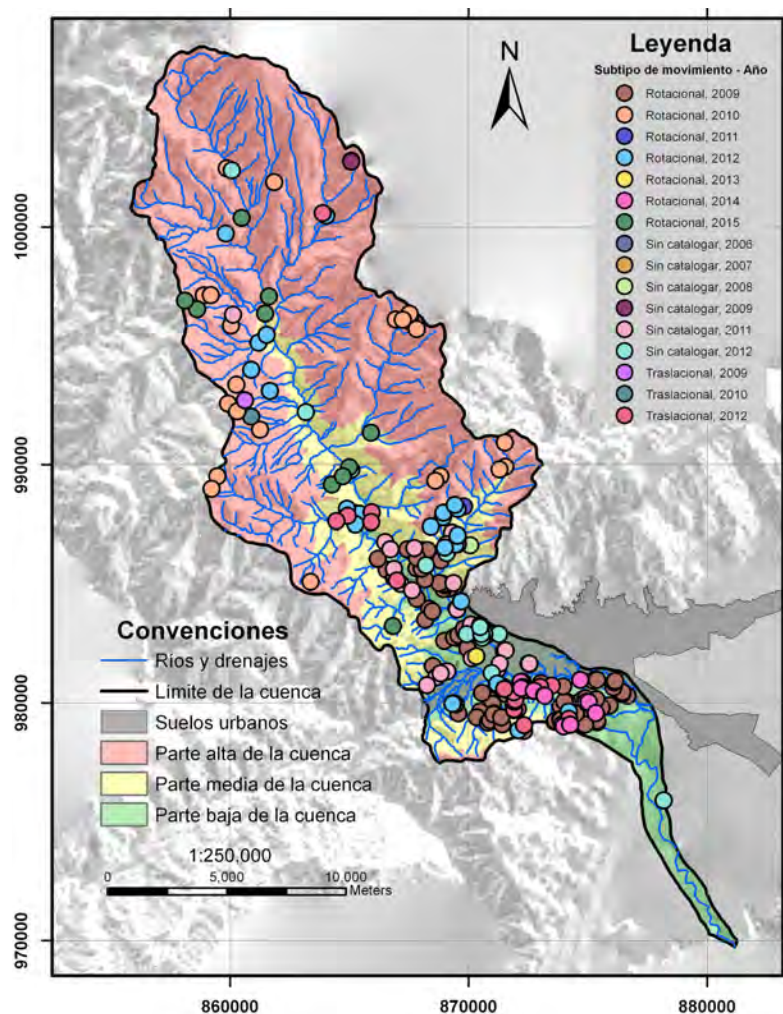


Figura 5 Cartografía de la distribución espacial y temporal de deslizamientos en la cuenca del río Combeima durante el periodo 1999 a 2015. Nota: Entre los años 1999 a 2005 no se reportaron deslizamientos en las fuentes secundarias consultadas

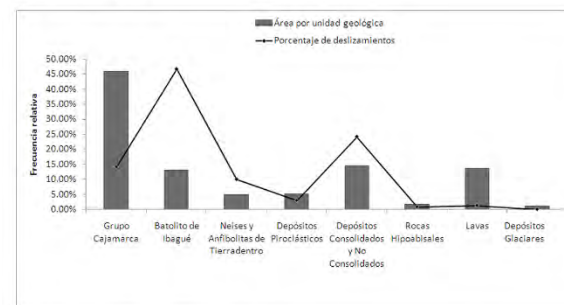
geológicas que cubren la cuenca hidrográfica, encontrándose que el 70,77% se distribuye en dos unidades geológicas: el 46,67% se encuentran sobre El Batolito de Ibagué y el 24,17% en la unidad de Depósitos Consolidados y no Consolidados, el resto están distribuidos en las unidades Grupo Cajamarca, Neises y Anfibolitas de Tierra Adentro, Depósitos Piroclásticos, Rocas Hipoabisales y Depósitos Glaciares; en estas dos últimas unidades, los deslizamientos son casi inexistentes correspondiendo 0,83% y 0%, respectivamente (Figura 6a).

De acuerdo a la distribución de los deslizamientos con respecto a la pendiente, se encontró que el 46,67% se localizan en pendientes escarpadas y el 35,42% en pendientes moderadamente escarpadas; el resto se distribuye en pendientes muy escarpadas e inclinadas

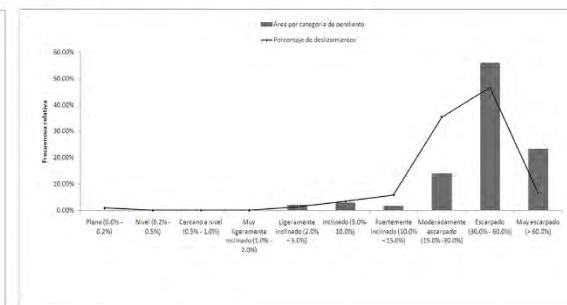
(Figura 6b). Con relación a la localización de los deslizamientos con respecto a las secciones de la cuenca se obtuvo que el 61,25% de los mismos ocurren en la parte baja, mientras que el resto se distribuyó más o menos en forma proporcional en la parte media y alta de la cuenca (Figura 6c). El análisis que se realizó con respecto a la incidencia de la red vial evidenció que las vías no influyen sobre los deslizamientos que se suceden en la cuenca (Figura 6d). La densidad espacial de los deslizamientos fue de 1,34 por km<sup>2</sup> de la cuenca hidrográfica

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de calidad de la interpretación visual realizada tomando como referencia de muestreo el 25% de los deslizamientos interpretados visualmente en las imágenes de satélite (29

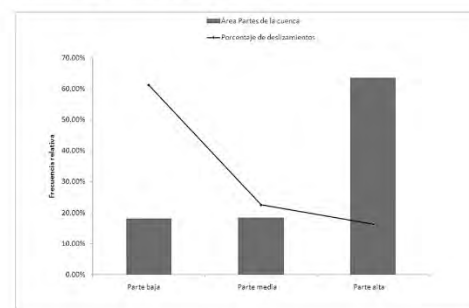
a) Geología



b) Pendientes



c) Partes de la cuenca



d) Influencia vial

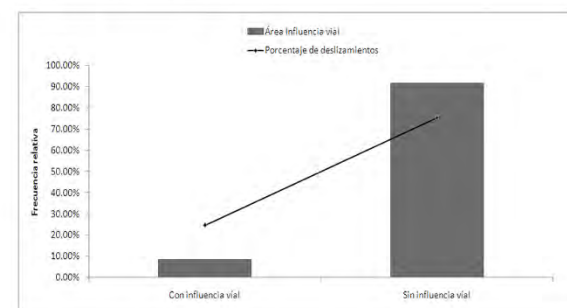


Figura 6 Frecuencia relativa de deslizamientos contra extensión relativa de parámetros geológicos, clases de pendiente, secciones de la cuenca e influencia de la red vial empleados en el estudio

**Cuadro 3** Matriz de incertidumbre para prueba de calidad por atributos a deslizamientos interpretados visualmente

Nombre del elemento	Recurrencia de elementos	Atributo	Atributos		Error (%)	Exactitud (%)
			Tipo de movimiento de masa	Tipo de deslizamiento		
Puntos de deslizamientos	26	Tipo de movimiento de masa	26		0	94.25
	26	Tipo de deslizamiento		23	11.50	

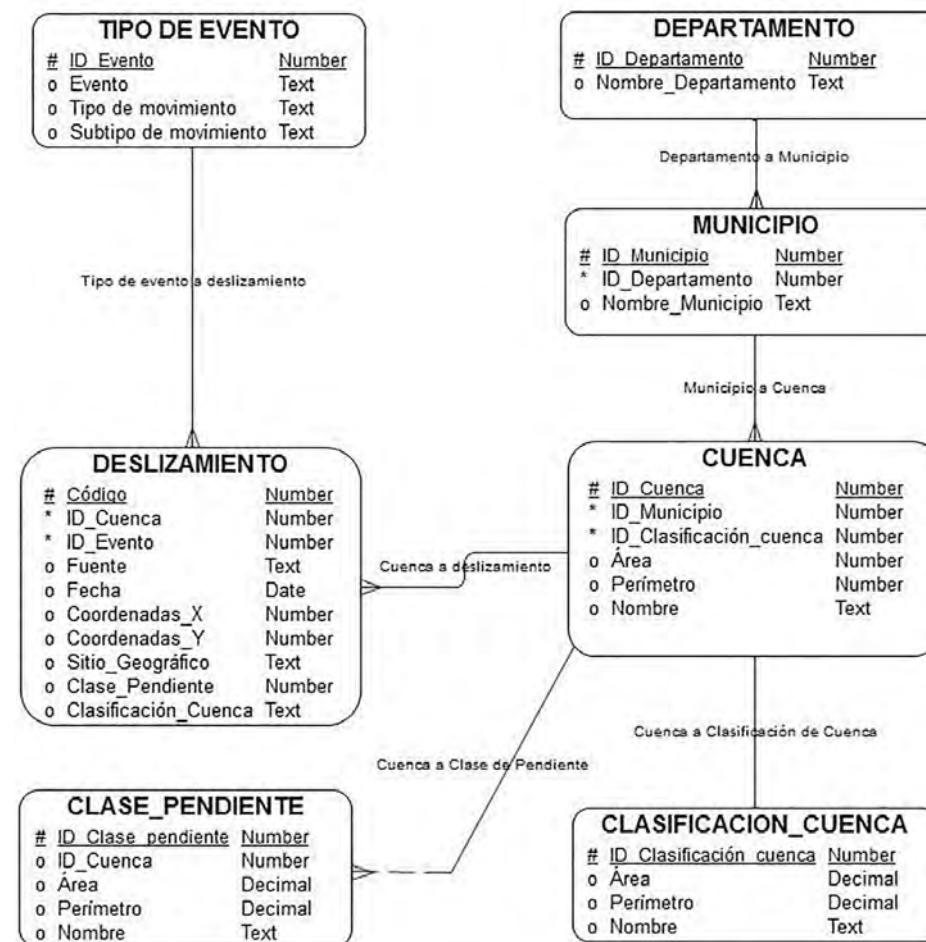
deslizamientos de 117 registrados), ya que durante la verificación en campo no fue posible localizar 3 eventos (dadas las condiciones de permisos de acceso, vegetación y similares); solo fue posible contar con 26 de los 29 puntos inicialmente planteados para la validación. Los 26 puntos visitados fueron empleados para contrastar el tipo de movimiento de masa presentado y la tipología de deslizamiento interpretada (rotacional o traslacional).

Los resultados mostraron una asertividad promedio de 94,25% en la categorización de los atributos sobre el tipo de movimiento interpretado y el tipo de deslizamiento registrado; a su vez se obtuvo un error de 16% por comisión de los datos y 0% por omisión de éstos, con lo cual pudo darse por aceptada la validez de ejercicio de interpretación visual realizado.

La distribución espacial y temporal de los deslizamientos de la cuenca hidrográfica del río Combeima se estructuró en una base de datos geográfica, utilizando el enfoque objeto-relacional. En la **Figura 7**, se presenta el diagrama del modelo entidad relación de la base de datos.

#### 4. Discusión

La obtención de la línea base sobre deslizamientos es una herramienta fundamental para la planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas; con ella es posible determinar el comportamiento histórico de los movimientos y determinar zonas de especial interés para los planificadores del territorio (Glade, 2003). La creación de base de datos de deslizamientos está supeditada a la disponibilidad de información en la zona, si bien los primeros acercamientos realizados por académicos como Soeters y Van Westen (1996), consistieron en la identificación y descripción de los deslizamientos mediante fotografías aéreas y un amplio reconocimiento de campo, actualmente y gracias al avance en las tecnologías de percepción remota, las cuales ofrecen productos con mayores capacidades espectrales y espaciales, se han encaminado múltiples ejercicios para el mapeo y análisis del comportamiento de los deslizamientos a partir de diversas fuentes de información disponibles; gran parte de estos esfuerzos denotan una tendencia a la automatización durante la interpretación de las imágenes y la evaluación del riesgo o incidencia del evento (Glade, 2003; Herrera *et al.*, 2009; Leal y Lozano, 2012; Moss, 2000; Paolini y Sobrino, 2002; Schmidt *et al.*, 2001; Tassetti *et al.*,



**Figura 7** Diagrama del modelo entidad relación de la base de datos geográfica

2008; Yilmaz, 2009). La clasificación visual de sensores remotos sigue teniendo gran importancia durante el ejercicio de reconocimiento y cartografía de los eventos.

Dada la baja formulación de criterios de interpretación visual en imágenes aéreas y satelitales, entre los cuales sobresalen los formulados por Soeters y Van Westen (1996) para la región cafetera en Colombia, éstos aún conservan validez en el reconocimiento visual; sin embargo, es necesario aclarar que dichos criterios permiten identificar fácilmente un evento de deslizamiento, pero a su vez

requieren del apoyo indispensable de recorridos en campo para la determinación específica del subtipo de movimiento que se presenta, pues se puede sobreestimar alguna de las categorías en el análisis visual. El avance de los productos de sensores remotos plantea la posibilidad de actualizar y/o modificar los criterios conforme a las nuevas alternativas en la automatización de los procesos de interpretación de los mismos.

El análisis de la ocurrencia de deslizamientos frente al comportamiento geológico del área de estudio permite establecer que

la mayoría de eventos (46,67%) se presentan en la unidad litológica Batolito de Ibagué y también en las unidades de Depósitos Consolidados y no Consolidados (24,17%) y Grupo Cajamarca (14,17%). Esto demuestra que a pesar de que la unidad Batolito de Ibagué muestra una de las menores extensiones en la cuenca (13% del área total), la misma se encuentra altamente afectada por los eventos de deslizamientos, debido a sus características litológicas (fácilmente erosionable) y ambientales (fuertes pendientes y precipitaciones) que facilitan su meteorización (Chigira *et al.*, 2011; Durgin, 1977). En contraparte, la unidad Grupo Cajamarca, que posee mayor extensión, es afectada en menor proporción al Batolito de Ibagué, lo cual conlleva a pensar que sus propiedades litológicas disminuyen las condiciones para la ocurrencia de estos eventos.

La predominancia de deslizamientos rotacionales sobre los eventos traslacionales registrados en el área puede obedecer inicialmente a la mayor disposición de información para la sección baja de la cuenca, en donde predomina la unidad geológica Batolito de Ibagué; Vergara y Moreno, (1992) aducen que los eventos traslacionales son poco frecuentes en la cuenca y están asociados generalmente a discontinuidades litológicas, principalmente en la unidad Combeima (esquistos grafiticos y cloríticos) y que la generación de eventos traslacionales se encuentra asociada a zonas de deslizamientos rotacionales, lo cual genera zonas de inestabilidad común.

Teóricamente, y como lo plantean diversos autores (Guzzetti *et al.*, 2008; Hadmoko *et al.*, 2009; Sidle y Ochiai, 2006; Sidle *et al.*, 1985; Suárez, 1998), existe una relación directa entre la pendiente y la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos, pues a mayor pendiente mayor es la probabilidad de que el evento

sucediera, siendo el rango de pendientes entre 44% - 67% el óptimo para la ocurrencia de los eventos (Guzzetti *et al.*, 2008) y 57,74% - < 100% para el caso específico de la cuenca (Vergara y Moreno, 1992). Esto se corrobora en la cuenca del río Combeima dado que se registra una distribución espacial de los deslizamientos en las categorías de fuertes pendientes (escarpadas y muy escarpadas), siendo las escarpadas (entre 30% y 60%) las de mayor probabilidad de que sucedan eventos (46,67%).

Respecto a la red vial y su posible influencia en la generación de eventos, es claro que en la cuenca, a pesar de contar con una red vial desarrollada, su influencia es baja (8,55% del área de estudio); sin embargo, esta área de influencia vial establecida sufre el 24,70% de los eventos sugiriendo una influencia entre la distancia a la red vial y el desarrollo de los deslizamientos, hecho que fue planteado por autores como Ayalew & Yamagishi (2005) y Hadmoko *et al.* (2009)

La distribución espacial de los deslizamientos que predominan en la sección baja de la cuenca del Combeima (elevaciones menores a 1.500 m) puede obedecerse a múltiples factores, resaltando el impacto que ha tenido el cambio de uso por la población de Ibagué; a su vez, las características de fuertes pendientes, precipitaciones moderadas, densidad de la red vial, suelos francos a franco arenosos de drenaje rápido y material litológico granítico altamente meteorizado y fracturado (Batolito de Ibagué) generan un ambiente ideal para suelos inestables susceptibles a movimientos de masa (Alcaldía de Ibagué y Corporación Autónoma Regional del Tolima, 2012). Aunado a lo anterior esta zona, por su cercanía a la ciudad de Ibagué y a la alta densidad poblacional, posee mayores registros históricos

e información secundaria recopilada sobre eventos de deslizamientos y movimientos de masa.

El análisis temporal de los eventos es otro factor importante a resaltar, si bien esto determina el comportamiento histórico de los deslizamientos en un área dada, para el caso presentado se determinó que, a pesar de las fuentes de información secundarias empleadas, es vital que existan esfuerzos por realizar un monitoreo constante de los eventos, en este aspecto los productos de sensores remotos deben jugar un papel importante para evitar saltos temporales en el registro de la información y propender por el mayor cubrimiento temporal de las zonas.

## 5. Conclusiones

El presente estudio permitió construir una base de datos geográfica de ocurrencia de deslizamientos provenientes de diferentes fuentes y momentos, facilitando establecer su relación con respecto a factores geológicos, de posición en la cuenca (secciones de la cuenca), clases de pendientes e influencia de la red vial.

La interpretación visual de productos de sensores remotos ópticos permitió la localización e identificación de los tipos y subtipos de deslizamientos, lo que no evita la respectiva corroboración en campo del evento, dado que la asertividad de la clasificación, de acuerdo al subtipo de movimiento, puede verse afectada por las características propias de las imágenes interpretadas y los criterios empleados para su identificación (puede sobreestimarse o subestimarse alguno de los subtipos).

Los deslizamientos registrados permiten establecer que la zona determinada como sección baja de la cuenca (elevaciones menores

a 1.500 m) es la que presenta la mayor frecuencia de deslizamientos, esto debido principalmente a las fuertes pendientes presentadas, al tipo de material litológico (granitos meteorizados), a las características físicas de sus suelos y al fuerte impacto antrópico que la zona tiene por su cercanía a la zona urbana de Ibagué. Si bien existe en general una fuerte predominancia de deslizamientos rotacionales en el área de la cuenca, este valor puede estar sobreestimado debido a que no se realizó un muestreo en campo al 100% de los eventos interpretados visualmente.

La base de datos geográfica construida permitirá continuar estudios para el seguimiento espacio-temporal de los deslizamientos con fines de planificación y manejo ambiental de la cuenca, lo cual plantea la posibilidad de establecer nuevos proyectos encaminados a realizar caracterizaciones morfológicas, evaluar factores de riesgo, estimar factores detonantes y cartografiar características geotécnicas específicas de eventos (áreas, diámetros, longitudes, entre otros) que permitan entender más cabalmente su génesis, desarrollo e impactos tanto ambientales como económicos los mismos que pudiesen generar.

## 6. Agradecimientos

A la Oficina Central de Investigaciones de la Universidad del Tolima por su apoyo económico para la realización de la investigación. Al profesor Jader Muñoz Ramos por su ayuda en la validación e identificación de los deslizamientos registrados.



## 7. Referencias citadas

- ALCALDÍA DE IBAGUÉ. 2000. *Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Ibagué*. Departamento Administrativo de Planeación - Grupo de Ordenamiento Territorial. Ibagué, Colombia.
- ALCÁNTARA-AYALA, I.; ESTEBAN-CHÁVEZ, O. & J. F. PARROT. 2006. "Landsliding related to land-cover change: A diachronic analysis of hillslope instability distribution in the Sierra Norte, Puebla, Mexico". *Catena*, 65(2), 152-165.
- AYALEW, L. & H. YAMAGISHI. 2005. "The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan". *Geomorphology*, 65: 15-31.
- BATHURST, J. C.; BOVOLO, C. I. & F. CISNEROS. 2010. "Modelling the effect of forest cover on shallow landslides at the river basin scale". *Ecological Engineering*, 36(3), 317-327.
- CHANG, J. C. & O. SLAYMAKER. 2002. "Frequency and spatial distribution of landslides in a mountainous drainage basin: Western Foothills, Taiwan". *Catena*, 46(1): 285-307.
- CHIGIRA, M.; MOHAMAD, Z.; SIAN, L. C. & I. KOMOO. 2011. "Landslides in weathered granitic rocks in Japan and Malaysia". *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 57(57): 1-6.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA y ALCALDÍA DE IBAGUÉ. 2012. *Estudio de amenazas naturales, vulnerabilidad y escenarios de riesgo en los centros poblados de Villa Restrepo, Llanitos, Juntas, Pastales, Pico de Oro, Bocatoma Combeima y Cay por flujos torrenciales en las microcuencas del río Combeima*. Geotec Group. Ibagué, Colombia.
- CRUDEN, D. M. & D. J. VARNES. 1996. "Landslides types and processes". En: K. TURNER & R. SCHUSTER (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*. Special Report 247. pp. 36-75. Transport Research Board. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA.
- DE BLASIO, F. V. 2011. *Introduction to the physics of landslides* (1st ed.). Springer Dordrecht Heidelberg. London. New York.
- DURGIN, P. B. 1977. "Landslides and the weathering of granitic rocks". *Geological Society of America*, 3: 127-131.
- GLADE, T. 2003. "Landslide occurrence as a response to land use change: a review of evidence from New Zealand". *Catena*, 51(3/4): 297-314.
- GUZZETTI, F.; ARDIZZONE, F.; CARDINALI, M.; GALLI, M.; REICHENBACH, P. & M. ROSSI. 2008. "Distribution of landslides in the Upper Tiber River basin, central Italy". *Geomorphology*, 96(1): 105-122.
- HADMOKO, D. S.; SARTOHADI, J.; SAMODRA, G.; CHRISTANTO, N. & F. LAVIGNE. 2009. GIS application for comprehensive spatial landslides analysis in Kayangan Catchment, Menoreh Mountains, Java, Indonesia. *International conference - Landslide processes: from geomorphologic mapping to landslide modelling*. 297-302. Strasbourg, France.
- HERRERA, G.; FERNÁNDEZ-MERODO, J. A.; MULAS, J.; PASTOR, M.; LUZI, G. & O. MONSERRAT. 2009. "A landslide forecasting model using ground based SAR data: The Portalet case study". *Engineering Geology*, 105(3/4): 220-230.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA y MINERÍA. 2002. *Catálogo nacional de movimientos en masa*. Subdirección de Amenazas Geoambientales. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA y MINERÍA. 2009. *Geología de las planchas 225 Nevado del Ruíz y 244 Ibagué*. Ministerio de Minas y Energía. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA y MINERÍA. 2009a. *Zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo en la cuenca del río Combeima - Ibagué - Tolima: Unidades geológicas superficiales*. Proyecto Colombia-Suiza de prevención de desastres glacio-volcánicos e hidro-meteorológicos. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). 2002. *Norma Técnica Colombiana 5043*. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2009. *Ortofotomosaicos: IBA-GUE-1\_2000-UD-2009*. Subdirección de Geografía y Cartografía. Retrieved. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://bni.gov.co:8080/geoservicios/ortofotomosaicos/wms>. [Consulta: febrero, 2017].
- KARSLI, F.; ATASOY, M.; YALCIN, A.; REIS, S.; DEMIR, O. & C. GOKCEOGLU. 2009. "Effects of land-use changes on landslides in a landslide-prone area (Ardesen, Rize, NE Turkey)". *Environmental Monitoring and Assessment*, 156(1): 241-255.
- LEAL VILLAMIL, J. & L. A. LOZANO BOTACHE. 2012. "Potential fragility levels for erosion and landslides in soils of Ibagué municipality (Tolima)". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 3 (1): 67-76. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4227172>. [Consulta: agosto, 2017].
- METTERNICHT, G.; HURNI, L. & R. GOGU. 2005. "Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments". *Remote Sensing of Environment*, 98: 284-303.
- MOSS, J. L. 2000. "Using the Global Positioning System to monitor dynamic ground deformation networks on potentially active landslides". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(1): 24-32.
- MUGAGGA, F.; KAKEMBO, V. & M. BUYINZA. 2012. "Catena land use changes on the slopes of Mount Elgon and the implications for the occurrence of landslides". *Catena*, 90: 39-46.

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN y LA AGRICULTURA (FAO). 2009. *Guía para la descripción de suelos* (4th ed.). Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>. [Consulta: marzo, 2017].
- PAOLINI, L. y J. A. SOBRINO. 2002. "Detección de deslizamientos de ladera mediante imágenes Landsat TM: el impacto de estos disturbios sobre los bosques subtropicales del noroeste de Argentina". *Revista de Teledetección*, 18(1): 21-27.
- PÉREZ GÓMEZ, U. y J. BOSQUE SENDRA. 2008. "Transiciones de la cobertura y uso de la tierra en el período 1991 - 2005 en la cuenca del río Combeima, Colombia". *Serie Geográfica*, 14(1): 163-178.
- SCHMIDT, K. M.; ROERING, J. J.; STOCK, J. D.; DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. & T. SCHAUB. 2001. "The variability of root cohesion as an influence on shallow landslide susceptibility in the Oregon Coast Range". *Canadian Geotechnical Journal*, 38(5): 995-1.024.
- SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. 2014. *Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA)*. Disponible en: <http://simma.sgc.gov.co/#/public/basic/>. [Consulta: febrero, 2017].
- SIDLE, R.; PEARSE, A. & C. L. O'LOUGHLIN. 1985. *Hillslope stability and land use* (1st ed.). American Geophysical Union. Washington, DC, USA.
- SIDLE, R. & H. OCHIAI. 2006. *Landslides: processes, prediction, and land use* (1st ed., Vol. 18). American Geophysical Union. Washington, DC, USA.
- SOETERS, R. & C. J. VAN WESTEN. 1996. Slope instability recognition, analysis and zonation. En: A. K TURNER & R. L. SCHUSTER (Eds.), *Landslides: investigation and mitigation*. Special Report 247. pp. 129-177. Transportation Research Board. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA.
- SUÁREZ DÍAZ, J. 1998. *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (1st ed.). Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Bucaramanga, Colombia.
- TASSETTI, N.; BERNARDINI, A. & E. S. MALINVERNI. 2008. "Use of remote sensing data and GIS technology for assessment of landslide hazards in Susa Valley, Italy". *EARSeL eProceedings*, 7(1): 59-67.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 2014. *Modelo de Elevación Digital STRM - 1 Arc-second*. Disponible en: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. [Consulta: febrero 22, 2017]
- VARNES, D. J. 1978. "Slope movement types and processes". En: R. L. SCHUSTER & R. J. KRIZEK (Eds.), Special Report, 176, *Landslides—Analysis and control*. pp. 11-33. National Academy of Sciences Transportation Research Board. Washington, DC, USA.

- VERGARA, H. y M. MORENO. 1992. *Estudio geológico geotécnico de la cuenca del río Combeima*. Instituto Colombiano de Geología y Minería. Gobernación del Tolima-CRET. Ibagué (Tolima), Colombia.
- YILMAZ, I. 2009. "Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat-Turkey)". *Computers & Geosciences*, 35(6): 1.125-1.138.

# Estudio de la vegetación

## y sus efectos en la dinámica fluvial en cuencas serranas, Argentina

Study of the vegetation and its effects on the fluvial dynamics in mountain basins, Argentina

Antonela Volonté

Verónica Gil

Alicia María Campo

Universidad Nacional del Sur, CONICET.  
Bahía Blanca, Argentina  
antonela.volonte@uns.edu.ar  
verogil@uns.edu.ar  
amcampo@uns.edu.ar

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue presentar un estudio de la vegetación a través de un esquema metodológico en el cual se utilizaron imágenes satelitales aplicadas a la dinámica fluvial en cuencas pequeñas sin información hidrométrica. Se consideró como caso de análisis, la cuenca del arroyo San Bernardo (83 km<sup>2</sup>) localizada en el sistema de Ventania, Argentina. Ésta presenta eventos de crecidas torrenciales en las cuales la vegetación cumple un rol fundamental. Se elaboraron tres pasos metodológicos donde se interpretaron imágenes satelitales en combinación con muestreo fitogeográfico en campo. La aplicación de esta secuencia permitió identificar las especies predominantes a nivel de cuenca (areal) y de cauce (longitudinal) y con ello, las funciones que desempeñan en la dinámica fluvial. En la cuenca media y alta las especies herbáceas predominan por sobre las arbóreas, destacándose *Stipa ambigua* y *Cynodon dactylon*. La cuenca baja presenta especies introducidas, especialmente arbóreas como *Populus spp.* y *Salix spp.*

**Palabras clave:** cuencas serranas; Índice de Vegetación Normalizado; teledetección; dinámica hidrogeomorfológica.

### Abstract

The aim of this paper was to present a study of the vegetation in mountain basins by means of a methodological approach in which satellite images were applied to the fluvial dynamics in small basins. The vegetation is relevant in a basin as it influences the flow of vertical and horizontal flow affecting the water dynamics. The basin of the San Bernardo stream (83 km<sup>2</sup>) located in the Ventania System, Argentina, is considered as an application case. This basin presents events of flash floods in which the vegetation plays a fundamental role. Three methodological steps are proposed in which satellite images are applied in combination with phytogeographic field sampling. The application of this sequence for the analyzed basin allowed the identification of the predominant species at the level of basin (areal) and channel (longitudinal) and with this, the functions that they have in river dynamics.

**Key words:** mountain basins; Normalized Difference Vegetation Index; remote sensing; hydrogeomorphology.

## 1. Introducción

La cobertura vegetal en el contexto de una cuenca hidrográfica influye en la circulación del flujo de agua vertical (evapotranspiración e infiltración) y horizontal (escorrentía). El tipo de especies presentes define el paisaje fluvial en una cuenca, generando patrones característicos de distribución tanto en el cauce principal del río como en los diferentes sectores de una cuenca (Sotelo, 2005; González del Tánago y García de Jalón, 2007). Su importancia en la regulación de las crecidas es un tema destacado en distintos trabajos científicos. Según Argañaraz y Entraigas (2010), la cobertura, la densidad y la estratificación de la vegetación en general y de la ribera en particular intervienen en el hidrograma de crecida retardando, generalmente, el caudal pico. Por otra parte, la estructura de la vegetación es especialmente importante en la magnitud y la frecuencia de las inundaciones, dado que pueden producir cambios en el diseño del canal de escurrimiento (Graf, 1979; Petts, 1982; Casco *et al.*, 2005; Paoli y Malinow, 2010).

Es así como, a iguales condiciones de sustrato, áreas que no están vegetadas pueden ser erosionadas más rápidamente que aquellas que tienen una vegetación bien establecida. En las áreas de ribera, la existencia y permanencia de vegetación depende de dos factores: **i)** el hidrológico que incluye la variabilidad hidrométrica y la disponibilidad de humedad en el suelo, y **ii)** el geomorfológico que determina el grado de consolidación del suelo y los procesos de erosión/sedimentación (Camacho *et al.*, 2006; Ollero, 2009).

En cuencas pequeñas, de climas templados y con escasez de información hidrométrica, es importante el estudio detallado de la cobertura vegetal tanto en forma areal (en toda la cuenca) como en forma lineal (a lo largo de los

cauces). La identificación de patrones espaciales de comunidades vegetales permite *a posteriori* establecer relaciones con la dinámica hidrogeomorfológica. Por ello, el objetivo de este trabajo fue presentar un estudio de vegetación a través de un esquema metodológico en el cual se utilizaron imágenes satelitales. Se consideró como área de análisis la cuenca del arroyo San Bernardo, localizada en el sistema de Ventania, provincia de Buenos Aires (Argentina).

## 2. Materiales y métodos

Para el tratamiento de la vegetación en cuencas pequeñas (< 250 km<sup>2</sup>) de climas templados fueron propuestos una serie de pasos metodológicos contruidos a partir del análisis de imágenes satelitales y de la aplicación de diferentes técnicas (Figura 1). Esta secuencia constó de tres etapas, las dos primeras realizadas en gabinete y la última en el campo. En la etapa I (E-I) se realizó la combinación de bandas a partir de una imagen satelital. Para ello se recomienda utilizar imágenes que pertenezcan a un momento del año, en el cual la vegetación presente su mayor vigor y que tengan una calibración radiométrica y geométrica previa. En este caso, previo a la realización de la combinación de bandas, se convirtieron los valores de cada pixel (Número Digital) a un valor radiométrico para eliminar el ruido que generan los propios sensores. A partir de dichos valores se procedió a realizar la corrección atmosférica de las bandas del visible y el infrarrojo cercano utilizando el método de sustracción de objetos oscuros. Las imágenes utilizadas se obtuvieron del sitio *web* del Servicio Geológico de Estados Unidos (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). En este trabajo se utilizó la imagen satelital correspondiente al *Landsat*



**Figura 1** Metodología para el tratamiento de la vegetación en cuencas serranas.

Fuente: elaboración propia (2017)

8 OLI del día 12 de diciembre de 2014. Luego se realizó la combinación de bandas infrarrojo cercano, rojo y verde (543 en el caso de *Landsat* 8) para identificar las diferentes áreas según su cobertura.

En la etapa II (E-II), se realizó el cálculo del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI). Este índice permite conocer la calidad y la cantidad de la vegetación que se encuentra en el área. Los valores obtenidos varían entre -1 y 1. Los menores valores corresponden a los sectores que presenten escasa o poca vegetación y el caso opuesto para los valores más altos. Se destaca que los resultados obtenidos con este índice posibilitaron identificar los puntos de muestreo para el reconocimiento de las especies predominantes identificadas a partir de un comportamiento espectral similar. Los pasos metodológicos (I y II) propuestos están basados en la versatilidad de su aplicación y

en la posibilidad de monitorear a futuro áreas en la cuenca con respuesta espectral diferente ante los eventos de crecidas.

La última etapa (E-III) consistió en la elección de puntos de muestreo y su posterior análisis. Los criterios adoptados para la elección de estos sitios se basaron en representatividad, funcionalidad ecosistémica y accesibilidad. Para la realización del muestreo se propuso la utilización de dos métodos que varían según la homogeneidad de las especies vegetales predominantes.

El muestreo aleatorio de cuadrados de vegetación (Braun Blanquet, 1950) resulta útil cuando existe homogeneidad de especies. Previo a su aplicación es importante definir cuál será el área mínima en función de la superficie total. Para determinarla, se relevan las especies que se reconocen en una parcela muy por debajo del área mínima inicial que

se estima como probable. Luego, se duplica la superficie analizada, incluyendo la parcela previa y se anotan las especies adicionales observadas, así se continúa hasta el momento en que no se relevan especies nuevas y se determina el área mínima.

En este estudio de caso se consideraron unidades muestrales (UM) de 10 m<sup>2</sup> donde se tuvieron en cuenta las características analíticas: abundancia, densidad, cobertura y sociabilidad. Estas variables establecen el número de individuos (abundancia), la superficie ocupada por los mismos (densidad), el grado de dominancia o área ocupada por los individuos de una especie (cobertura) y la manera en que éstos se agrupan sobre el suelo (sociabilidad), (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos se muestran en gráficos de cobertura que representan el área ocupada por los individuos de una especie. La transecta de línea se recomienda ante la existencia de especies heterogéneas y de escasa cantidad. Esta metodología consiste en la observación, identificación y posterior descripción de cada especie que se encuentra a lo largo de la línea (Petagna de Del Río, 2002) que, en este caso, se traza en forma perpendicular a la dirección del flujo de agua.

La representación sintética de los individuos vegetales se realizó a través de los danserogramas (Dansereau, 1957). Esta es una representación esquemática en la cual se asignan símbolos a cada categoría fisionómica estructural (Matteucci y Colma, 2002); se

**Cuadro 1** Variables analíticas y sintéticas consideradas para la interpretación de los cuadrados de vegetación

CARACTERES ANALÍTICOS		
	Escala de estimación	Valor absoluto
<b>Número de individuos (abundancia)</b>	1. Muy rara (muy espaciada) 2. Rara (espaciada) 3. Poco numerosa (no frecuente) 4. Numerosa (abundante) 5. Muy numerosa (muy abundante)	N° de individuos por especie, según UM.
<b>Densidad</b>	*****	D=N° de individuos/(UM)
<b>Cobertura</b>	1. < 15 % (casi ausente) 2. 15 a 25 % (rara) 3. 25 a 50 % (dispersa) 4. 50 a 75 % (interrumpida) 5. > 75 % (continua)	*****
<b>Sociabilidad</b>	1. Cada individuo crece aislado 2. Crecimiento en grupos o matas 3. Crecimiento en manchas o cojines 4. Crecimiento en pequeñas colonias o manchones, tapizando el suelo 5. Crecimiento en grandes multitudes	P= N° de UM en que una especie aparece/ N° total de UM
CARACTERES SINTÉTICOS		
<b>Presencia</b>	1. 0 a 20 % (rara) 2. 20 a 40 % (pocas veces presente) 3. 40 a 60 % (a menudo presente) 4. 60 a 80 % (presente) 5. 80 a 100 % (constantemente presente)	

Fuente: elaborado por Volonté sobre la base de Braun Blanquet (1950)

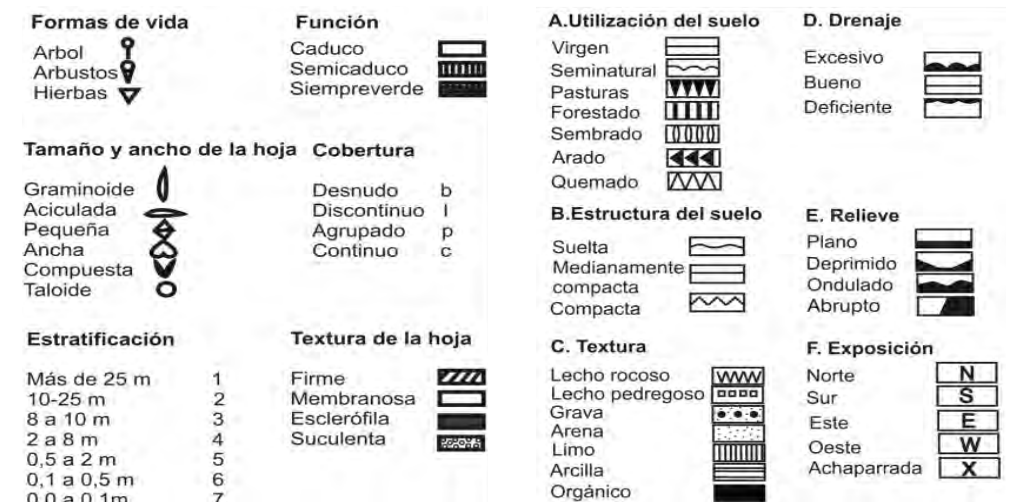
establecen los distintos estratos de las formas biológicas predominantes y la abundancia relativa de las especies. Asimismo, permite el análisis de las condiciones del biotopo como la utilización del suelo, la estructura, la textura y el drenaje del suelo, el tipo de relieve y la exposición (Figura 2).

## 2.1 Área de estudio

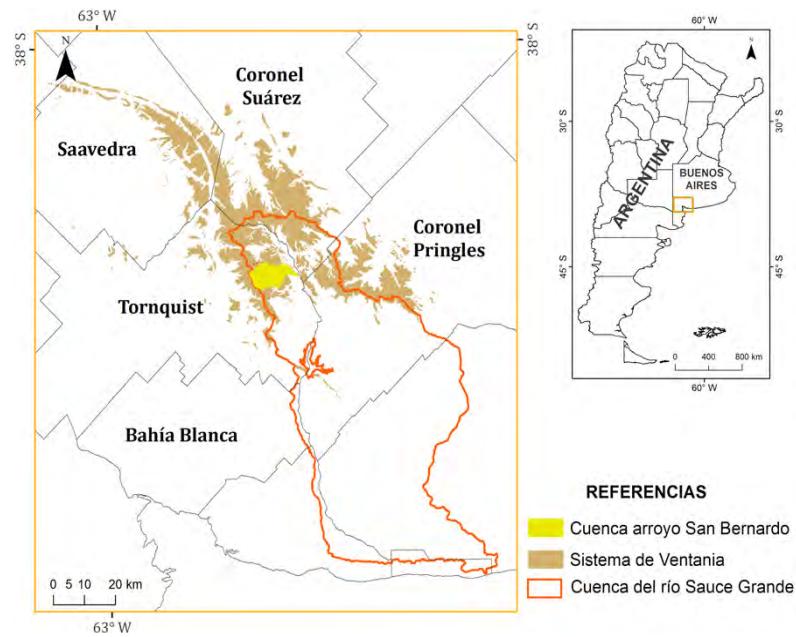
El sistema de Ventania se localiza en el suroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Regionalmente es la mayor divisoria de aguas conformando varias cuencas hidrográficas de diferente jerarquía. Se destaca la cuenca del río Sauce Grande, en la cual el arroyo San Bernardo (83 km<sup>2</sup>) es uno de sus afluentes más importantes (Figura 3).

El área de estudio se encuentra en una zona de clima templado donde las temperaturas medias oscilan entre los 14 y los 20 °C y las precipitaciones poseen una marcada variabi-

lidad espacial y temporal (años secos: 300 mm y años húmedos: 1.200 mm), (Zapperi *et al.*, 2006; 2007; Gil, 2010; Gentili *et al.*, 2011; Gentili y Gil, 2013). La comunidad vegetal climática de este distrito es la estepa o pseudoestepa de gramíneas, denominada localmente 'flechillar' y el género más destacado es *Stipa* (Cabrera, 1976). En el sistema de Ventania, los pastizales desarrollados principalmente entre los 300 y 500 m están representados por *Stipa caudata*, *Stipa ambigua* y *Sorghastrum pellitum* acompañados por *Stipa filiculmis*. A partir de los 500 m crecen plantas de distribución restringidas como la *Festuca pampeana* y la *Festuca ventanica*. Estas especies son propias de las laderas umbrías y pendientes con mayor inclinación (Kristensen y Frangi, 1995; Lizzi *et al.*, 2007). En el área de la cuenca que se encuentra urbanizada se encuentran ejemplares arbóreos representado por *Populus spp.* y *Salix humboldtiana*.



**Figura 2** Simbología de la metodología de Dansereau. Fuente: elaborado por Volonté *et al.*, 2014 sobre la base de Dansereau (1957)



**Figura 3** Área de estudio. Fuente: elaborado por Volonté sobre la base de las cartas topográficas 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

### 3. Resultados

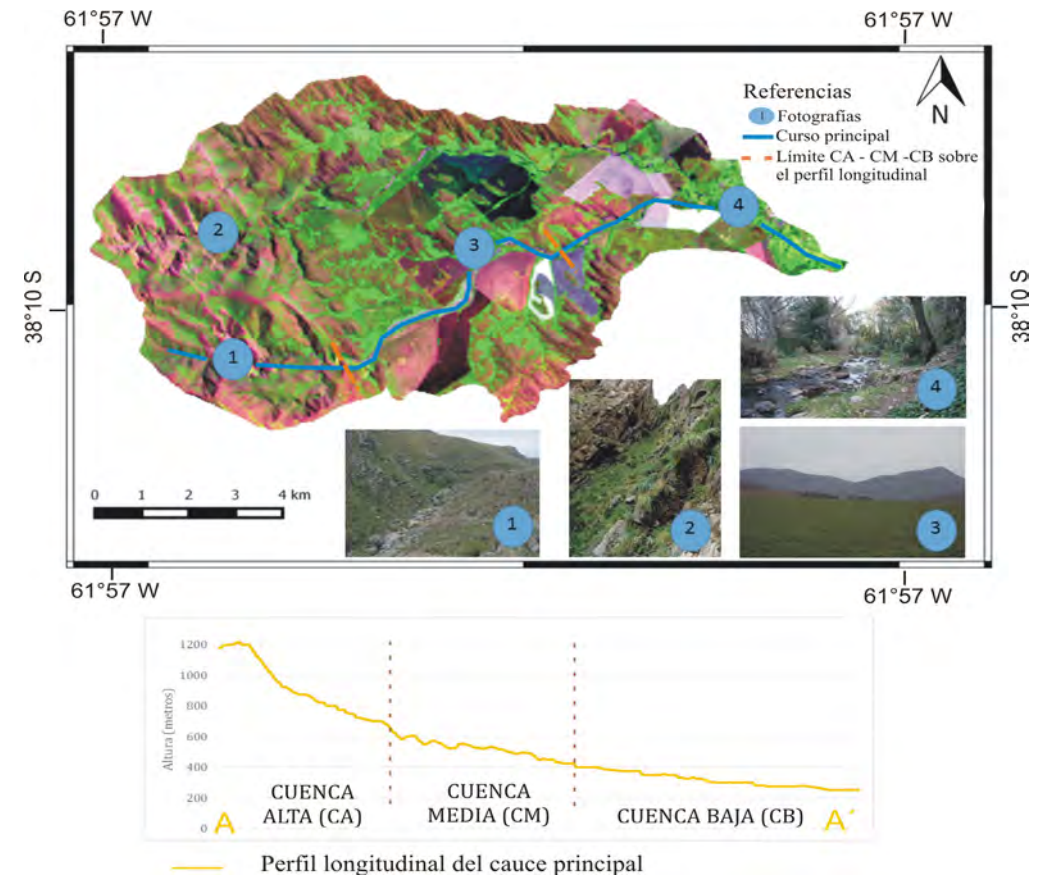
#### 3.1 Combinación de bandas (Etapa-I) y cálculo de NDVI (Etapa-II)

En la **Figura 4** se observan los resultados de la combinación de bandas realizada y el perfil longitudinal del arroyo San Bernardo, destacándose en el mismo los diferentes sectores de la cuenca. En la gama de verdes se diferencian distintos porcentajes de cobertura vegetal y en la gama de rosas las zonas con suelo sin cobertura vegetal. Se observó el aumento en la cobertura vegetal a medida que se desciende en altura. Esto se debe a que en la cuenca alta, la mayor cantidad de superficie está ocupada por afloramientos rocosos y permite solo el desarrollo de suelo somero. En la cuenca media y baja predominan los depósitos aluviales y suelos bien desarrollados. También, el ancho del cauce es mayor y el

desarrollo de las especies ribereñas aumenta en cantidad y porte. La misma está asociada por su distribución espacial al desarrollo de la urbanización.

A partir del cálculo del NDVI (E-II) se identificó la presencia de vegetación en la superficie y se caracterizó la distribución espacial (**Figura 5**). Los valores comprendidos entre 0 - 0,4 se distribuyen en la zona alta de la cuenca y en la parte media baja, coincidiendo con los campos sin cultivar y la zona de cauce sin vegetación de ribera. La vegetación más densa y bien desarrollada presenta valores superiores a 0,6, destacándose la zona ribereña, principalmente en la cuenca media y baja.

Del análisis conjunto de la clasificación (E-I) y el NDVI (E-II) se puede cuantificar la cantidad de superficie cubierta y el vigor de la vegetación. En la cuenca alta predomina el suelo desnudo y el roquedal (22,9 km<sup>2</sup>). Los roquedales aparecen como unidades discretas

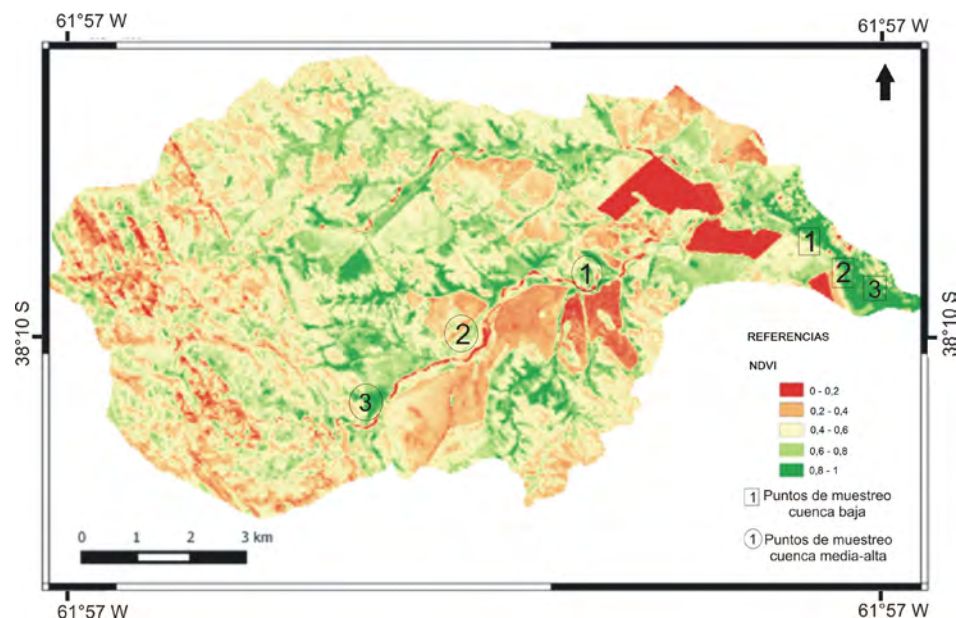


**Figura 4** Combinación de bandas 543 y perfil longitudinal del cauce principal. Las tonalidades de rosa corresponden a áreas con suelo desnudo, las verdes a superficie cubierta con vegetación y las marrones los afloramientos rocosos. Las fotografías 1 y 2 corresponden a la cuenca alta, la 3 a la cuenca media y la 4 a la baja. Fuente: elaborado por Volonté sobre la base de la imagen satelital Landsat OLI (USGS-12/12/2014). Fuente: elaborado por Volonté sobre la base de la imagen satelital Landsat OLI (USGS-12/12/2014)

(pendientes y cumbres) con suelos someros y rodeados por pastizal. Aquí existen condicionantes micro-climáticas que contribuyen a una disminución del número de especies del pastizal. En la cuenca media y baja, el suelo desnudo ocupa 26,6 km<sup>2</sup> y la vegetación forma una matriz representada por el pastizal pampeano (32,4 km<sup>2</sup>). El género más abundante es *Stipa spp.*, *Paspalum* y pequeños grupos de *Briza subaristata*; son especies herbáceas que no superan los 25 cm de alto. En la cuenca baja esta matriz se interrumpe por la presen-

cia de corredores caracterizados por especies arbóreas del género *Populus spp.* y *Salix humboldtiana* y especies herbáceas del pastizal pampeano.

En función de estos resultados y los criterios propuestos en el apartado 2, se seleccionaron distintos puntos de muestreo para la aplicación de los métodos fitogeográficos de la E-III. Se destaca la importancia de estas dos etapas (E-I y E-II) en forma conjunta para la caracterización de la vegetación aplicada a la dinámica fluvial. En la literatura existen



**Figura 5** Índice de Vegetación Normalizado (NDVI). Fuente: elaborado por Volonté sobre la base de la imagen satelital Landsat OLI 12/12/2014 (USGS)

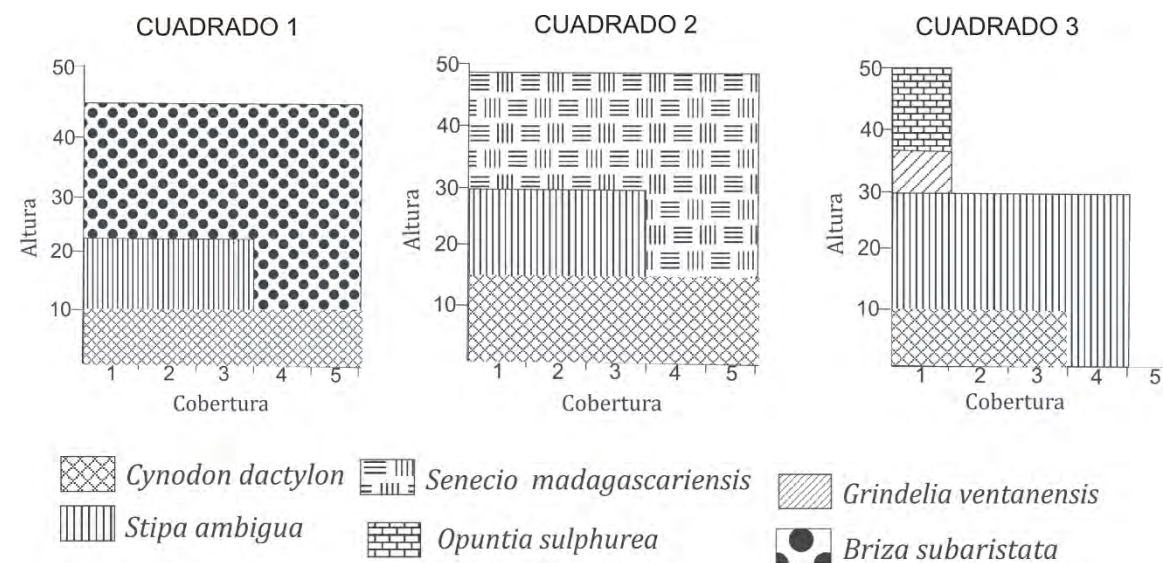
ejemplos de aplicación (Casado, 2006; Santana y Salas Rey, 2007; Alcaraz-Segura *et al.*, 2008; Vázquez *et al.*, 2013), pero sin un contexto metodológico como el que aquí se expone.

### 3.2 Muestreo areal (E-III): la vegetación en la cuenca alta y media

Se seleccionaron tres unidades de muestreo (UM), (Figura 6). En la UM-1 se identificaron tres especies: *Cynodon dactylon*, *Briza subaristata* y *Stipa ambigua*. Las dos primeras especies tienen una cobertura superior al 75% del cuadrado de vegetación, mientras que *Stipa ambigua* tiene una cobertura dispersa entre un 25% y 50%. La vegetación está intercalada y las especies arbóreas son casi inexistentes. Con respecto a la UM-2, las especies dominantes son *Senecio madagascariensis*, *Stipa ambigua* y *Cynodon dactylon*. La mayor cobertura corresponde al pastizal de *Cynodon dactylon* y

*Senecio madagascariensis* (75%), mientras que *Stipa ambigua* tiene una cobertura del 25% al 50%. En la UM-3, las especies relevadas fueron cuatro: *Stipa Ambigua*, *Cynodon dactylon*, *Grindelia ventanensis* y *Opuntia sulphurea*. La mayor cobertura corresponde al pastizal *Stipa ambigua* (50% - 75%) y *Cynodon dactylon* (25% - 50%).

En este caso, el muestreo de vegetación permite inferir áreas donde potencialmente la infiltración es mayor que el escurrimiento o áreas donde se puede producir almacenamiento en las raíces. En áreas con mayor cobertura de *Stipa* se retiene mayor cantidad de agua en periodos de lluvia no torrenciales. Los pastizales del área de estudio han coevolucionado ajustándose a los períodos húmedos y secos a lo largo del tiempo. Según Otondo *et al.* (2014), algunas especies presentan adaptaciones fisiológicas-anatómicas que le permiten ajustarse en forma flexible a las condiciones



**Figura 6** Unidades de muestreo a partir de cuadradas de vegetación. Fuente: elaborado por Volonté

impuestas por periodos de aguas altas. Este es el caso del género *Stipa* en el área de estudio.

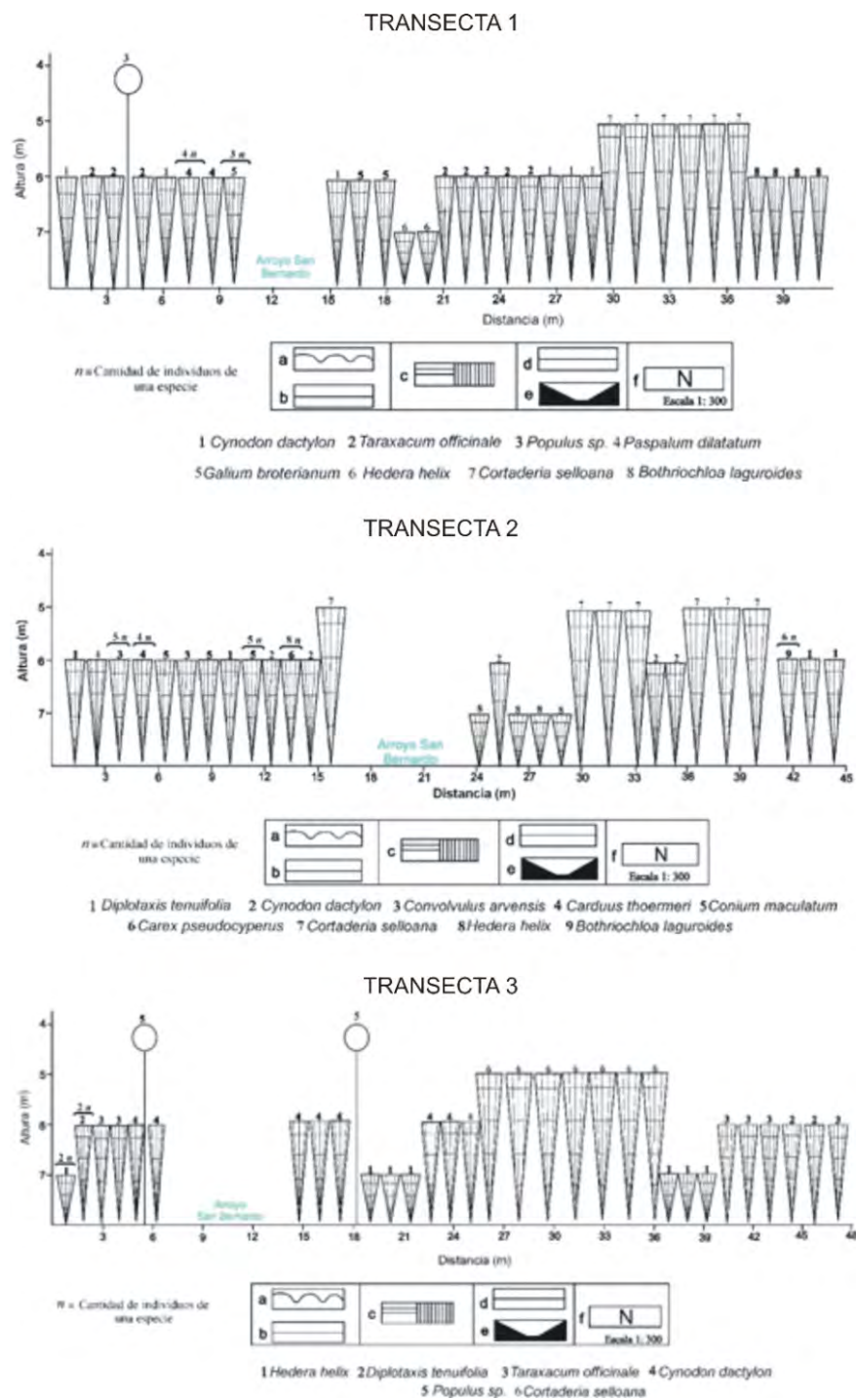
### 3.3 Muestreo lineal (E-III): la vegetación en la cuenca baja

Se elaboraron tres transectas en un tramo fluvial de la cuenca baja (Figura 7). La longitud de las mismas varía según la configuración del cauce. En general, el tramo se caracteriza por presentar especies propias del pastizal pampeano con cobertura en general continua. La utilización del suelo es seminatural con un buen drenaje y su estructura es compacta con una textura limo-arcillosa. En la transecta 1 (42 m) se reconocieron 8 especies, entre ellas: *Taraxacum officinale*, *Cortaderia selloana* y *Cynodon dactylon*. Se observaron dos estratos de vegetación (arbóreo y herbáceo). El herbáceo fue predominante, la altura de las especies varía entre los 0,5 y 1,5 m mientras que el arbóreo presentó una única especie de 6 m de alto.

En la transecta 2 (45 m) se identificaron 9 especies todas pertenecientes al estrato her-

báceo, cuya altura varía entre los 0,1 m y 2 m. Las que poseen mayor cantidad de ejemplares son *Carex pseudocyperus*, *Cortaderia selloana*, y *Conium maculatum*. En la transecta 3 (48 m) se identificaron 6 especies siendo las más representativas: *Hedera hélix*, *Cortaderia selloana* y *Taraxacum officinale*. Se observaron dos estratos: el herbáceo, con una cobertura continua y el arbóreo representado por el género *Populus*. Las alturas del estrato herbáceo se encuentran entre 0,1 m y 2 m y en el estrato arbóreo las especies presentes son principalmente *Populus spp.*, con una altura de 8 m y *Salix spp.*

En el caso de la vegetación lineal es importante su identificación, debido a que actúan como 'diques' durante las crecidas, magnificando la onda de crecida. Además, se utilizan como indicadores de la altura del agua midiendo los restos vegetales que quedan en los árboles cuando el agua vuelve a su altura normal. Su presencia es importante porque estabilizan el suelo en las márgenes y orillas, aumentando la resistencia a la erosión y reteniendo la



**Figura 7** Transectas de vegetación. Fuente: elaborado por Volonté

escorrentía procedente de la cuenca. La vegetación allí presente utiliza gran parte de los nutrientes disueltos en el agua, evitando así la eutrofización y mejorando el paisaje y su valor recreativo (Insausti *et al.*, 2005; Taboada *et al.*, 2009; Otondo *et al.*, 2014).

#### 4. Conclusiones

La vegetación natural determina muchos de los procesos, funciones y dinámismos en las cuencas, de ahí la importancia de analizar la presencia, extensión y diversidad de formaciones vegetales existentes en ellas. A partir de la aplicación de los pasos metodológicos propuestos, se calculó el NDVI y se identificaron áreas de muestreo con diferentes grados de coberturas. En la cuenca alta predominan los afloramientos rocosos con escasa o nula vegetación. En la cuenca media predomina el pastizal pampeano y, en menor superficie, las áreas de cultivo; sin embargo, no se observaron variedad de especies. Por otra parte, en la cuenca baja se desarrolla principalmente la vegetación ribereña, donde existe diversidad de especies arbóreas y herbáceas. El desarrollo de la vegetación ribereña se asocia al uso de suelo urbano siendo la mayoría de las especies introducidas.

El patrón de vegetación areal es importante para definir el grado de infiltración y retención de agua precipitada tanto en even-

tos normales como extraordinarios. El pastizal pampeano juega un rol predominante en la condición de humedad previo y simultáneo al evento de precipitación. Por otra parte, la vegetación lineal (ribera) influye en la forma de tránsito de la crecida a lo largo del canal. En el caso de la cuenca de estudio, al tener mayor desarrollo en la cuenca baja, la vegetación ribereña actúa como diques reteniendo el agua y elevando su altura, condicionando así el pico de crecida del hidrograma generado.

Esta metodología es aplicable en cuencas pequeñas donde se puede realizar las técnicas de muestreo *in situ* o en cuencas donde la accesibilidad es baja, y es posible elegir puntos de muestreo sobre la base de la E-I y E-II y extrapolar sus resultados. Esta propuesta es de sencilla aplicación y se puede combinar con otras metodologías de identificación fitogeográfica propias de climas cálidos y fríos.

#### 5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto 'Geografía Física aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales'. Dirigido por la Dra. Alicia M. Campo. Se agradecen los aportes realizados por la Mg. Graciela Benedetti y la Dra. Vanesa Bohn que contribuyeron a mejorar la calidad de este trabajo.



## 6. Referencias citadas

- ALCARÁZ SEGURA, D.; BALDI, G.; DURANTE, P. y M. F. GARBULSKY. 2008. "Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión". *Ecosistemas*, 17(3):108-117.
- ARGAÑARAZ, J. P. e I. ENTRAIGAS. 2010. Análisis de los tipos de cubierta del suelo en la cuenca baja del arroyo del Azul (Buenos Aires, Argentina) a partir de imágenes Landsat 5 TM. *I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*. Instituto de Hidrología de Llanuras. Azul, Argentina.
- BRAUN BLANQUET, J. 1950. *Sociología vegetal. Estudio de las comunidades vegetales*. Acme Agency. Buenos Aires, Argentina.
- CABRERA, A. 1976. "Fitogeografía de la República Argentina". *Sociedad Argentina Botánica*, XIV(1-2): 50 p.
- CAMACHO RICO, F.; TREJO, I. y C. BONFIL. 2006. "Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 78(1): 17-31.
- CASADO, A. 2006. *Modelo digital para la prevención de incendios forestales en el área de Villa Ventana*. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. Bahía Blanca, Argentina. Tesis de Licenciatura.
- CASCO, S. L.; BASTERRA DE CHIOZZI, N. I. y J. NEIFF. 2005. "La vegetación como indicador de la geomorfología fluvial". *Revista Brasileira de Geomorfología*, 6(1): 123-136.
- DANSEREAU, P. 1957. *Biogeography an ecological perspective*. The Royal Pres. New York.
- GENTILI, J. O.; CAMPO, A. M. y V. GIL. 2011. Distribución espacial y temporal de las precipitaciones en la cuenca alta del arroyo Sauce Corto, Sistema de Ventania. *Actas Científicas CNG 72° Semana de Geografía*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. 115-125. Mar del Plata, Argentina.
- GENTILI, J. O. y V. GIL. 2013. "Variabilidad temporal de las precipitaciones en vertientes opuestas del Sistema de Ventania, Buenos Aires, Argentina". *Revista Universitaria de Geografía*, 22(2): 147-166.
- GIL, V. 2010. *Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río Sauce Grande aplicada al peligro de crecidas*. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. Tesis doctoral en Geografía.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO M. y D. GARCÍA DE JALÓN. 2007. *Restauración de Ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- GRAF, W. L. 1979. "The development of montane arroyos and gullies". *Earth Surface Processes and Landforms*, 4: 1-14.
- INSAUSTI, P.; CHANETON, E. y A. GRIMOLDI. 2005. "Las inundaciones modifican la estructura y el funcionamiento de la vegetación en los pastizales de la pampa deprimida". En: M. OESTERHELD (Ed.). *Heterogeneidad de la vegetación de los agrosistemas*. Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- KRISTENSEN, M. J. y J. L. FRANGI. 1995. "La Sierra de la Ventana: una isla de biodiversidad. Buenos Aires". *Ciencia Hoy*, 30(5): 1-15.
- LIZZI, J. M.; GARBULSKY, M. F. y R. A. GOLLUSCIO. 2007. "Mapeo indirecto de la vegetación de Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires". *Revista Ecología Austral*, 17(2): 217-230.
- MATTEUCCI, S. y A. COLMA. 2002. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Ediciones Ave Fénix. Buenos Aires, Argentina.
- OLLERO, A. 2009. *Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro. Guía metodológica*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Zaragoza, España.
- OTONDO, J.; MELANI, E.; CASAL, A.; CORIA, J.; MARTINEFSKY, M. y J. NEMOZ. 2014. *Las inundaciones, los pastizales y los suelos*. INTA EEA Cuenca del Salado. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_inundaciones\\_-\\_pastizales\\_-\\_suelos\\_-\\_cuenca\\_de.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_inundaciones_-_pastizales_-_suelos_-_cuenca_de.pdf) [Consulta: enero, 2018].
- PAOLI, C. U. y G. V. MALINOW. 2010. *Criterios para la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- PETAGNA DE DEL RÍO, A. M. 2002. Metodología para el estudio geográfico de la vegetación. *Actas IV Jornadas de Geografía Física*. Facultad de Humanidades. Departamento de Geografía y Grupo de Estudios de Geografía Física. 66-75. Mar del Plata, Argentina.
- PETTS, G. E. 1982. "Channel changes within regulated rivers". En: B. ADLAM; C. FENN & L. MORRIS (Eds.). *Papers in Earth Studies*. pp. 117-142. Geobooks Norwich. Inglaterra.
- SANTANA, L. M. y J. SALAS REY. 2007. "Combinación de bandas óptimas para la discriminación de sabanas colombianas usando imagen Landsat ETM+". *Entorno geográfico*, 5(1): 77-102.
- SOTELO, R. 2005. *Determinación de correlaciones entre geomorfología y vegetación con suelos expansivos y suelos dispersivos, empleando procesamiento digital de imágenes*. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- TABOADA, M. A.; DAMIANO, F. y R. S. LAVADO. 2009. "Inundaciones en la Región Pampeana. Consecuencias sobre los suelos". En: TABOADA y LAVADO (Ed.). *Alteraciones de la fertilidad de los suelos: el halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones*. pp. 103-127. Buenos Aires, Argentina.

- VÁZQUEZ, P.; ADEMA, E. y B. FERNÁNDEZ. 2013. "Dinámica de la fenología de la vegetación a partir de series temporales de NDVI de largo plazo en la provincia de La Pampa". *Ecología Austral*, 23: 77-86.
- VOLONTÉ, A.; DUVAL, V.; GIL, V. y A. CAMPO. 2014. Vegetación ribereña en la cuenca baja del arroyo San Bernardo, Sierra de la Ventana. *Congreso Internacional de Geografía, 74° Semana de Geografía*. 297-305. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Trevelin, provincia del Chubut, Argentina.
- ZAPPERI, P.; CASADO, A.; GIL, V. y A. CAMPO. 2006. Caracterización de las precipitaciones invernales en el suroeste bonaerense. *IV Jornadas Interdisciplinarias del sudoeste Bonaerense*. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- ZAPPERI, P.; RAMOS, M.; GIL, V. y A. CAMPO. 2007. "Caracterización de las precipitaciones estivales en el suroeste bonaerense". *Contribuciones Científicas*, 483-491.

# Impacto de pequenas

## centrais hidrelétricas em sub-bacias do rio Branco em Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil

Impact of small hydroelectric plants in the Branco River subwatershed in Rondônia, Western Amazon, Brazil

Caio Henrique Patrício Pagani<sup>1</sup>

Adriano Reis Prazeres Mascarenhas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), Porto Velho (RO), Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Rondônia, Departamento Acadêmico de Engenharia Florestal, Rolim de Moura, (RO), Brasil.  
caiopagani@gmail.com  
adriano.mascarenhas@unir.br

### Resumo

Objetivou-se caracterizar a modificação espaço temporal do uso e ocupação do solo, sob a influência de pequenas centrais hidrelétricas na bacia do rio Branco em Rondônia (RO), Brasil, pela técnica de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Utilizou-se imagens dos satélites *Landsat 5* e *Landsat 8* e imagens SRTM. Para tanto, empregou-se o software *ArcGIS* na delimitação das sub-bacias, na obtenção dos NDVI e na vetorização dos canais de transposição de água. Ao final, obteve-se a delimitação de 76 sub-bacias hidrográficas, o teste de t pareado ( $p < 0,01$ ) indicou decréscimo de cobertura vegetal entre 1996 e 2006 (3,49 % ano<sup>-1</sup>), e entre 2006 e 2016 a taxa média de supressão vegetal foi de 1,30 % ano<sup>-1</sup>. As instalações das PCHs aumentaram a lâmina de água devido à construção de canais de transposição e por meio dos NDVI foi possível verificar as dinâmicas de uso e ocupação do solo.

**Palavras chave:** NDVI; bacia hidrográfica; geoprocessamento; água; socio-ambiental.

### Abstract

The objective of this study was to characterize the spatial-temporal variation of use and occupation of the soil, under the influence of small hydroelectric plants (PCHs) in the Branco River watershed Rondônia, Brazil, by using the normalized difference vegetation index technique (NDVI). Images from the *Landsat 5* and *Landsat 8* satellites and SRTM images were used. Thus, the *ArcGIS* software was used in the definition of subwatersheds, in getting the NDVI and vectorization of the water transposition channels. At the end, 76 subwatersheds were delimited; the paired t-test ( $p < 0.01$ ) indicated a decrease in plant cover between 1996 and 2006 (3.49 % year<sup>-1</sup>), and between 2006 and 2016 the average plant suppression rate was 1.30 % per year<sup>-1</sup>. The installations of the PCHs increased the water depth due to the construction of transposition channels; by means of the NDVI it was possible to verify the dynamics of use and occupation of the soil.

**Key words:** NDVI; watershed; geoprocessing; water; socioenvironmental.

## 1. Introdução

Nas décadas de 70 e 80 muitos países sofreram com a crise do petróleo. Nessa época, iniciou-se as correntes ambientais que conduziram ao planejamento do setor energético mundial para uma estratégia de procura sistemática de fontes alternativas de energia (Santana, 2006). No entanto, o Brasil iniciou a industrialização muito tarde, e embasado em planos de crescimento econômico fundamentado na implantação de obras de grande porte, que desencadearam inúmeros impactos ambientais, prejudicando a localidade onde a infraestrutura foi instalada, principalmente as usinas hidrelétricas (UHES), (Goldemberg e Moreira, 2005).

Em complemento a isso, Bermann (2007) comenta que no Brasil a viabilização da geração de energia elétrica por meio de UHES ocorreu devido à grande fonte de recursos hidráulicos que irrigam o país, visto que o aproveitamento do potencial hidrelétrico na geração de energia elétrica pode apresentar vantagens em comparação às outras fontes geradoras de energia elétrica. Porém, Moretto *et al.* (2012) afirmam que, atualmente, a matriz energética nacional é prejudicada pela falta de recursos do governo para realização de investimentos em empreendimentos e projetos que tenham baixo impacto ambiental.

Nesse contexto, com o aumento da demanda brasileira no consumo elétrico, ocorreu de maneira favorável para as atividades ecológicamente sustentáveis e com baixo impacto, que culminaram no desenvolvimento dos projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), principalmente, em rios de pequeno e médio porte, em resposta aos movimentos ambientais (Perius e Carregaro, 2012).

Deste modo, as quedas de água de pequeno e médio porte representam uma opção

interessante para geração de energia elétrica. Sendo assim, as PCHs foram vistas como fonte de geração com custo acessível, ao menor prazo, além de disponibilizarem o acesso às suas linhas de transmissão à longa distância (Arias-Gaviria *et al.*, 2017). Por conta desses aspectos, conforme Dursun e Gokcol (2011), as PCHs podem ter vantagens intrínsecas na atenuação de eventuais efeitos negativos sócio-ambientais, como, por exemplo, a não interferência no regime hidrológico do curso de água.

Em contrapartida, para alcançar tais resultados é fundamental que ocorra o planejamento adequado para a construção de PCHs, bem como o monitoramento de sua operação. Então, diante desse cenário, as geotecnologias podem ser ferramentas úteis para compreender os processos ecológicos e antrópicos que agem nos sistemas terrestres, pois facilitam a identificação de elementos da superfície, tais como: floresta, cursos de água, formações rochosas, relevo e topografia, tornando possível a avaliação dos impactos que podem ser gerados pela construção de grandes empreendimentos (Santos *et al.*, 2016).

Sendo assim, pode-se destacar como exemplo de geotecnologias: sistemas de informações geográficas (SIG), geoprocessamento, sensoriamento remoto, topografia e o sistema de posicionamento global (GPS) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), (Ibrahin, 2014). Portanto, essas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem a dinâmica de uso e ocupação do solo e as alterações do regime hídrico de bacias hidrográficas (Coelho e Ferreira, 2011).

Nesse sentido, Cazula e Mirandola (2010) definem bacia hidrográfica como área de captação natural para a recarga de aquíferos

livres e confinados, na qual o escoamento de água possui um único ponto de saída com perímetro e delimitado pelos divisores topográficos. Além disso, ela é o principal elemento para unidade de planejamento territorial e são altamente sensíveis às modificações dos corpos hídricos que a compõe, bem como de suas adjacências.

Tendo em vista os aspectos apresentados, objetivou-se, com o presente trabalho, realizar uma análise da modificação espaço temporal do uso e ocupação do solo, anteriormente e posteriormente a instalação de sete PCHs, localizadas à montante da bacia do rio Branco no município de Alta Floresta do Oeste, Rondônia, por meio da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

## 2. Material e métodos

### 2.1 Caracterização da área de estudo

Para desenvolvimento desse trabalho, fez-se necessário, primeiramente, realizar a delimitação de duas sub-bacias hidrográficas (11° 57' 15"S, 62° 06' 16"O) pertencentes à bacia do rio Branco, nas quais estão instaladas sete pequenas centrais hidrelétricas. A região em estudo faz parte do município de Alta Floresta do Oeste, Rondônia, cuja área territorial é de 7.067,025 km<sup>2</sup>, com uma população aproximada de 25.578 habitantes. Além disso, o município em questão está na porção leste do estado de Rondônia e compõe um dos municípios da microrregião geográfica do município de Cacoal.

A classificação do clima da região, conforme a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Am (tropical úmido ou sub-úmido) com temperatura média anual de 26°C e pluviosidade média anual de 1.900 mm (Alvares *et al.*,

2013). O período mais chuvoso no estado ocorre entre os meses de novembro e março e o mais seco entre os meses de maio e setembro.

As localizações das PCHs foram obtidas a partir da consulta da base de dados fornecida pela ANEEL (2016), e estão indicadas na **Figura 1**.

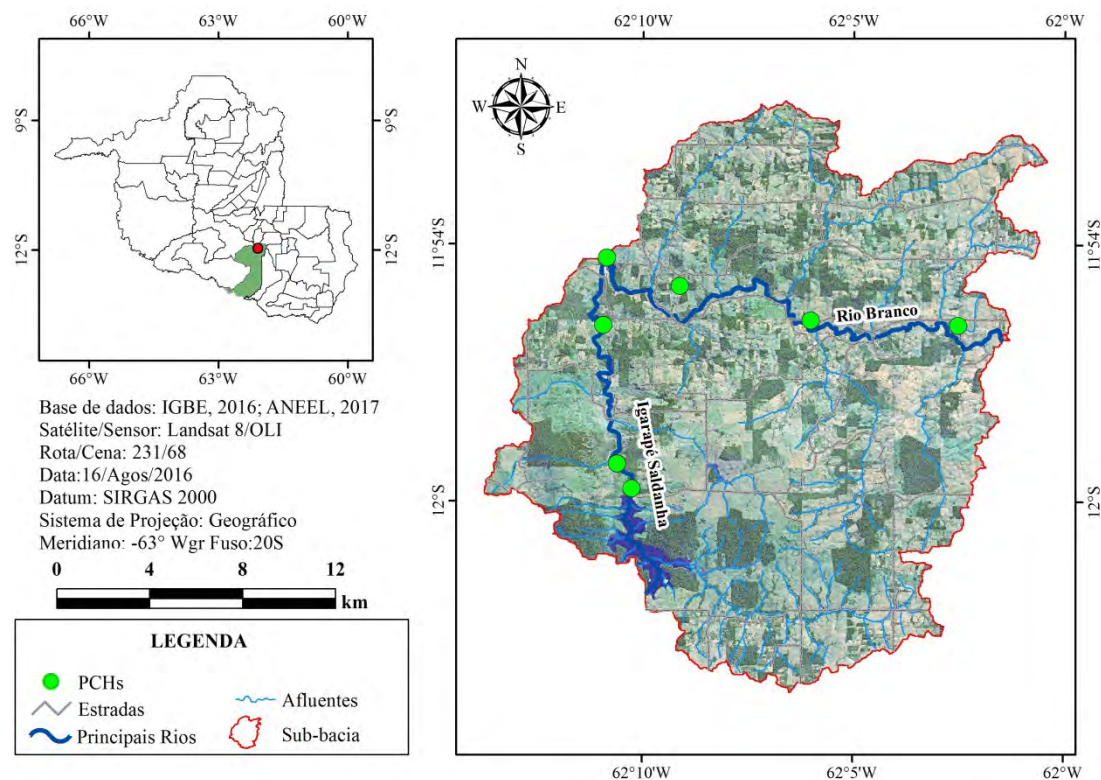
### 2.2 Procedimentos metodológicos

O estudo proposto foi realizado em quatro etapas, sendo elas: **1)** pesquisa na literatura referente à caracterização da área de estudo e sobre metodologias e técnicas utilizadas para efetuar o estudo; **2)** pesquisa de fontes de informações e base de dados espacial; **3)** ajuste e correções na base de dados; **4)** confecção e elaboração dos mapas temáticos.

As bases de dados utilizadas para atender os procedimentos deste estudo consistem em: base de dados geológicos do estado de Rondônia na escala de 1:1.000.000 contendo os limites das bacias e sub-bacias hidrográficas, hidrografia (CPRM, 2017); base cartográfica do estado de Rondônia na escala de 1:1.000.000 contendo os limites estaduais, limites municipais e as rodovias (IBGE, 2017); base de dados de localização das PCHs na escala de 1:1.000.000 (ANEEL, 2016); imagens do sensor da série *Landsat*, conforme indicado na **Tabela 1** (INPE, 1996; 2006; 2011; 2016).

Além disso, foram utilizadas imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), as quais correspondem às folhas: 11S63 ZN, 11S615 ZN, 12S63 ZN, 12S615 ZN e 12S645 ZN, com resolução espacial de 90 metros e resolução radiométrica de 16 bits (INPE, 2011).

Os procedimentos de tratamento de informações e elaboração dos mapas foram realizados no *software SIG ArcGIS Desktop* versão 10.5 do ano de 2017, com licença estudantil sobre o número de registro EVA346750770 (ESRI, 2017).



**Figura 1** Localização da área em estudo e das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) na bacia do rio Branco, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

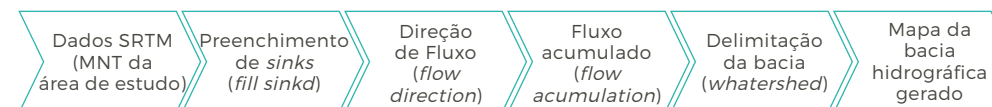
**Tabela 1** Características das imagens da série *Landsat* na bacia do rio Branco, Alta Floresta do Oeste, Rondônia

Satélite e sensor	Resolução espacial	Resolução radiométrica	Bandas utilizadas	Órbita e ponto	Data do imageamento
Landsat 5/TM	30 m	8 bits	5R 4G 3B	231/68	20/07/1996
Landsat 5/TM	30 m	8 bits	5R 4G 3B	231/68	16/07/2006
Landsat 8/OLI	30 m	8 bits	4R 3G 2B	231/68	16/08/2016

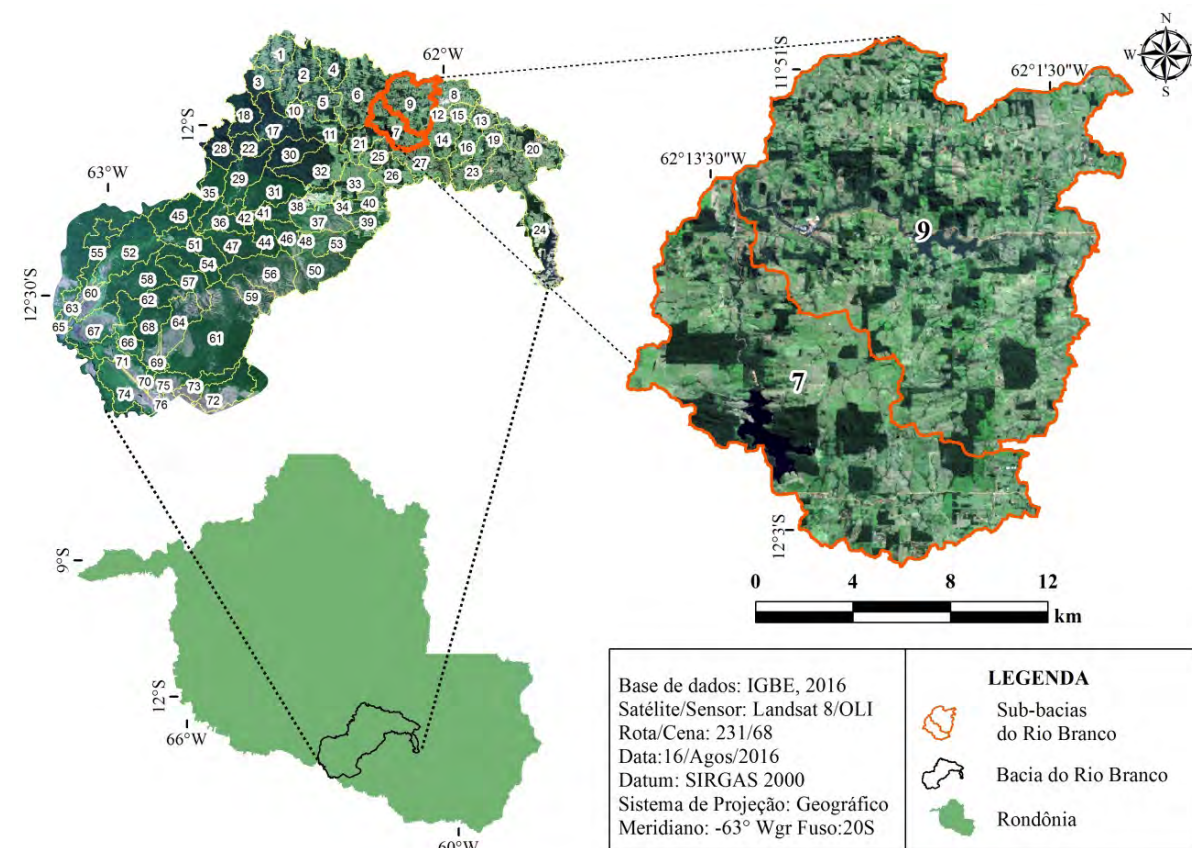
A delimitação sub-bacias do rio Branco foi realizada a partir da metodologia preconizada no trabalho de Sobrinho *et al.* (2010), no qual realizou-se o processamento dos dados SRTM em quatro etapas, sendo elas: preenchimento de falhas do SRTM; direção de fluxo, fluxo acumulado e delimitação de bacias. Este procedimento foi realizado no *ArcMap*, por meio da seleção das ferramentas disponíveis no

*ArcToolbox - Hydrology*, conforme a **Figura 2**.

Após esse procedimento foram gerados os vetores das sub-bacias da bacia do rio Branco, onde esses vetores na feição de polígonos foram cruzados com os vetores de pontos de localização das PCHs do rio Branco, sendo selecionadas somente as sub-bacias número 7 e 9, pois são as que contêm as PCHs instaladas, conforme indicado na **Figura 3**.



**Figura 2** Etapas do processamento dos dados SRTM no software *ArcGIS*. Fonte: Sobrinho *et al.* (2010)



**Figura 3** Localização das sub-bacias que compõem a bacia do rio Branco, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

Em seguida foi realizada a composição colorida da imagem *Landsat 5 TM* na conformação RGB (5-4-3) e *Landsat 8 OLI* na conformação RGB (4-3-2), representando de forma clara os limites entre solo, vegetação e água nas cores magenta, esverdeado e azulado. Esta etapa foi realizada empregando-se a rotina *ArcToolbox - Data Management Tools - Raster - Raster Processing - Composite Bands* dispo-

nível no *ArcGIS*. Na sequência, recortou-se a região da imagem correspondente a área de estudo a partir dos vetores selecionados por intermédio da rotina *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Extraction - Extract by Mask*.

A próxima etapa realizada consistiu na obtenção do índice de cobertura natural, o qual foi mensurado pela técnica de Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI),

utilizada no trabalho de Santos e Aquino (2015). O NDVI é um modelo resultante da combinação dos níveis de reflectância nas imagens de satélites *Landsat*, por meio da diferença das bandas espectrais do vermelho e infravermelho.

Foram utilizadas as bandas 3 (visível) e 4 (infravermelho próximo) do satélite *Landsat 5 TM* e as bandas 4 (visível) e 5 (infravermelho próximo) do satélite *Landsat 8 OLI* dos anos de 1996, 2006 e 2016. Esta etapa foi realizada mediante a rotina *Image Analysis- NDVI* e rotina *ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Reclass – Reclassify* disponível no *ArcGIS*. Para este procedimento utilizou-se a equação 1.

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: NDVI = índice de vegetação por diferença normalizada; NIR = refletância no comprimento de onda correspondente ao infravermelho próximo (0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$ ); R = refletância no comprimento de onda correspondente ao vermelho (0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$ ).

Após a obtenção e interpretação dos índices de vegetação por diferença normalizada, foram caracterizados os intervalos, que em seguida foram reclassificados em números e agrupados em três categorias, que expressam as classes do uso e ocupação do solo.

A identificação das três classes de uso e ocupação foi baseada nos parâmetros técnicos indicados por IBGE (2013), tendo como dessa forma as características de cada classe foram: Área Antropizada (áreas de solo exposto e áreas com gramíneas plantadas ou nativas), Água (cursos hídricos) e Floresta (fragmentos florestais, matas ciliares e formação arbustiva). Em seguida, calculou-se o índice percentual de cada classe de uso do solo pela rotina *ArcToolbox - Spatial Analyst Tools - Map Algebra - Raster Calculator*.

Além disso, sobre a imagem obtida pelo sensor OLI do *Landsat 8*, realizou-se o processo de vetorização sobre a mesma, com o propósito de se identificar e quantificar possíveis canais de transposição de água para os reservatórios localizados no leito do rio Branco, para tanto, criou-se um arquivo *shapefile* no *ArcCatalog*, do tipo linha, com sistema de projeção geográfica SIRGAS 2000. Posteriormente, o arquivo *shapefile* foi carregado no *ArcMap*, no qual por meio da rotina *Editor-Start Editing*, criou-se, sobre a imagem, os vetores correspondentes aos canais e, em seguida, acessando a tabela de atributos do arquivo, calculou-se a extensão linear dos canais em quilômetros, com a ferramenta *Calculate Geometry*.

Os valores obtidos, foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk* ( $p < 0,01$ ) e ao teste de t pareado ( $p < 0,01$ ), a fim de se verificar as diferenças entre os períodos para as classes de uso do solo. Além disso, elaboraram-se os mapas temáticos de uso e ocupação do solo dos anos de 1996, 2006 e 2016.

### 3. Resultados

Foi possível delimitar um total de 76 sub-bacias hidrográficas, sendo que para o presente estudo foram selecionadas as sub-bacias de número 7 e 9, que correspondem a 380,21  $\text{km}^2$  (38.021,52 ha), cerca de 4,1% do perímetro total da bacia do rio Branco (Figura 4).

Os valores obtidos para os percentuais de uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Branco, calculados a partir dos NDVI, para os anos de 1996, 2006 e 2016 estão apresentados na Tabela 2.

Sendo assim, verificou-se que o teste de t pareado foi significativo ( $p < 0,01$ ) para período de 1996 a 2006, indicando que nos primeiros

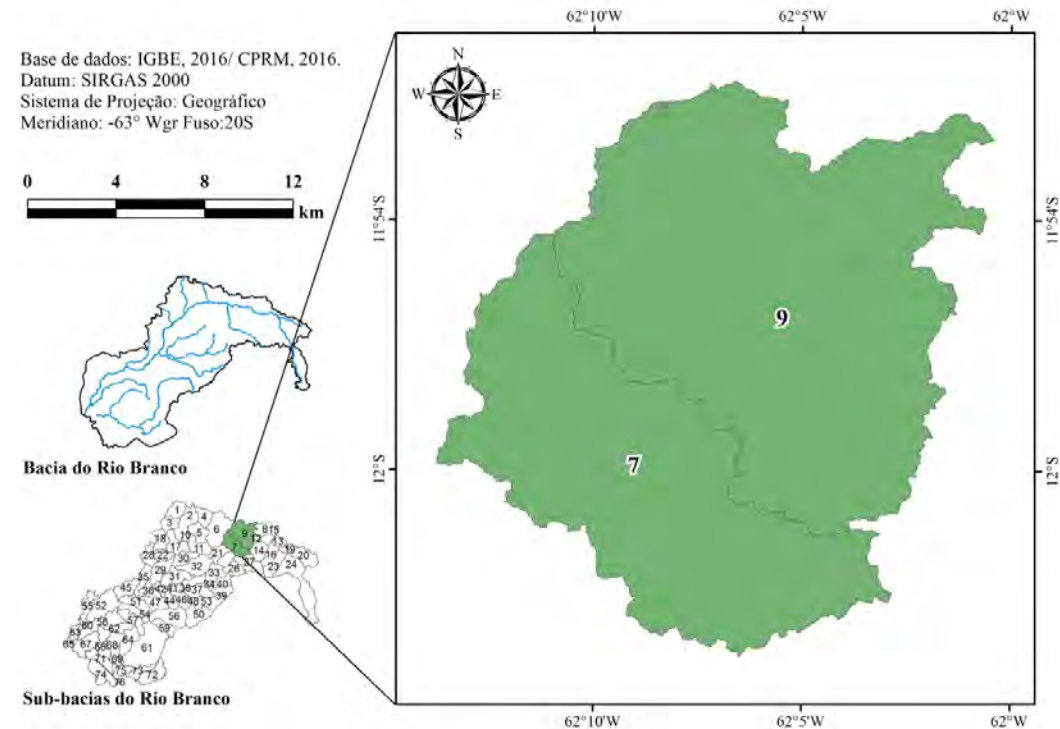


Figura 4 Identificação das sub-bacias do rio Branco, consideradas para o estudo, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

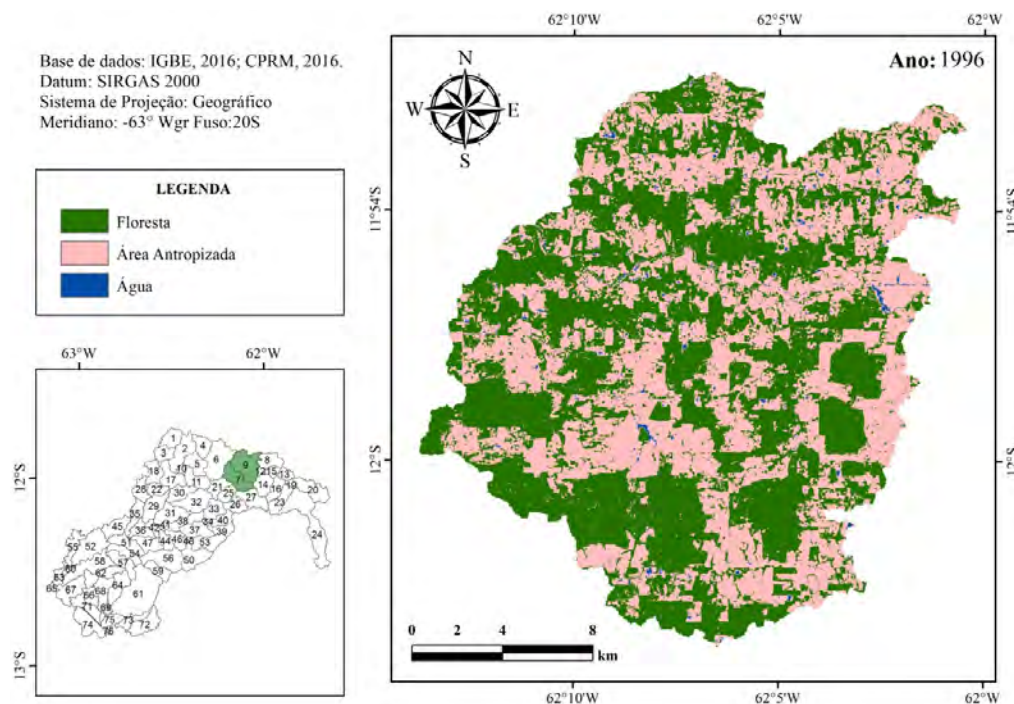
Tabela 2 Valores absolutos e relativos das áreas referentes às classes de uso e ocupação do solo, para um trecho da bacia do rio Branco sob a influência de PCHs, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

Anos	Floresta		Área Antropizada		Água	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
1996	20326,30	53,46	17425,26	45,83	269,95	0,71
2006	13220,08	34,77	24128,46	63,46	672,98	1,76
2016	11505,31	30,26	25702,55	67,60	813,66	2,14

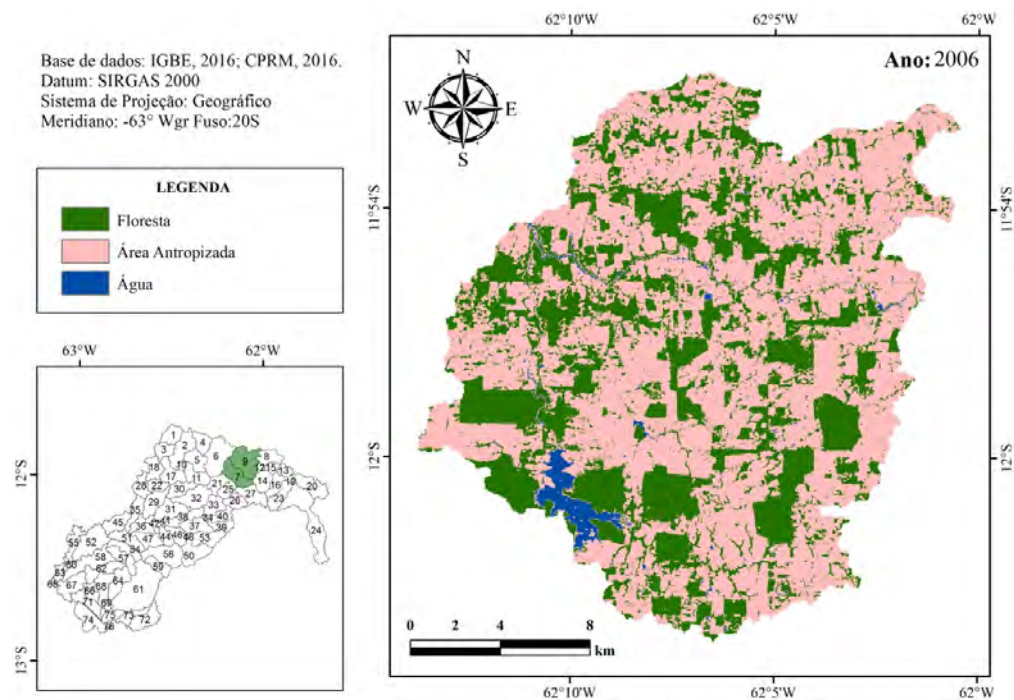
10 anos, houve decréscimo substancial na cobertura vegetal (34,96%), com uma taxa média de supressão vegetal de 3,49%  $\text{ano}^{-1}$ . Quando se tratando da segunda década (2006 a 2016), sob a influência da instalação das PCHs, o teste de t pareado não indicou diferenças, sendo que a taxa média de supressão vegetal foi mais baixa em relação ao período anterior (1,30%  $\text{ano}^{-1}$ ).

Já na classe correspondente a 'Área Antropizada', nota-se que o aumento mais pronunciado ocorreu entre os anos de 1996 e 2006 (38,47%), como pode ser verificado nas Figuras 5 e 6, enquanto que para o interstício de 2006 a 2016, o aumento foi 76,93% menor, em relação à década anterior.

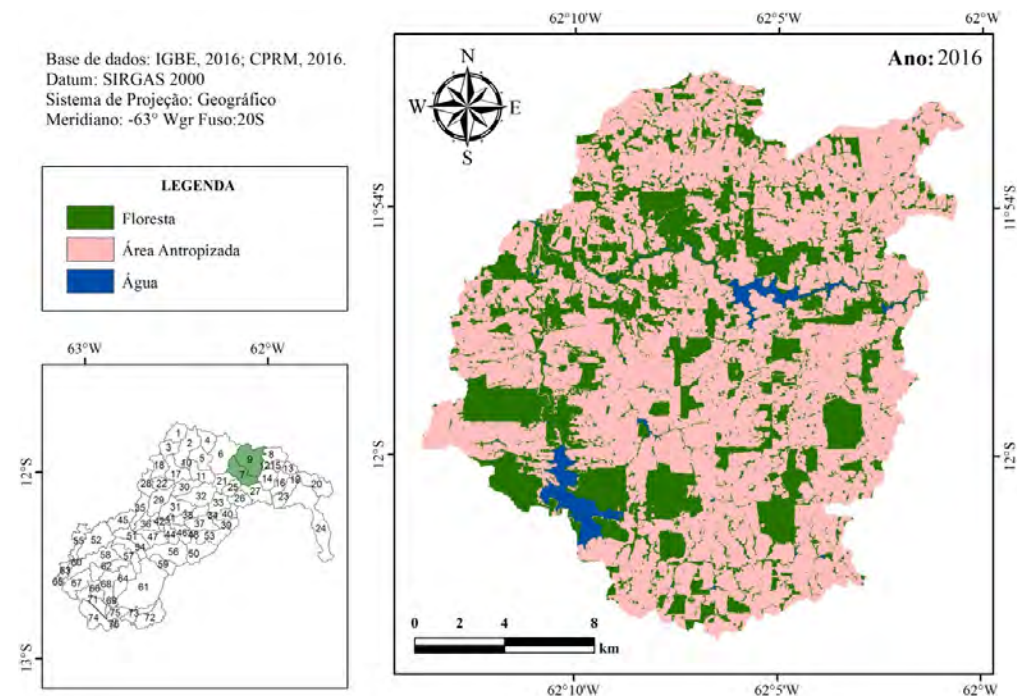
Na sequência, ao se verificar os valores para a classe 'Água' (Tabela 2), percebe-se que



**Figura 5** Uso e ocupação do solo do ano de 1996, para um trecho da bacia do rio Branco ocupado por PCHs, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia



**Figura 6** Uso e ocupação do solo do ano de 2006, para um trecho da bacia do rio Branco ocupado por PCHs, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia



**Figura 7** Uso e ocupação do solo do ano de 2016, para um trecho da bacia do rio Branco ocupado por PCHs, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

tanto para o período entre os anos de 1996 e 2006, quanto para o intervalo temporal dos anos de 2006 e 2016, o teste de t pareado, indicou diferenças entre os percentuais das classes de uso e ocupação do solo.

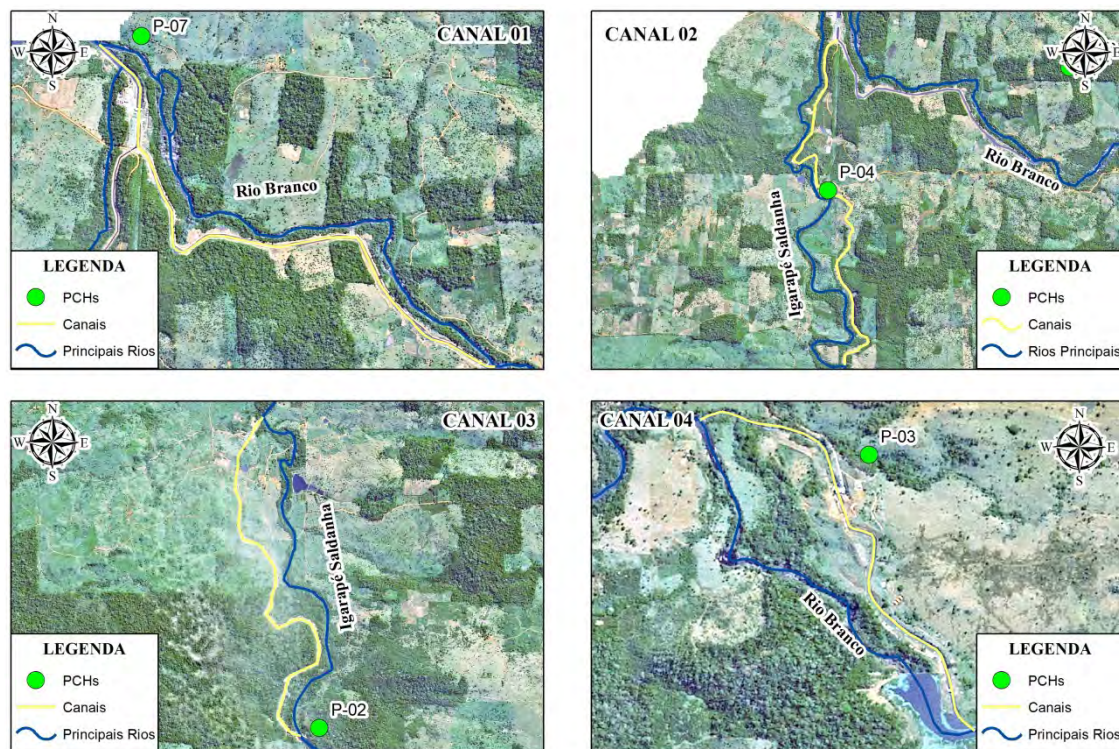
Dessa forma, estima-se que em 20 anos, a lâmina de água da bacia apresentou um aumento de, aproximadamente, 201,41%, com o crescimento mais pronunciado entre os anos de 1996 e 2006 e com uma taxa média na ordem de 14,93% ano<sup>-1</sup>, aproximadamente. No segundo período, a taxa foi de 2,09% ano<sup>-1</sup>, e os efeitos dessas transformações também podem ser observados na **Figura 7**.

Em complemento a isso, por meio da vetorização sobre a imagem do satélite *Landsat 8 OLI*, do ano de 2016, foi possível verificar a construção de quatro canais de transposição de água para os reservatórios das PCHs,

totalizando 16,46 km de extensão, os quais dois canais foram construídos a partir do leito do rio Branco e outros dois a partir do leito do igarapé Saldanha, conforme é verificado na **Figura 8**.

#### 4. Discussão dos resultados

Em relação à alta média de supressão vegetal anual, verificada entre os anos de 1996 a 2006, sugere-se que a conversão do uso do solo para desenvolvimento da agropecuária (pastagens e plantios anuais) tenha contribuído, majoritariamente, para esse efeito, principalmente nas áreas de reserva legal. Seguindo esse raciocínio, Faria *et al.* (2015) e Assunção *et al.* (2016), comentam que a construção de reservatórios hidrelétricos tem o potencial de fomentar, indiretamente, o desmatamento, por conta da imigração e especulação fundiária.



Base de dados: IGBE, 2016/ CPRM, 2016. Datum: SIRGAS 2000. Sistema de Projeção: Geográfico. Meridiano: -63° Wgr Fuso:20S

**Figura 8** Localização dos canais criados ao longo do rio Branco e do igarapé Saldanha, em Alta Floresta do Oeste, Rondônia

Além disso, nas regiões adjacentes aos corpos hídricos da sub-bacia em análise, a supressão das matas ciliares pode ter sido fomentada, a priori, pelo aumento da lâmina de água, ocasionado pelas barragens dos reservatórios hidrelétricos (Chen *et al.*, 2015), como pode ser verificado nas **Figuras 5, 6 e 7**. Esse efeito também foi evidenciado por Prado (2013), ao analisar o contexto socioambiental da bacia do rio Branco.

Nesse contexto, as pesquisas de Reis e Pinheiro (2010) apontam características correlatas com as situações apresentadas neste trabalho, pois verificaram que em uma unidade de conservação na Amazônia Central as maiores taxas de desmatamento também ocorreram entre os anos de 1990 e 2008, com grande

contribuição das atividades agropecuárias. Ainda mais, corroborando com esses aspectos, os dados das taxas anuais de desmatamento apresentadas pelo INPE (2017) indicam que, para o estado de Rondônia, os maiores valores concentraram-se entre os anos de 1995 e 2004, com redução pronunciada a partir do ano de 2005, o que explica, também, a redução da supressão vegetal entre os anos de 2006 e 2016, verificadas neste trabalho. Em complemento, Cavalheiro *et al.* (2014), reforçam essa ideia ao verificarem grandes impactos aos recursos florestais na década de 90 no processo de colonização da Zona da Mata Rondoniense, local em que se insere a região de estudo.

A tendência de estabilização do incremento de lâmina de água, verificado a partir de

2006, pode ser atribuída à limitação de área dos reservatórios que devem ser iguais ou inferiores a 300 hectares, conforme inciso II da resolução nº 652 de 9 de dezembro de 2003 (ANEEL, 2003), ou seja, qualquer novo represamento implicaria em sanções judiciais aos detentores dos empreendimentos.

Entretanto, a modificação da cobertura vegetal e a construção de canais de transposição de passagem de água para acionamento das turbinas das PCHs instaladas nas sub-bacias do rio Branco (**Figura 8**), podem significar danos profundos ao ciclo hidrológico na sub-bacia, principalmente no que diz respeito à redução da vazão dos rios, nos períodos mais secos (Josimovic e Crncevic, 2012) e, conforme Andrade e Santos (2015), podem promover impactos irreversíveis ao ciclo de vida da ictiofauna, sem que exista um estudo planejado das ações mitigadoras. Ainda, têm o potencial de elevar as emissões de gases do efeito estufa à atmosfera, por conta do acúmulo de matéria orgânica (Faria *et al.*, 2015).

Em complemento, Prado (2013) relata em suas pesquisas que esses canais desviaram quase totalmente o leito original dos rios da região em estudo à jusante, causando um desequilíbrio na riqueza de peixes do rio.

No entanto, como foi exposto ao longo desse artigo, a construção de pequenas centrais hidrelétricas não será sempre a principal responsável pelo efeito deletério à cobertura vegetal e/ou ocorrência de problemas socioambientais, pois geram renda, emprego e possibilidade de desenvolvimento ao município (Assunção *et al.*, 2016). Entretanto, torna-se importante ressaltar que é notável a existência de impactos causados sobre a região estudada, a curto prazo.

## 5. Conclusões

Verificou-se variação das classes de uso e cobertura do solo entre os períodos avaliados, a instalação de PCHs causou impactos aos corpos hídricos da região em estudo, visto pela alteração dos níveis da lâmina de água e pela construção de canais de transposição.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada apresentou-se como boa ferramenta para estimativas das dinâmicas de uso e ocupação do solo. A instalação de empreendimentos hidrelétricos deve ser acompanhada de um planejamento minucioso, a fim de se tomar a melhor decisão na atenuação dos prováveis impactos socioambientais.

## 7. Referências citadas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2003. *Resolução nº 652, de 9 de dezembro de 2003*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Brasília, DF, 10 dez. 2003. Seção 1. p. 90.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2016. *Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL): Base de dados de localização das PCHs*. Disponível em: <<https://sigel.aneel.gov.br/Down/>>. [Consulta: abril, 2017].
- ALVARES, C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & G. SPAROVEK. 2013. "Köppen's climate classification map for Brazil". *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.



- ASSUNÇÃO, J.; SZERMAN, D. e F. COSTA. 2016. *Efeitos locais de hidrelétricas no Brasil*. INPUT. Rio de Janeiro, Brasil.
- ANDRADE, A. L. & M. A. SANTOS. 2015. "Hydroelectric plants environmental viability: Strategic environmental assessment application in Brazil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52(1): 1.13-1.423.
- ARIAS-GAVIRIA, J.; ZWAAN, B. & T. KOBER. 2017. "The prospects for Small Hydropower in Colombia". *Renewable Energy*, 107(1): 204-214.
- BERMANN, C. 2007. "Impasses e controvérsias de hidroeletricidade". *Revista Estudos Avançados*, 59(21): 139-153.
- CAZULA, L. P. e P. H. MIRANDOLA. 2010. "Bacia Hidrográfica – conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica de Ribeirão Lajeado/SP – Brasil". *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas-MS*, 12(7): 101-124.
- CHEN, G.; POWERS, R. P.; CARVALHO, L. & M. T. B. MORA. 2015. "Spatiotemporal patterns of tropical deforestation and forest degradation in response to the operation of the Tucuruí hydroelectric dam in the Amazon basin". *Applied Geography*, 63(1): 1-8.
- CAVALHEIRO, C. W. S.; VENDRUSCOLO, J.; HILGERT, S. L. M. e S. A. MOTA. 2014. "Impacto da colonização na Zona da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil". *Revista Geográfica Venezolana*, 56(1): 41-57.
- COELHO, A. L. N. e G. A. C. FERREIRA. 2011. "Geotecnologias aplicadas em área inundável: O caso de Brejo Grande, Serra-ES". *Revista GeoTextos*, 7(1): 159-183.
- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS (CPRM). 2017. *Base cartográfica do estado de Rondônia*. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. [Consulta: abril, 2017].
- DURSUN, B. & C. GOKCOL. 2011. "The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants for sustainable development in Turkey". *Renewable Energy*, 36(1): 1.227-1.235.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). 2017. *ArcGIS Desktop, version 10.5*. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/setup/arcgis-desktop-quick-start-guide.htm>>. [Consulta: março, 2017].
- FARIA, F. A. M.; JARAMILLO, P.; SAWAKUCHI, H. O.; RICHEY, J. E. e N. BARROS. 2015. "Estimating greenhouse gas emissions from future Amazonian hydroelectric reservoirs". *Environmental Research Letters*, 10(1): 1-13.
- GOLDEMBERG, J. e J. R. MOREIRA. 2005. "Política Energética no Brasil". *Revista Estudos Avançados*, 19(55): 215-228.
- IBRAHIN, F. I. D. 2014. *Introdução ao Geoprocessamento Ambiental*. Saraiva. São Paulo, Brasil.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 1996. *Alta Floresta do Oeste, Rondônia. Imagem Satélite, color. Satélite LANSAT 5, instrumento TM. Data: 20 jul. 1996. Lat. -10.66060, Long. -63.12790*. São José dos Campos (SP), Brasil. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. [Consulta: janeiro, 2017].
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2006. *Alta Floresta do Oeste, Rondônia. Imagem Satélite, color. Satélite LANSAT 5, instrumento TM. Data: de 16 julho 2006. Lat. -10.66060, Long. -63.12790*. São José dos Campos (SP), Brasil. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. [Consulta: janeiro, 2017].
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2011. *Alta Floresta do Oeste, Rondônia. Imagem Radar. Satélite SRTM, folhas 11S63\_ZN, 11S615\_ZN, 12S63\_ZN, 12S615\_ZN, 12S645\_ZN. Lat. -10.66060, Long. -63.12790*. São José dos Campos (SP), Brasil. Disponível em: <<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. [Consulta: janeiro, 2017].
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2016. *Alta Floresta do Oeste, Rondônia. Imagem Satélite, color. Satélite LANSAT 8, instrumento OLI/TIRS. Data: 12 agosto 2016. Lat. -10.66060, Long. -63.12790*. São José dos Campos (SP), Brasil. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. [Consulta: janeiro, 2017].
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2017. *Taxas anuais do desmatamento - 1988 até 2016*. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2016n.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm)>. [Consulta: abril, 2017].
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. *Manual técnico do uso da terra*. IBGE. Rio de Janeiro, Brasil.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. *Banco de dados georreferenciado dos recursos naturais da Amazônia legal*. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. [Consulta: novembro, 2017].
- JOSIMOVIC, B. & T. CRNCEVIC. 2012. "The development of renewable energy capacities in Serbia: Case study of three small hydropower plants in the "Golija" biosphere reserve with special reference to the landscape heritage". *Renewable Energy*, 48(1): 537-544.
- MORETTO, E. M.; GOMES, C. S.; ROQUETTI, D. R. e C. O. JORDÃO. 2012. "Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica". *Revista Ambiente & Sociedade*, 15(3): 141-164.
- PERIUS, R. e J. B. CARREGARO. 2012. "Pequenas centrais hidrelétricas como forma de redução de impactos ambientais e crises energéticas". *Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 16(2): 135-150.

- PRADO, R. J. 2013. “Breve reflexão socioambiental sobre PCHs na bacia do rio Branco em Alta Floresta do Oeste – RO”. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, 2(1): 12-21.
- REIS, J. R. L. e E. S. PINHEIRO. 2010. “Análise do desflorestamento em uma unidade de Conservação de uso sustentável na Amazônia Central”. *Geografia*, 35(3): 623-640.
- SANTANA, C. R. 2006. “O aprofundamento das relações do Brasil com os países do Oriente Médio durante os dois choques do petróleo da década de 1970: um exemplo de ação pragmática”. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 49(2): 157-177.
- SANTOS, F. A. e C. M. S. AQUINO. 2015. “Análise da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), dos aspectos econômicos e suas relações com a desertificação/degradação ambiental em Castelo do Piauí, Piauí, Brasil”. *Revista Eletrônica de Investigação e Desenvolvimento*, 1(4): 1-17.
- SANTOS, A. R.; RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, T. M.; BRANCO, E. R. F.; LORENZON, A. L.; DOMINGUES, G. F.; MARCATTI, G. E.; CASTRO, N. L. M.; TEIXEIRA, T. R.; SANTOS, G. M. A. D. A.; MOTA, P. H. S.; SILVA, S. F.; VARGAS, R.; CARVALHO, J. R.; MACEDO, L. L.; ARAÚJO, C. S. & S. L. H. ALMEIDA. 2016. “Geotechnology and landscape ecology applied to the selection of potential forest fragments for seed harvesting”. *Journal of Environmental Management*, 183(1): 1.050-1.063.
- SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. e F. M. AYRES. 2010. “Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM”. *Revista de Engenharia Agrícola*, 30(1): 46-57.

# Encuentros para el reconocimiento

## y aprendizaje ambiental con la comunidad campesina del páramo de Rabanal (Boyacá, Colombia)

Meetings for recognition and environmental learning with the farming community of the Rabanal moorland (Boyacá, Colombia)

Paulina-Alejandra Vergara-Buitrago<sup>1</sup>

María Eugenia Morales-Puentes<sup>1</sup>

Dalia Soraya Useche de Vega<sup>1,2</sup>

Pablo Andrés Gil-Leguizamón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación Sistemática Biológica (SisBio).

<sup>2</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Grupo de Investigación Sostenibilidad Ambiental, Biodiversidad y Agroecología (Gisaba) Tunja (Boyacá), Colombia.

paulina.vergara@uptc.edu.co; maria.morales@uptc.edu.co

dalia.useche@uptc.edu.co; pablo.gil@uptc.edu.co

### Resumen

El páramo de Rabanal ubicado en la cordillera Oriental colombiana se ha caracterizado por presentar actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la minería, las que se constituyen en un riesgo para la biodiversidad y servicios ecosistémicos allí presentes. Por lo anterior, con el propósito de promover la conservación en el ecosistema de páramo, se realizó un proceso participativo local en el sector de San José del Gacal, vereda Montoya del municipio de Ventaquemada (Departamento de Boyacá). Por medio de la vinculación de la comunidad, se desarrolló un esquema de sensibilización y capacitación, donde se transfirieron conocimientos sobre la conservación de páramos, problemáticas ambientales y principios para la elaboración de abonos orgánicos aplicables al manejo de plantas para el establecimiento dentro vivero y a cielo abierto, con fines de uso en procesos de restauración ecológica en el mismo páramo, que promuevan el desarrollo rural sostenible del territorio.

**Palabras clave:** comunidad; educación ambiental; páramo.

### Abstract

The Rabanal moorland in the Eastern cordillera of Colombia has been characterized by productive activities such as agriculture, cattle raising, and mining; which are a risk to biodiversity and ecosystem services present in this area. Therefore, in order to promote conservation in the moorland ecosystem, a local participatory process was carried out in the sector of San José del Gacal, Montoya district in the municipality of Ventaquemada (Boyacá). By connecting communities, a sensitization and training scheme was developed, where knowledge about the conservation of moorlands, environmental problems and principles for the elaboration of organic fertilizers applicable to the management of plants for the establishment inside nursery and at open sky were transferred. This was carried out to be used in processes of ecological restoration in the moorland, so that sustainable rural development in the territory can be promoted.

**Key words:** community; environmental education; moorland.

## 1. Introducción

Los páramos han sido el hogar de la especie humana desde hace 10.000 años (Hofstede *et al.*, 2014). Históricamente, su proceso de transformación se divide en seis períodos (prehispánico, incaico, conquista, colonia, república y moderno), (Molinillo y Monasterio, 2003; Ramón, 2009). En la actualidad son el escenario de conflictos causados por el desarrollo de actividades productivas no sostenibles (Rivera, 2001), las cuales han generado el deterioro de la calidad de vida de sus habitantes, de los ecosistemas y de quienes a lo lejos se benefician de sus servicios ecosistémicos (Sarmiento *et al.*, 2013; Medina *et al.*, 2015).

A pesar de que los ecosistemas de páramo representan un importante recurso biológico, hídrico, económico, social y cultural (Ministerio del Medio Ambiente, 2002), aún es incipiente la priorización en la planificación y ejecución de herramientas de ordenamiento territorial y ambiental (Rivera y Rodríguez, 2011); lo anterior debe garantizar un manejo adecuado para la conservación, uso sostenible y control de la degradación ambiental (García, 2015).

En los procesos participativos de restauración ecológica son necesarias actividades de revegetalización, vivero, conservación de suelos y planificación estratégica (Cabrera y Ramírez, 2014); no obstante, se requiere del reconocimiento de las dinámicas históricas, sociales y territoriales existentes (Baptiste, 2011), así como la comprensión de los tipos de disturbios que afectan los sistemas de referencia (Cabrera y Ramírez, 2014).

Las debilidades en toda organización comunitaria local radican en la deficiente capacitación en materia de conservación ambiental; las debilidades son entonces barreras a la conservación e integridad ecológica de los

páramos (Toro *et al.*, 2012); razón por la cual, la conciencia colectiva de esta situación ha resultado en el apoyo a dichas comunidades con proyectos de desarrollo rural, conservación participativa e investigación en diferentes disciplinas (Hofstede, 2013; Llambí *et al.*, 2013); en este contexto, se identifica la necesidad de implementar una educación dirigida a la población objeto de estudio (Cartaya y Arreaza, 2012).

El páramo de Rabanal es una región sometida a procesos de intervención humana que, desde épocas precolombinas, han transformado el paisaje en un complejo mosaico socioecológico (Tapia, 2009). Variadas coberturas vegetales (bosques, matorrales, pastizal y pajonal), (Parra, 2013) y formas de uso (conservación y agropecuario) evidencian las condiciones biofísicas y la diversidad de sistemas desplegados, influenciados por habitantes locales, empresas privadas e instituciones públicas que han confluído en el tiempo (Rubio *et al.*, 2008).

La población que habita en el páramo de Rabanal es campesina (Dotor y García, 2011), que usa los sistemas productivos agropecuarios (Espitia, 2008), con más de 1.500 ha cultivadas incluida la zona protegida (Robineau *et al.*, 2014), y con una producción de 2.030 litros de leche mensual a la venta, siendo el segundo renglón de la economía de las familias (Corpochivor, 2014).

Este artículo, por todo lo señalado, busca resaltar el proceso participativo local realizado en la vereda Montoya, sector San José del Gacal, municipio de Ventaquemada, en el páramo de Rabanal; con el fin de promover en la comunidad campesina, la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos existentes; se socializaron las problemáticas ambientales y se definieron estrategias de

recuperación de ecosistemas degradados, además de acciones que aportaron elementos claves para entender los procesos de restauración en la zona.

## 2. Metodología

El presente estudio empleó la investigación acción participación (Borda, 1999), la cual constituye una opción metodológica que integra el conocimiento y la acción; donde los participantes se involucran, conocen, interpretan y transforman la realidad objeto del estudio (Colmenares, 2012), además de generar respuestas concretas a problemáticas que se plantean los investigadores, cuando deciden abordar un interrogante o temática de interés, con el fin de aportar alternativas de cambio o transformación (Martínez, 2009). Así mismo, se incluyó la aplicación de herramientas de diagnóstico rural como: la observación participante, encuestas y listas de chequeo.

### 2.1 Fases de trabajo

**Campo:** Se realizaron salidas de campo al sector de San José del Gacal, a fin de tener una visión clara de la realidad de la comunidad, reconociendo los efectos ambientales ocasionados por la ampliación de la frontera agropecuaria; así mismo, se identificaron 125 viviendas en el área, de las cuales 109 estaban habitadas; de éstas, en 106 se aplicó una encuesta, con el objetivo de obtener un valoración ambiental del lugar. Además de generar acercamientos con la población interesada en vincularse en el proceso participativo local.

### Capacitación ambiental y socialización:

A partir de la encuesta se seleccionaron 20 familias propietarias de predios, que desarrollan actividades agropecuarias, con dispo-

nibilidad e interés en participar en capacitaciones (encuentros quincenales entre marzo y noviembre de 2016). En tales actividades se desarrollaron talleres teóricos con material didáctico en temáticas ambientales como: contaminación, ecosistemas estratégicos, servicios ecosistémicos, entre otros, y talleres prácticos en elaboración de abonos orgánicos para el manejo de cultivos, ornamentales, medicinales, etc.; dichas actividades permitieron transferir el conocimientos en identificación de problemáticas ambientales y recuperación de ecosistemas degradados.

**Sistematización de resultados:** Se procesó la información recopilada en los encuentros comunitarios y se analizaron las respuestas de cada actividad. En este proceso, se generaron apreciaciones críticas de la experiencia de trabajo y se proponen conclusiones constructivas al respecto.

### 2.2 Área de estudio

El páramo de Rabanal es uno de los complejos hídricos más importantes del centro de país (Morales *et al.*, 2007), el cual surte de agua a los pobladores de la sabana de Bogotá, el valle de Ubaté, parte de la provincia de Centro y el alto Ricaurte en Boyacá; siendo la única fuente de agua con la que cuenta la capital del departamento de Boyacá, la ciudad de Tunja (Dotor y García, 2011).

Rabanal fue declarado Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), mediante el Acuerdo 04 de febrero de 2011 por la Corporación Autónoma Regional de Chivor, localizado en el municipio de Ventaquemada; forma parte del territorio de la cuenca del río Garagoa y cuenta con una extensión de 6.640 ha. Está conformado por las veredas de Puente de Boyacá, Bojirque, Montoya (con los sectores de San

José del Gacal y Matanegra), Estancia Grande, Parroquia Vieja, Boquerón y una parte pequeña de Frutillo (Corpochivor, 2014).

La vereda Montoya del municipio de Ventaquemada, lugar donde se realizó el estudio (Figura 1), forma parte del altiplano cundiboyacense, el cual se caracteriza por zonas altas, donde las montañas estructurales se comportan como áreas netamente productoras de agua. El municipio cuenta con un área total de 159.329 km<sup>2</sup>, de las cuales 0.502 km<sup>2</sup> pertenecen al perímetro urbano y 158.827 km<sup>2</sup> al área rural (PDM, 2016). Además, se encuentra entre los pisos térmicos frío y páramo, con una temperatura que oscila entre los 8-14°C. Territorio donde el uso de la zona del páramo, está bajo cultivos de papa y de ganadería, actividades que implican impactos negativos; así como costos económicos de recuperación ambiental (EOT, 2001).

### 3. Resultados y discusión

A partir de las 106 encuestas del trabajo en campo, se identificó un 68% (72 encuestas) de asociación en la población, que reconoce que los impactos de tipo ambiental, repercuten en la pérdida de fauna, flora nativa y en la disminución de agua, ocasionado por actividades agropecuarias y mineras; el 16% (17) no evidencia impactos, un 10% (10) señala a los impactos ambientales y sociales (en conjunto), como los causantes de la pérdida; el 5% (5) indica que los impactos de tipo social, se manifiestan en enfermedades en la población y en la falta de oportunidades, y el 1% (2) restante describe la ausencia de espacios de recreación asociados con impactos culturales.

Este resultado determina el conocimiento local sobre fragilidad del páramo y los impactos potenciales generados por el hombre; de aquí la necesidad de fortalecer los proyectos

de conservación, manejo sostenible con base en una legislación específica, que considere los páramos como ecosistemas estratégicos (Crespo, 2012), espacios donde se articulen las opiniones y necesidades de los habitantes.

El 78% (82) de las personas encuestadas no tiene capacitación en temas ambientales o agropecuarios, mientras el 22% (24) restante ha participado de éstas; dentro de las organizaciones privadas y públicas que propiciaron estos espacios se cuentan: Cooperativa de Lecheros, Cooperativa Multiactiva, la Secretaría de Salud, Proactiva Aguas de Tunja, Bienestar Familiar, Corpochivor, Instituto Alexander von Humboldt y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Según Riveros y Lozano (2012), las poblaciones del páramo tienen acceso limitado al conocimiento técnico y científico, relacionado con las dinámicas ecosistémicas propias de esta región. Para el caso de Rabanal, se traduce en que tan solo recogen parte de la información, pero ésta no dialoga con sus propios saberes, ni con las prácticas que diariamente desarrollan. Por consiguiente, estos grupos sociales, al no ser incluidos en los procesos de generación y uso del conocimiento desarrollado desde las instituciones investigadoras y administradoras del territorio, ven restringidos sus alcances para actuar en debates que afectan su región.

Un aspecto fundamental para manejar los procesos de deterioro ambiental que tienen lugar en el páramo de Rabanal, radica en emprender tareas dirigidas a fortalecer la capacidad local y regional, en acciones conjuntas de diálogo y trabajo para la conservación y el manejo sostenible del territorio (Rubio *et al.*, 2008). Un proyecto que enlace iniciativas, articula esfuerzos y armoniza actividades con

la comunidad, fomentando la unión de sus miembros y el empoderamiento para relacionarse con actores externos (Chiles *et al.*, 2012).

Con la comunidad del sector de San José del Gacal se adelantó un proceso participativo local, se desarrollaron talleres de identificación de actividades productivas en el territorio, así como verificación de acciones de formación de cada encuentro; con este taller, cada uno de los participantes describió las actividades que generan efectos negativos sobre los recursos naturales, especificando los residuos o sustancias que producen, su efecto ambiental y las estrategias que dan solución a estas problemáticas; como resultado de esta actividad, la comunidad evalúa el empleo de fertilizantes químicos en la actividad agrícola, como el principal impacto ambiental en su territorio, y no existe una valoración de los fertilizantes orgánicos y productos naturales en el manejo de cultivos como alternativa sostenible.

Se adelantaron jornadas para el manejo integral de residuos sólidos, con la intención de adoptar actitudes adecuadas frente a la separación de residuos en la fuente, esto a fin de iniciar un proceso de mejoramiento de las condiciones sanitarias en las viviendas (jornadas de recolección de residuos sólidos aprovechables: botellas de vidrio, plástico y latas). Es necesario entender el funcionamiento de las fincas y los mecanismos desarrollados por los campesinos, a fin de desarrollar propuestas que integren plenamente a los agricultores al manejo del páramo (Robineau *et al.*, 2014).

Reconocer la importancia del territorio de páramo para sus habitantes y beneficiarios implica generar una educación comprometida con su valoración, orientada hacia el aprendizaje, el desarrollo rural y la práctica de la sostenibilidad del campo (Autores varios, 2015).

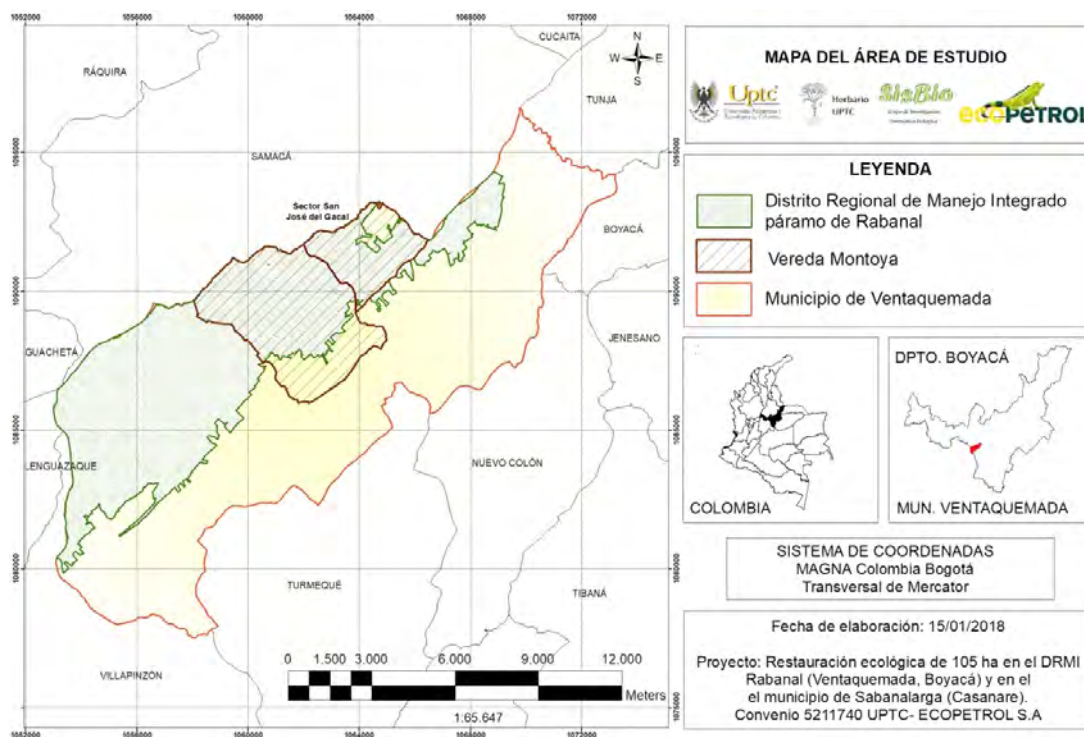


Figura 1 Localización del área de estudio

Por esta razón, en los procesos de capacitación práctica se implementó una estrategia que promovió la conservación del páramo con el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Al elaborar abonos orgánicos (ceniza, hierbas y estiércol de distintos animales), así como caldos orgánicos, líquidos foliares a base de estiércol de bovinos (enriquecido con sales minerales y melaza), se generaron productos, para controlar las deficiencias de micronutrientes en suelos desgastados, mejoramiento de la fertilidad del suelo, ataque de plagas y enfermedades en los cultivos presentes en las fincas.

La intención de desarrollar talleres empleando los recursos propios con que cuentan los habitantes, generó un aprendizaje práctico sobre los abonos orgánicos y caldos minerales, los cuales tienen aplicabilidad en los cultivos que producen para su autoconsumo; asimis-

mo, el reconocimiento sobre las ventajas que representa la implementación de abonos en la conservación del suelo y salud de los cultivos.

De igual forma, con el fin de identificar aquellas oportunidades que promovieran la conservación del páramo, se empleó la herramienta de cartografía social para la descripción y análisis del territorio y con la generación de un conocimiento con los campesinos sobre las buenas prácticas agrícolas, que consideran una estrategia para el desarrollo rural sostenible de su región (Figura 2).

Una agricultura sostenible depende de la aplicación y establecimiento de conocimientos teóricos y prácticos de los campesinos, la supervisión y análisis constantes de los rendimientos y la utilización del asesoramiento de expertos, esto con miras a alcanzar las metas de producción, inocuidad y sostenibilidad (FAO, 2003).



Figura 2 Buenas prácticas agrícolas identificadas por la población de estudio

Finalmente, con el fin de reconocer las lecciones aprendidas por los campesinos en los encuentros realizados, al interior de los diferentes escenarios existentes en el páramo de Rabanal, se construyó en conjunto un esquema, donde se presentaron las fortalezas y debilidades que representan oportunidades para la conservación del páramo y para el desarrollo rural de la región (Figura 3).

Se identificaron cuatro componentes (unidad familiar, exterior, parcelas en cultivo y parcelas en descanso) fundamentales en Raba-

nal definidos con fortalezas y debilidades, que recaen directamente sobre el recurso suelo, componente más afectado.

Es así que existe el valor del páramo como espacio para la educación y la investigación (Hofstede, 2013a). La recopilación de información sobre aspectos biogeofísicos y socioeconómicos de los páramos del país, debe constituir un avance en la divulgación de conocimiento de la alta montaña colombiana (Sarmiento, 2013). Así como la generación de conocimiento que sirva como insumo para

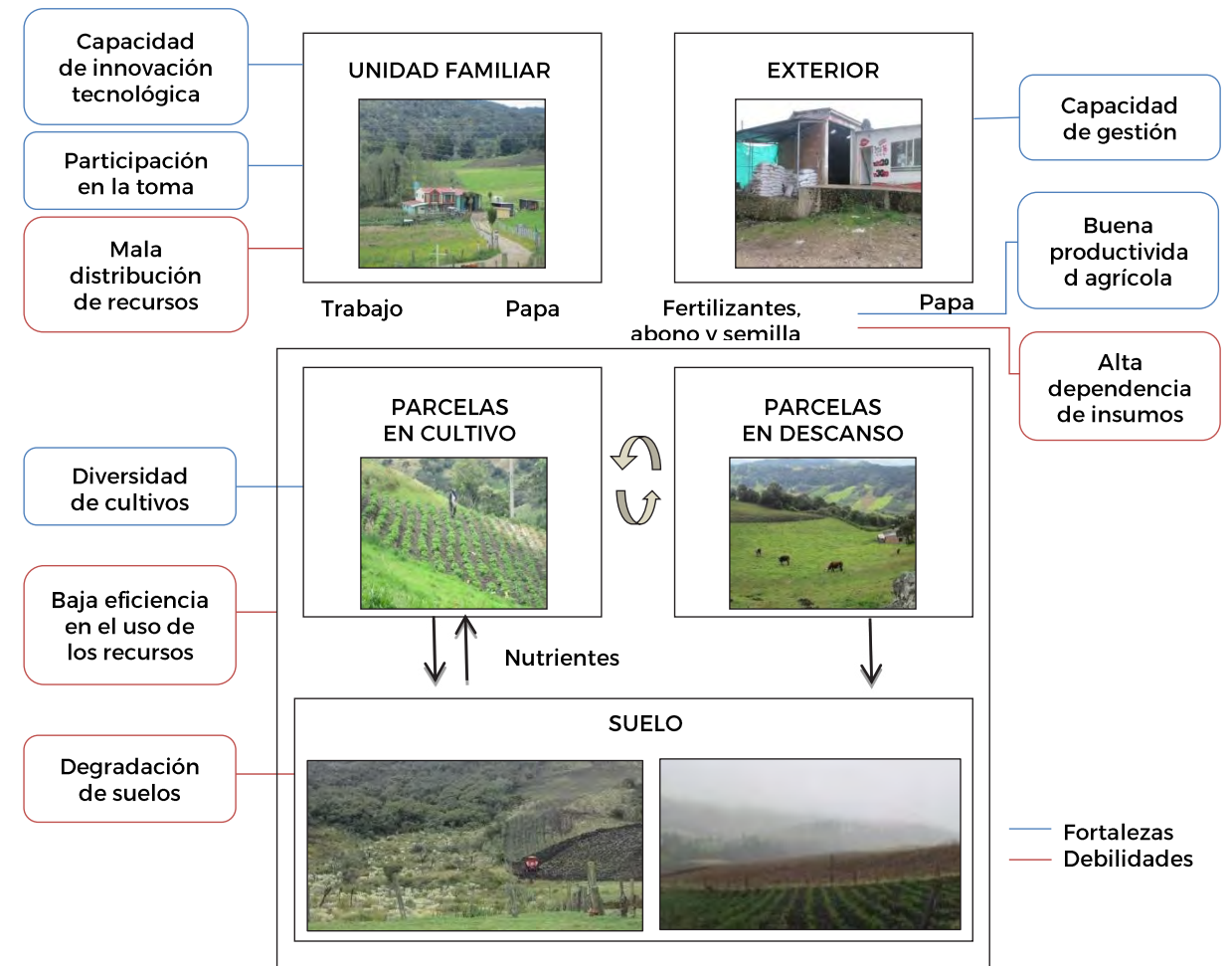


Figura 3 Fortalezas y debilidades reconocidas en el área de estudio después de aplicar las encuestas y de definir los perfiles de la comunidad

conservación de la diversidad biológica, cultural y paisajística del páramo.

En Rabanal se conjugan los componentes paisajísticos, sociales, culturales y económicos, mediados por ideas, representaciones, imágenes y conocimientos colectivos que encierran formas de concebir la vida, el trabajo, la familia, el futuro y el pasado según Hofstede (2013a). Se identificaron percepciones sobre el entorno natural y social, dinámicas que están en constante transformación, gracias a la interacción entre las personas y las estrategias que cada actor despliega en el territorio (Rojas *et al.*, 2015).

#### 4. Conclusiones

La implementación de buenas prácticas agrícolas como la elaboración de abonos orgánicos, variación en los cultivos de siembra y la correcta disposición de residuos sólidos, son acciones que se implementaron y promovieron el desarrollo de procesos de capacitación ambiental con la comunidad rural, siendo iniciativas que fortalecieron la participación en la toma de decisiones por parte de los campesinos.

En el páramo de Rabanal es necesario un ordenamiento social, ambiental, productivo

y que sea integral desde la realidad rural de sus campesinos, a fin de generar una correcta planificación del territorio, donde se impulse el bienestar de la comunidad, así como la conservación del ecosistema de páramo.

Los resultados de este trabajo aportan información para futuros estudios que se adelanten con comunidad rural ubicada en áreas delimitadas como Distritos de Manejo Integrado (DMI), en las cuales, las iniciativas de ordenación, planificación, regulación del uso de los recursos naturales deben ir articuladas con las actividades económicas que se realizan allí.

#### 6. Agradecimientos

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Vicerrectoría de Investigaciones y Extensión, al Convenio UPTC-ECOPETROL SA 5211740 con el proyecto 'Restauración Ecológica de 105 ha en el DRMI Rabanal (Ventaquemada, Boyacá) y en el municipio de Sabanalarga (Casanare)'. Al Grupo Sistemática Biológica y el Herbario UPTC. Así como a los miembros de la comunidad de Rabanal.

#### 7. Referencias citadas

- AUTORES VARIOS. 2015. *Los páramos y su gente: Agenda ciudadana para un territorio posible. Propuesta para la acción desde habitantes de los páramos de Chingaza, Sumapaz, Guerrero, Cruz Verde y Cerros orientales*. Proyecto Comunidades de los páramos, fortaleciendo las capacidades y la coordinación para la adaptación a los efectos del cambio climático. Tropenbos Internacional Colombia & UICN Sur. Bogotá, Colombia.
- BAPTISTE, B. 2011. "Ecología del paisaje en los páramos". *Revista Colombia tiene Páramos*, 1: 32-39.
- BORDA, F. 1999. "Orígenes universales y retos actuales de la IAP (Investigación acción participativa)". *Análisis Político-Universidad Nacional de Colombia*, 38: 71-88.

- CABRERA, M. y W. RAMÍREZ. 2014. *Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- CARTAYA, F. y H. ARREAZA. 2012. "Programa de rescate de la tradición cultural ambiental". En: P. CRESPO y T. RODRÍGUEZ (eds.), *Buenas prácticas para la gestión de los páramos Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú*. pp. 53-64. Condesan. Quito, Ecuador.
- CHILES, A.; CUESTA, M.; PUETATE, K. y O. FALCONÍ. 2012. "Programa de rescate de la tradición cultural ambiental". En P. CRESPO y T. RODRÍGUEZ (eds.), *Buenas prácticas para la gestión de los páramos Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú*. pp. 136-143. Condesan. Quito, Ecuador.
- COLMENARES, A. 2012. "Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción". *Voces y Silencios*, 3(1): 102-115.
- CORPOCHIVOR. 2014. *Actualización y socialización del plan de manejo ambiental para el Distrito Regional de Manejo Integrado páramo de Rabanal*. Disponible en: [http://webanterior.corpochivor.gov.co/sites/default/files/attach/Plan\\_Manejo\\_rabanal.pdf](http://webanterior.corpochivor.gov.co/sites/default/files/attach/Plan_Manejo_rabanal.pdf). [Consulta: agosto, 2016].
- CRESPO, P. 2012. *Puentes entre alturas: la sistematización del Proyecto Páramo Andino en Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú*. Condesan. Quito, Ecuador.
- DOTOR, B. y N. GARCÍA. 2011. *Implementación técnica y participativa del plan de restauración de las áreas afectadas por incendios forestales en el páramo de Rabanal Municipio de Samacá*. Fundación Servir. Disponible en: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/934>. [Consulta: febrero, 2017].
- EOT. 2001. *Esquema de Ordenamiento Territorial Ventaquemada*. Disponible en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/V/ventaquemada\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_2001\\_-\\_2010/ventaquemada\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_2001\\_-\\_2010.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/V/ventaquemada_-_boyaca_-_eot_-_2001_-_2010/ventaquemada_-_boyaca_-_eot_-_2001_-_2010.asp). [Consulta: noviembre, 2016].
- ESPITIA, M. 2008. *Caracterización de actores sociales en el Páramo de Rabanal*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en: <http://biblioteca.humboldt.org.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6429>. [Consulta: julio, 2016].
- FAO. 2003. *Elaboración de un marco para las buenas prácticas agrícolas*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/MEETING/006/Y8704S.HTM>. [Consulta: abril, 2017].
- GARZÓN, J. 2015 *Relaciones entre el ordenamiento territorial y el ordenamiento ambiental. Estudio de caso: páramo de Rabanal*. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis de Maestría.
- HOFSTEDE, R. 2013. "Lo mucho que sabemos del páramo. Apuntes sobre el conocimiento actual de la integridad, la transformación y la conservación

- del páramo". En: J. CORTÉS y C. SARMIENTO (eds.), *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos*. pp. 113-126. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- HOFSTEDE, R. 2013a. "Un paisaje con muchas dimensiones: el desarrollo de la relación entre la sociedad y los páramos andinos". En: J. CORTÉS y C. SARMIENTO (eds.), *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos*. pp. 153-164. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- HOFSTEDE, R.; CALLES, J.; LÓPEZ, V.; POLANCO, R.; TORRES, F.; ULLOA, J.; VÁSQUEZ, A. y M. CERRA. 2014. *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN. Quito, Ecuador.
- LLAMBÍ, L.; SMITH, J.; PEREIRA, N.; PEREIRA, A.; VALERO, F.; MONASTERIO, M. & M. DÁVILA. 2013. "Participatory planning for biodiversity conservation in the high tropical Andes: Are farmers interested?" En: J. CORTÉS y C. SARMIENTO (eds.), *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos*. pp. 113-126. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- MARTÍNEZ, M. 2009. *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. Trillas. Ciudad de México, México.
- MEDINA, W. A.; MACANA-GARCÍA, D. C. y F. SÁNCHEZ. 2015. "Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia)". *Ciencia en Desarrollo*, 6(2): 185-198.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2002. *Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana*. Primera Edición. Bogotá, Colombia.
- MOLINILLO, M. y M. MONASTERIO. 2003. "Los páramos de Venezuela". En: R. HOFSTEDE.; P. SEGARRA y V. MENA (eds.), *Los páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos*. pp. 20-21. Global Peatland Initiative/ NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- MORALES, M.; OTERO, J.; VAN der HAMMEN, T.; TORRES, A.; CADENA, C.; PEDRAZA, C.; RODRÍGUEZ, N.; FRANCO, C.; BETANCOURTH, J.; OLAYA, E.; POSADA, E. y L. CÁRDENAS. 2007. *Atlas de páramos de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- PARRA, L. 2013. *Caracterización de Coberturas Vegetales, Páramo de Rabanal Cundinamarca-Boyacá*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- PDM. 2016. Plan de Desarrollo Municipal Ventaquemada. Disponible en: [http://www.ventaquemada-boyaca.gov.co/Nuestros\\_planes.shtml](http://www.ventaquemada-boyaca.gov.co/Nuestros_planes.shtml) [Consulta: enero, 2017].
- RAMÓN, G. 2009. "Conocimiento y prácticas ancestrales". En: R. DE LA CRUZ; MENA, P.; MORALES, P.; ORTIZ, G.; RAMÓN, S.; RIVADENEIRA, E.; SUÁREZ, J.; TERÁN, Y. y C. VELÁZQUEZ (eds.), *Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador*. pp. 13-22. EcoCiencia-Abya Yala. Quito, Ecuador.
- RIVERA, O. 2001. *Páramos de Colombia*. Colección Ecológica del Banco de Occidente. Bogotá, Colombia.
- RIVERA, D. y C. RODRÍGUEZ. 2011. *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- RIVEROS, A. y M. LOZANO. 2012. *Colectivo Rabanal, fuente de vida. Una experiencia de comunicación y apropiación ambiental*. Colciencias y el Banco Mundial. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31381>. [Consulta: octubre, 2016].
- ROBINEAU, O.; CHATELET, M.; SOULARD, C.; MICHEL, I. y J. POSNER. 2014. "Análisis de las prácticas productivas en el área circundante del páramo de Rabanal: aportes para la conservación de los recursos naturales y modalidades de aplicación de estas prácticas". *CONDESAN*, 1: 377-398.
- ROJAS, A.; OSEJO, A.; DUARTE, B.; FRANCO, B. y T. MENJURA. 2015. *Guía de trabajo con comunidades de páramo: Propuesta metodológica de Investigación Acción Participativa (IAP) aplicada con dos comunidades campesinas de los páramos de Guerrero y Rabanal*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- RUBIO, T.; TAPIA, C. y M. URDANETA. 2008. *Estudio sobre el estado actual del macizo del páramo de Rabanal*. Convenio interadministrativo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Corporación Autónoma Regional de Boyacá y la Corporación Autónoma de Chivor. Bogotá, Colombia.
- SARMIENTO, C.; CADENA, C.; SARMIENTO, M.; ZAPATA, J. y O. LEÓN. 2013. *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.



- TAPIA, C. 2009. *Plan participativo de manejo y conservación del macizo páramo de Rabanal*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/352-plan-participativo-de-manejo-y-conservacion-del-macizo-del-paramo-de-rabanal>.
- TORO, J.; SILVA, B. y A. ESPINOSA. 2012. "Conservación y restauración de áreas con alto valor estratégico (restauración ecológica de áreas de páramo y conservación de nacientes y humedales altoandinos)". En P. CRESPO y T. RODRÍGUEZ (eds.), *Buenas prácticas para la gestión de los páramos Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú*. pp. 35-43. Condesan. Quito, Ecuador.

# Panorama socioeconómico

## de la minería en Venezuela (1970-2014) y comparaciones entre periodos gubernamentales

General socioeconomic overview of mining in Venezuela (1970-2014) and comparisons between government periods

Rigüey Valladares<sup>1</sup>

Andrés Rojas S.<sup>1</sup>

Elba Mora<sup>2</sup>

Luis Sandía<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Los Andes, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales,

<sup>2</sup> Universidad de los Andes, Escuela de Geografía,

<sup>3</sup> Universidad de Los Andes, Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida, Venezuela.  
riguey@ula.ve; andiusec47@gmail.com  
emmora@ula.ve; lsandia@ula.ve

### Resumen

Con esta investigación se pretendió analizar el desarrollo y los aportes socioeconómicos de la exploración y explotación minera venezolana frente a los retos del desarrollo sustentable, durante el período 1970-2014. Se seleccionaron 44 años de la historia de Venezuela a objeto de comparar varios periodos gubernamentales en los que se han suscitado cambios sustanciales, tanto en las políticas y la legislación minera como en el marco constitucional; entre ellos, se gesta la migración del modelo económico capitalista hacia el modelo del socialismo del siglo XXI, el primero desde un régimen político constituido por una democracia representativa, y el segundo, por una democracia participativa y protagónica; por ende, se presentan variaciones importantes en la hegemonía de los partidos políticos, que redundan significativamente en la economía nacional, los modos de producción, la distribución de la renta y las formas de organización social.  
**Palabras clave:** minería; economía; producción minera; importación; exportación.

### Abstract

*This research analyzes the development and socioeconomic contributions of Venezuelan exploration and mining in the face of the challenges of sustainable development, by studying its evolution in the period 1970-2014. 44 years of Venezuelan history were selected in order to compare various government periods where substantial changes have been made in mining policies and legislation, as well as in the constitutional framework; among them, the migration of the capitalist economic model to the socialist model of the 21st century is generated, the first model from a political regime constituted by a representative democracy and the second one by a participatory and protagonist democracy; thus, there are important variations in the hegemony of the political parties, which affect significantly the national economy, modes of production, income distribution and forms of social organization.*

**Key words:** mining; economy; mining production; import; export.

## 1. Introducción

La evolución geológica del territorio venezolano ha permitido la formación de depósitos minerales que sirven como materia prima para procesos de industrialización siderúrgicos, petroquímica, metalurgia, fertilizantes, refractarios, cerámica, vidrio, cemento, pintura y construcción, entre otros.

El incremento de la población y el mercado externo aumentan la demanda de materia prima y energía para el consumo socio-productivo, por tal motivo es importante conocer la distribución geográfica, reservas, calidad, etc., de los recursos minerales para la planificación territorial del sector minero.

La extracción de recursos minerales del suelo y subsuelo facilita la satisfacción de las necesidades de la población, generando a su vez ganancias para los explotadores de las minas, así como ingresos a la nación que le sirve de asiento. La sustentabilidad de esta actividad debe contemplar no sólo criterios económicos, sino también sociales y ambientales en la toma de decisiones. El propósito de este trabajo es presentar el panorama socioeconómico de la minería en Venezuela para el periodo 1970-2014 e intentar comparar orientaciones y resultados entre los once periodos de gobierno que se suceden a lo largo de estos cuarenta y cuatro años.

## 2. Aspectos metodológicos

La investigación es de carácter documental y se basó en el análisis de estadísticas oficiales disponibles, datos de textos, anuarios y revistas especializadas considerando variables como exploración, producción anual por tipo de mineral, costos y gastos de producción, precios, aportes en empleo, ventajas especiales a la comunidad y responsabilidad social empresarial. Se sustentó la interpretación

de los datos con información obtenidas de entrevistas a funcionarios y grupos focales de los ministerios del poder popular para el Eco-socialismo y Aguas y de Desarrollo Ecológico Minero. Se establecieron comparaciones de la contribución de la minería al producto interno bruto (PIB) para diferentes años y entre países de América Latina, y se relacionó el PIB con los precios del barril de petróleo.

Se seleccionó el periodo 1970-2014, debido a los cambios sustanciales que se han dado en el Estado venezolano representados por su legislación marco, resaltando dos etapas bien diferenciadas, ilustradas por los historiadores como la IV y la V República (**Cuadro 1**).

Con esta investigación se buscó develar patrones de comportamiento y explicarlos en función de las políticas implementadas en cada uno de los periodos gubernamentales considerados, tomando en cuenta que la variación de los precios internacionales del mineral también influye en los resultados. Se aplicó análisis de varianza de un solo factor por mineral. Al resultar una diferencia altamente significativa (con probabilidad superior al 5%) entre los distintos periodos gubernamentales se aplicó una comparación de múltiples medias, lográndose obtener periodos gubernamentales semejantes en producción para los distintos minerales. Esta agrupación de medias se sintetizó en un cuadro con valores de producción alta, media y baja por mineral en cada periodo gubernamental.

## 3. Resultados

### 3.1 Recursos minerales del territorio nacional

La configuración geológica del territorio venezolano ha dado lugar a la formación de

**Cuadro 1** Periodos de gobierno por partido político (1969-2014)

Presidencia	Periodos de gobierno	Partido político de origen	República	Modelo económico
Rafael Caldera	1969-1974	COPEI	IV República	Capitalista
Carlos Andrés Pérez	1974-1979	AD		
Luis Herrera Campíns	1979-1984	COPEI		
Jaime Lusinchi	1984-1989	AD		
Carlos Andrés Pérez	1989-1993	AD		
Octavio Lepage <sup>1</sup>	1993-1993	AD		
Ramón J. Velázquez <sup>2</sup>	1993-1994	AD		
Rafael Caldera	1995-1999	CONVERGENCIA	V República	Socialista
Hugo Chávez Frías	2000-2006	MVR		
Hugo Chávez Frías	2007-2012	PSUV		
Nicolás Maduro Moros	2013-2014	PSUV		

<sup>1</sup> Presidente provisional. <sup>2</sup> Presidente constitucional nombrado por el Congreso de la República de Venezuela para culminar el periodo presidencial de Carlos Andrés Pérez

depósitos minerales. El escudo precámbrico es rico en depósitos de hierro, aluminio, manganeso, oro, diamantes, tierras raras, torio y caolín. Los geosinclinales de las cordilleras de la Costa, Andes y Perijá poseen yacimientos de níquel, plomo, zinc, cobre, titanio, asbesto, magnesita, talco, feldespato, cianita, yeso, dolomita y caliza. Las extensas cuencas y los surcos internos son importantes por los depósitos de hidrocarburos, fosfatos, carbón, arenas silíceas, arcillas blancas, pirofilitas, calizas, dolomitas, arcillas rojas, arenas, diatomita, turba y gravas (Rodríguez, 1986).

### 3.2 Exploración y explotación minera

Actualmente, la actividad minera se encuentra bajo la supervisión de varias instituciones públicas: Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico, Ministerio del Poder Popular de Petróleo, Ministerio del Poder Popular para las Industrias, Vicepresidencia

de la República, Petróleos de Venezuela y Gobernaciones. A partir de 2016, se incorpora la Fuerza Armada Nacional mediante la Compañía Anónima Militar de Industrias Mineras. El ministerio rector de la minería ha experimentado cambios: primero se fusiona con el sector petrolero (Ministerio de Minas e Hidrocarburos; Ministerio de Energía y Minas), luego se separa para integrarse al sector industrial (Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería), vuelve a unirse con el sector petrolero... finalmente pasó a denominarse Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico.

La exploración minera es considerada de utilidad pública. El antiguo Ministerio de Energía y Minas realizó la mayoría de las investigaciones sobre áreas importantes como yacimientos de minerales.

Entre 1983 y 1988, este ministerio se abocó a investigar numerosas provincias geológicas regionales. Algo similar hicieron las corpora-

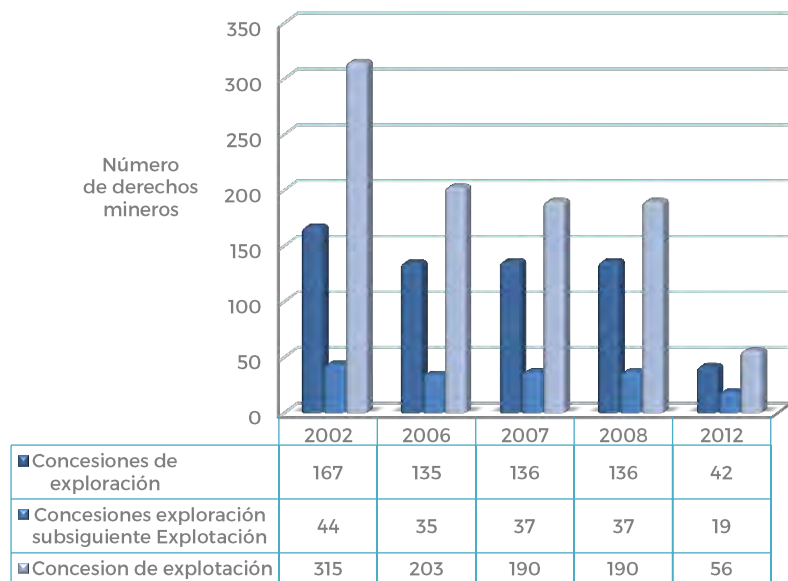
ciones regionales y empresas privadas (Ministerio de Energía y Minas, 1981), (Rodríguez, 1986; 1989).

Se constató que las concesiones de exploración y explotación entre los años 2002 y el 2012 han descendido significativamente (Figura 1). Se carece de esta información para el periodo 1970-2001.

Se desconoce el avance reciente de la actividad exploratoria, pues las reservas que aparecen en los anuarios no se actualizan para cada edición; sin embargo, para el año 2006, las reservas de hierro alcanzaron 4.000 millones de toneladas métricas, 2,5 % de las reservas mundiales y el 14,8 % de las reservas de América del Sur; las de carbón se ubicaron en 8.860 MTM lo que corresponde a una participación mundial de 0,9 % y 29,4 % de importancia relativa para América del Sur; y las reservas de bauxita fueron 320.000 MTM,

equivalentes a una participación relativa del 1,5 % a nivel mundial, ocupando el quinto lugar en América en reservas probadas, con una participación relativa del 6 %.

El gobierno nacional reimpulsó el desarrollo del sector minero el 30 de diciembre de 2015, cuando anunció la reforma de la Ley Orgánica que reserva al Estado las actividades de exploración y explotación del oro y demás minerales estratégicos, en el marco del Plan de Desarrollo Minero 2016 - 2018. El 24 de febrero 2016, el Presidente Nicolás Maduro anuncia la activación del Arco Minero del Orinoco e instala el 'motor minería', atendiendo al cuarto objetivo del Plan de la Patria, que apunta a fomentar la exploración de 111.843,70 km<sup>2</sup> (12,2 % del territorio continental nacional) y la subsiguiente explotación de oro, diamantes y coltán.



**Figura 1** Derechos mineros (2002-2012). Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2004; Ministerio de Industrias Básicas y Minería (2007; 2008); Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería, 2008; Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería, 2014

### 3.3 Contribución de la minería al Producto Interno Bruto (PIB)

La contribución porcentual de la minería al Producto Interno Bruto (PIB) en el periodo 1968-2014 osciló entre el 1,42 % y 0,32 %. Los porcentajes más altos se alcanzaron en los años 1971, 1974, 1989 y 1996 (más del 1,20 %). Las principales caídas se produjeron en los años 1972, 1983, 1991, 1999 y 2014. A partir de 1999 comenzó a recuperarse hasta el 2003, cuando alcanzó 0,79 %; posteriormente se produjo un descenso progresivo durante los últimos 12 años, hasta alcanzar 0,32 % en el año 2014.

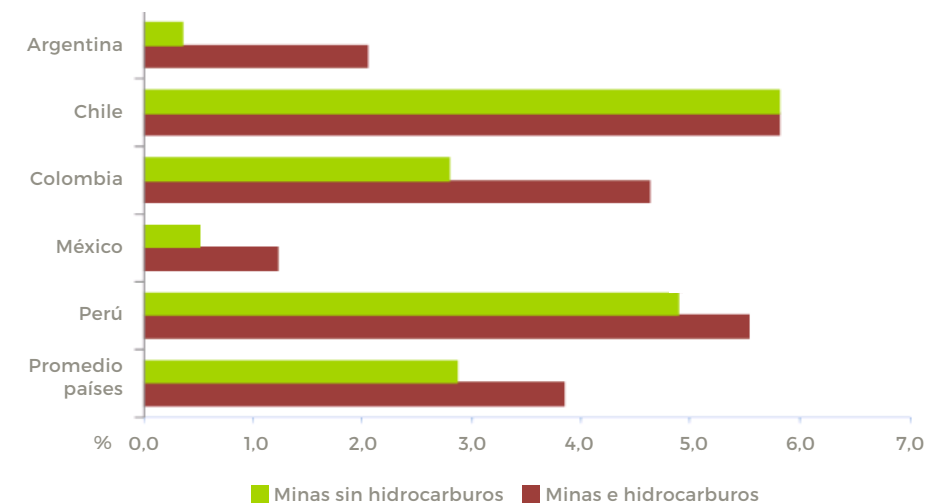
El Ministerio de Minas y Energía y otros (2008), calculó la relación porcentual del PIB para diferentes países latinoamericanos (Figura 2). El porcentaje de minas, sin incluir la extracción de hidrocarburos oscila, para los países considerados, entre el 0,3 % y el 6 %. Tomando en consideración estos datos, la minería de Venezuela ha presentado una baja contribución al PIB con relación a Chile, Perú y Colombia.

### 3.4 Comportamiento de la minería en relación con los precios del petróleo

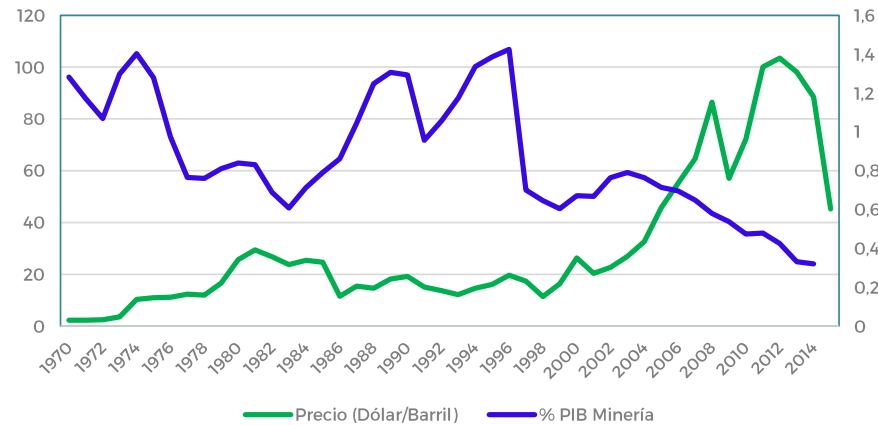
La economía venezolana está basada en la renta petrolera, que debería haber sido el soporte para impulsar la diversificación de las actividades económicas (Rojas, 2004).

Existe un notorio contraste en las políticas de inversión de la renta petrolera entre los gobiernos de la IV y V República (Figura 3). Durante la primera, los precios del barril de petróleo estuvieron por debajo de los 20 \$/barril (muy inferiores a lo que alcanzaron luego en la V República); sin embargo, se produjeron las mayores contribuciones relativas de la minería al PIB. Asimismo, se observa que la merma del precio del barril también representaba una caída en el porcentaje del PIB minero, hechos que se constatan en los años 1983, 1993 y 1998; no obstante, se mantuvo la política de impulsar el sector minero aun con los precios bajos del barril de petróleo.

En los inicios de la V República, el porcentaje del PIB minero crece en la medida que los



**Figura 2** Participación del PIB Minas e Hidrocarburos y PIB Minas sin Hidrocarburos en el PIB de cada país. Fuente: Ministerio de Minas y Energía y otros, 2008



**Figura 3** Evolución de los precios del petróleo con relación a la contribución porcentual del Producto Interno Bruto de la minería (1970-2015). *Fuente:* Banco Central de Venezuela (1970-2015). Ministerio del Poder Popular para el Petróleo y la Minería (2014)

precios del barril de petróleo se incrementan, hasta el año 2003, cuando comienzan a descender, pasando de 0,8% a 0,3% en el año 2014.

Los precios del barril del petróleo más altos de la historia coincidieron con la V República; con excepción de una caída importante en el año 2009. Su máximo valor se alcanzó en el año 2012 con un promedio de 103,42 \$/barril; desde entonces comenzó su caída vertiginosa alcanzando un promedio anual de 45,23 \$/barril en el año 2015.

La caída de la producción minera coincide con el periodo de la historia venezolana donde los precios del petróleo han sido los más altos. Cuando han bajado los precios, se ha percibido a la minería como una alternativa para diversificar la economía; sin embargo, el impulso al sector minero no ocurre de manera sostenida. En el segundo gobierno del presidente Chávez, al comenzar a incrementarse los precios del petróleo, la economía podía seguir anclándose en los ingresos petroleros, por lo que la producción minera no era una fuente imprescindible de recursos, observándose la coincidencia entre el aumento de los

precios del petróleo y la disminución de la producción minera.

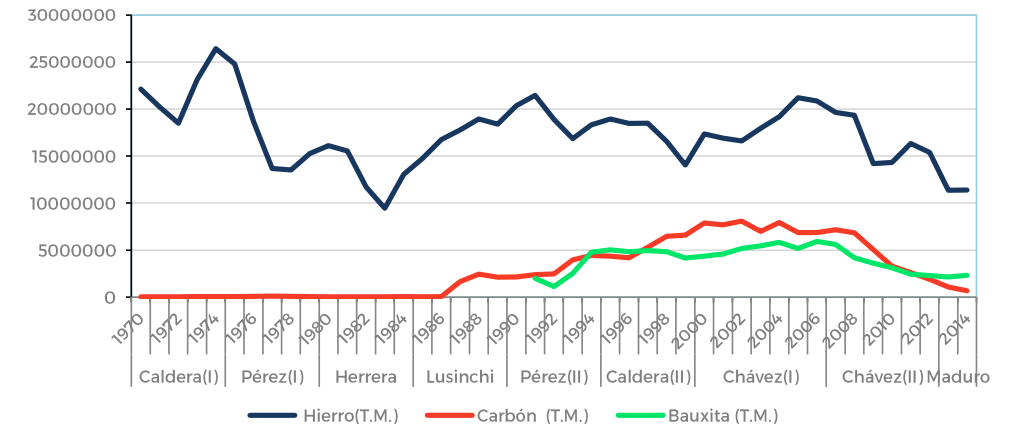
### 3.5 Producción minera

En la minería venezolana juega un papel importante la producción de hierro, carbón, bauxita, oro y diamantes, así como algunos minerales no metálicos (Figura 4).

#### 3.5.1 Hierro

La producción de hierro muestra un comportamiento muy heterogéneo durante la IV República; registra su máximo de 26.424.043 TM en el año 1974 y su mínimo de 9.448.628 TM en el año 1983. Mientras que en la V República alcanza un máximo de 21.195.371 TM en el año 2005 y 11.372.171 TM en el año 2013 (Figura 4).

De acuerdo a investigaciones presentadas por Villalba *et al.* (2016), desde el 2000 hasta el 2005, los precios internacionales del mineral de hierro fueron relativamente bajos, pero en Venezuela la producción en Venezuela se incrementó. Entre el 2005 y el 2009, hubo un aumento de la demanda mundial, asociado al



**Figura 4** Evolución de la producción de hierro, carbón y bauxita en Venezuela (1970-2014). *Fuente:* Ministerio de Energía y Minas (1983; 1984; 1994; 2000); Ministerio de Industrias Básicas y Minería (2007; 2008); Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería (2014)

crecimiento de China, lo que impulsó un alza en los precios. Entre 2010 y 2013 la demanda fue superior a la oferta y los precios fueron relativamente altos, pero con alta volatilidad; a pesar de ello, se produce un descenso significativo en la producción nacional. Desde el 2014, se observa una tendencia a la sobreoferta del mineral de hierro en el mercado internacional, lo cual favorece que los precios se mantengan bajos.

#### 3.5.2 Carbón

La producción de carbón despunta a partir de 1987, manteniendo un crecimiento acelerado hasta el año 2002 cuando empieza a descender, ubicándose su menor producción en el año 2014 con 687.622 TM.

Este descenso resulta contradictorio entre los años 2004 y 2012. Según Salinas y Muñoz (2014), justo a partir del año 2003, China fue reemplazando progresivamente su producción de carbón por importaciones, siendo que en 2009 pasó a ser el mayor importador de este recurso, lo que favoreció que entre los años 2007 y 2012 aumentaran los precios in-

ternacionales, alcanzando 130 \$/TM en Europa, 134 \$/TM en Chile y 242 \$/TM en Japón.

A partir de 2012, los precios mundiales del carbón han ido disminuyendo hasta alcanzar en 2013, en Europa, 83 \$/TM; 112 \$/TM en Chile y 143 \$/TM en Japón, asociado con la caída de la demanda China y por la sustitución del carbón por gas en los Estados Unidos. Este hecho coincide con la baja producción anual de carbón registrada durante el gobierno de Nicolás Maduro, aunque ya venía descendiendo desde el segundo gobierno del presidente Chávez, sin signos de recuperación.

#### 3.5.3 Bauxita

Los primeros registros oficiales de explotación de bauxita aparecen en 1991, con precios promedios *Free On Board* (FOB) que oscilaron entre 28 y 19,37 \$/TM en 1998. A partir de entonces bajan los precios llegando a 15 \$/TM en la mina Los Pijiguaos (Ministerio de Energía y Minas, 2004). “La producción de alúmina de la refinería de Bauxilum de Corporación Venezolana de Guayana en Ciudad Guayana fue un 36% menor en 2014 que en 2013. Una

de las dos líneas de producción de su refinería de 2 Mt/año permaneció inactiva debido a la falta de financiamiento para piezas de repuesto para reparar equipos deteriorados, y debido a la escasez de bauxita. La producción de bauxita de la mina de Los Pijiguaos, de 5.8 Mt/año, fue 31% menor que la de 2013.” (Soules, 2014: 4).

### 3.5.4 Oro y diamantes

La producción de oro se mantiene por debajo de los 2 millones de gramos hasta el año 1986. A partir de allí comienza a incrementarse de manera acelerada, logrando su máximo registro por encima de los 22 millones de gramos en 1997, acompañado seguidamente de una vertiginosa caída en 1998. Viene luego una recuperación progresiva durante la V República, pero en el año 2010 vuelve a descender bruscamente, registrando en el año 2014 su valor mínimo cercano a los 2 millones de gramos (Figura 5).

En el mercado mundial, entre 1970 y 2005, el precio del oro estuvo a menos de 400 \$/oz t, a excepción del año 1980 cuando alcanzó un

precio record de 604 \$, coincidiendo con el año en que se liberó el oro del patrón monetario y se permitió su libre fluctuación; de allí que en el año 1981 se registre en Venezuela una tasa de crecimiento del 100%. Aunque después del año 1980 se produce una caída de los precios, la producción venezolana se incrementó progresivamente. Los precios del oro se mantuvieron estables hasta 1996, año a partir del cual comienzan a descender; sin embargo, la producción interna muestra señales de recuperación desde 1999, con tasas de crecimiento entre el 16% y el 31% hasta el año 2006, coincidiendo con el aumento de los precios internacionales del mineral, a excepción del año 2003.

Este importante aumento de los precios entre el año 2007 y 2009 estuvo vinculado a la creciente demanda de oro por parte de China e India. A partir del año 2006, continúa incrementándose el precio del oro hasta el año 2012, aun así, la extracción de oro en Venezuela disminuye entre 8% y 57% en el 2012. Desde el 2012, la producción mundial

viene descendiendo, pasando el precio del oro de 1.678 \$ hasta llegar al rango de los 1.257 \$ en el año 2016.

A su vez, la producción de diamantes registra un máximo de 1.248.979 QM en el año 1973, para luego comenzar a decrecer. A partir del 2011 no hay registro de producción de este rubro, a pesar de que los precios internacionales se mantienen en constante ascenso (Figura 5).

En la IV República se permitió el libre aprovechamiento de oro y diamantes y se otorgaron concesiones a empresas privadas. En la V República desaparece esta modalidad, para dar paso a un título minero denominado minería artesanal, pequeña minería y mancomunidades mineras; el régimen de concesiones y los títulos mineros facultan al Estado a explorar y explotar directamente; asimismo, se crea el basamento legal para desarrollar empresas mixtas.

A manera de síntesis se puede señalar que en relación a la producción minera (1970-2014) existen diferencias notorias entre cada período gubernamental (Cuadro 2). La variación de la producción puede estar relacionada con incrementos y descensos de precios internacionales, en otros repercuten los controles cambiarios y las políticas implementadas en cada periodo.

Respecto al total de la producción nacional (1970-2014), la mayor producción de hierro y diamantes ocurrió durante el primer gobierno de Rafael Caldera; el primero representó un 14%, con 110.401.016 TM; y el segundo, el 24% con 3.491.167 QM.

A pesar de la nacionalización del hierro (primer gobierno de Carlos Andrés Pérez, 1974-1979), su producción presentó un descenso de -22% en relación con el periodo presidencial de Rafael Caldera. El Ministerio

de Energía y Minas (1981) asoció este descenso con la recesión experimentada por la industria siderúrgica mundial.

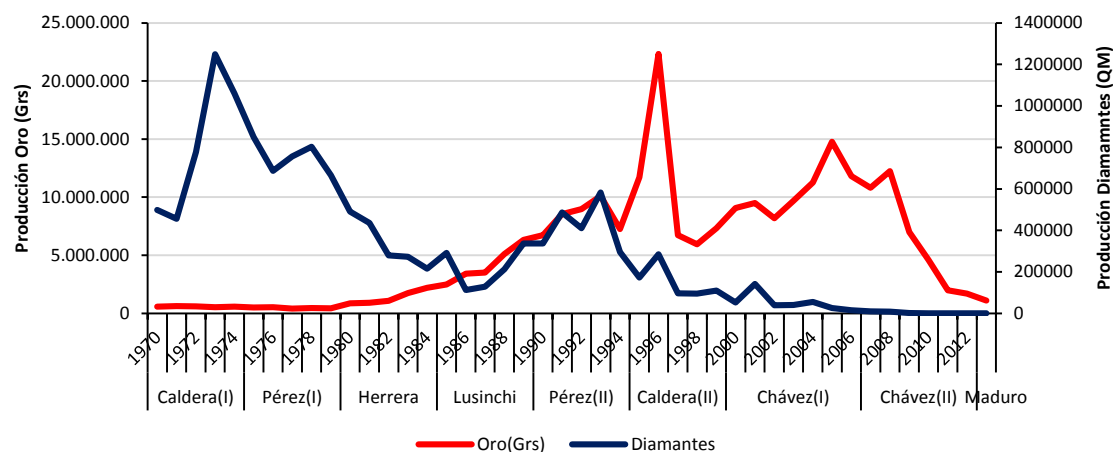
En ese mismo período se presentó la mayor producción de diamantes; 29% de la producción de todo el período analizado. El carbón tuvo una tasa de crecimiento del 75% respecto al quinquenio anterior, aunque aún no representaba un nivel de producción significativa.

El gobierno de Luis Herrera Campins (1979-1984) se vio afectado por la devaluación de la moneda, hecho que ocurrió en febrero de 1983, y que se sustentó en la aplicación de un control cambiario y la restricción de salida de divisas. El hierro, diamantes y carbón presentaron descensos en sus tasas de crecimiento entre el 23% y el 48%; por el contrario, la producción de oro tuvo una tasa de crecimiento del 100%, respecto al quinquenio anterior.

Durante el gobierno de Jaime Lusinchi (1984-1989), la producción de hierro aumentó 32% y la de oro 233% respecto al quinquenio anterior, mientras que la explotación de carbón da un salto de 2.752%, pasando de una producción de 221.722 TM a 6.324.368 TM. La producción de diamantes cae en un -55%.

Durante el segundo gobierno de Carlos Andrés Pérez (1990-1994) se produce un crecimiento de la producción, muy superior al 100% en oro, diamantes y carbón con respecto al período gubernamental anterior; pero en el caso del hierro solo aumentó un 11%. Un hecho relevante en el sector minero es que la bauxita se incorpora dentro de los rubros más importantes en la producción nacional; para este quinquenio se produjeron 10.417.190 TM.

En el segundo periodo de Rafael Caldera (1995-1999), la producción de hierro disminuyó en un -10% respecto al período gubernamental anterior; por el contrario, la producción de oro, carbón y bauxita presentan unas tasas de



**Figura 5** Evolución de la producción de oro y diamantes (1970-2014). Fuente: Ministerio de Energía y Minas (1983; 1984; 1994; 2000); Ministerio de Industrias Básicas y Minería (2007); Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería (2008; 2009); Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería (2014)

**Cuadro 2** Producción minera en Venezuela por período gubernamental (1970-2014)

Período presidencial	Producción promedio		
	Alta	Media	Baja
<b>Caldera (I)</b>	Hierro ↓ Diamante →		Oro → Carbón →
<b>Pérez (I)</b>	Diamante ↓	Hierro ↓	Oro → Carbón →
<b>Herrera</b>	Arcilla ↓ Granito ↓ Dolomita →	Diamante ↓ Granzón	Hierro ↑ Oro → Carbón → Roca Fosfática Feldespatos
<b>Lusinchi</b>	Dolomita →	Hierro ↑ Roca Fosfática → Arcilla → Granito → Granzón → Cuarzo →	Oro ↑ Carbón ↑ Diamante ↑ Feldespatos →
<b>Pérez (II)</b>	Hierro ↓ Oro → Dolomita →	Carbón → Diamante ↓ Roca Fosfática → Arcilla → Granito → Granzón → Cuarzo ↓	Feldespatos →
<b>Caldera (II)</b>	Oro → Roca Fosfática → Dolomita ↓	Hierro ↑ Carbón ↑ Arcilla → Granito → Granzón →	Diamante → Feldespatos → Cuarzo
<b>Chávez (I)</b>	Hierro ↓ Oro → Carbón ↓ Roca Fosfática → Cuarzo →	Arcilla → Granito → Granzón ↑	Diamante → Feldespatos ↑ Dolomita ↑
<b>Chávez (II)</b>	Oro ↓ Roca Fosfática ↓ Feldespatos ↓ Granzón ↓ Cuarzo ↓ Dolomita ↓	Hierro ↓ Carbón ↓ Arcilla ↓ Granito ↓	Diamante →
<b>Maduro</b>		Roca Fosfática Granzón Dolomita	Hierro Oro Carbón Arcilla Granito Feldespatos Cuarzo

↑: Indica que el promedio aumentó para el periodo siguiente;

↓: Indica que el promedio disminuyó para el periodo siguiente;

→: Indica que el promedio se mantiene igual para el periodo siguiente

crecimiento superiores al 20%. En este período de gobierno se extrajo el 22% del oro, 21% carbón, 25% bauxita del total de mineral extraído en el lapso 1970-2014, siendo la producción más alta de la historia para estos rubros, después de la registrada durante el primer gobierno del presidente Chávez (2000-2006).

En el primer gobierno del presidente Chávez (2000-2006) ocurre la producción más alta del período 1970-2014, con tasas de crecimiento por mineral entre el 30% y el 95%, a excepción de diamantes. El total extraído se resume así: 17% hierro, 29% oro, 40% carbón y 38% bauxita. Hay que considerar que durante ese período se observa un incremento del precio del barril de petróleo, inclusive de los precios del oro.

Por el contrario, en el segundo periodo del presidente Chávez (2007-2012) se produce un descenso significativo en las tasas de crecimiento de la producción minera: el hierro descendió en 24%, el oro 31%, diamantes 93%, carbón 49% y bauxita 42%, respecto al período gubernamental anterior; aunque seguía incrementándose el precio del barril de petróleo, salvo la caída en el año 2009, pero comienza a disminuir nuevamente a partir de 2013, tendencia que se mantiene hasta la actualidad. En el año 2009 también se inicia la crisis del sector eléctrico, obligando al Estado a tomar medidas para reducir el consumo energético en las empresas básicas, entre otras; al mismo tiempo se refuerza el control cambiario, lo cual reduce paulatinamente la capacidad de importación del país.

La extracción de hierro, oro, diamantes y carbón durante los dos períodos de gobierno del presidente Chávez, representaron el 30%, 49%, 3% y 61% respectivamente, del total del período considerado (1970-2014), siendo más significativa la producción durante su primer

período de gobierno. En su segundo periodo, se redujo significativamente, llegando a ser la mitad del periodo anterior; como en el caso del carbón, que disminuyó la producción de 52.340.766 TM a 26.873.179 TM.

La caída de la producción minera se inicia en el año 2006, manteniéndose en continuo descenso durante el gobierno de Nicolás Maduro (2013-2014...). De acuerdo con los reportes del ente rector del sector minero, las caídas de producción estuvieron asociadas a la baja disponibilidad de maquinaria para el arranque del mineral y mantenimiento y reposición de equipos fundamentalmente.

### 3.5.5 Otros minerales no metálicos

La tendencia de producción de los minerales no metálicos tiene un comportamiento distinto al de los minerales metálicos. Durante los gobiernos de la IV y la V República no se produjeron grandes cambios en la producción; salvo un hito en la producción de los orientados a la industria de la construcción en el año 2007, al producirse 10.427 MTM de arcillas, 74.268 MTM de arenas y gravas y 63.905 MTM en calizas.

Aun cuando la producción de arenas silíceas no aumentó ese año, si se registraron las mayores importaciones de este mineral para el periodo 2007-2009. Este incremento extraordinario de la producción de arenas y gravas, calizas y, en menor proporción, de arcillas, estuvo asociado al inicio de la construcción de Ciudad Caribia, y otras obras de infraestructura de envergadura para el país. La producción de feldespatos para el periodo 2008-2012 se mantuvo entre 2.000 y 4.000 MTM, marcando un periodo significativo, en virtud de que siempre había estado por debajo de las 200 MTM.

La producción de fosfato comienza a crecer de manera sostenida a partir de 1994, pero

entre 1997 y 2009, se mantiene entre 290 y 360 MTM; luego se produce una caída, la que no muestra signos de recuperación a la fecha.

### 3.6 Recaudación impositiva

La base de cálculo de los impuestos vinculados a la producción minera se encuentra normada por el Decreto con Rango y Fuerza de Ley de Minas (1999). Del 2003 al 2007 se recaudó entre el 81 y el 99% de los impuestos liquidados. Durante los años 2008 y 2009 estuvo entre el 78 y el 81%; a partir del 2010 la recaudación ha sido inferior al 46%, registrándose para el 2011 un 28%. La explicación suministrada por los funcionarios del Ministerio del Desarrollo Minero Ecológico fue que los impuestos liquidados están calculados, pero las empresas no pagan porque están sobregiradas en costos y gastos que no les permiten cumplir con las obligaciones impositivas.

El hierro procedente del estado Bolívar ocupa el primer lugar por impuestos liquidados, con un 27% del total de los impuestos de los 13 minerales que reportan las estadísticas oficiales, seguido del níquel (26%) de las minas del estado Aragua, carbón (22%) de los estados Táchira, Zulia y Anzoátegui, oro (18%) del estado Bolívar.

En cuanto a los impuestos por región, la Región 1 (Bolívar), generalmente liquida entre el 40% y el 70% por la extracción de hierro y oro, a excepción de los años 2007, 2010 y 2011 que estuvieron por debajo del 40%. La Región 3 (Zulia-Falcón) le siguió en importancia en la generación de impuestos mineros (explotación de carbón) hasta el 2007; sin embargo, de manera progresiva se redujo a menos del 15% de los impuestos por región, siendo desplazada por la Región 2 (Aragua-Miranda-Carabobo-Cojedes), con impuestos liquidados que llegaron a alcanzar el 60%; en este aporte

influyó el aumento del precio internacional de níquel; sin embargo, para el 2012 recaudó menos del 20% (Figura 6).

La producción de níquel resalta en algunos años, llegando a aportar los más altos impuestos sobre la renta. Es bastante probable que este incremento se asocie al aumento de los precios internacionales, así como a su participación en la producción mundial y continental; infelizmente, no hay detalles continuos de su producción.

Analizando los resultados financieros de la industria del hierro (Figura 7), se observa que la distribución porcentual de los ingresos anuales para el periodo 1972-2002 fue: la utilidad neta varió entre 53,4% y -59,4%; el impuesto sobre la renta promedio fue del 10%, con una variación entre 0 y 31,8%, y los costos y gastos han oscilado entre el 158% y el 22,2%.

Entre 1972 y 1974 (primer gobierno de Rafael Caldera), la explotación del hierro se encontraba en manos de empresas privadas; los costos y gastos oscilaron entre el 57% y el 47% de los ingresos, los impuestos sobre la renta fueron los más altos de la historia, representando entre el 25% y el 32% de los ingresos anuales de la industria, y la utilidad neta osciló entre el 16% y el 22%.

La máxima utilidad neta se alcanzó en el año 1975 con 53,4%, justo el primer año de la nacionalización del hierro, los costos y gastos representaron el 46,6% de los ingresos y no reporto declaración de impuesto sobre la renta para ese año, posiblemente por exoneración debido a la promulgación del reciente Decreto 580 de nacionalización.

En 1976 se inician las operaciones de la Corporación Venezolana de Guayana Ferrominera. Desde entonces y hasta 1983, los costos y gastos de producción estuvieron entre 65% y el 100%, posiblemente asociado con la incor-

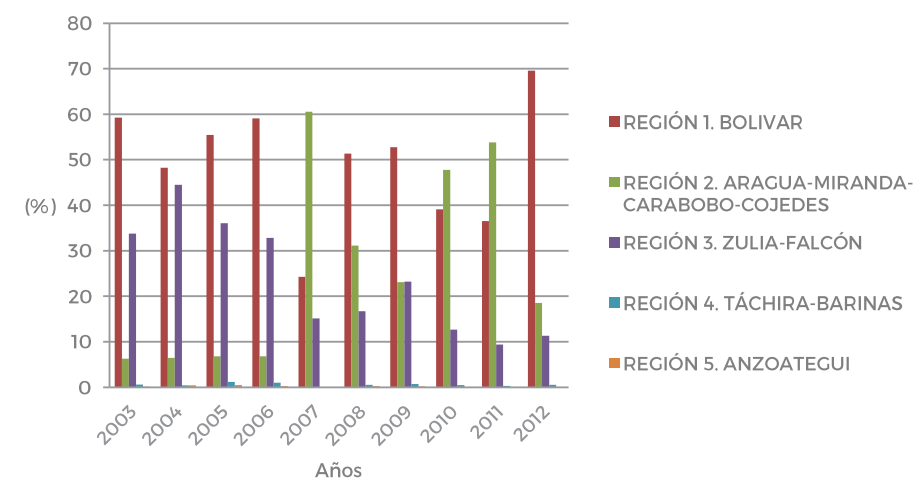


Figura 6 Relación porcentual de impuestos liquidados por regiones mineras (2003-2012). Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Industrias Básicas y Minería (2007; 2008); Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería (2014)

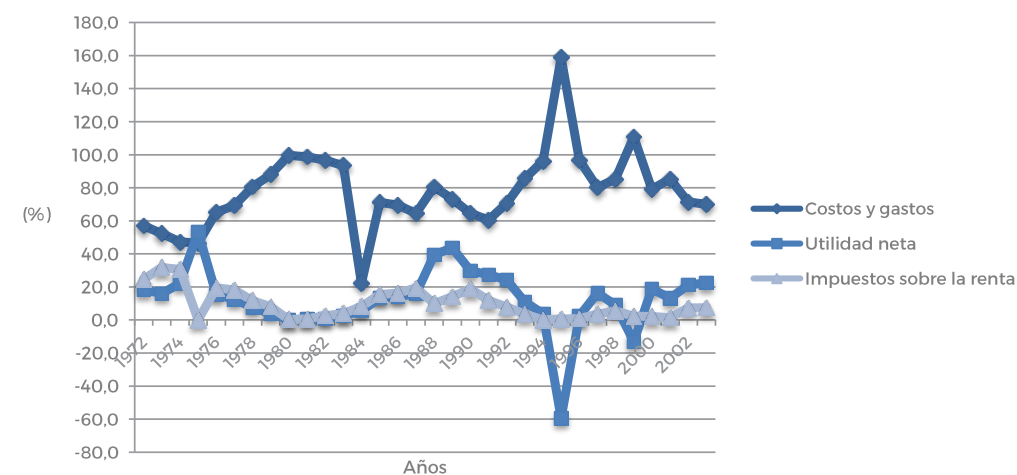


Figura 7 Relación porcentual entre los costos y gastos, utilidad neta e impuestos sobre la renta de la industria del hierro. Fuente: Ministerio de Energía y Minas (1983; 1984; 1987; 2000; 2004)

poración de personal para la nueva organización empresarial; no obstante, en los años subsiguientes esta estructura de costos podría estar relacionada con la organización burocrática, muy sensible al clientelismo estatal. Las utilidades netas fueron menores al 15%, disminuyendo hasta alcanzar 0,2%, 0,5% y 0,7% en los años 1980, 1981 y 1982 respectivamente. A partir de 1979, Venezuela empieza a aparecer en las estadísticas internacionales

como segundo productor suramericano de hierro. En 1984, los costos y gastos muestran una relativa disminución; sin embargo, las utilidades netas y los impuestos declarados se mantuvieron bajos. Desde 1985 comienza el ascenso de las utilidades, pasando de 15,4% a 43,7% en 1989, los costos se mantienen entre el 60 y 80%, los impuestos sobre la renta son menores al 19% de los ingresos, llegando a alcanzar el 8% en 1992; mejoran levemente las



ganancias de la empresa, pero los impuestos para el Estado siguen bajos.

La mínima utilidad neta ocurrió en los años 1995 y 1999. En 1995 representó el -59,4%, los costos y gastos superaron en 158% los ingresos de la industria, mientras que los impuestos representaron el 0,7%. En 1999, las utilidades fueron -13,1% de los ingresos brutos de la industria de hierro, los costos representaron el 110,9% y el impuesto sobre la renta fue el 2,3%. Los resultados fueron negativos tanto para la empresa como para el Estado.

Entre 2001 y 2003, primer periodo del presidente Hugo Chávez (V República), los costos y gastos tienden a reducirse pasando de un 85% hasta un 70%, los impuestos aumentan del 2,1% al 7,5%; y las utilidades de 18,8% hasta un 22,5%; se produce una mejoría parcial y breve tanto para el Estado como para empresa Ferrominera.

Para los años 2006 y 2007 (CVG Ferrominera Orinoco, 2007), la relación porcentual de costos, impuestos y utilidades netas estuvo repartida de la siguiente manera:

- 2006: costos (63%), impuestos (11,7%), utilidades netas (33%)
- 2007: costos (87,5%), impuestos (1,24%), utilidades netas (8,24%).

De acuerdo a la Memoria y Cuenta 2014 de Ferrominera del Orinoco (Ministerio del Poder Popular para las Industrias, 2015), el margen de utilidad o pérdida anual estuvo distribuido de la siguiente manera: 2010 (1%), 2011 (-30%), 2012 (-81%), 2013 (-67%) y 2014 (-73%).

CVG Ferrominera Orinoco tiene costos y gastos por encima del 80% de sus ventas netas, no cubre sus gastos operativos, inversiones, importaciones sin solicitar créditos a la Asamblea Nacional.

Los ingresos del Estado provienen de impuestos sobre la renta, regalías, impuestos al valor agregado e impuestos superficiales. El impuesto minero depende del valor que se le asigne al mineral en boca de mina, ajustado por la autoridad minera mediante estudios de mercado que, generalmente, se encuentran desactualizados. Este factor, unido a la declaración de producción por debajo de lo normal, debido a procesos de fiscalización y control débiles, genera una recaudación impositiva deficiente.

De acuerdo a estos reportes financieros en la industria del hierro, propiedad del Estado venezolano, se registran altos costos de producción, bajas utilidades y baja declaración de impuestos. Es decir, esta actividad no es sustentable en términos económicos, no puede cubrir su funcionamiento y debe recurrir a créditos con cargo a la renta petrolera, con la mera justificación de que son empresas sin fines de lucro destinadas a la inversión social (Rojas, 2004).

### 3.7 Aportes de la minería al desarrollo social

Se comenta a continuación el empleo generado por la actividad minera y los beneficios socioeconómicos que han obtenido las comunidades como parte de la responsabilidad social empresarial y otros beneficios señalados en la legislación nacional. El empleo abarca a los trabajadores de las empresas mineras del Estado, de las concesionarias del sector privado, de la pequeña minería, la minería artesanal y la informal. Olivo (2008) señala que para el año 2000 existían 90.185 trabajadores, y para el 2001 se estimaron 96.280 trabajadores, lo cual representó un crecimiento del 6,8%.

La minería a pequeña escala contribuye en forma importante a la generación de

empleo en el aprovechamiento de oro y diamantes en el estado Bolívar. Algunos estudios estiman esta cantidad entre 60.000 y 80.000 personas, otros señalan que puede estar entre 30.000 y 40.000 (Olivo, 2008). La minería ilegal, además de la pequeña minería y la artesanal, ha causado graves daños al ambiente explotando oro y diamantes, producto de la búsqueda aleatoria del mineral, la utilización de sustancias tóxicas como el mercurio para la recuperación de oro, contaminando con ello ríos y suelos, deforestando grandes extensiones de tierra, con sedimentación de los ríos por el uso de monitores hidráulicos. Esto ha incidido en la salud de las comunidades dedicadas directa e indirectamente a esta actividad.

Este tipo de explotación genera una matriz de opinión negativa hacia la minería en general, pero los proyectos mineros formales son planificados, su intervención es localizada y atiende a los resultados de la exploración; los impactos previstos deben ser atendidos adecuadamente, en función del estudio de impacto ambiental y sociocultural exigido por la autoridad; no obstante, los procesos de supervisión, control y auditoría ambiental, entre otros procedimientos administrativos y penales de control posterior, siguen siendo poco efectivos, lo que ha favorecido daños ambientales significativos y la activación de un sector de la población en contra de la actividad minera.

Las comunidades mineras auríferas presentan problemas de gran complejidad. El Estado venezolano ha intentado diferentes estrategias para abordarlos como la reconversión minera, el Plan Caura y a través de las llamadas misiones como la Misión Piar; sin embargo, estas medidas no han sido bien acogidas por las comunidades a las que están diri-

gidas, a lo que se le suma que las áreas afectadas son extensas y se subestima la población real involucrada. Las grandes líneas de acción gubernamental no logran implementarse en unidades espaciales tan grandes, debido en parte a los débiles procesos de seguimiento y control de su ejecución. El problema no sólo tiene que ver con el hecho de que el Estado no atiende a este sector generando políticas integrales necesarias, lógicas y eficientes, sino que la sociedad tampoco las asume tanto por los diversos intereses que existen como por desarticulación institucional (Valladares, 2008). Se constata así un Estado con poca voluntad y capacidad para aplicar políticas mineras, intereses y corrupción, demagogia y populismo, poca credibilidad en las instituciones: cualquier esfuerzo por mejorar el papel de la minería en el desarrollo de la nación es subestimado.

El Estado venezolano ha legislado, no obstante, con miras a garantizar los derechos sociales y económicos de los ciudadanos, tanto en la Constitución de 1961 como en la Constitución de 1999; en esta última se amplían estos aspectos, reconociendo inclusive derechos ambientales (Art. 127 al 129) que apuntan a mejorar la calidad de vida y derechos de los pueblos indígenas. El artículo 120 señala que el aprovechamiento de los recursos naturales en los hábitats indígenas se hará sin lesionar la integridad cultural, social y económica de los mismos e, igualmente, está sujeto a previa información y consulta a las comunidades indígenas respectivas.

El derecho minero establece la postulación y cumplimiento de ventajas especiales. La Ley de Minas de 1944 señala que el Ejecutivo es el facultado para estipular con los postulantes ventajas especiales para la Nación en materia de impuestos o por cualquier otro respecto,

en lo que se refiere a las concesiones mineras cuyo otorgamiento le es potestativo. La Ley del año 1999 también recoge este principio. Faculta al ministerio competente para estipular ventajas especiales para la República que podrán ofrecer a los particulares en la oportunidad de solicitar la respectiva concesión.

El único rubro que en los anuarios estadísticos ha reportado beneficios sociales ha sido el hierro. Esta industria ocupó un promedio de 3.643 trabajadores en el periodo 1969-2002 (**Cuadro 3**), tuvo su mayor incremento en el primer periodo presidencial de Carlos Andrés Pérez, producto de la nacionalización del hierro; un segundo momento en que se incrementó fue entre 1989-1994; en el resto de los periodos presidenciales su tendencia ha sido disminuir el número promedio de trabajadores.

La industria del hierro ha contado formalmente con programas dirigidos al sector educativo y al sector salud. En cuanto a los aportes educativos, se observa que el número de becas tiende a incrementarse, pero el número de escuelas atendidas se ha reducido paulatinamente; sin embargo, el número de alumnos inscritos anualmente se ha mante-

nido por encima de los 2.500 en promedio. En cuanto al sector salud, la industria ha tenido a su cargo 5 a 6 hospitales. El promedio de pacientes atendidos osciló entre 120.000 y 160.000, 600 a 1.135 intervenciones quirúrgicas y un promedio de accidentes entre 626 y 100; este último se fue reduciendo de manera significativa a partir del año 1984, asociado con la introducción de medidas de higiene y seguridad que redundaron en mejorar las condiciones laborales del trabajador.

En Venezuela, existen varias vías para aplicar el beneficio social directo a partir del desarrollo productivo de una empresa minera. Entre ellas se encuentran: la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, las ventajas especiales establecidas en la Ley de Minas (1999), los compromisos de responsabilidad social exigidos en la Ley de Contrataciones Públicas (2008) y los impuestos sobre la renta.

La información reportada en los anuarios y breviaros no refleja los beneficios sociales que ha aportado el desarrollo de la minería en sus diferentes rubros; solo se han publicado contribuciones realizadas por las empresas explotadoras de hierro. A partir de los anuarios de estadísticas mineras de 2005 se omi-

te la publicación de los datos sociales de la industria del hierro.

Se desconoce la cantidad de trabajadores dedicados a la actividad minera; sin embargo, con datos parciales se logró constatar que a más trabajadores en las empresas del Estado, no se acompaña con un incremento de la producción.

#### 4. Conclusiones

La minería venezolana en estos últimos cuarenta y siete años, más que responder a una política de Estado sostenida en el tiempo y orientada a la diversificación económica del país, se ha caracterizado por prácticas coyunturales y asistemáticas por parte de cada uno de los gobiernos, con orientaciones divergentes, oscilantes entre unos y otros. Este hecho nos ubica en un rango de pobre desempeño respecto a las potencialidades contenidas en el territorio y a los niveles alcanzados por países con características similares.

Venezuela posee un potencial minero subexplorado y subexplotado. Su aprovechamiento con una visión de desarrollo sustentable podría convertirse en una importante fuente alternativa de ingresos y empleo para el país, que coadyuve a la diversificación de la economía, reactive el aparato productivo mediante el aporte de materia prima a los diferentes procesos industriales para atender la demanda interna de la nación, así como proveer divisas por concepto de exportaciones.

El crecimiento de la población trae consigo un aumento de la demanda de materia prima, por tanto, debería ser un incentivo para la extracción de los recursos minerales; sin embargo, lo que se ha podido constatar en el período en estudio es que la actividad minera no ha tenido un crecimiento sostenido en el tiempo.

La actividad minera en Venezuela no ha generado una contribución significativa al PIB si se compara con la de otros países, en los que coexisten extracción de recursos minerales e hidrocarburos, como son los casos de Perú, Chile y Colombia. El PIB minero venezolano ha variado entre el 0,32% y el 1,42% del PIB total; las caídas más importantes se produjeron en los años 1983, 1999 y 2014. El PIB minero ha descendido gradualmente desde el año 2003 hasta el presente, llegando a tener una baja proporción respecto al PIB total, contrario a lo que ocurre en otros países latinoamericanos.

En cuanto a la evolución de la producción de minerales metálicos y piedras preciosas por periodo presidencial (1970-2014), se constató que la producción de hierro tuvo tasas de crecimiento negativas en la mayor parte de los periodos gubernamentales. Del total de la producción de hierro para el periodo considerado, durante el gobierno de Jaime Lusinchi se extrajo el 32%, en el segundo de Carlos Andrés Pérez el 11% y en el primer periodo de Hugo Chávez el 50%.

De los 242.994.978 kg de oro, el 29% se extrajo en el primer gobierno de Chávez, el 20% en el segundo gobierno de Chávez, el 22% en el segundo gobierno de Rafael Caldera y el 17% en el segundo gobierno de Carlos Andrés Pérez.

La producción de diamantes se mantuvo con tasas de crecimiento negativas en todos los periodos presidenciales, a excepción de los dos mandatos del presidente Carlos Andrés Pérez, en los que se extrajo el 29% (primer mandato) y 15% (segundo), reflejando tasas de crecimiento positivas.

En cuanto al carbón, los máximos volúmenes fueron extraídos durante el segundo gobierno de Carlos Andrés Pérez (12%), y en el primer gobierno de Chávez (40%).

**Cuadro 3** Número de trabajadores promedio de la industria del hierro (1969-2002)

Periodo	Nº de Trabajadores (*)	Tasa de crecimiento (%)
1969-1974	3.357	
1974-1979	3.946	17,5
1979-1984	3.665	-7
1984-1989	3.555	-3
1989-1994	4.024	13,2
1995-1999	3.528	-12,3
2000-2002	3.325	-5,8

(\*) Promedio anual calculado por periodo presidencial.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (1984; 1994; 2000; 2004)

La extracción de bauxita siempre ha tenido tasas de crecimiento positivas, a excepción del segundo periodo de Chávez y el gobierno de Nicolás Maduro.

Se logró constatar que los precios altos en el mercado internacional de minerales como hierro, oro, carbón, diamantes y bauxita no han sido determinantes para sostener en el tiempo una alta producción. Aun cuando especialistas afirman que existe una sobreoferta de mineral hierro a partir del 2014, el Estado se está planteando elevar la producción nacional para aumentar las exportaciones y obtener divisas.

En la producción de minerales no metálicos se observó que en dos periodos presidenciales se produjo la mayor parte de los materiales dirigidos a la construcción; el primero en el mandato de Luis Herrera Campins (1980-1984), con la producción de arcillas, arenas y gravas, granito y yeso; y el segundo, durante el gobierno del presidente Chávez (2007-2012), donde se produce arcilla, arenas y gravas, arena silícea y granzón.

Con respecto a los aportes de la minería al desarrollo social, se encontró muchas limitaciones en la información estadística disponible en los anuarios y breviaros, lo que impidió evaluar la contribución del sector.

Parte de estas contribuciones son expuestas en las memorias y cuentas de las empresas del Estado, pero no están sistematizadas por el ente rector en los anuarios. De haberlo estado, hubiese sido posible construir indicadores comparables.

La explotación de los minerales genera impactos ambientales que afectan la salud de la población y su calidad de vida, lo que ha traído como consecuencia una serie de conflictos socioambientales. La discusión aquí expuesta permite afirmar que la minería no ha sido una actividad desarrollada con principios de sustentabilidad económica, social ni ambiental.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen la receptividad y apoyo prestado por los funcionarios de los Ministerios del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas y Desarrollo Ecológico Minero, la Inspectoría Fiscal de Minas Mérida y el Instituto Nacional de Geología y Minería para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación.

A las Dras. Beatriz Olivo Chacín y Delfina Trinca Figuera, por la exhaustiva revisión de este trabajo, su discusión y sugerencias enriquecieron la investigación.

## 6. Referencias citadas

- BANCO CENTRAL DE VENEZUELA. 1970-2015. *BCV*. Disponible en <http://www.bcv.org.ve>. [Consulta: enero, 2016].
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA. 1999. Gaceta Oficial N° 36.860 (30 de diciembre). Caracas, Venezuela.
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA. 1961. Gaceta Oficial N° 662 Extraordinario (23 de enero). Caracas, Venezuela.
- CORPORACIÓN VENEZOLANA DE GUAYANA (CVG FERROMINERA ORINOCO). 2007. *Informe anual 2007*. Caracas, Venezuela.

- DECRETO CON RANGO y FUERZA DE LEY DE MINAS. 1999. Gaceta Oficial N° 5.382. Caracas, Venezuela.
- LEY DE MINAS. 1944. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 121. (18 de enero 1945). Caracas, Venezuela.
- LEY DE CONTRATACIONES PÚBLICAS. 2008. Gaceta Oficial N° 38.895. (25 de marzo). Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1981. "Minerales de Venezuela". *Boletín de Geología*, 119.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1983. *Hierro y otros datos estadísticos mineros 1981*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1984. *Hierro y otros datos estadísticos mineros 1984*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1987. *Anuario Estadístico Minero 1986*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1994. *Anuario Estadístico Minero 1994*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 2000. *Anuario Estadístico Minero 1999*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 2004. *Anuario Estadístico Minero 2003*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE INDUSTRIAS BÁSICAS y MINERÍA (MIBAM). 2007. *Anuario Estadístico Minero 2005*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE INDUSTRIAS BÁSICAS y MINERÍA (MIBAM). 2008. *Anuario Estadístico Minero 2006*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DE MINAS y ENERGÍA y OTROS. 2008. *Estimación de la producción minera colombiana por distritos, basada en proyecciones del PIB minero latinoamericano 2008-2019*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Disponible en: [http://www.simco.gov.co/simco/Portals/0/Panorama/Proyecciones\\_PIB\\_Minero.pdf](http://www.simco.gov.co/simco/Portals/0/Panorama/Proyecciones_PIB_Minero.pdf). [Consulta: diciembre, 2015].
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL PETRÓLEO y MINERÍA. 2014. *Breviario Estadístico Minero 2012*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LAS INDUSTRIAS BÁSICAS y MINERÍA (MIBAM). 2008. *Breviario Estadístico Minero 2007*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LAS INDUSTRIAS BÁSICAS y MINERÍA (MIBAM). 2009. *Breviario Estadístico Minero 2008*. Caracas, Venezuela.
- MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LAS INDUSTRIAS. 2015. *Memoria y Cuenta 2014*. Caracas, Venezuela.
- OLIVO, B. 2008. "Geografía de la minería". En: F. E. POLAR, *GeoVenezuela*. pp. 28-149. Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- RODRÍGUEZ, S. 1986. "Recursos minerales de Venezuela". *Boletín de Geología*, 15(27): 0-228.

- RODRÍGUEZ, S. 1989. "Yacimientos de minerales industriales de Venezuela. Áreas investigadas entre 1983 y 1988". *Boletín de Geología*, 17(30): 1-79.
- ROJAS, A. 2004. "Venezuela: una sociedad distributiva y sus particularidades". *Revista Geográfica Venezolana*, 45(2): 241-245.
- SALINAS, D. y O. MUÑOZ. 2014. *La industria del carbón y su competitividad con el GNL*. Disponible en: [www.brevesdeenergia.com/.../la-industria-del-carbon-y-su-competitividad-con-el-gnl](http://www.brevesdeenergia.com/.../la-industria-del-carbon-y-su-competitividad-con-el-gnl). [Consulta: enero, 2016].
- SOULES, G. 2014. "Bauxilum says unable to maintain two alumina lines: Platts Metals Daily". 3(188): 4. Disponible en: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/myb1-2014-bauxi.pdf>. [Consulta: febrero, 2016].
- VALLADARES, R. 2008. *Términos de referencia para la formulación de un programa de minería sustentable en Las Claritas, Municipio Sifontes, Estado Bolívar (Inédito)*. Instituto Nacional de Geología y Minería. Caracas, Venezuela
- VILLALBA, J.; NUÑEZ, M. y J. FERNÁNDEZ. 2016. "Visión estratégica de la industria minera de hierro y el acero de Venezuela". *Revista Negotium*, 33(11): 4-4. Disponible en: [www.revistanegotium.org.ve/](http://www.revistanegotium.org.ve/) / núm. [Consulta: febrero, 2016].

# NOTAS y DOCUMENTOS

## NOTES and DOCUMENTS

Lugar y fecha de finalización del artículo:  
Mérida, Venezuela; noviembre, 2017

# La apropiación simbólica

## del territorio. Una tradición actualizada desde la nueva geografía cultural\*

The symbolic appropriated territory,  
an updated tradition in the new cultural geography

**José Jesús Rojas López**

Universidad de Los Andes,  
Escuela de Geografía,  
Mérida, Venezuela  
jrojaslopez34@gmail.com

### Resumen

El trabajo aborda la tradicional relación entre cultura y territorio desde la nueva geografía cultural. Para ese propósito tres bloques argumentales fueron organizados de acuerdo con una selectiva lectura biblio-hemerográfica. El primero considera el contenido de esa relación en la geografía humana tradicional. El segundo incorpora la concepción simbólica-expresiva, especialmente identidades e imaginarios geográficos y, el tercero, los retos del territorio-lugar en la dimensión global contemporánea. El recorrido conceptual evidenció la escasa presencia o ausencia de intangibles culturales tanto en la geografía regional como en la llamada geografía cuantitativa, posteriormente resarcidos por la nueva geografía cultural, corriente que hoy muestra un acelerado y variado dinamismo.

**Palabras clave:** nueva geografía cultural; territorio; identidades e imaginarios geográficos.

### Abstract

*This study examines the territorial geographic tradition from the new cultural geography point of view. According to a selective documentary review, three argumentative blocks were organized. The first block approaches the culture-territory relation in regional and landscape geography. The second one considers the innovative symbolic-expressive notion of territory, like identities and geographic imaginaries, and the third one is a short debate on challenges of the territory-places in cultural dimension of globalization. It was noted that traditional study of territoriality resulted incomplete for not answering bonds between individual non-tangibles and their territories, which were potentiated for the accelerated dynamics of new cultural geography during last decades.*

**Key words:** new cultural geography, territory, identities and geographic imaginaries.

## 1. Introducción

La cultura geográfica incluye un extenso abanico de pensamientos tradicionales y emergentes. Los primeros perduran en la conciencia y práctica disciplinarias -relación sociedad-ambiente, diferenciación regional, modelos espaciales, mientras los segundos son avances recientes de la geografía humanista y posmoderna. El territorio, uno de los conceptos centrales de la tradición geográfica, evolucionó desde su concepción como recurso material o espacio de dominio social, hacia representaciones culturales de los sujetos habitantes: un espacio apropiado por individuos y sociedades con el que mantienen lazos de pertenencia e identidad.

A partir de las últimas décadas del siglo XX esta corriente culturalista ha logrado preeminencia, sobre todo en la literatura de la llamada nueva geografía cultural (Giménez, 2009; Verdier, 2010; Martínez de Pisón y Ortega Cantero, 2010; Daniels, 2011; Lindón e Hiernaux, 2012; Zusman, 2013). Sensibilidad de lugares, poéticas del espacio, espacios vividos, arraigos territoriales, identidades nacionales, paisajes imaginarios, culturas visuales, entre otros temas, llenan los vacíos encontrados en los tradicionales meta-relatos geográficos de regiones o mercados.

En Venezuela los abordajes geográficos en este campo son relativamente escasos, aunque más frecuentes en otras ciencias sociales, particularmente en fuentes interdisciplinarias (Universidad de los Andes, 2003; Guerrero, 2009; Cáceres, 2009, entre otros). En la perspectiva geográfica se encuentran tópicos relacionados con paisajes imaginarios e identidad nacional (Ruiz Chataing, 1991; Castillo Zapata, 2000; Rojas López, 2007; Pérez Arriaga, 2009; Valero, 2015), paisajes y memoria cultural (Pargas, 2011; Pérez y Márquez, 2016), sensi-

bilidad geo-cultural (Cunill Grau, 2007; Pérez Arriaga, 2010), geografía y desarraigo (Aché, 2017) y miradas geohistóricas del paisaje (Briceno Monzón, 2003; Rojas López, 2017; Cuevas Quintero, 2018).

Siguiendo los propósitos del Foro Cultura y Paisaje, un continuo esfuerzo de la Escuela de Geografía de la Universidad de Los Andes, que recién conmemoró su 15 aniversario en el 2017, la presente contribución examina la actualización de la relación cultura-territorio en la geografía humana, visto como un proceso inscrito en el *cultural turn* de las ciencias sociales y, por consiguiente, alejado de los habituales espacios corográficos, isótopos y geopolíticos de la disciplina. En breve, revelar la renovación del concepto territorial desde la mirada de la nueva geografía cultural. Para esos fines se sigue una ruta metodológica organizada en tres bloques argumentales a partir de una selectiva revisión bibliográfica y hemerográfica. El primero aborda la relación cultura-territorio en la geografía tradicional; el segundo, la innovadora concepción simbólica-expresiva de los territorios y, el tercero, la posición del lugar en la dimensión cultural de la globalización contemporánea.

## 2. Cultura y territorio en la geografía tradicional

La noción de territorio surge históricamente con las acciones de dominio y control sobre una determinada área geográfica a través de alguna forma de autoridad (militar, política, religiosa). De acuerdo con el postulado geopolítico del determinismo ambiental, el 'espacio vital' ratzeliano suponía una relación de equilibrio entre sociedad y recursos terrestres necesarios para la expansión del Estado. Por lo contrario, la pérdida de espacio territorial

demostraba su desgaste geopolítico. A finales del siglo XIX y comienzos del XX, período de institucionalización de la geografía, la lucha darwiniana por la sobrevivencia fue trasladada a una especie de lucha por los territorios (Estébanez, 1992).

La carencia de evidencias históricas y geográficas sumió en el descrédito académico la tesis determinista. Por lo contrario, la propia evolución disciplinaria situó al complejo de relaciones localizadas entre cultura y naturaleza como la mejor expresión regional de la sociedad. Los conceptos de géneros de vida y paisajes culturales interpretaron el territorio en términos de improntas culturales materiales acumuladas: paisajes rurales, caminos y senderos, poblados, canales de riego, áreas agrícolas. O, también, como espacio de distribución de rasgos etnográficos, particularmente formas vestimentarias, celebraciones religiosas, gastronomías locales, dialectos, danzas lugareñas, áreas culturales.

En Francia, cuna del posibilismo geográfico, Vidal de la Blache (1922) asentó que el espacio geográfico seguía siendo naturaleza, pero repleto de técnicas y tradiciones acordes con los modos de vida regionales. Y Carl Sauer (1925), pionero de la geografía cultural norteamericana, inspirado en los estudios alemanes del *landschaft*, definió el paisaje como una distintiva asociación de formas naturales y culturales, que expresaba a su vez el inter-juego cultura-naturaleza a lo largo del tiempo. En esos trabajos, la estructura natural constituía la base primaria y primera de un proceso diacrónico de habitabilidad del espacio. La evolución de un género de vida o de un paisaje natural a un paisaje cultural estaba marcada por los modos de ocupación y uso de la tierra, esto es, huellas visibles resultantes de cambios históricos, responsables de configura-

ciones morfológicas y funcionales de regiones y paisajes.

La geografía poco o no privilegiaba atributos vividos o sentidos de los habitantes en sus lugares, pese a la influencia del romanticismo geográfico de Humboldt en el mundo intelectual de la época, aunque como apunta Mikesell (1972), algunos estudios incorporaron elementos inmateriales de los paisajes, la religión entre ellos. La ausencia de intangibles se acentuó después de la II guerra mundial. Urbanización y reducción de la población rural, movilidad espacial de personas, bienes y servicios e integración geoeconómica en redes internacionales, modificaron el modelo territorial, sobre todo de los países industrializados. La geografía comenzó a transitar rumbos neopositivistas que rescataron modelos geométricos del siglo XIX y primera mitad del siglo XX con una profusión de herramientas matemáticas y estadísticas. En consecuencia, la historia cultural y ecológica de los lugares fue desplazada por el estudio de relaciones horizontales en espacios isótopos u homogéneos.

Durante los años setenta del siglo pasado, filosofías críticas, sobre todo marxistas, y filosofías humanistas, fundamentalmente fenomenológicas, abrieron otros caminos, sin desconocer las raíces críticas de geógrafos anarquistas o los rasgos humanistas de algunos posibilistas regionales, respectivamente. Desde la fenomenología comenzó a entenderse que entre observador y observado se establecía un diálogo mediado por intereses, valores y creencias; por tanto, el conocimiento de la realidad no podía ser estrictamente objetivo (García-Baró, 1999).

Este nuevo enfoque permitió a los geógrafos comprender significaciones y representaciones de 'los otros' en sus espacios de vida,

elementos muy difíciles de captar mediante el racionalismo científico. La visión humanista dejaba claro, entonces, que el tradicional estudio de paisajes y territorios correspondía a la propia percepción de los geógrafos, reducida a lo visible, aparente, accesible, pero sin respuestas a lo invisible, a las huellas intangibles presentes y pretéritas y a la mirada de los otros (Trinca Figuera, 2006).

### 3. El giro cultural. Apropriación simbólica del territorio

En los años sesenta aparecieron críticas de los científicos sociales al modelo del hombre económico al darse cuenta de que racionalidad, certidumbre y equilibrio de mercado, no se ajustaban a numerosas conductas observadas, especialmente en sociedades tradicionales o no occidentales. Las decisiones espaciales, por caso, parecían responder más a factores culturales y psicológicos que a criterios de optimización económica. En este sentido, conceptos psicoambientales y de racionalidad limitada contribuyeron sustantivamente a los estudios de percepción ambiental, orientados a explicar las decisiones humanas más por las influencias de ambientes percibidos que por ambientes reales (Wolpert, 1964; Downs, 1970). Si bien la geografía de la percepción incorporó conductas humanas y escalas inductivas y locales, no abandonó la convencional separación positivista entre sujeto-activo y objeto-percibido, al menos en su formulación original.

Las progresivas relaciones con la antropología y especialmente con el *cultural turn* que ocurría en las ciencias sociales, motivaron a la disciplina a indagar sobre intangibles socialmente compartidos, esto es, sentimientos, percepciones e imágenes de individuos y gru-

pos sociales en sus lugares de vida. Así, tomó cuerpo teórico el estudio del sujeto y sus experiencias presentes o pasadas, que otorgaban sentido y significado de existencia a sus propios espacios habitados. La concepción fenomenológica se erigió, entonces, en el manto bajo el cual se consolidó la geografía humanista.

Este enfoque ganó singular atención, en especial a partir del influyente trabajo de Lowenthal (1961). Este autor inició su artículo con una cita de John K. Wright (1947: 15): “*Las más fascinantes terrae incognitae son aquellas que permanecen en mentes y corazones de los hombres.*” Con esta visión, Lowenthal finalizó su extensa búsqueda teórica de la relación entre mundo exterior e imágenes mentales, señalando que cada imagen o idea de nuestro mundo está compuesta de experiencia personal, aprendizaje, imaginación y memoria. En síntesis, las experiencias cercanas o lejanas a nuestra cotidianidad, quedaban integradas en nuestra imagen individual de la realidad.

Uno de los principales aportes del humanismo geográfico fue entender al territorio en términos propios de la experiencia subjetiva del sujeto: los lugares, entornos afectivos del hombre y los paisajes, entornos afectivos de las comunidades. Al margen de la experiencia humana, quedaban los espacios abstractos. De modo que solo en los primeros, territorios próximos o identitarios, se reflejaban relaciones de sentimiento entre individuos y espacios: placenteras o lúdicas (topofilias), míticas o religiosas (topodolatrías), pero también de miedo o aversión (topofobias), (Tuan, 1974; 1977). El concepto de lugar se hizo sinónimo de territorio, esta vez cargado de símbolos y representaciones.

Ese rumbo emergente, aunque no olvidó del todo los ajustes geo-históricos en hábitats y géneros de vida, se encargó en especial de los intangibles de individuos en sus entornos terri-

toriales. Paasi (1986), por ejemplo, siguiendo esa ruta, conjugó cuatro procesos socio-históricos en una teoría geográfica regional. Al principio un ‘proceso material’ generaba cierta organización del territorio (poblamiento y uso de la tierra), que luego continuaba con un ‘proceso simbólico’ (topónimos, gentilicios, himnos) y un ‘proceso institucional’ (gremios, grupos culturales, enseñanza geográfica e histórica, prensa regional), mediante los cuales sus pobladores se identificaban con la región. Finalmente, toda la trayectoria conducía a un ‘proceso de consolidación territorial’, según el cual la región era reconocida e identificada en la conciencia geográfica de la nación.

En ese contexto de animación teórica se afianzó en los ochenta la *new cultural geography* (Bailly, 1985), con la adopción de ideas antropológicas, interpretación de intangibles y críticas al universalismo occidental, todas envueltas en la creciente ‘antropologización’ de las ciencias sociales, desmaterialización del mundo y relativismo cultural, respectivamente (Lévy, 2008). La geografía cultural despejaba caminos entre el empirismo descriptivo regional, la racionalidad científica del neopositivismo y el radicalismo del marxismo ortodoxo (Rojas López y Gómez Acosta, 2010).

De esta manera, la disciplina afilió el concepto de apropiación cultural del territorio (Giménez, 2005), un espacio de pertenencia y símbolo de identidad, anclado en la historicidad y geograficidad del hombre. Era allí donde el sujeto adquiriría su experiencia geográfica, una mezcla de proximidad espacial (contigüidad y permanencia) y proximidad social (historia común y valores compartidos), (Rojas López, 2008). Una lectura abiertamente distinta a la de espacios isótopos, neutros y homogéneos de los modelos neopositivistas o de los controversiales ‘no-lugares’, espacios

anónimos o de relaciones efímeras e inestables (Augé, 2001)<sup>1</sup>.

El antiguo trabajo de campo y el registro histórico, en buena parte descalificados por el uso generalizado de fuentes estadísticas por los cultores del neopositivismo, volvieron de nuevo a la geografía. En esta ocasión para identificar y comprender, por medio de recursos etnogeográficos, las experiencias acumuladas y actuaciones espaciales ‘de los otros’. Así, vivencias, percepciones y entrevistas; interpretación de memorias y narrativas de viajeros, exploradores y funcionarios; lecturas de imágenes, vocabularios, toponimias y simbologías del mundo local, conformaron un conjunto de prácticas que enriquecieron el tradicional arsenal metodológico de la disciplina (Albet i Mas, 2001).

### 4. Identidades territoriales e imaginarios colectivos

Si bien territorios y paisajes geográficos han sido considerados espacios híbridos, pues combinan mixturas de materialidades, procesos y acciones de temporalidades desiguales (Santos, 2000), acá interesa la coexistencia y contigüidad de objetos materiales, acciones sociales y representaciones simbólicas de diferentes épocas, en tanto traen consigo múltiples y disímiles narrativas (geográficas, históricas, cartográficas, orales, cinematográficas, literarias...). O, lo que es lo mismo, lecturas de cada pasado desde el presente. Aun cuando en estricto sentido toda historia es lectura de segundo o tercer orden, a menos que sea narrada por sus propios actores, no por ello pierde su valor descriptivo o cultural, como lo atestiguan, por ejemplo, toponimia y formas culturales recreadas por colonizadores en América.

Mediante experiencias o narrativas, los sujetos interiorizan el territorio como referencia simbólica en su propio sistema cultural, incluso lo re-crean en lugares de inmigración, apelando a la memoria histórica y geográfica, los recuerdos e incluso la nostalgia. Por ello la memoria, atributo predilecto de fuentes narrativas, no es un simple registro de recuerdos, sino un esfuerzo de reconstrucción mental desde el presente. Siendo que puede ser borrosa e incluso deformada por el tiempo, mantiene su interés, dado que nutre la conciencia de los pueblos. Entendiendo que todo lugar crea imágenes o significados en quienes lo habitan, dichas representaciones pasan a formar parte de la memoria colectiva y de las identidades. Por eso los territorios, compendios de diversos lugares, son depositarios de memorias, espacios de recuerdos que confieren sentimientos de arraigo y pertenencia a sus pobladores.

Esa entrelazada relación cultural convierte a territorios y paisajes en 'lugares de memoria', definidos en términos muy amplios por historiadores franceses como objetos materiales o ideales convertidos públicamente en patrimonios por la cultura, la voluntad humana o el tiempo: paisajes, libros, mapas, banderas, himnos, edificaciones, caminos o museos (Nora, citado en García Álvarez, 2009). En geografía se prefiere el concepto de 'lugar emblemático', un lugar que logra permanecer en la memoria colectiva a través de narrativas<sup>2</sup>. Es de ese modo que el territorio se asume como texto, cuya lectura puede ser interpretada, aceptada o rechazada.

Actualmente, entre los temas de la 'geografía de la memoria' sobresalen identidades e imaginarios, dimensiones subjetivas de los territorios en la conciencia de la nación, en virtud que revelan conexiones entre forma es-

pacial, significado simbólico y comportamiento espacial de cada historia territorial. Las identidades se entienden como construcciones simbólicas en relación a referentes culturales, signos distintivos que se forjan los individuos de sí mismos frente a otras comunidades (Ortiz, 1996; Giménez, 2009). En ese sentido, la 'identidad territorial' designa la pertenencia cultural de un individuo a un lugar y supone adhesión al complejo simbólico-cultural del grupo social que lo habita. Similarmente, 'imaginarios geográficos' -imágenes legadas del pasado alojadas en la memoria- se ligan con identidades, al crear modos diferenciados de pensar y valorar el territorio y comprender lugares o eventos pretéritos (Staszak, 2004; Cosgrove, 2008). Identidades e imaginarios, sin embargo, no son representaciones inmóviles, sino procesos culturales, de hecho más acelerados en los tiempos globales<sup>3</sup>.

En su giro hacia los mundos subjetivos, la geografía cultural continúa agregando nuevos y variados temas (exotismo, otredad, racismo, deporte, gastronomía, dialectos, género, festividades...) que dificultan su clasificación lógica en el sistema disciplinario. Evidencias de su rápido dinamismo en las últimas décadas<sup>4</sup>.

## 5. Regreso al territorio lugar desde el mundo global

Descubrir la territorialidad humana es también una manera de comprender la diversidad de lugares y culturas. Vienen al caso las microregiones culturales, llamadas 'matrias' por historiadores mexicanos, puesto que el mosaico geográfico constituye un tejido heterogéneo de matrias: un entramado de lugares, algunos en pobreza, otros en prosperidad económica o en transición, de acuerdo con particularidades socioeconómicas e históricas de regio-

nes y naciones (Straka, 2009). Similarmente, apoyándose en las bases fenomenológicas y humanísticas de la geografía, Fortunato (2016) recoge su propia experiencia de vida en dos localidades del gran São Paulo, que revelan la carga de significados y emociones de los lugares como núcleos de la existencia humana. Precisamente, uno de los retos de la geografía cultural es reconocer la singularidad cultural de un lugar en la diversidad del espacio global contemporáneo<sup>5</sup>.

No obstante, surgen interrogantes relacionadas con la pérdida de relevancia de matrias, lugares o territorios frente a la arrolladora fuerza de la globalización. Paradójicamente, sin embargo, ahora parecen exhibir mayor trascendencia tanto en la academia como en la planeación del desarrollo. Primero, porque los impactos globales son diferenciados, mientras algunos lugares decaen, otros se reacomodan o prosperan en la corriente global. Y segundo, porque al igual que toda cultura, todo territorio es, al mismo tiempo, territorio en sí mismo, con su propia estructura, y construcción no terminada, esto es, teatro de distintos actores, que intervienen a diferentes escalas en tiempos distintos y variados propósitos.

Las redes globales, por tanto, no eliminan la territorialidad, aunque pueden transformar la propia esencia de los lugares con imposición o adopción de formas modificadas y nuevas configuraciones socioculturales. Los medios electrónicos, por ejemplo, promueven, al mismo tiempo, la cultura global y la diversidad territorial y cultural. En esos procesos de reacomodo y articulación se crean nuevas representaciones simbólicas, una especie de *sincretismo local-global*. Las reconocidas culturas híbridas de las colonias de inmigrantes en las grandes ciudades son claros ejemplos. Finalmente, lo local no pueda entenderse a

espaldas de lo global, pues ambos son referentes entre sí: el espacio global está constituido por una red de flujos, pero en los territorios locales es donde los actores sociales alcanzan máxima interacción y proximidad.

Hoy, nueva ruralidad, geo-diversidad, 'credos verdes', ecoturismo, culturas locales, pueblos y periferias urbanas, entre otras demandas sociales, expresan aspiraciones y sentimientos locales en contextos globales. Esta valoración luce fundamental para la sociedad dado el desempeño esperado de la tríada territorio-identidad-actores: un territorio que genera identidades, las cuales posibilitan que actores, incluso antagónicos, puedan acordarse en torno a un proyecto común en determinadas épocas. Después del neopositivismo y el marxismo, la geografía redescubre la importancia del lugar, aprendiendo a pensar lo local para comprender lo global (Nogué y Rufí, 2001).

## 5. Conclusiones

Las investigaciones sobre improntas culturales, morfologías y funcionalidades regionales y paisajísticas de la geografía humana tradicional disminuyeron apreciablemente con el apogeo neopositivista de la segunda mitad del siglo XX, más interesado en optimización de flujos y conductas espaciales que en modificaciones y adaptaciones de la sociedad al medio geográfico. Desde finales del siglo pasado se asiste, sin embargo, a un creciente doble movimiento, el 'descubrimiento' del espacio por las ciencias sociales y el acercamiento de la geografía a las ciencias sociales, giros que revitalizaron la geografía cultural, a contracorriente de los efectos reductores de tiempos y distancias de la dominante globalización.



En ese nuevo tejido teórico, el bagaje conceptual de la geografía humana acusó un desplazamiento progresivo de la relación sociedad-espacio a la de cultura-espacio, en sintonía con el *cultural turn* de las ciencias sociales. De la mano con la fenomenología y la antropología, la disciplina actualizó objetivos y contenidos e incursionó en otros espacios, distintos a los corográficos e isotropos. Así, las corrientes humanistas y culturalistas priorizaron intangibles de los sujetos, más que la materialidad del espacio, y la cultura común, más que los ajustes humanos al medio.

En los tiempos actuales, el dinamismo de la nueva geografía cultural se proyecta en el amplio campo de territorios-lugares permeados por los significados simbólicos, en los que sobresalen identidades e imaginarios geográficos. Es desde esta perspectiva que se contraponen identidades territoriales de experiencias humanas e identidades múltiples del hombre global. Un esfuerzo conceptual inscrito en un propósito contemporáneo: volver al estudio del territorio y sus temporalidades en búsqueda de anclajes locales y regionales a variadas escalas frente a la fuerza homogeneizadora de la globalización.

## 6. Notas

- \* Versión ampliada de la presentación realizada el 8 de diciembre del 2017 con ocasión del 42 aniversario de los estudios de postgrado en el Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. El autor agradece las interesantes sugerencias realizadas por evaluadores anónimos.
1. Centros comerciales, áreas turísticas, agencias bancarias, terminales de pasajeros, son realmente “no-lugares” o espacios anónimos? La interrogante es pertinente porque si bien no generan apegos entre individuos que los frecuentan ocasionalmente, no se puede decir lo mismo de quienes hacen de ellos sus escenarios y medios de trabajo durante gran parte de su vida. La extensión de la permanencia y la intensidad de pertenencia son precisamente atributos que le confieren ‘lugaridad’ o ‘geograficidad’ a sujetos individuales y sociales. Por ello, es también oportuna otra interrogante: ¿para quiénes son no-lugares?
  2. Los geógrafos franceses han estimado que los historiadores han hecho un uso laxo del concepto ‘lugares de memoria’, particularmente por la abusiva acepción atribuida al lugar. Prefieren el de ‘lugares emblemáticos’ (*hauts-lieux*) para referir la relación memoria-territorio, que da entrada y mejor sentido al problema de las identidades territoriales (Verdier, 2010).
  3. Las tendencias emergentes de la geografía focalizan en las relaciones culturales el asunto de las identidades regionales. Éstas conjugan un tejido de representaciones propias del territorio que los grupos sociales adquieren en razón de habitarlo y modelarlo históricamente. No obstante, puesto que la contemporaneidad hace de los lugares especies de conglome-

merados de múltiples pertenencias (desde locales hasta transnacionales), las identidades son pensadas como constructos relacionales e inacabados. Simultaneidad, multiplicidad, masividad, fragmentación, desigualdad, afectan de distintas maneras las identidades. “*De allí que se desdibuje la noción clásica de una identidad esencial, aislada, atemporal y pueda instalarse la noción de identidades en construcción, no terminadas, plurales*” (Gurevich, 2009: 326).

4. El volumen 91(1-2) de *Geographical Review* fue dedicado a la geografía humanista en conmemoración del sesquicentenario de la *American Geographical Society* (Delyser y Starrs, 2001). En unas 500 páginas se recogen 56 artículos breves de 65 autores, la mayoría norteamericanos, con estudios de casos en las Américas, Asia, África y Europa. Títulos posmodernistas como “*Cuando la luz se apaga*”, “*Geografía disfrazada*”, “*Sin conejos muertos*”, “*Vodka en la Rusia rural*”, entre otros, reflejan sentimientos, imágenes y percepciones culturales de espacios vividos. Permanece la duda, sin embargo, sobre la correcta interpretación de códigos geoculturales por ‘observadores extraños’ a esos lugares, sobre todo cuando acuden a informantes y traducciones oficiales (Rojas López, 2002).
5. La multiescala territorial evidencia que las localidades no son entidades autárquicas, aisladas o estáticas, en tanto constituyen subsistemas de sistemas más globales (regiones, naciones, continentes) a los cuales aportan y de los cuales reciben diversos flujos de información, bienes y servicios. Si bien desigual, esa relación local-global reivindica la tradicional categoría de posición geográfica de los lugares. De modo tal que el territorio local (regional) es entendido como una síntesis emergente, donde se acoplan y contradicen procesos y decisiones de una jerarquía multiescalar, es decir, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba (Cutter *et. al.*, 2002).

## 7. Referencias citadas

- ACHÉ ACHÉ, D. 2017. “Giro cultural en geografía: Diáspora y geografía en La Emperatriz de mis Sueños de Oscar Hijuelos”. *Revisa Terra*, Nueva Etapa, 33(53): 123-138.
- ALBET i MAS, A. 2001. “¿Regiones singulares y regiones sin lugares? Reconsiderando el estudio de lo regional y lo local en el contexto de la geografía posmoderna”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 32: 35-52.
- AUGÉ, M. 2001. *Los no lugares. Espacios del anonimato*. Gedisa. Barcelona, España.
- BAILLY, A. 1985. “Distances et espaces: vingt ans de géographie des représentations”. *L'Espace Géographique*, 3: 197-205.

- BRICEÑO MONZÓN, C. 2003. "La obra geográfica de Agustín Codazzi en Venezuela". En: *El paisaje: memoria cultural de Venezuela 1498-1811*. pp. 203-219. Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación / Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Mérida, Venezuela.
- CÁCERES, B. (Comp.). 2009. *Paisajes paralelos 1960-2000. Nueva visión de la naturaleza y la historia*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela.
- CASTILO ZAPATA, R. 2000. "Escribir la tierra/escribir la nación". En: *Agustín Codazzi, arquitecto del territorio*. pp. 277-290. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Arquitectura y Urbanismo / Consejo Nacional de Universidades. Caracas, Venezuela.
- COSGROVE, D. 2008. "Images and imagination in 20<sup>th</sup> century environmentalism from the Sierras to the Poles". *Environment and Planning*, 40: 1.862-1.880.
- CUEVAS QUINTERO, L. 2018. *El soberbio Orinoco, viajes, ciencia e imaginación geográfica 1799-1951*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Geografía. México. D.F. (Tesis doctoral).
- CUNILL GRAU, P. 2007. *Geohistoria de la sensibilidad en Venezuela*. Fundación Empresas Polar, 2 vol. Caracas, Venezuela.
- CUTTER, S; GOLLEDGE, R. & W. GRAF. 2002. "The big questions in geography". *The Professional Geographer*, 54(3): 305-317.
- DANIELS, S. 2011. "Geographical imagination". *Transactions of the Institute of British Geographers*, 36: 182-187.
- DELYSER, D. & P. STARRS. 2001. (Ed). "Doing fieldwork". *Geographical Review*, 91 (1-2). *Special volume on humanistic geography*.
- DOWNS, R. M. 1970. "Geographic space perception: past approaches and future prospects". *Progress in Geography*, 2: 66-108.
- ESTÉBANEZ, J. 1992. "El carácter de la geografía". En: R. PUYOL (Coord.). *Geografía humana*. pp. 17-65. Ediciones Cátedra. Madrid, España.
- FORTUNATO, I. 2016. "Notas sobre el lugar desde el punto de vista de la geografía". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 126-133.
- GARCÍA ÁLVAREZ, J. 2009. "Lugares, paisajes y políticas de memoria: una lectura geográfica". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 51:175-202.
- GARCÍA BARÓ, M. 1999. *Vida y mundo. La práctica de la fenomenología*. Trotta. Valladolid, España.
- GIMÉNEZ, G. 2005. "Territorio e identidad: breve introducción a la geografía cultural". *Trayectorias*, 17: 8-24.
- GIMÉNEZ, G. 2009. "Cultura, identidad y memoria. Materiales para una sociología de los procesos culturales en las franjas fronterizas". *Frontera Norte*, 21(41): 7-32.
- GUERRERO, A. (Coord.). 2009. *Los paisajes de la modernidad en Venezuela 1811-1960*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones / Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Mérida, Venezuela.
- GUVERICH, R. 2009. "La educación geográfica contemporánea: lo mismo y lo otro". En: O. DELGADO MARCHENA y H. CRISTANCHO GARRIDO (Ed.). *Globalización y territorio; reflexiones geográficas en América Latina*. pp. 317-340. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas. Bogotá, Colombia.
- LEVY, J. 2008. "La géographie culturelle a-t-elle un sens?" *Annales de Géographie*, 660/661: 27-46.
- LINDÓN, A. y D. HIERNAX (Dir.). 2012. *Geografías de lo imaginario*. Anthropos. Barcelona- España.
- LOWENTHAL, D. 1961. "Geography, experience and imagination: towards a geographical epistemology". *Annals of the Association of American Geographers*, 51(3): 241-260.
- MARTÍNEZ DE PISÓN y N. ORTEGA CANTERO (Ed.). 2010. *El paisaje: valores e identidades*. Universidad Autónoma de Madrid-Fundación Duques de Soria, ediciones. Madrid, España.
- MIKESELL, M. 1972. "Landscape". En: P. WARD ENGLISH & R. MAYFIELD (Ed.). *Man, space and environment*. pp. 9-15. Oxford University Press. London, England.
- NOGUÉ, J. y J. RUFÍ. 2001. *Geopolítica, identidad y globalización*. Ariel. Barcelona, España.
- ORTIZ, R. 1996. "Introducción". En: R. ORTIZ (Ed.). *Otro territorio: ensayos sobre el mundo contemporáneo*: 17-22. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia.
- PARGAS, L. 2011. "Paisajes imaginarios del tiempo. Entre páramos y pueblos andinos de Venezuela". *Revista de Arquitectura*, 13: 13-22.
- PASSI, A. 1986. "The institutionalization of regions. A theoretical framework for understanding emergence of regions and the constitution of regional identity". *Fennia*, 164: 105-146.
- PEREZ ARRIAGA, R. 2009. "La ciudad, lugar de identidad geográfica y cultural". *Fermentum*, 19(54): 35-47.
- PEREZ ARRIAGA, R. 2010. "Geografía y arte: de lo textual a lo visual en los paisajes". *Revista Geográfica Venezolana*, Número Especial: Geografía Cultural, 189-218. (No editado).
- PEREZ ARRIAGA, R. y J. MARQUEZ. 2016. *Historia del paisaje en el páramo de Gavidia. Sitio Las piñuelas (Cordillera andina merideña). Ensayo geo-etnográfico y fotográfico*. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela (en prensa).
- ROJAS LÓPEZ, J. 2002. "El trabajo de campo en Geografía. Una visión desde el Norte". *Revista Geográfica Venezolana*, 43(1): 149-157.
- ROJAS LÓPEZ, J. 2007. "Agustín Codazzi y los paisajes de una geografía imaginaria en Venezuela". *Revista Geográfica Venezolana*, 48(2): 299-308.

- ROJAS LÓPEZ, J. 2008. "La agenda territorial del desarrollo rural en América Latina". *Derecho y Reforma Agraria. Ambiente y Sociedad*, 34: 77-97.
- ROJAS LOPEZ, J. y E. GÓMEZ ACOSTA, E. 2010. *Tiempos del Pensamiento Geográfico*. Arquidiócesis de Mérida / Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- ROJAS LÓPEZ, J. 2017. Paisajes geográficos de Codazzi. Imágenes duraderas de la memoria. Presentación en el *Foro Paisaje y Cultura*. Universidad de Los Andes. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela.
- RUIZ CHATAING, D. 1991. "Nostalgia de una gran fe. A 150 años de la obra geográfica de Agustín Codazzi". *Tierra Firme*, 34: 209-211.
- SANTOS, M. 2000. *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*. Editorial Ariel. Barcelona, España.
- SAUER, C. 1925. "The morphology of landscape". *University of California Publications in Geography*, 2: 19-54.
- STASZAK, J. F. 2004. "Les singulières identités géographiques de Paul Gauguin". *Annales de Géographie*, 638: 354-369.
- STRAKA, T. 2009. "Geohistoria y microhistoria en Venezuela. Reflexiones en homenaje a Luis González González". En: L. MUÑOZ y J. BRACHO (Coord.). *Nuevas lecturas de la historia regional y local*. pp. 77-115. Ministerio del Poder Popular para la Cultura, Caracas, Venezuela.
- TRINCA FIGHERA, D. 2006. "Paisaje natural, paisaje humanizado o simplemente paisaje". *Revista Geográfica Venezolana*, 47(1): 113-118.
- TUAN, Y. F. 1974. *Topophilia*. Prentice Hall. New Jersey, USA.
- TUAN, Y. F. 1977. *Space and place. The perspective of experience*. Edward Arnold. London, England.
- UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. 2003. "El paisaje: memoria cultural de Venezuela 1498-1811". Facultad de Humanidades y Educación-Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Mérida, Venezuela.
- VALERO, M. 2015. Paisajes portátiles: otros imaginarios del arraigo. Presentación en el *Foro Cultura y Paisaje*. Universidad de Los Andes. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela.
- VERDIER, N. 2010. "La memoria de los lugares: entre espacios de la historia y territorios de la geografía". En: N. ORTEGA CANTERO; J. GARCÍA ÁLVAREZ y MOLLA RUIZ-GÓMEZ. *Lenguajes y visiones del paisaje y del territorio*. pp. 209-217. Ediciones Universidad Autónoma de Madrid, España. <https://halsh.archives-outverts.fr/halshs-00517715>.
- VIDAL DE LA BLACHE, P. 1922. *Principes de géographie humaine*. Armand Colin. Paris, France.
- WOLPERT, J. 1964. "The decision process in spatial context". *Annals of the Association of American Geographers*, 54: 337-348.
- WRIGHT, J. K. 1947. "Terrae incognitae: the place of the imagination in geography". *Annals of the Association of American Geographers*, 37: 1-15.
- ZUSMAN, P. 2013. "La geografía histórica, la imaginación y los imaginarios geográficos". *Revista de Geografía Norte Grande*, 54: 52-66.

# Índices de ruralidades:

## uma análise de redes

### Rurality Indexes: An analysis of networks

Gustavo Bastos Braga<sup>1</sup>

Ana Louise de Carvalho Fiúza<sup>1</sup>

Paula Cristina Remoaldo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural, Viçosa, Minas Gerais (MG), Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, Departamento de Geografia, Campus de Azurém, Guimarães, Portugal

gustavo.braga@ufv.br

louisefiuz@ufv.br

cris.remoaldo@gmail.com

#### Resumo

As Nações Unidas declararam que o ano de 2007 foi a primeira vez na história da humanidade em que a maioria dos habitantes do mundo não vivia mais em áreas rurais. No entanto, ainda não há consenso sobre a definição de rural e os discursos acadêmicos e políticos sobre esse tema são controversos. Há autores que procuram criar índices de ruralidade, os quais contribuem para delinear o rural na literatura. Este artigo procurou construir uma rede com essa linha de pesquisa. Nesses estudos, a principal tendência foi a definição de rural como um estilo de vida. Os resultados demonstraram uma centralidade em torno de Cloke e seu estudo seminal. Também demonstrou-se baixa modularidade e densidade na rede, o que sugere que a discussão ainda estaria em um nível elementar e que não há uma ampla troca de ideias entre os autores que pesquisam os índices de ruralidade.

**Palavras chave:** definição do rural; índice de ruralidade; redes.

#### Abstract

The United Nations declared that the year of 2007 was the first time in human history when the majority of the world's people were not living in rural areas. However, there is neither in literature nor in any official agency a clear definition of what "rural" is. There are authors trying to create a rurality index, which contributes to delineate "rural" in literature. Several authors took part in this approach, generating a web of studies in which, they apply rurality indexes for different objectives, such as aiding public policies. In these studies, the main tendency was the definition of "rural" as a lifestyle. The results demonstrated the centrality around Cloke and his seminal role. The outcomes showed low modularity and density in the network, which suggest that the discussion is still at an elementary level and that there is not a wide exchange of ideas among authors.

**Key words:** rural definition; rurality index; network.

## 1. Introdução

A definição de rural é uma questão que não encontra um ponto passivo na literatura. Ao se analisar o estado da arte sobre o tema, nos deparamos com uma corrente que procura mensurar o rural através de índices. Esses são, normalmente, encontrados na literatura internacional sob a insígnia de índice de ruralidade. Esse termo foi popularizado pelo estudo seminal de Cloke (1977), que adotou essa alcunha para designar um índice que prometia mensurar os níveis de rural presentes no interior do País de Gales.

Sendo assim, a proposição de um índice de ruralidade não é propriamente nova, já tendo sido pensada e aplicada no Reino Unido (Bibby e Shepherd, 2004; Cloke e Edwards, 1986; Cloke, 1977; Cloke e Little, 1993; Cloke e Milbourne, 1992; Harrington e O'Donoghue, 1998), em Portugal (Diniz, 1996; Pereira *et al.*, 2009; Remoaldo, 2002), na Espanha (Gómez *et al.*, 2004; Prieto-Lara e Ocaña-Riola, 2009), na Turquia (Öğdül, 2010), na Irlanda (Teljeur e Kelly, 2008), na Romênia (Puia, 2011), na Itália (Romagnoli, 2002), no México (Sánchez *et al.*, 2008), no Canadá (Leduc, 1997; Olatunde *et al.*, 2007), nos Estados Unidos (Edmonson e Fontanez, 1995; Waldorf e County, 2007; Waldorf, 2007; Weinert e Boik, 1995), na Austrália (Glover e Tennant, 2003), na China (Long *et al.*, 2009), e na Holanda (Verbeek *et al.*, 2012).

Por outro lado, as especificidades relativas a cada país fazem deste índice um desafio original. A polissemia em torno da concepção de rural deve-se, em grande parte, à força das instituições públicas que, ao implementarem seus planos de desenvolvimento rural sustentável, por exemplo, tornam usual concepções de rural, as quais acabam sendo assumidas dentro do ambiente acadêmico, sem o devido rigor teórico-metodológico. As Nações Unidas

(United Nations, 2012), por exemplo, que se constituem em uma das principais instituições fomentadoras de projetos de desenvolvimento rural, afirmam que o mundo hoje está mais urbano do que rural. Mais precisamente, 52,1% urbano. Em 2007, ainda segundo dados das Nações Unidas, pela primeira vez na história da humanidade a maioria das pessoas no globo passou a viver em áreas urbanas.

Prevê-se que a tendência de aumento da população a viver em áreas urbanas continue a aumentar e que, em 2050, dois terços da população estarão vivendo em espaços urbanos. As cidades são, assim, responsáveis pela maior parte do crescimento populacional do mundo, cujo pico, de cerca de 10 milhares de milhão de habitantes, espera-se que aconteça em 2050 (Davis, 2006).

No ambiente acadêmico, autores como Gregory Fulkerson, Libby Morris e Ron Wimberley, da North Carolina State University e da University of Georgia, chegaram a celebrar o dia 23 de maio de 2007 como o dia em que a população mundial passou a viver em maioria nos espaços urbanos (Lanaspa *et al.*, 2011). Contudo, a definição de rural está longe de ser um consenso à escala internacional.

Para Schmitt Goffette-Nagot (2000), as definições mais comumente utilizadas continuam sustentando polarizações entre urbano e rural, com base em critérios puramente empíricos. As áreas rurais são definidas pela baixa população, por poucas construções e pela presença da agricultura (Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, 2011).

O relatório aponta para a cada vez maior influência do urbano na área rural, ao mostrar que já há um distanciamento de definições tradicionais da área rural, como a de associação obrigatória à atividade agrícola.

## 2. O índice de ruralidade no contexto internacional

Um dos estudos mais amplamente divulgados e replicados no campo da criação de um índice de ruralidade é o de Cloke (1977). Baseando-se, principalmente, em variáveis relativas à demografia, taxa de emigração e imigração, Cloke (1977) propôs a mensuração da ruralidade. O autor propôs quatro grupos na sua classificação: *extreme rural*, *intermediate rural*, *intermediate non-rural* e *extreme non-rural*. Mesmo que o índice se caracterize como um continuum de 0 a 1, ele realizou esses agrupamentos para facilitar a análise de seus dados. Apesar da classificação simples, Cloke e Milbourne (1992) defendem a construção da ruralidade para além de fatores geoeconômicos e visam definir a ruralidade como uma construção social, cultural, como um modo de vida. “*In this way ‘rurality’ becomes a social construct and ‘rural’ becomes a world of social, moral and cultural values in which rural dwellers participate*” (Cloke e Milbourne, 1992: 360). Deve ser enaltecido que Cloke foi um dos principais pioneiros de uma vertente que visa estabelecer formas de mensurar a ruralidade estatisticamente, mesmo que o próprio autor considere isso um desafio (Halfacree, 1993).

Em 1986 e em 1992, Cloke realizou estudos sobre como os modos de vida<sup>1</sup> daqueles que estão na ruralidade vêm se alterando (Cloke e Edwards, 1986; Cloke e Milbourne, 1992). Nessa análise, Cloke e Milbourne (1992) procuram dar ênfase ao efeito atrativo do idílio rural (*rural idyll*) sobre os ‘novos rurais’, que veem o campo como um lugar onde predomina o “*natural countryside environment is happy, healthy and problem-free*” (Cloke e Milbourne, 1992: 370). Os autores chamam a atenção para o fato de que, no campo, tem proliferado a pluriatividade, como também é mostrado, no

Alguns autores, como Mills (1988), chegam a assinalar a tentativa de definir ruralidade como uma tarefa tola e inútil. Mas, como o próprio Mills sugere, há necessidade de se identificar os ‘tons do urbano’ no campo.

Criticado fervorosamente por Mills (1988), Cloke (1986; 1977) que, em um estudo seminal, criou um índice para mensurar a ‘ruralidade’ na Inglaterra e no País de Gales com as variáveis: densidade populacional, mudança de população, população maior que 65 anos de idade, população masculina entre 15 e 45 anos, população de mulheres entre 15 e 45 anos, taxa de ocupação, taxa da população no setor de serviços, estrutura ocupacional, modelos de movimentos pendulares diários, imigração, emigração, balança migratória, distância de um centro urbano com mais de 50.000 habitantes, distância de um centro urbano com mais de 100.000 habitantes, distância de um centro urbano com mais de 200.000 habitantes, acesso a comodidades domésticas.

Nesse sentido, cabe questionar como está a discussão sobre índices de ruralidade na literatura internacional, uma vez que a evolução dessa linha de estudo pode contribuir para a discussão sobre como definir o rural, bem como para melhorar as políticas públicas que têm, como usuários, esse grupo.

Na sequência deste estudo, são apresentadas as visões teóricas dos vários índices encontrados em periódicos indexados que visavam à criação de um índice de ruralidade. Após essa exposição, será apresentada a metodologia para a criação de uma rede social entre esses autores para a compreensão do diálogo entre os vários autores que compõem o estado da arte desse campo de estudo. Por fim, serão elencadas as considerações finais sobre as evidências constatadas nos tópicos anteriores.

Brasil, por Candido (1975), Graziano da Silva e Del Grossi (1998), Carneiro (1999; 1998), Pires (2004), Favareto e Schröder (2007), Teixeira (2007), Wanderley (2009), Sobarzo (2010) e Endlich (2010). Os principais pontos vistos por Cloke e Milbourne (1992: 360) podem ser sintetizados no trecho transcrito a seguir: “**i**) *the increased mobility of people, goods and messages have eroded the autonomy of local communities*; **ii**) *the “delocalization” of economic activity makes it impossible to define homogeneous economic regions*; **iii**) *new, specialised, uses of rural spaces (as tourist sites, parks, development zones etc.) have created new specialised networks of relationships in the areas concerned, many of which are no longer localised*; **iv**) *the people who “inhabit” a given rural area will include a diversity of temporary visitors as well as residents*; **v**) *rural spaces now refer to functions “performed by the countryside for non-rural users and characterized by the fact that they exist independently of the action of rural populations”*.”

Essas novas características não são novas, como já apontava Rambaud (1969) sobre os habitantes do campo franceses onde florescia o turismo rural. O turismo rural como vetor de novos modos de vida no campo também pode ser visto na contemporaneidade no Brasil, como sugerem Nascimento e Fiúza (2013). Segundo as autoras, a diversificação das possibilidades econômicas no campo, tais quais as apontadas por Cloke e Milbourne (1992), ampliam os intercâmbios entre citadinos e rurais, o que leva os modos de vida dos habitantes do campo a também se intercambiam com os urbanos.

No entanto, a preocupação com a alteração nos modos de vida acaba por não estar presente em todas as vertentes incorporadas ao seu índice de ruralidade aplicada na Inglaterra e no País de Gales, tanto em 1971

quanto em 1986, inclusive em uma replicação do índice em 1998 realizada por Harrington e O’Donoghue (1998). Apesar de possuir variáveis de importância para definir o modo de vida como facilidades do lar e se a casa é utilizada somente nos fins de semana, os autores não agregam ao índice outras variáveis que seriam relevantes na tentativa de mensurar o modo de vida rural, como aponta Fiúza e Pinto (2012), e possíveis de serem obtidas com o uso de dados secundários, como práticas de atividades de lazer, renda, anos de estudo, acesso a serviços públicos e frequência de deslocamento para a cidade.

Seguindo a ideia de Cloke (1977), Bibby e Shepherd (2004) também criaram um índice para classificar o rural no Reino Unido visando atender às necessidades das políticas públicas. De forma diferenciada de Cloke, os autores não classificam as áreas rurais, buscando demonstrar diferenças nos modos de vida e utilizando variáveis relativas à migração. Tomam o rural de um ponto de vista pragmático e visando somente à geografia física.

Os autores reconhecem que o termo ‘rural’ fomenta discussões em nível cultural, sociológico e econômico. No entanto, por opção dos autores, o índice criado tem foco exclusivamente na dispersão da população no meio físico, o que o leva a limitações em se tomando o rural como modo de vida.

Weinert e Boik (1995), Leduc (1997) e Tejeur e Kelly (2008) também procuraram atender às políticas públicas no âmbito da saúde nos Estados Unidos, Canadá e Irlanda, respectivamente. Assim como Bibby e Shepherd (2004), ambos têm, em seus índices, a inclusão da variável concentração populacional como critério de mensuração do rural. No entanto, esses autores incluem variáveis relativas a profissionais e serviços da saúde nas suas

propostas, focos de ambos estudos, agregando aos índices uma perspectiva do modo de vida apontada por Fiúza e Pinto (2012) não incluída nos índices criados por Cloke (1986; 1977).

Na Itália, no livro intitulado *Sviluppo rurale: società, territorio, impresa*, organizado por Romagnoli (2002), foi apresentado um índice de ruralidade onde se consideram dimensões institucionais, sociais e econômicas, com uma atenção especial ao uso do solo. Esse índice considera opostos a ruralidade e o urbanismo, esse último sendo visto como um fenômeno de mudanças perenes no território. No mesmo livro, Perretti (2002) cria um índice de urbanização da sociedade (*indice di urbanità sociale*), no qual são considerados a concentração da população e o tipo de atividade exercida, e atividades industriais são atreladas à ideia de urbanização.

De forma diferente aos índices apresentados até o momento, os autores Glover e Tennant (2003) propuseram um índice de acessibilidade para a Austrália denominado ARIA. Mesmo que os autores não estivessem visando à definição de ruralidade, “*ARIA was designed to be an unambiguously geographical approach to defining remoteness, and did not take into account socioeconomic characteristics or urban/ rural concepts*” (Glover e Tennant, 2003: 3). Journad *et al.* (2009), que criou um índice similar na Europa, propôs que seria possível classificar o rural a partir deste índice, chegando a criar quatro categorias: *rural peripheral*, *rural accessible*, *urban with open space* e *urban with closed space*. Apesar de não haver o compromisso de se tratar o rural como modo de vida, poderíamos associar o rural periférico (que tem menor acessibilidade) com modos de vida mais tradicionais, e o rural acessível com características mais urbanizadas.

Nos Estados Unidos, uma proposta de medir a ruralidade de Waldorf e County (2007), também segue uma linha ortodoxa, balizando a ruralidade com base no tamanho da população, na densidade populacional e na distância de uma área metropolitana. Os próprios autores demonstram que a ruralidade é um conceito vago e que, para fins de seu estudo, tomaram rural como dispersão e urbano como concentração. Essa abordagem foi considerada limitada por autores como Abramovay (2000; 2006) e Rybczynski (1996), que defendem que essa delimitação do rural não vislumbra fatores socioculturais, o que não possibilitaria completamente a definição do rural.

Na Espanha, Prieto-Lara e Ocaña-Riola (2009) também buscaram mensurar a ruralidade, utilizando, para tanto, a análise fatorial. Utilizam variáveis demográficas (índice de densidade populacional, índice de senioridade, índice de juventude), econômicas (índice de aposentadorias, índice de dependência), ligação com atividades primárias (ocupação relacionada com a agricultura, pecuária ou pesca) e condições de moradia (índice de habitabilidade<sup>2</sup>). Como visto, os autores espanhóis buscaram variáveis tradicionalmente utilizadas para definir ruralidade, mas já incorporando variáveis com uma dimensão relacionada aos modos de vida. Outro índice de ruralidade aplicado na Espanha, na comunidade autônoma de Castilla y León, foi estabelecido por Gómez *et al.* (2004). Nesse índice, foram englobadas 27 variáveis, agrupadas em tamanho e composição da população, situação do trabalho, aparatos públicos e privados, atividade turística, distância de grandes centros e acesso à educação. Essas variáveis, assim como no caso de Prieto-Lara e Ocaña-Riola (2009), incorporam uma relação com o rural como modo de vida.

Na Romênia, Puia (2011) criou um índice de ruralidade aplicado na região de Sălaj, entre os anos de 1990 a 2008, utilizando variáveis relativas à agricultura, força de trabalho e índices populacionais, que englobam o crescimento vegetativo e a taxa de migração. O autor, com formação em geografia, traz consigo atribuições sociológicas na definição do rural. Sua definição de rural, em que se visualiza essa junção, é creditada a Ianoş (2004: 264): “*A territory with a diversity of physical phenomena, economic activities and structures, of variable functions and relationships, the main characteristic being thoroughness, understood as the sum of real elements, which have as a purpose to establish the relationships and connections between them o author agriculture, workforce and population.*” Essa linha de definição do rural agrega tanto uma perspectiva de território geográfica quanto a do rural como modo de vida.

Sánchez *et al.* (2008) criaram um índice de ruralidade aplicado ao México. Em seu índice consideraram fatores agrupados em dois grandes grupos, os relacionados ao social e os relacionados ao econômico. Dentre os fatores analisados como sociais, o estudo englobou o patamar demográfico, que, segundo os autores, poderia ser uma proxy de isolamento e, por conseguinte, das relações sociais, e o subgrupo vivenda, que estaria ligado às características e condições de vida e acesso a serviços públicos. Este último subgrupo está intimamente ligado à ideia do rural como modo de vida abordada por Fiúza e Pinto (2012). Dentre os fatores econômicos, Sánchez *et al.* (2008) o dividem em dois subgrupos, o trabalho e a produtividade, embasando a visão do rural como atividade econômica de uma população. Este estudo mexicano demonstra que não se faz necessário restringir a visão do

rural a uma única corrente teórica, podendo ser utilizada uma multiplicidade de visões para a criação de um índice para a mensuração da ruralidade.

Em Portugal, Diniz (1996) cunhou um índice para mensurar a ruralidade na região de Trás-os-Montes e do Douro. Utilizou, para tanto, variáveis relativas à demografia, como: emprego, economia, espírito empresarial, escore de localização/acessibilidade, mas também já considerou uma dimensão relativa à qualidade de vida. O autor incluiu, no fator qualidade de vida, número de camas por hospital a cada mil habitantes, o número de médicos por mil habitantes, além do índice de poder de compra. Seguindo as ideias de Sen (2000), a qualidade de vida não seria completamente mensurada nesses termos, uma vez que desconsidera a educação por exemplo, no entanto, seria válida como parte dessa medição. Através de uma análise fatorial conseguiu distinguir quatro fatores principais na ruralidade: setor primário/acessibilidade/demografia; emprego por setores de atividade, qualidade de vida; emprego/população ativa; e demografia. Para o autor, “...os quatro factores [sic] principais [...] constituem indicadores preciosos para uma correcta [sic] definição de políticas de desenvolvimento para este espaço territorial” (Diniz, 1996: 914).

Mesmo com vários fatores que poderiam remeter à ruralidade como modo de vida, se pode acrescer a essa perspectiva, outros fatores como por exemplo, acesso a serviços públicos já inclusos em outros índices de ruralidade, como já apontado.

Outra tentativa de mensuração da ruralidade em Portugal vem de um projeto mais ambicioso de Pereira *et al.* (2009). O estudo busca, além de um índice de ruralidade, um índice de acessibilidade e dois índices de caracterização do contexto econômico. No caso

do índice de ruralidade, busca analisar três dimensões do rural: tamanho da população, densidade populacional e homogeneidade da população. Este tripé, proposto por Wirth (2005) como as grandezas do modo de vida, poderia ser ampliado no índice de Pereira *et al.* Para medir a homogeneidade da população, o autor usa a heterogeneidade da qualificação profissional, a heterogeneidade da instrução e a proporção residente natural da freguesia, assim como também poderiam ser incluídas variáveis que mensuram a abertura dos cidadãos de determinada região aos grandes centros que poderiam ser medidas via deslocamentos, bem como verificar a homogeneidade da renda e dos bens de consumo.

Já o índice de ruralidade turco elaborado por Ögdül (2010) procura mensurar a ruralidade a partir da produção, produção não agrícola, empregabilidade, demografia, educação e fluxo de dinheiro e bens. Ao utilizar múltiplos vetores aponta, como tendência na literatura, o uso do modo de vida para definir a ruralidade e demonstra afinidade com a perspectiva de Wirth (2005).

Nesse mesmo sentido, Verbeek *et al.* (2012) criaram um índice aplicado em Flandres, nos Países Baixos. Nele são consideradas as seguintes dimensões: preservação e/ou ampliação de espaços abertos; construção, manutenção e gestão da infraestrutura local; acessibilidade; preservação e/ou ampliação da economia local; manutenção e gestão do patrimônio local e oferta de serviços básicos, como educação e cultura. Para os autores, uma definição flexível do rural, apoiada por um conjunto dinâmico de critérios, pode contribuir para uma aplicação da política rural mais eficiente e uma melhor utilização dos recursos.

Long *et al.* (2009), em seu índice de ruralidade, aplicado à costa oriental da China, pro-

curam colocar as representações sociais como principal foco. Para eles, “*the social representation approach can produce a more robust and flexible way of defining rurality, through accommodating the effects of social and economic change in rural environments*” (Long *et al.*, 2009: 458). Neste índice, os autores utilizam as variáveis taxa de terra cultivada, taxa de população rural, percentual de população empregada no setor primário, terra cultivada, produtividade do trabalho rural.

No território brasileiro, após pesquisa nas bases indexadas pelo Portal de Periódicos Capes, não foi encontrada nenhuma aplicação de um ‘índice de ruralidade’ com essa nomenclatura. No entanto, Kageyama (2004) criou um ‘índice de desenvolvimento rural’ aplicado no estado de São Paulo. Esse índice é decomposto em quatro subíndices: índice de população, índice de bem estar social, índice de desemprego econômico e índice de meio ambiente. Apesar de ser atrelado ao rural e da autora se preocupar com uma definição do rural para além de critérios oficiais ou tradicionais, buscando uma revisão teórica profunda, o índice não tem o compromisso de mensurar a ruralidade e/ou o que a autora toma como rural. Seguindo essa mesma linha, Melo e Parré (2007) criaram um índice semelhante aplicado em alguns municípios paraenses. Utilizando análise fatorial e variáveis relativas à demografia, renda, capacidade e produtividade agrícola, acesso a saneamento básico, energia elétrica e acesso às políticas públicas, os autores criaram um índice de desenvolvimento rural. Esses artigos brasileiros aqui analisados preocupam-se somente com a busca de uma forma de mensuração do desenvolvimento ou da qualidade na educação sem maiores preocupações em medir a ruralidade em si.

### 3. Metodologia

Este estudo foi desenvolvido através de uma abordagem quali-quantitativa e tem caráter exploratório bibliográfico. O universo pesquisado foi composto pelos artigos publicados em periódicos indexados que propõem a criação de índices de ruralidade, no período de 1977 a 2015, totalizando 24 artigos e 20 primeiros autores. Todos os estudos estão listados, com suas respectivas fontes, nas referências deste artigo.

Quanto à quantidade de países estudados, observa-se uma concentração nos países de língua inglesa, Estados Unidos e Reino Unido (Figura 1), sendo que o autor que apresenta o estudo seminal, Cloke (1977), responde por três dos cinco índices britânicos.

Como demonstrado na Figura 1, grande parte dos índices de ruralidade se concentra na Europa e na América do Norte; as únicas exceções são a China e a Austrália.

A evolução histórica dos índices na literatura também é pouco expressiva. Apesar do estudo mais antigo datado do final da década de 1970, pouco se evoluiu em quantidade de artigos. Merece destaque, todavia, os anos 2000 que concentram a maioria dos estudos e que demonstram que o interesse nesse tipo de estudo pode estar se ampliando, conforme pode ser visto na Figura 2.

Como se pode visualizar em um período de quase 18 anos, de 1977 a 1995, somente Cloke (1977; 1986; 1992; 1993) desenvolveu índices de ruralidade publicados em periódicos indexados. Isso corrobora o pioneirismo do autor na elaboração desse tipo de estudo.

#### 3.1 As redes sociais

Para buscar compreender se tal pioneirismo trouxe, também ao autor, um caráter central, será realizada uma análise de rede com esses estudos e autores. As redes sociais, segundo

Zampier (2007), surgiram na década de 1930 com os estudos do antropólogo social inglês Radcliffe-Brown, que buscava uma forma que diagramar a estrutura social.

No entanto, esse pioneirismo é contestado, como assinala Mizruchi (2006), que mostra que as correntes que acreditam que o primeiro estudo sobre redes foi de J. L. Moreno, outros indicam os antropólogos John Barnes, Elizabeth Bott e J. Clyde Mitchell, e há ainda aqueles que argumentam que a análise pode ser considerada um apêndice do estruturalismo de Lévi-Strauss.

Apesar da controversa origem da abordagem por redes, essa foi amplamente difundida e laureada na academia, inclusive sendo usada por autores de relevância no campo da sociologia econômica, como Granovetter (1973).

Baseando-se em seu estudo sobre a força dos vínculos fracos, podemos esperar que, mesmo que haja divergências, o estado da arte sobre o tema da criação de índices de ruralidade poderia ser forte se houvesse ligações fracas entre aqueles que a estudam. Se tivéssemos redes densas, ou seja, amplamente integradas, essa literatura poderia ser considerada forte.

Para este estudo, utilizaremos a análise de redes como uma ferramenta metodológica, criando redes de citações. As citações expressam uma relação entre dois pares, o autor do texto citado e o autor do texto citante. À medida que os textos científicos vão se citando, criam um emaranhado que auxilia na compreensão do estado da arte de um determinado tema, consolidando uma rede (Romancini, 2010).

Essas redes de citações são determinantes para indicar os autores que mais influenciam a literatura, bem como auxiliam na compreensão de abordagens distintas sobre um determinado tema. Nesse *paper*, os artigos serão considerados os 'nós' da rede de estudos sobre os índices

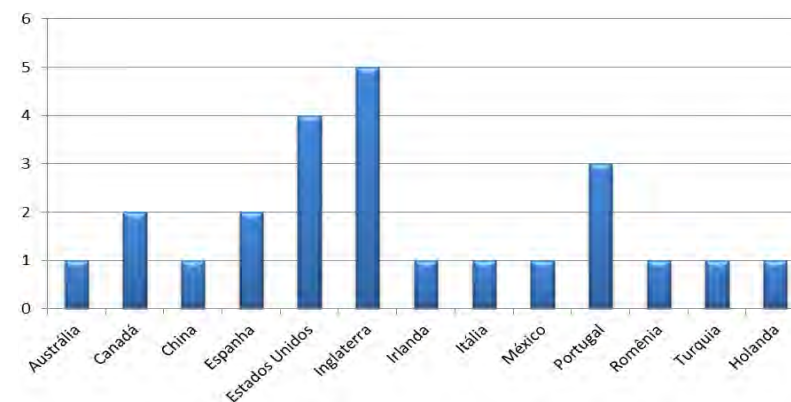


Figura 1 Gráfico de índices de ruralidade por país. Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

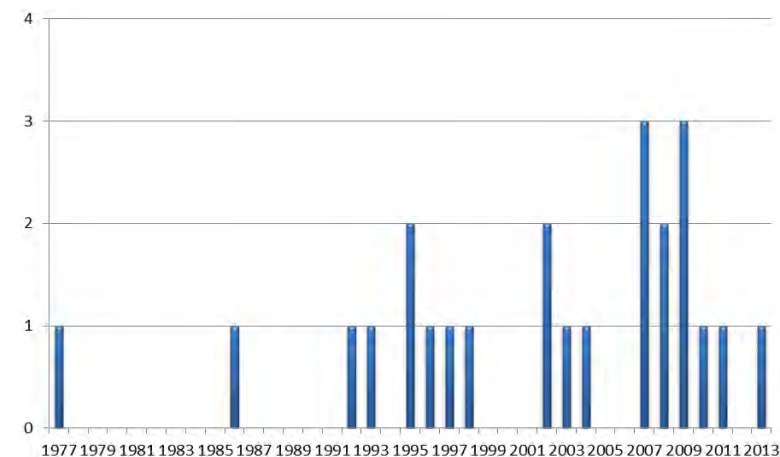


Figura 2 Gráfico de índices de ruralidade por ano. Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

de ruralidade, ou seja, as unidades de análise, enquanto as citações serão consideradas como uma representação da interação entre autor citado e autor citante. Assim, serão criadas redes, nas quais serão analisados os grupos, a densidade e a centralidade dos autores, através de algoritmos disponibilizados pelo software *NodeXL*, na versão 1.0.1.245 (Smith *et al.*, 2010).

#### 3.2 As redes dos índices de ruralidade

Tomando a análise de rede como uma ferramenta metodológica, apesar de haver discussão se há espaço para compreendê-la como categoria teórica (Rivoir, 1999), será empreendida a elaboração de várias redes considerando os artigos elencados na metodologia. Para tais análises, foi utilizado o software *NodeXL* na versão 1.0.1.245 (Smith *et al.*, 2010), no qual

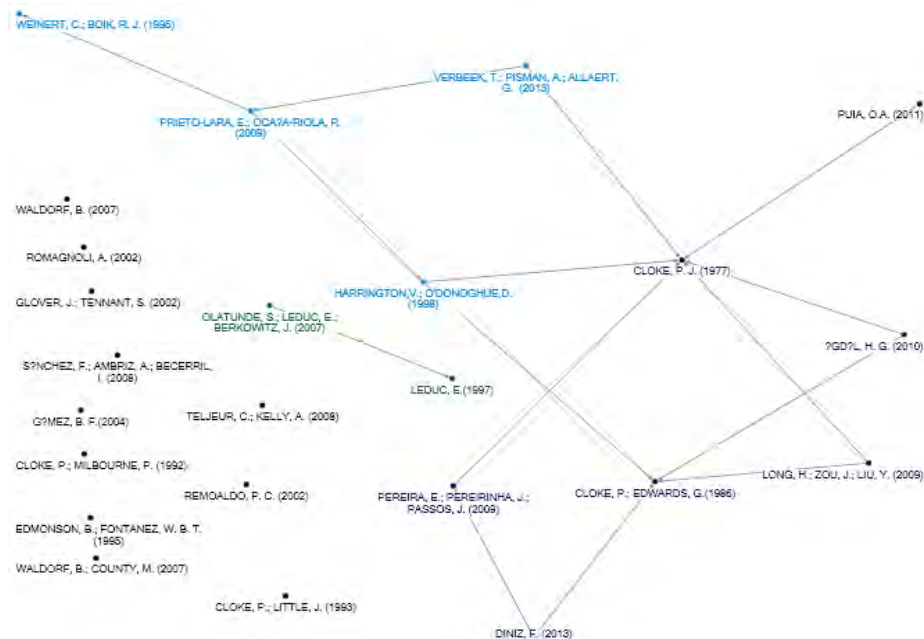


foram calculados os algoritmos para a seleção de grupos e o valor da centralidade.

A primeira rede criada foi elaborada sendo os nós formados por cada um dos artigos que os arcos pelas citações entre os mesmos. Essa rede é apresentada na **Figura 3**.

A rede da **Figura 3** apresentou uma densidade de 0,031, o que demonstra a falta de diálogo entre os autores com o estado da arte. Onze artigos sequer citam outros estudos deste cunho e nenhum deles cita mais que dois outros estudos que buscaram realizar a mesma tarefa de criar o escore de ruralidade.

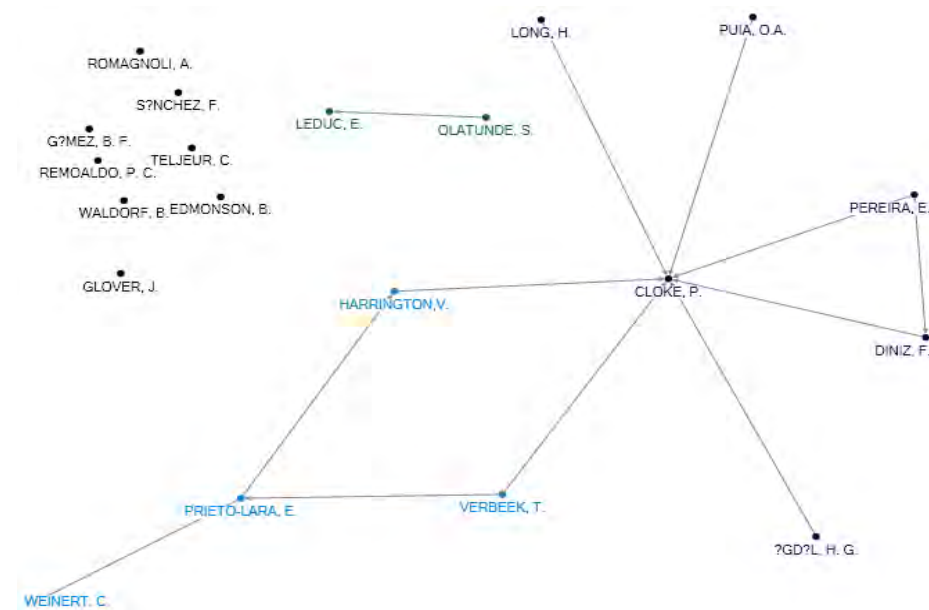
Mesmo sendo incipientes as ligações entre os artigos, é possível visualizar três grupos. O primeiro, com os nós em azul escuro, tem, como elemento central, Cloke (1977) e, nele, predominam estudos realizados na Europa que entendem o rural para além de características de densidade demográfica, atribuindo a essa uma menor importância.



**Figura 3** Rede das citações dos artigos. Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

O segundo grupo, com os nós em azul claro, cita uma linha na qual um dos vértices é norte-americano e tem uma visão de rural mais pragmática em relação ao contingente populacional. Já a terceira linha, que não possui *gatekeepers* com os outros grupos, é de estudos canadenses que tomam a ruralidade como uma proxy para a melhoria da atenção à saúde. Além dessas correntes, há os outros estudos que não apresentam conexões entre si nas citações analisadas.

A rede da **Figura 4** segue a mesma lógica da rede formada pelos artigos, no entanto, considera os primeiros autores de cada estudo. Com relação a todos os índices aqui apresentados, observa-se uma centralidade nos estudos seminais de Cloke, mostrando, assim, seu pioneirismo neste tipo de estudo. Esse papel protagonista pode ser visualizado na rede construída através das citações entre autores que trabalharam índices de ruralidade (**Figura 4**).



**Figura 4** Rede das citações dos autores. Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Além da centralidade de Cloke, observa-se também que há vários autores que não dialogam com o estado da arte do tema, se guiando por outras referências, como Sánchez e Waldorf. Há, ainda, uma baixa densidade dessa rede, o que reforça que não é frequente um diálogo entre os autores de forma geral. Aqui também se obteve três grupos com as mesmas características dos apresentados anteriormente.

Com o intuito de produzir uma rede mais densa, além das citações, a região de aplicação também foi considerada como arcos. Na figura 5, as linhas verdes representam citações entre artigos que aplicam o índice do mesmo país, as linhas azuis são estudos no mesmo país que não se citam, e as linhas vermelhas são citações de estudos em países diferentes.

Como é possível constatar pela rede da **Figura 5**, há poucas citações entre aqueles que estudavam o mesmo país, e as exceções foram Harrington & O'Donoghue (1998), que citam

os estudos de Cloke & Pereira *et al.* (2009), que citou o índice português de Diniz (1996); e Olatunde *et al.* (2007) que citou o estudo canadense de Leduc (1997). É notório também que os índices aplicados nos Estados Unidos, apesar de sua congruência, não se citam. Mais uma vez, constata-se que há estudos que não se encaixam na rede nem mesmo nessas condições.

#### 4. Considerações finais

Dentre os caminhos para se responder à questão sobre como definir o rural, os índices de ruralidade revelam uma abordagem com promissores resultados. A partir de Cloke (1977), a literatura faz reflexões sobre a possibilidade de um índice multidimensional que não se limite apenas a marcar uma linha imaginária dada pela quantidade de habitantes ou pela densidade demográfica. Percebe-se que há uma tendência, entre os índices de ruralidade,

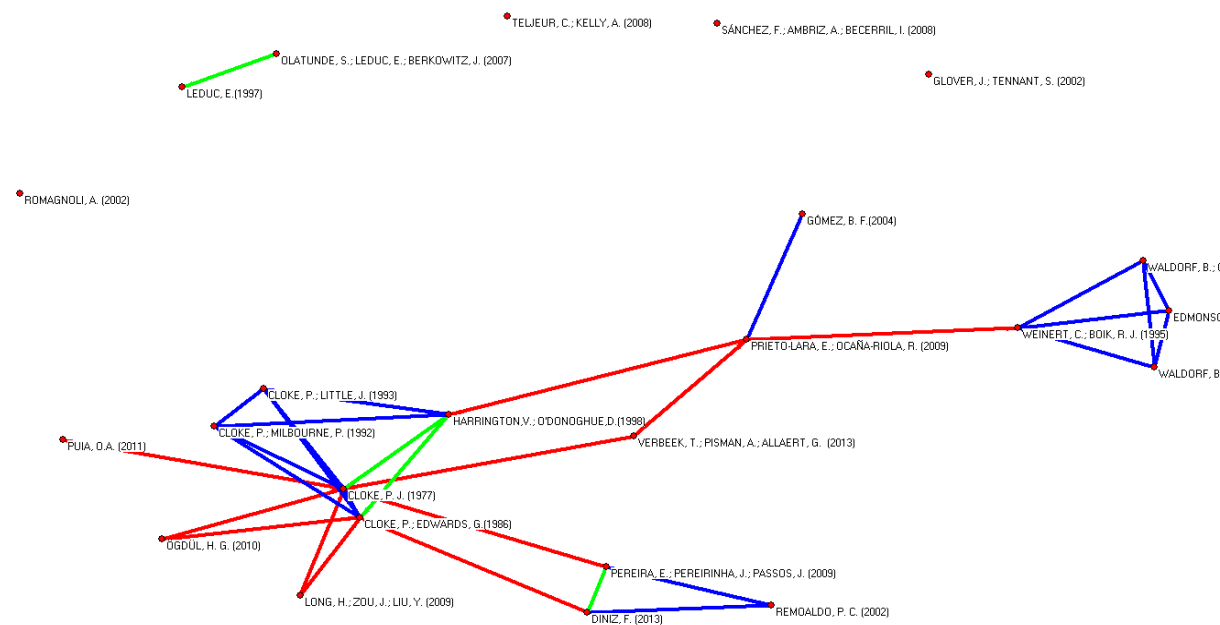


Figura 5 Rede das citações dos artigos e dos países. Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

de se compreender o rural como um modo de vida distinto e não como um espaço geográfico.

Porém, não há grande diálogo entre aqueles que optam por essa forma de mensurar a ruralidade. Contrariando o poeta inglês Jonh Donne, que dizia que nenhum homem é uma ilha, parte considerável dos cientistas que optaram por uma definição quantitativa da ruralidade parecem náufragos vivendo isolados. Apesar da pouca densidade apresentada pelas redes formadas pelos estudos, é possível visualizar um caráter central dos estudos seminais de Cloke, além de três correntes teóricas. Destaca-se uma europeia, que enaltece o papel central de Cloke e que possui mais estudos que são citados.

Todas essas correntes têm virtudes e limitações, como em qualquer outra corrente na literatura, no entanto, preocupa o fato da falta de debate entre as mesmas. Debates que promoveriam elos fracos que, certamente,

fortaleceriam aqueles que buscam seguir o caminho da criação e aplicação de novos índices de ruralidade. A necessidade desse cenário de fomento das discussões faz lembrar a continuidade do poema de Jonh Donne: “*Todos são parte do continente, uma parte de um todo*”.

Contudo, é necessário ressaltar que, diante das limitações deste estudo, não foi possível constatar se os autores interagem de outras formas, com o contato em congressos, por exemplo, além da possibilidade de existência de outros índices com ideias próximas, mas com nomenclaturas diversificadas que inviabilizam uma busca mais completa. Futuros estudos deverão procurar atuar nessas lacunas e ampliar a discussão sobre o tema.

## 5. Notas

- 1 Apesar de não haver convergência na literatura, aqui ‘modos de vida’ é um termo considerado a tradução de *lifestyle*.
- 2 O índice de habitabilidade é mensurado pelo número de casas em mau estado de conservação, arruinadas ou abandonadas por 100 casas.

## 6. Referências citadas

- ABRAMOVAY, R. 2000. *Funções e medidas da ruralidade no desenvolvimento contemporâneo*. IPEA. Rio de Janeiro, Brasil.
- ABRAMOVAY, R. 2006. “Para una teoría de los estudios territoriales”. *RIMISP*, 17(2): 51-70.
- BIBBY, P. & J. SHEPHERD. 2004. “Developing a new classification of urban and rural areas for policy purposes-the methodology.” *National Statistics*, 1-30.
- CANDIDO, A. 1975. *Os parceiros do Rio Bonito: estudo sobre o caipira paulista ea transformação dos seus meios de vida*. Livraria Duas Cidades. São Paulo, Brasil.
- CARNEIRO, M. J. 1998. “Ruralidade: novas identidades em construção”. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 11: 53-75.
- CARNEIRO, M. 1999. “Agricultores familiares e pluriatividade: tipologias e políticas”. *Mundo rural e tempo presente*. pp. 323- 344. Mauad. Rio de Janeiro, Brasil.
- CLOKE, P. J. 1977. “An index of rurality for England and Wales”. *Regional Studies*, 11(1), 31-46. <https://doi.org/10.1080/09595237700185041>.
- CLOKE, P. & G. EDWARDS. 1986. “Rurality in England and Wales 1981: a replication of 1971 index”. *Regional Studies*, 20(4): 289-306. <https://doi.org/10.1080/09595238600185271>.
- CLOKE, P. & P. MILBOURNE. 1992. “Deprivation and Lifestyles in Rural Wales”. *Rurality and the cultural dimension*, 8(4): 359-371.
- CLOKE, P. & J. LITTLE. 1993. *The Rural State? Limits to planning in rural society*. Taylor & Francis. London, UK.
- DAVIS, M. 2006. *Planeta Favela*. Boitempo. São Paulo, Brasil.
- DINIZ, F. 1996. Um índice de ruralidade para as NUTS do Alto Trás-os-Montes e Douro. *Anais 5º Congreso Desarrollo Rural*. 903-916. Disponível em: <[http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos\\_ecoreg/CERCL/52903.PDF](http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/52903.PDF)>. [Acesso em: setembro, 2013].
- DIRECÇÃO-GERAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO e DESENVOLVIMENTO URBANO (DGOTDU). 2011. *Glossário do Desenvolvimento Territorial*. CEMAT. Lisboa, Portugal.

- EDMONSON, B. & W. B. T. FONTANEZ. 1995. "Where are the boonies?" *American Demographics*, 17(2): 60.
- ENDLICH, Â. M. 2010. "Perspectivas sobre o urbano e o rural". In: M. E. B. SPOSITO e A. M. WHITACKER (eds). *Cidade e campo: relações e contradições entre urbano e rural*. pp. 11-31. Expressão Popular. São Paulo, Brasil.
- FAVARETO, A. S. e M. SCHRÖDER. 2007. Do território como 'ator' ao território como 'campo': uma análise da introdução da abordagem territorial na política de desenvolvimento rural no Brasil. *Anais Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural*. (Vol. 45, p. 344-365).
- FIÚZA, A. L. DE C. & N. M. de A. PINTO. 2012. The contribution of conceptual distinction between 'field' and 'rural' and 'city' and 'urban' for researchers of rural sociology. *Anais XIII World Congress of Rural Sociology*. July 29 to August 4. Lisboa, Portugal.
- GLOVER, J. & S. TENNANT. 2003. "Remote areas statistical geography in Australia: notes on the Accessibility/Remoteness Index for Australia (ARIA+ version)". WORKING PA (ed.). Public Health Information Development Unit. Adelaide, Australia.
- GÓMEZ, B. F.; GÓMEZ, P. G.; RODICIO, A. de los R. y B. R. PRADO. 2004. Identificación y tipificación de los espacios rurales en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Una aproximación para el análisis de las dinámicas. En: *V Congreso de Economía Agraria*. Santiago de Compostela. pp. 1-20. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar>. [Acesso em: outubro, 2013].
- GRANOVETTER, M. S. 1973. "The strength of weak ties". *American Journal of Sociology*, 78(6): 1.360-1.380.
- HALFACREE, K. H. 1993. "Locality and social representation: space, discourse and alternative definitions of the rural". *Journal of Rural Studies*, 9(1): 23-37. [https://doi.org/10.1016/0743-0167\(93\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0743-0167(93)90003-3).
- HARRINGTON, V. & D. O'DONOGHUE. 1998. "Rurality in England and Wales 1991: a replication and extension of the 1981 rurality index". *Sociologia Ruralis*, 38(2): 178-203. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00071>.
- IANOȘ, I. 2004. *Dinamica urbană: aplicații la orașul și sistemul urban românesc*. Editura Tehnică. București, Rumania.
- JONARD, F.; LAMBOTTE, M. & F. RAMOS. 2009. "Delimitations of rural areas in Europe using criteria of population density, remoteness and land cover". *JRC Scientific and Technical Reports*, 1-47.
- KAGEYAMA, A. 2004. "Desenvolvimento rural: conceito e medida". *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 21(3): 379-408
- LANASPA, L. F.; PUEYO, F. & F. SANZ. 2011. *Urban dynamics during the twentieth century: a tale of five European countries*. Zaragoza. Universidad de Zaragoza, España (mimeo).
- LEDUC, E. 1997. "Defining rurality: a general practice rurality index for Canada". *Can J Rural Med*, 2(3): 125-131.
- LONG, H.; ZOU, J. & Y. LIU. 2009. "Differentiation of rural development driven by industrialization and urbanization in eastern coastal China". *Habitat International*, 33(4): 454-462. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2009.03.003>.
- MELO, C. e J. PARRÉ. 2007. "Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 45(2): 329-365.
- MILLS, B. 1988. "Why the Search for a Definition of Rurality may be a Fool's Errand". *POPPEST Online Journal*, 1(2): 1-9.
- MIZRUCHI, M. 2006. "Análise de redes sociais: avanços recentes e controvérsias atuais". *Revista de Administração de Empresas*, 46(3): 72-86. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902006000300013>.
- NASCIMENTO, P. F. e A. L. C. FIÚZA. 2013. "Turismo rural nas montanhas capixabas: relações de gênero e autonomia feminina". In: A. L. C. FIÚZA e N. M. A. PINTO (eds). pp. 17-60. *Mulheres em movimento: as novas facetas de gênero na sociedade contemporânea*. UFV. Viçosa (Minas Gerais), Brasil.
- ÖĞDÜL, H. G. 2010. "Urban and rural definitions in regional context: a case study on Turkey". *European Planning Studies*, 18(9): 1.519-1.541. <https://doi.org/10.1080/09654313.2010.492589>.
- OLATUNDE, S.; LEDUC, E. & J. BERKOWITZ. 2007. "Different practice patterns of rural and urban general practitioners are predicted by the General Practice Rurality Index". *Can J Rural Med*, 12(2): 73-80.
- PEREIRA, E.; PEREIRINHA, J. e J. PASSOS. 2009. "Desenvolvimento de índices de caracterização do território para o estudo da pobreza rural em Portugal Continental". *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 6: 137-165.
- PERRETTI, B. 2002. La domanda di residenza rurale. Un'analisi empirica nella provincia di Potenza. En: A. CORSI (ed). *Sviluppo rurale: società, territorio, impresa*. pp. 207-226. Franco Angeli Editore. Milano, Itália.
- PIRES, A. 2004. "Um sentido dentre outros possíveis: o rural como representação". En: C. CAMPANHOLA e J. GRAZIANO DA SILVA (eds). *O novo rural brasileiro: novas ruralidades e urbanização*. pp. 149-174. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, Brasil.
- PUIA, O. A. 2011. "The Evaluation of Rural Space through the Analysis of the Rurality Index. Case Study: the Villages of Sălaj East of Jibou". *Forum geografic*, X(2), 264-275. <https://doi.org/10.5775/fg.2067-4635.2011.011.d>.
- PRIETO-LARA, E. & R. OCAÑA-RIOLA. 2009. "Updating rurality index for small areas in Spain". *Social Indicators Research*, 95(2): 267-280.

- RAMBAUD, P. 1969. *Société rurale et urbanisation*. Éditions du Seuil. Paris, France.
- REMOALDO, P. C. 2002. *Desigualdades territoriais e sociais subjacentes à mortalidade infantil em Portugal*. Série Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas. Fundação Calouste Gulbenkian, Ministério da Ciência e da Tecnologia. Lisboa, Portugal.
- RIVOIR, A. 1999. "Redes Sociais: Instrumento metodológico o categoria socio-lógica?" *Revista de Ciências Sociais*, 5: 49-58.
- ROMAGNOLI, A. 2002. "Caratteri della ruralità ed evoluzione degli spazi rurali". En: A. CORSI (ed.). *Sviluppo rurale: società, territorio*. pp. 116-133. Impresa Franco Angeli. Milano, Itália.
- ROMANCINI, R. 2010. "O que é uma citação? A análise de citações na ciência". *Intexto*, 2(12): 20-35.
- RYBCZYNSKI, W. 1996. *A vida nas cidades: expectativas urbanas no novo mundo*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- SÁNCHEZ, F.; AMBRIZ, A. e I. BECERRIL. 2008. "Un índice de ruralidad para México". *Espiral*, XIV(42): 179-214.
- SCHMITT, B. & F. GOFFETTE-NAGOT. 2000. "Définir l'espace rural ? De la difficulté d'une définition conceptuelle à la nécessité d'une délimitation statistique". *Économie rurale*, 257 (1): 42-55. <https://doi.org/10.3406/ecoru.2000.5180>.
- SEN, A. K. 2000. *Desenvolvimento como liberdade*. Companhia das Letras. São Paulo, Brasil.
- SILVA, J. G. da e DEL GROSSI, M. E. 1998. A evolução do emprego rural não-agrícola no meio rural brasileiro. *Anais do Seminário Internacional Campo-Cidade*. Curitiba (Paraná), Brasil.
- SMITH, M.; MILIC-FRAYLING, N.; SHNEIDERMAN, B.; MENDES RODRIGUES, E.; LESKOVEC, J. & DUNNE, C. 2010. *NodeXL. Social Media Research Foundation*.
- SOBARZO, O. 2010. "O urbano e o rural em Henri Lefebvre". In: M. E. B. SPOSITO & A. M. WHITACKER (eds). *Cidade e campo: relações e contradições entre urbano e rural*. pp. 53-64. (1ª ed). Expressão Popular. São Paulo, Brasil.
- TEIXEIRA, V. 2007. *Pluriatividade e agricultura familiar na região serrana do estado de Rio de Janeiro*. Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil.
- TELJEUR, C. & A. KELLY. 2008. "An urban-rural classification for health services research in Ireland". *Irish Geography*, 41(3): 295-311. <https://doi.org/10.1080/00750770802506972>.
- UNITED NATIONS. 2012. *World urbanization prospects: the 2011 revision*. New York, USA.
- VERBEEK, T.; PISMAN, A. & G. ALLAERT. 2012. Zoveel platteland: van harde afbakening naar flexibele criteria. *Anais Stichting Panologische Discussiedagen*. Disponível em: <<https://biblio.ugent.be/publication/2114529>>. [Acesso em: novembro, 2013].
- WALDORF, B. 2007. *What is rural and what is urban in Indiana*. Department of Agricultural Economics. Purdue University West Lafayette. Indiana, USA.
- WALDORF, B. & M. COUNTY. 2007. "Measuring rurality". *Incontext*, 1: 5-8.
- WANDERLEY, M. DE N. B. 2009. *O mundo rural como um espaço de vida: reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade*. UFRGS Editora. Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Brasil.
- WEINERT, C. & R. J. BOIK. 1995. "Rurality Index: development and evaluation". *Research in nursing health*, 18: 453-464.
- WIRTH, L. 2005. "El urbanismo como modo de vida". *Bifurcaciones, Revista de Estudios Culturales Urbanos*, 2: 7.
- ZAMPIER, M. B. 2007. *Movimentos sociais, apropriação das tecnologias da informação e comunicação e a centralidade na rede da coordenadora latinoamericana de organizaciones del campo*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa (Minas Gerais), Brasil.

# Merideñidad

Jóvito Valbuena Gómez

Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía.  
Mérida, Venezuela

## 1. Merideño y merideñidad. Identidad y sentido de pertenencia

*Gentilicio* es adjetivo que denota relación con la nación, patria o localidad. *Merideño* es relativo o gentilicio de *Mérida*. *Merideñidad* es la condición o cualidad de ser merideño por cuanto la palabra se forma con el sufijo latino *dad* o *idad*, cuyo significado es cualidad (Real Academia Española, 1992).

Como los gentilicios se relacionan con la toponimia o nombre de lugares y éstos se localizan y pertenecen a un determinado territorio debidamente delimitado y sujeto políticamente a una autoridad o gobierno, se establece una relación geográfica y político territorial entre gentilicio, toponimia y territorio.

Además, como los lugares y el territorio como un todo tienen sus propios paisajes, es decir cualidades y características específicas entrelazadas con sus habitantes, la relación geográfica se amplía y enriquece con el comportamiento, actividades y costumbres de los habitantes y todas juntas contribuyen a definir la identidad o sentido de pertenencia de los pueblos, cualquiera sea su escala: local, regional, nacional.

Es decir, la identidad con el lugar donde se nace o espacio donde se viva crea en las personas un sentido de pertenencia, de relación muy estrecha que se traduce como amor al terruño o a la patria chica que, a su vez, se traduce en respeto al ambiente, a las personas y a las leyes que los rijan (Valbuena, 2010; 2014 y 2014a)

## 2. Localismos

Como el topónimo Mérida tiene la particularidad de ser el mismo de la identidad federal 'Estado Mérida', la merideñidad no sólo se identifica con la ciudad capital Mérida, sino con todo el territorio merideño, aunque el mismo se divide en veinte y tres municipios y tiene una extensa toponimia con sus correspondientes gentilicios, identidades locales y particularidades específicas denominadas geográficamente 'localismos'.

Por razones de proximidad o contacto con el ambiente y entorno social, los localismos suelen sentirse con mayor fuerza porque los habitantes, en su permanente convivencia con territorio, paisaje, familia y trabajo, crean su propia historia, costumbres e intereses. Los geógrafos Francisco González (2001) y Elías Méndez (1997) han escrito sobre el tema bajo la denominación de 'lugarización' y en el desarrollo del pensamiento geográfico, el geógrafo francés Vidal de La Blache desarrolló la Geografía de los Lugares (Valbuena, 2014a).

Lo mismo suele ocurrir con el apego de las personas al barrio, al sector urbano donde se ha vivido por mucho tiempo, por cuanto se van tejiendo relaciones de todo tipo y naturaleza, cuya fuerza de atracción suele ser superior a la de la ciudad entera.

Es decir, en determinadas circunstancias, la 'identidad domiciliaria o vecinal' o la que se corresponde con la estructura urbana de la ciudad puede ser más fuerte que la perteneciente al conglomerado urbano unido. Numerosas personas se eternizan dentro de su barrio y construyen su propia identidad local. Es fácil encontrar gente de mediana formación que desconoce a la ciudad, su historia, su simbología, sus atractivos, etc. y por tanto no corresponden a la identidad merideña. Aunque sean grupos minoritarios tiene validez su diferenciación.

Mérida tiene identidad local y regional, ciudad y territorio estatal, pero la regional la limitan las identidades locales, pues cada una tiene su historia, su geografía y ambiente local cuya reciprocidad hombre espacio se particulariza, por cuanto es el entorno próximo a la persona el de mayor fuerza en el amor a la tierra, aspiraciones para progresar, familia y costumbres. Por ejemplo, la tovarañidad (de Tovar) y zedeñidad (de Zea) son localmente más fuertes que la merideñidad que todos obviamente sienten, pero que por razones de distancia pasa a segundo plano.

Ampliando aún más la explicación y los ejemplos se puede decir que todos los habitantes del estado Mérida son merideños, aunque se identifiquen localmente con sus correspondientes topónimos. Un paramero de Mucuchíes o un tierrallanero de El Vigía sienten propios todos los atributos de la merideñidad, por cuanto al nacer se registraron civilmente como pertenecientes al estado Mérida, cantaron en la escuela el himno del estado, conocieron su historia y geografía y se relacionan permanentemente con la capital Mérida, pero por tener historia, territorio, paisaje, costumbres, instituciones, problemas y símbolos propios en la cotidianidad se apegan más a su tierra natal y plantean sus propios proyectos de desarrollo.

## 3. Relación toponimia-territorio-paisaje

De acuerdo con lo anterior, en la multiplicidad de relaciones geográficas, la relación toponimia-territorio - paisaje es la fundamental en la definición de la identidad y sentido de pertenencia de los pueblos.

La *toponimia*, por cuanto cada lugar tiene un nombre propio del cual se deriva el gentili-

cio correspondiente y, además, porque son los propios habitantes del lugar quienes deciden la denominación de su localidad y territorio de acuerdo a las características del paisaje, vocación especial a un santo (hagiotopónimos), reconocimiento a personas (epónimos) u otras razones que lo justifiquen. Ejemplo de topónimos: ciudad y estado Mérida, río Mucujún, pico Bolívar, sector San Jacinto; parroquias: El Llano, Mariano Picón Salas; municipios: Libertador, Alberto Adriani, Zea (Valbuena, 2009; 2014).

El *territorio* porque tiene límites políticos y leyes propias que otorgan socialmente derechos de propiedad y sentido de pertenencia. Cada individuo al nacer se identifica y registra en libros; es decir, obtiene legalmente su cédula de identidad que lo acredita como ciudadano con todos los derechos y deberes con respecto a su territorio municipal, estatal o federal y nacional. Por ejemplo, una persona nacida en la parroquia Montalbán del municipio Campo Elías, capital Ejido, del estado Mérida, es legal y simultáneamente ejidense, merideño y venezolano.

El *paisaje* natural o cultural por medio de sus atractivos o particularidades específicas o ambientales también tiene su identidad definida por un topónimo que determina el gentilicio. Así, paisaje y gentilicio refuerzan la identidad y sentido de pertenencia de los pueblos hasta darles carácter de virtud, pues hacen que las personas se arraiguen y amen a su terruño natal, mucho más que a otros espacios donde eventualmente vivan.

Además, como los pueblos al ceñirse al lugar y territorio evolucionan, usan sus recursos naturales y asumen comportamientos y actividades propias cada uno de ellos tiene su propia historia, símbolos, tradiciones y costumbres. En el caso de Mérida y de manera

amplia, vale decir que todo lo relacionado con el territorio merideño y sus múltiples relaciones espaciales, geográficas, sociales, políticas, históricas y culturales en cuanto al ambiente-paisaje-población-símbolos del estado-instituciones-lenguaje-trabajo-costumbres-tradiciones-gobierno-gastronomía-absolutamente todo es merideño y, por tanto, todo pertenece y conforma la merideñidad.

No obstante, para estudio y mejor comprensión de este conjunto de elementos y factores es válida su agrupación, según la percepción de los habitantes e instituciones que los conforman, así como del analista que se interese en ello.

En consecuencia, en este foro sobre Andinidad, los elementos de la merideñidad se agrupan y diferencian en: merideñidad histórica, política y religiosidad festiva folclórica, merideñidad geográfica y turística; uso agrícola de la tierra, artesanía y gastronomía.

## 4. Merideñidad histórica, política y religiosidad

### 4.1 La ciudad de los caballeros de Mérida

Mérida fue fundada por Juan Rodríguez Suárez en 1558, con el nombre de Ciudad de Santiago de los Caballeros de Mérida para honrar al apóstol patrón de su ciudad natal en España. Los merideños de antaño y hogaño hasta por lo menos el segundo tercio del siglo XX, mientras la ciudad se hacía cosmopolita, especialmente por número e influencia de población estudiosa y turística que viene de todo el país y el exterior, se manifestaban orgullosos de haber nacido en la Ciudad de los Caballeros y trataban de comportarse ‘caballeramente’ en todas partes y lugares, tal como

rezan las normas de urbanidad del Manual de Carreño (1853), texto obligado en la escuela y practicado en familia.

En el orgullo histórico del merideño tiene cabida el significado etimológico del término Mérida, derivado del latín *meritum* o mérito por lo cual los gentilicios merideño y emeritense significan persona de méritos o meritoria. El lingüista profesor de la Universidad de Los Andrés, Márquez Carrero, escribió extensa obra sobre el origen del término Mérida, historia, lengua y folclore de Mérida, acuñando para identificarse a sí mismo el término ‘emeritólogo’ que significa persona dedicada al estudio de Mérida y la merideñidad.

Hay dos hechos históricos políticos relevantes para los merideños. Primero, Mérida es una de las siete provincias que se sumaron a la declaración de la independencia nacional el 19 de abril de 1810. Por lo tanto, los símbolos patrios del estado Mérida: himno, escudo y bandera representan y enaltecen tal hecho histórico. Una de las estrofas del himno canta así: “*porque fue una de las siete provincias que ganaron la heráldica estrella*”. El escudo del estado reseña la fecha 16 de septiembre de 1810, por cuanto oficializa el apoyo a la causa independentista. La bandera del estado simboliza también la misma gesta con una estrella roja. Y al norte de la ciudad, frente al cuartel militar, se levantó, se dice que por primera vez en Venezuela, una columna que glorifica la valentía emancipadora.

Segundo, Mérida es la ciudad que primero otorga oficialmente el título de El Libertador a Simón Bolívar en junio de 1813 a su paso por la ciudad, en plena Campaña Admirable. Hoy día tal hecho se recuerda, especialmente en las escuelas, mediante obras teatrales o desfiles alusivos presididos por jinetes que representan a Simón Bolívar y su séquito de

soldados. Igualmente, la Plaza de Las Heroínas, ubicada al lado de la primera estación del teleférico, cuyo entorno se ha convertido en centro turístico de primera línea para la ciudad, representa el apoyo de las mujeres merideñas a la campaña libertadora.

Estos dos hechos, por su fuerza histórica y política, son obviamente altamente significativos para la merideñidad y por ello, en algunas ocasiones, de celebraciones oficiales en la ciudad son los únicos elementos que se destacan. Tal vez ello también se deba a que son los historiadores o historiógrafos y políticos los que han prestado mayor atención al estudio de la merideñidad.

En la educación y comportamiento del merideño contribuyó y contribuye de manera especial la Iglesia católica mediante la fe religiosa, la educación familiar, la existencia del Seminario San Buenaventura, cuna primigenia de la Universidad de Los Andes, las muchas iglesias, colegios y otras instituciones que tiene en la ciudad y en toda la arquidiócesis merideña.

Recientemente, el 10 de octubre, en conversatorio que tuvo lugar en el Museo Arquidiocesano con motivo de la celebración del XXXI Aniversario Episcopal y 70 años de vida del prelado Mons. Baltasar Enrique Porras Cardoso que precisamente ha sido un ferviente defensor de la relación iglesia - ciudad - universidad, varios de los oradores nominados reconocieron la impronta histórica de la Iglesia en la ciudad, el estado Mérida y la cultura merideña, es decir en la merideñidad.

La Universidad de Los Andes, en hermandad recíproca con la Iglesia y la ciudad, desde la fundación del Seminario San Buenaventura por el Obispo Ramos de Lora en 1875, y luego en 1810 oficialmente elevada a categoría de universidad por La Junta Patriótica de Mérida

y Simón Bolívar, ha hecho otro tanto y juntas, universidad e iglesia, son el motivo de la expresión “*Mérida es una universidad con una ciudad por dentro*”, estampada por ‘el escritor merideño más universal’ Mariano Picón Salas (1987). La frase picónsaliana contiene tanta verdad y fuerza que no deja de citarse en toda ocasión y discurso en que se hable de la relación universidad - ciudad - iglesia y su vigencia se hará eterna porque todas tres crecen bajo el amparo consciente de las respectivas autoridades universitarias, municipales y eclesiásticas.

En artículo sobre la merideñidad, que se encuentra por redes sociales, titulado: *Dr. Pedro Pineda León, Paradigma de la Merideñidad*, en la introducción se cita al Dr. Humberto Ocariz por semejanza que había escrito sobre su amigo el Dr. Pedro Pineda León diciendo que “*en él se resumen las características del típico merideño: vida familiar, social y profesional apuntalada por la tranquilidad y la responsabilidad rica en éxitos*” valga decir del merideño culto, decente, caballeroso y amable en el trato en todo momento y lugar.

Entre líneas de la cita anterior puede hallarse una verdad sobre la idiosincrasia del merideño común, que la filosofía popular del siglo pasado la colocó en una expresión comparativa de la personalidad y comportamiento de los andinos al hacer sus peticiones al gobierno de turno. La expresión, burlona por demás, califica al merideño como más pasivo y menos hábil que el tachirenses y el trujillano, y dice más o menos lo siguiente: “*el tachirenses pide y consigue porque sabe pedir, el trujillano pide pero no sabe pedir y el merideño ni siquiera pide*”.

Pero más importante aún en la idiosincrasia del merideño común es ‘la responsabilidad rica en éxitos’, pues la misma se logra con

estudio y dedicación al trabajo. El mundo de las letras merideñas, el uso intensivo de la tierra agrícola y el tamaño de las viviendas urbanas y rurales tradicionales son suficientes para reconocer que el merideño, como todos los andinos, son personas de trabajo creador y productivo en búsqueda del bienestar familiar y social.

Volviendo al orgullo de ser caballero merideño, también hay que decir que el crecimiento urbano que convierte a Mérida en área metropolitana, desde finales del siglo XX, exponiéndola al mayor y necesario intercambio interregional y nacional para insertarse, todos juntos, en el mundo globalizado con influencias externas de toda naturaleza, coadyuvan a la transformación cultural; es decir, la merideñidad se transforma, asume nuevas costumbres, deja de ser tradicional y ‘tranquila’, dando paso a la modernidad.

Sin embargo, el orgullo del caballero merideño tradicional, por ser parte de su cultura o idiosincrasia, no desaparece enteramente, pero queda relegado a sectores sociales urbanos minoritarios. Por ello, aún se encuentran personas que se lamentan de que las nuevas generaciones y la modernidad urbana desconozcan la caballerosidad, la urbanidad y buenas costumbres, y por tanto no hayan mantenido el sentido y sentimiento original en trato personal y comportamiento entre semejantes.

#### 4.2 Merideñidad religiosa festiva y folclórica

La fe religiosa y el cumplimiento de los parroquianos con las leyes de la Iglesia, así como la vocación a un santo particular y sus respectivas fiestas patronales son propios de todo el mundo católico. Al respecto, cada pueblo crea sus propios sentimientos religiosos que, por lo general, une a manifestaciones folclóricas

festivas haciéndolos costumbres y tradiciones que forman parte de su identidad local.

Por ejemplo, las fiestas patronales septembrinas en honor a la Virgen de Regla de Tovar (municipio Tovar) que incluye un largo programa ferial con elecciones de reinas, corridas de toros, carrera de burros, vuelta en bicicleta y en carrucha que atraen anualmente multitudes, es una simbología festiva que enorgullece a todo el pueblo y, a su vez, lo diferencia, por ejemplo, del sentimiento popular religioso de los pueblos del norte del estado Mérida y sur del lago de Maracaibo, cuya vocación en honor de San Benito de Palermo se hace folclórica, pues se acompaña de música de tamborailable y disfraces. Otro tanto hacen las ‘locainas’ en el barrio Santa Bárbara de Mérida y en Lagunillas, municipio Sucre.

Los dos ejemplos festivos son diferentes a las fiestas decembrinas en honor a la Virgen de la Inmaculada de Mérida ciudad, porque desde 1969 se realizan sin programa ferial como era costumbre. El programa ferial en búsqueda supuestamente de mejor tiempo climático para las corridas de toros de lidia, elección de la reina y desfile ferial, exposiciones artesanales y agropecuarias, se mudó para el primer trimestre del año con el nombre Ferias del Sol de Mérida.

La población de La Parroquia, a pesar de que se unió urbanísticamente a la ciudad de Mérida desde los años setenta del siglo pasado, mantiene en buena parte de ella arquitectura y costumbres particulares. Por ejemplo, sus pobladores devotos ‘promeseros’ de la Virgen de la Candelaria celebran sus fiestas patronales el 2 de febrero, trajeados de vestimentas multicolores y danzando rítmicamente al golpe de un tambor. Esta manifestación folclórica se conoce en Venezuela con el nombre de ‘los locos de la Candelaria de Mérida’.

#### 4.3 Merideñidad geográfica y turística

Desde la terraza que sirve de sitio a la ciudad en medio del valle del Chama se puede observar la majestuosidad de la sierra Nevada y sus principales picos, iconos geográficos simbólicos para el país y los merideños, por cuanto son los más altos de las cordilleras o sistemas montañosos venezolanos. Precisamente, al más alto de ellos (5.000 metros de altitud) se le bautizó Bolívar y tanto para la ciudad, el estado Mérida y el país es honra y gloria a la grandeza libertadora del Padre de la Patria.

El mito ‘Las Cinco Águilas Blancas’ escrito por don Tulio Febres Cordero (1960) en estilo poético alegórico para narrar el origen, formación y majestuosidad de los cinco picos de la sierra Nevada de Mérida, que por razones climáticas ocasionalmente se revisten de blanco, es también un rasgo geográfico y turístico de la merideñidad, ya que resalta la imagen paisajística de mayor atractivo que residentes, montañistas y turistas tienen posibilidad de observar de cerca mediante ‘el teleférico más largo y alto del mundo’.

Hay que decir además que en la escuela y en todo tipo de medios de comunicación se promueve el amor, respeto y admiración a la sierra valiéndose de la poesía del mito y de las fotografías que han logrado los montañistas escaladores de las cumbres. Un monumento escultórico que representa al primer guía de la sierra, Domingo Peña, junto a los primeros escaladores del pico Bolívar, se exhibía en el paseo La Feria de la ciudad, pero no ha sido repuesto en ningún otro lugar. Destino parecido tuvo la estatua monumental del fundador de Mérida, Juan Rodríguez Suárez, que había sido colocada en una isla central de la avenida Andrés Bello, a la entrada sur de la ciudad. Estas remociones de esculturas reconocidas

por muchos merideños como simbólicas de la ciudad, se recuerdan en este espacio para decir que la merideñidad histórica, política y turística también tiene sus detractores iconoclastas, pero por ser asunto polémico preferimos soslayarlo por ahora.

La sierra Nevada es ambientalmente un parque nacional porque tiene, además de sus altos picos rodeados de abundantes lagunas, dos pisos altitudinales de mucha fuerza ambiental y valor escénico paisajístico. Son el páramo de frailejones y la selva nublada, ambos dadores de agua, condicionantes climáticos y ecológicos facilitadores de dos actividades económicas básicas para el desarrollo regional: la agricultura intensiva y el turismo. La Corporación Merideña de Turismo y otros organismos públicos y privados interesados en el desarrollo turístico hacen sus mayores inversiones en estos ambientes y, por tanto, dan mucho peso a la merideñidad geográfica y turística. El oso frontino y el cóndor andino complementan simbólicamente los atractivos ecológicos naturales de la sierra y todo el mundo se interesa en ello.

La Universidad de Los Andes y la Corporación de Los Andes durante muchos años trabajaron juntos por el mejor conocimiento geográfico, económico y ambiental andino. La Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto y Escuela de Geografía sumaron estudios en la diferenciación y regionalización del espacio geográfico merideño. Uno de sus productos son las cinco subregiones o zonas en que, para efectos de planificación y desarrollo, se divide al estado Mérida: área metropolitana de Mérida, páramos del norte, pueblos del sur, zona del Mocotíes y zona panamericana o del sur del lago de Maracaibo. Para efectos del tema que nos ocupa, esta diferenciación zonal se corresponde con la diferenciación geográfica

de la merideñidad como ya fue dicho, al hablar especialmente del valor de los localismos. Más adelante del presente trabajo, al tratar lo concerniente a la agricultura, artesanía y costumbres redundaremos en ejemplos diferenciadores de la merideñidad geográfica y turística.

#### 4.4 Uso agrícola de la tierra, gastronomía y artesanía

Toda diferenciación espacial o regionalización geográfica se basa en las bondades de los recursos naturales y el uso actual y potencial de los mismos para garantizarles su conservación y futuro sustentable.

Los parques nacionales ‘Sierra Nevada’ y ‘La Culata’ flanquean y conservan el ambiente y entorno natural del área metropolitana y los páramos del norte, pero dejan espacio para el uso agrícola intensivo de la tierra en parcelas, fundamentalmente pequeñas ricas en producción hortícola, cuyo laboreo organizado suman atractivos para el turismo. La yunta de bueyes, el agricultor que se protege del frío con ruana o chaqueta, la producción de papas y hortalizas, los establos de ovejas y vacunos junto a los antiguos molinos de trigo, las parcelas de claveles y rosas y los estanques cargados de truchas son atractivas estampas turísticas que evidencian riqueza económica y, a la vez, distintivos de la merideñidad agrícola ceñida a la artesanía de tejidos y la gastronomía rica en vegetales, sopas, quesos y trucha.

La misma agricultura, artesanía y gastronomía del páramo impone sus distintivos en la ciudad al punto tal que en los lugares más concurridos por los turistas (estación del teleférico, mercado principal, parque Los Chorros de Milla), abundan los comercios con artesanía típica, abrigos tejidos, dulces de frutas

abrillantados y restaurantes con menús de arepas de trigo, pasteles de queso y carne, caldo de leche, huevos y papas o ‘pizca andina’ y trucha preparada de mil maneras. La pesca de la trucha es tan venerada que tiene su concurso anual de pesca y un parque de la ciudad se adorna con su figura de tamaño gigante en medio de una fuente luminosa.

La parte más cálida de Mérida y de los otros municipios del área metropolitana: Tabay, Ejido y Lagunillas, así como los pueblos del sur y la zona del Mocotíes, cubren pisos de montaña y piedemonte con agricultura de plantaciones de café, caña, cacao y cambur combinada con horticultura y ganadería extensiva. Sin embargo, el café y la caña de azúcar desaparecieron de Mérida y disminuyen aceleradamente sus campos en las demás subregiones para dar paso al uso urbano o diversificar la agricultura con ganadería, pero culturalmente esos mismos pueblos conservan costumbres, tradiciones y gastronomía a la que agregan mucho café y frescos de panela ‘agua e panela’, cuyo gusto culinario se suma al comercio de la ciudad capital, igual como sucede exactamente con las carnes, plátanos y otras frutas que se producen fundamentalmente en el sur del lago y llegan al mercado de Mérida.

Con el turismo se ha fomentado la fabricación de abrigos para protegerse del frío, aunque ya no son exclusivamente los originales de lana como antaño sino de otros tipos de tejidos importados que se mezclan entre abundantes objetos o recuerdos turísticos artesanales. Pero la existencia de arcillas aptas para cerámica artesanal sí mantiene la originalidad en ‘vasijas de barro’, cuyo centro artesanal reconocido y más importante se encuentra en Los Guáimaras, muy cerca de Ejido.

#### 4.5 Arquitectura, artes, ciencia, deportes y medios de comunicación

En la estructura urbana del casco central de Mérida, alrededor de la plaza Bolívar, la catedral, el palacio arzobispal, la gobernación, consejo legislativo, concejo municipal y rectorado de la ULA perdura la arquitectura tradicional representada por las casonas residenciales, comerciales y demás instituciones gubernamentales y académicas. El arquitecto italiano Manuel Mujica Millán, en la década de los años cuarenta del siglo pasado, fue quien remodeló magistralmente los edificios más simbólicos del centro histórico de Mérida.

A este centro histórico se le agregaron el Centro Cultural Tulio Febres Cordero, el palacio de justicia, la Biblioteca Bolivariana, la Academia de Mérida, museos y otras iglesias cuyo conjunto arquitectónico no sólo es símbolo de la merideñidad sino el centro cultural, cívico, comercial y de servicios de mayor fuerza de atracción en la ciudad (Amaya, 2013).

Es oportuno ahora reconocerle al profesor Jesús Rondón Nucete su especial interés, cuando fue alcalde y gobernador de Mérida, en proteger el casco y centro histórico de la ciudad agregándole edificaciones de gran valor arquitectónico y cultural.

La planificación y diseño moderno de la planta física de la universidad, dispersa por toda la ciudad, también son elementos a tomar en cuenta cuando de merideñidad se trata, pues crea ambientes y paisajes y espacios en los cuales conviven durante bastante tiempo muchos estudiantes, profesores y empleados; es decir, personas que conforman a manera de localismo una particular identidad y sentido de pertenencia universitaria.

Entre la amplitud del quehacer artístico sobresalen los escritores novelistas, ensayis-



tas, poetas y académicos que recuerdan el pasado de la ciudad y otras particularidades, la historia política del estado y Venezuela, aspiraciones futuristas de desarrollo, etc. En reconocimiento a sus aportes se construyó el ‘Parque de los Escritores Merideños’, localizado paralelamente a la Avenida Urdaneta. Sin embargo citamos sólo a tres de ellos por haber logrado reconocimiento permanente en Mérida y Venezuela: Tulio Febres Cordero, Mariano Picón Salas y Alberto Adriani. Recientemente murieron dos escritores tovaños de iguales méritos: Domingo Alberto Rangel y Simón Alberto Consalvi.

Habría que extender la presente escritura para citar muchas instituciones y personajes cultores de la merideñidad a través de la educación, las artes, literatura, poesía, música, teatro, cine, ciencia, deportes y medios de comunicación. Sin embargo, no dejemos escapar el momento para recordar algunas instituciones y personajes de mayor renombre actual: todas las escuelas y liceos por ser los sitios donde comienza la merideñidad, los estadios deportivos especialmente los de fútbol y el equipo Estudiantes, en las universidades y la Academia de Mérida está representada la

intelectualidad científica, las escuelas de artes, música, danza y cine, el Rector de Rectores ‘Perucho’ Rincón Gutiérrez, el escultor Manuel de La Fuente, el músico compositor Martos, los grupos de teatro y el productor Fredy Torres, el poeta Rodríguez, el caricaturista Carlos Páez, el promotor turístico Alexis Montilla.

La prensa local estuvo bien representada durante muchos años por El Vigilante y su director el padre Rojo Paredes, esmerado por la cultura y la noticia objetiva. Otro tanto hace la Televisora Andina de Mérida (TAM) y TV ULA en sus noticieros y programas de opinión. El Diario Los Andes hace esfuerzos por mantenerse en el mismo tono, porque al igual que los primeros sabe que la buena prensa contribuye a la formación educativa y cultural que son pilares fundamentales de la identidad e idiosincrasia de los pueblos. Los diarios Frontera y Pico Bolívar, así como buena parte de las muchas emisoras de la ciudad, han modificado progresivamente sus líneas editoriales y ahora dan mucho peso a dos males nacionales: la diatriba política y la violencia aliñada con el nefasto ‘amarillismo noticioso’ que obviamente contribuyen a modificar los patrones culturales de la merideñidad.

## 5. Referencias citadas

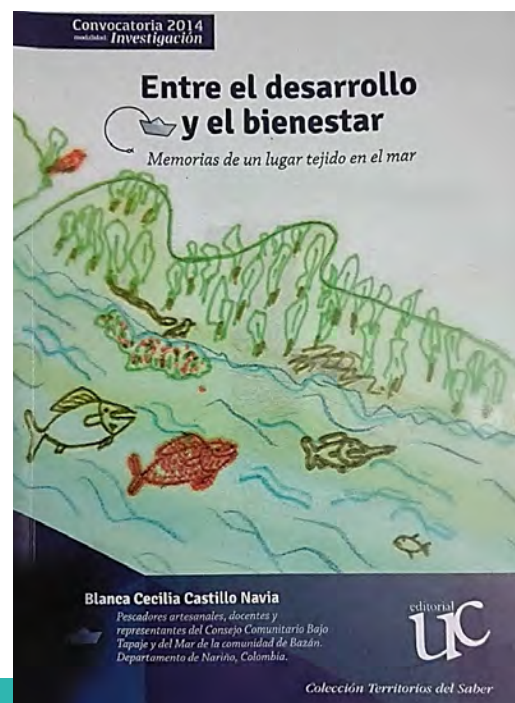
- AMAYA, C. A. 2013. *La organización del espacio en el área metropolitana de Mérida*. Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela.
- CARREÑO, M. 1853. *Manual de urbanidad y buenas maneras*. Benito Gil editor. Lima, Perú.
- FEBRES CORDERO, T. 1960. *Obras completas*. Antares, comisión Editora de las Obras Completas del Doctor Tulio Febres Cordero. Descripción: 6 v. 1 apéndice. Bogotá, Colombia.
- GONZÁLEZ, F. 2001. Globalización y lugarización. Ponencia presentada en las VII jornadas sobre Federalismo, descentralización y municipio. Avances y retrocesos del proceso de descentralización en América Latina. (5 al 7 de diciembre). Mérida, Venezuela.
- MÁRQUEZ CARRERO, A. Disponible en: [www.libreroonline.com/venezuela/editorial/andres-marquez-carrero](http://www.libreroonline.com/venezuela/editorial/andres-marquez-carrero).
- MÉNDEZ, E. 1997. “Los problemas ambientales: entre la globalización y la lugarización”. *Revista Geográfica Venezolana*, 38(1): 23-35.
- PICÓN SALAS, M. 1987. *Viaje al amanecer*. Monte Ávila editores. Caracas, Venezuela.
- PINEDA LEÓN, P. Disponible en: [entrecronicas.com/.../59-dr-pedro-pineda-leon-paradigma-de-la-meridenidad](http://entrecronicas.com/.../59-dr-pedro-pineda-leon-paradigma-de-la-meridenidad).
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 1992. *Diccionario de la lengua española*. Vigésima Primera Edición. España.
- VALBUENA, J. 2009. *Proyecto GeoVenezuela. Geografía del Estado Mérida*. Tomo 6. Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- VALBUENA, J. 2010. *Zedeñidad*. Conferencia de apertura del Centro de Estudios de la Zedeñidad. Fundación Centro Social 19 de Abril. Zea, estado Mérida, Venezuela. (Inédito).
- VALBUENA, J. 2014. Toponimia del territorio municipal zedeño. Ponencia presentada en el Segundo Congreso de la Zedeñidad. (Inédito).
- VALBUENA, J. 2014a. *Discurso de Orden Cincuenta Aniversario Escuela de Geografía*. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

---

Conferencia dictada en el “Foro sobre Andinidad”, organizado en el marco del L Aniversario y Año Jubilar de la Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Mérida, 19 de noviembre 2014

BIBLIOGRAFÍA,  
CRÍTICA

*BOOKS  
REVIEW*



## Blanca Cecilia Castillo Navia ENTRE EL DESARROLLO Y EL BIENESTAR: MEMORIAS DE UN LUGAR TEJIDO EN EL MAR

*Between development and well-being:  
Memories of a place woven in the sea*

Universidad del Cauca, Popayán,  
Cauca, Colombia, 2016  
89 pp. ISBN 978-958-732-173-9

### Israel Cabeza-Morales

Escuela de Ciencias Sociales (ECS). Área de Geografía.  
Grupo 'Vida Territorial Sostenible' (VTS). Universidad Pedagógica  
y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia  
Israel.cabeza@uptc.edu.co

El texto publicado por la Universidad del Cauca, en el sur occidente Colombiano, es una muestra enriquecedora de las relaciones entre geografía y antropología, para la gestación de reflexiones sobre el conocimiento situado, la construcción territorial y la vida como base de la ciencia, a lo cual la geografía debe dar respuesta. Bajo una colección de textos denominados 'Territorios del Saber', la autora se detiene en un corregimiento llamado 'Bazán', comunidad negra, costera, del municipio de El Charco en el departamento de Nariño.

Mediante un trabajo eminentemente etnográfico, con enfoque de Investigación-acción, la autora se sumerge en la cotidianidad de los habitantes no solo para reconstruir su memoria y la del lugar, sino para entenderles como agentes de una configuración territorial a diversas escalas; como factor diferencial en este tipo de textos, no se abordan temas de salubridad, marginalidad o conflicto; por el contrario, se da cuenta de una construcción territorial centrada en la interacción de sujetos que son conscientes de su condición de agentes de vida y soporte de una entidad ecosistémica.

El contenido del texto plantea la necesidad de aislarse de la dualidad sociedad-naturaleza, pese a que es algo en lo que cualquiera pensaría al referirse a una comunidad asentada en jurisdicción de un parque nacional natural, en el caso del Bazán se retoman ideas y discursos de aquello que han denominado 'Epistemologías del Sur' para dar por sentada la necesidad de construir un lenguaje propio, de ciencia y de lugar, de saber y su utilidad y, por ende de bienestar y de desarrollo, apostándole al reconocimiento de la singularidad territorial, al reconocer el corregimiento objeto de estudio como territorio y parte de uno mayor.

Para dar cuenta de tales relaciones y construir una aproximación sentida a las dinámicas del territorio del Bazán, se apuntó al uso de categorías como el tejido para dar cuenta del entramado relacional,

así la reconstrucción de los procesos organizativos de la comunidad es tomada por la autora como base para caracterizar actores y procesos que explican lo que es, ha sido y quiere ser el Bazán.

El abordaje de conceptos como lugar, territorio y cultura hacen parte del apartado conceptual que soporta la investigación; en tal sección, se examinan los movimientos sociales emergentes, reconociendo la diversidad como un factor influyente en las dinámicas territoriales, entre ellas los procesos productivos y como parte de ellos, los conceptos de bienestar y desarrollo. Cabe resaltar que, pese a su carácter local, el estudio incluye una caracterización del contexto a diversas escalas, desde el Pacífico nariñense, para muchos colombianos inexistente, el Pacífico colombiano, pero también el Pacífico sur, un rincón del extremo occidental de América del Sur, cada una de las cuales implica un sistema de factores circunstanciales con alcance territorial.

La preocupación por los procesos productivos se convierte en el principal elemento articulador del análisis de la autora, al explicar la condición estructurante de la pesca artesanal, particularmente en el caso de una comunidad negra que se reconoce como de origen africano en un país marcado por el mestizaje, donde ni los negros ni los indígenas, pese a ser un gran número, siguen siendo relegados socialmente. Esto permite dar cuenta de los procesos de modernización y las resistencias al interior de la comunidad, como factores explicativos de una propia construcción espacio-temporal que explica la pervivencia de unos patrones territoriales (económico-productivos, político-institucionales, socioculturales y físico-ambientales) que hacen del Bazán un escenario singular.

La singularidad del Bazán implica una idea propia de desarrollo, distante de la occidental, conectada no solo con la armonía con el medio, con el legado familiar-generacional, de raza; lo cual conecta con la forma como se presentan los resultados de la investigación y el reconocimiento que, a través de la misma, se hace a estas comunidades como fuentes de aprendizaje; en términos geográficos, puede asegurarse que su valor radica en la demostración de que es posible generar espacio-tiempos distintos y por ende realidades alternas, aceptando las complejidades que le circundan a tales iniciativas.

En pocas palabras, es un texto cuya lectura rompe las barreras de la disciplina, que parte del trabajo de campo como base, que posibilita otras perspectivas de análisis toda vez que asume la necesidad de ofrecer un discurso propio en términos epistemológicos, que da cuenta de los problemas reales como los procesos productivos en el Pacífico colombiano, reconoce la construcción territorial (actores y procesos sociales) y motiva a fortalecer los hilos que conectan una identidad espacialmente fragmentada. Vale resaltar que este tipo de investigaciones se articula a nuevos temas y enfoques que se vienen trabajando desde Latinoamérica apuntándole a una geografía sinónimo de intervención, cuyo propósito es la vida y la felicidad.

# ÍNDICE ACUMULADO *ACCUMULATE INDEX*

Volumen

**59(1)2018**

enero-junio

**Editorial:** Hacia los 60 años de fundación del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. / 6-10

## Lista alfabética por autores

ADOLFO QUESADA-ROMÁN

Cartografía geomorfológica de la cuenca del río Guacimal, Costa Rica. / 12-27

AMAURY DE SOUZA, FLAVIO ARISTONE, DÉBORA APARECIDA DA SILVA SANTOS y WANDERLEI MENDES FERREIRA

La demanda de agua mediante la prevención de análisis de componentes principales en la ciudad de Aquidauana (MS), Brasil. / 28-41

CARLOS FERRER OROPEZA y ALEJANDRO DELGADILLO

Un oso venezolano: El Oso Frontino. / 218-224

DANIEL BENJAMÍN ACHÉ ACHÉ

La geografía de las desigualdades y la nueva organización territorial de la economía. / 148-161

FRANKLIN PAREDES-TREJO, HUMBERTO BARBOSA-ALVEZ y CARLOS UZCÁTEGUI-BRICEÑO

Cambios a gran escala en el uso/cobertura de la tierra dentro de la cuenca del río Portuguesa durante el periodo 2001-2012. / 54-69

GUSTAVO PÁEZ S.

Venezuela: de una mortalidad en descenso a una en ascenso, 1950-2012 / 2017-2020. / 70-87

JESÚS J. MARQUINA y AMANDA MOGOLLÓN R

Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. / 42-52

IVAN FORTUNATO

Ensañando formas urbanas: geografiCIDADES nos processos socioespaciais. / 206-211

MARÍA ANDREINA SALAS BOURGOIN

Crisis de la razón ¿crisis de la humanidad? / 198-205

MARIELA RAYMUNDO, EDGAR JAIMES y PEDRO MORALES

Calidad de vida de los egresados del Programa Nacional de Aprendizaje del INCES Cojedes, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. / 88-111

RIGUEY VALLADARES

¿Estamos conscientes de nuestra vulnerabilidad ante desastres siconaturales? / 212-215

ROSANA GARNICA BERROCAL y DANIEL ARRIETA RIVERA

Variación espacio-temporal del VIH/SIDA 2008-2013, departamento de Córdoba, Colombia. /112-129

SILVIA INÉS BUSCH

Técnica, ciencia y financiamiento en la modernización del circuito productivo de alimentos en Buenos Aires, Argentina. / 130-146

THIAGO GONÇALVES SANTOS e SILVIA ELENA VENTORINI

Mapeamento de áreas suscetíveis aos desastres humanos de natureza na bacia do córrego do Lenheiro, Minas Gerais, Brasil. / 162-181

ZAMIR BUGUEÑO-FUENTES

Mutación de la percepción del paisaje pequero-artesanal asociada a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos en el mar interior de Chiloé, sur de Chile. / 182-195

## Índice por temas

### Historia, teoría y métodos de la geografía

JESÚS J. MARQUINA y AMANDA MOGOLLÓN R

Niveles y escalas de levantamiento de información geográfica en sensores remotos. / 42-52

### Geografía física

ADOLFO QUESADA-ROMÁN

Cartografía geomorfológica de la cuenca del río Guacimal, Costa Rica. / 12-27

FRANKLIN PAREDES-TREJO, HUMBERTO BARBOSA-ALVEZ y CARLOS UZCÁTEGUI-BRICEÑO

Cambios a gran escala en el uso/cobertura de la tierra dentro de la cuenca del río Portuguesa durante el periodo 2001-2012. / 54-69

THIAGO GONÇALVES SANTOS e SILVIA ELENA VENTORINI

Mapeamento de áreas suscetíveis aos desastres humanos de natureza na bacia do córrego do Lenheiro, Minas Gerais, Brasil. / 162-181

### Geografía humana

IVAN FORTUNATO

Ensañando formas urbanas: geografiCIDADES nos processos socioespaciais. / 206-211

DANIEL BENJAMÍN ACHÉ ACHÉ

La geografía de las desigualdades y la nueva organización territorial de la economía. / 148-161

GUSTAVO PÁEZ S.

Venezuela: de una mortalidad en descenso a una en ascenso, 1950-2012 / 2017-2020. / 70-87

SILVIA INÉS BUSCH

Técnica, ciencia y financiamiento en la modernización del circuito productivo de alimentos en Buenos Aires, Argentina. / 130-146

### Geografía regional

ROSANA GARNICA BERROCAL y DANIEL ARRIETA RIVERA

Variación espacio-temporal del VIH/SIDA 2008-2013, departamento de Córdoba, Colombia. / 112-129

ZAMIR BUGUEÑO-FUENTES

Mutación de la percepción del paisaje pequero-artesanal asociada a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos en el mar interior de Chiloé, sur de Chile. / 182-195

### Ambiente y ordenación del territorio

CARLOS FERRER OROPEZA y ALEJANDRO DELGADILLO

Un oso venezolano: El Oso Frontino. / 218-224

AMAURY DE SOUZA, FLAVIO ARISTONE, DÉBORA APARECIDA DA SILVA SANTOS y WANDERLEI MENDES FERREIRA

La demanda de agua mediante la prevención de análisis de componentes principales en la ciudad de Aquidauana (MS), Brasil. / 28-41

RIGUEY VALLADARES

¿Estamos conscientes de nuestra vulnerabilidad ante desastres siconaturales? / 212-215

### Otros

MARÍA ANDREINA SALAS BOURGOIN

Crisis de la razón ¿crisis de la humanidad? / 198-205

MARIELA RAYMUNDO, EDGAR JAIMES y PEDRO MORALES

Calidad de vida de los egresados del Programa Nacional de Aprendizaje del INCES Cojedes, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. / 88-111

# ÍNDICE ACUMULADO *ACCUMULATE INDEX*

Volumen

**59(2)2018**

julio-diciembre

**Editorial:** Geografía: una ciencia necesaria para la sociedad. / 240-243

## Lista alfabética por autores

ALEXIS MONTES DE OCA RISCO, MAYDA ULLOA CARCASSÉS y ANGEL LUIS SILOT CASTAÑEDA  
Recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos utilizando sistemas de información geográficos. / 314-331

ANTONELA VOLONTÉ, VERÓNICA GIL y ALICIA MARÍA CAMPO  
Estudio de la vegetación y sus efectos en la dinámica fluvial en cuencas serranas, Argentina. / 366-380

CAIO HENRIQUE PATRÍCIO PAGANI e ADRIANO REIS PRAZERES MASCARENHAS  
Impacto de pequenas centrais hidrelétricas em sub-bacias do rio Branco em Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. / 382-396

GUSTAVO BASTOS BRAGA, ANA LOUISE DE CARVALHO FIÚZA e PAULA CRISTINA REMOALDO  
Índices de ruralidades: uma análise de redes. / 448-465

ISRAEL CABEZA-MORALES  
Entre el desarrollo y el bienestar: memorias de un lugar tejido en el mar. / 478-481

JOSÉ JESÚS ROJAS LÓPEZ  
La apropiación simbólica del territorio. Una tradición actualizada desde la nueva geografía cultural. / 434-447

JOVITO VALBUENA GÓMEZ  
Merideñidad. / 466-475

JULIÁN LEAL VILLAMIL, URIEL PÉREZ GÓMEZ y NIDIA ESPERANZA ORTIZ LOZANO  
Distribución espacial y temporal de deslizamientos (1999-2015) en la cuenca del río Combeima, Colombia. / 346-365

LOAN JOSÉ LANDAETA  
Análisis de las series de precipitación mensual en la región Capital de Venezuela, 1891- 2006. / 280-297

MARÍA FERNANDA AYALA, DAVID CARRERA-VILLACRÉS y ALFONSO TIERRA  
Relación espacio-temporal entre estaciones utilizadas para el relleno de datos de precipitación en Chone, Ecuador. / 298-313

PAULINA-ALEJANDRA VERGARA-BUITRAGO, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES, DALIA SORAYA USECHE DE VEGA y PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN  
Encuentros para el reconocimiento y aprendizaje ambiental con la comunidad campesina del páramo de Rabanal, Boyacá, Colombia. / 398-410

RAFAELA STEIMBACH FRUTEIRA, PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO, KELLY GERONAZZO MARTINS e APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE  
Uso da terra e temperatura de superfície em Ponta Grossa, Paraná (PR), Brasil. / 332-344

RANIELI DOS ANJOS DE SOUZA MULER, VALDIR MOURA e LAURA DE SIMONE BORMA  
Distribuição espaço-temporal da precipitação e SPI no estado de Rondônia (RO), Brasil, por meio de técnicas de geoestatística. / 246-260

RIGUEY VALLADARES, ANDRÉS ROJAS S., ELBA MORA y LUIS SANDIA  
Panorama socioeconómico de la minería en Venezuela (1970-2014) y comparaciones entre periodos gubernamentales. / 412-432

SCARLET CARTAYA RÍOS, SHIRLEY ZURITA ALFARO y RODDY MANTUANO-EDUARTE  
Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador. / 262-279

## Índice por temas

### Historia, teoría y métodos de la geografía

JOSÉ JESÚS ROJAS LÓPEZ  
La apropiación simbólica del territorio. Una tradición actualizada desde la nueva geografía cultural. / 434-447

JOVITO VALBUENA GÓMEZ  
Merideñidad. / 466-475

### Geografía física

ANTONELA VOLONTÉ, VERÓNICA GIL y ALICIA MARÍA CAMPO  
Estudio de la vegetación y sus efectos en la dinámica fluvial en cuencas serranas, Argentina. / 366-380

JULIÁN LEAL VILLAMIL, URIEL PÉREZ GÓMEZ y NIDIA ESPERANZA ORTIZ LOZANO  
Distribución espacial y temporal de deslizamientos (1999-2015) en la cuenca del río Combeima, Colombia. / 346-365

LOAN JOSÉ LANDAETA  
Análisis de las series de precipitación mensual en la región Capital de Venezuela, 1891-2006. / 280-297

MARÍA FERNANDA AYALA, DAVID CARRERA-VILLACRÉS y ALFONSO TIERRA  
Relación espacio-temporal entre estaciones utilizadas para el relleno de datos de precipitación en Chone, Ecuador. / 298-313

RAFAELA STEIMBACH FRUTEIRA, PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO, KELLY GERONAZZO MARTINS e APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE  
Uso da terra e temperatura de superfície em Ponta Grossa, Paraná (PR), Brasil. / 332-344

RANIELI DOS ANJOS DE SOUZA MULER, VALDIR MOURA e LAURA DE SIMONE BORMA  
Distribuição espaço-temporal da precipitação e SPI no estado de Rondônia (RO), Brasil, por meio de técnicas de geoestatística. / 246-260

### Geografía humana

ISRAEL CABEZA-MORALES  
Entre el desarrollo y el bienestar: memorias de un lugar tejido en el mar. / 478-481

PAULINA-ALEJANDRA VERGARA-BUITRAGO, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES, DALIA SORAYA USECHE DE VEGA y PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN  
Encuentros para el reconocimiento y aprendizaje ambiental con la comunidad campesina del páramo de Rabanal, Boyacá, Colombia. / 398-410

### Geografía regional

RIGUEY VALLADARES, ANDRÉS ROJAS S., ELBA MORA y LUIS SANDIA  
Panorama socioeconómico de la minería en Venezuela (1970-2014) y comparaciones entre periodos gubernamentales. / 412-432

### Ambiente y ordenación del territorio

CAIO HENRIQUE PATRÍCIO PAGANI e ADRIANO REIS PRAZERES MASCARENHAS  
Impacto de pequenas centrais hidrelétricas em sub-bacias do rio Branco em Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. / 382-396

SCARLET CARTAYA RÍOS, SHIRLEY ZURITA ALFARO y RODDY MANTUANO-EDUARTE  
Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador. / 262-279

### Otros

ALEXIS MONTES DE OCA RISCO, MAYDA ULLOA CARCASSÉS y ANGEL LUIS SILOT CASTAÑEDA  
Recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos utilizando sistemas de información geográficos. / 314-331

GUSTAVO BASTOS BRAGA, ANA LOUISE DE CARVALHO FIÚZA e PAULA CRISTINA REMOALDO  
Índices de ruralidades: uma análise de redes. / 448-465

Todos los trabajos remitidos a la *Revista Geográfica Venezolana* deberán ser originales y no estar sometidos o editados en otras publicaciones periódicas de naturaleza similar (impresas o electrónicas). Para efectos de arbitraje los autores deben eliminar la personalización de la copia de Microsoft Office de su equipo. El escrito debe ser enviado vía correo electrónico (regeoven@gmail.com) al Editor de la Revista, donde será sometido a arbitraje bajo el sistema doble ciego. Anexa al trabajo los autores deberán enviar carta de originalidad y cesión de derechos. De ser necesario, remitir un CD contentivo del texto el que, de preferencia, debe estar escrito con el procesador Word en letra Times New Roman de 12 puntos y párrafos con doble espacio, a la Secretaría de la Revista (Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Oficina de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Vía los Chorros de Milla. Mérida 5101, Venezuela). En ambos casos, SIN FORMATOS ESPECIALES NI TABULACIONES. Si los manuscritos contienen figuras, cuadros o elementos similares debe especificarse el programa con el cual fueron hechos.

### ARTÍCULOS

Bajo esta categoría se incluirán trabajos de hasta 25 páginas (resumen, abstract, palabras clave, cuerpo del artículo, figuras, gráficos y referencias citadas), tamaño carta, escritos a doble espacio, con márgenes de 3 cm en los cuatro lados. También hay que indicar fecha y lugar de finalización del artículo. Luego, si fuese el caso, fecha de la revisión y corrección. Para que un trabajo se incluya en esta categoría debe contener lo siguiente:

#### Título

Debe ser preciso, breve y claro. Su extensión no deberá exceder las 15 palabras. Debe estar centrado en la parte superior de la primera página, en negrita. Inmediatamente debe aparecer en inglés, en texto normal y minúscula.

#### Nombre del autor(es) y dirección

El nombre del o de los autores debe aparecer debajo del título, hacia el lado izquierdo. Inmediatamente debajo del nombre, debe colocarse dirección personal e institucional, teléfono, fax, e mail.

#### Resumen

A continuación del nombre y dirección del autor(es), deberán incluirse dos resúmenes, (español e inglés) de no más de 150 palabras. El resumen en inglés se denominará Abstract. El resumen debe ser claro y conciso, no siendo necesario referirse al texto del artículo; tampoco debe incluir citas ni referencias.

#### Palabras clave

Inmediatamente después de cada resumen (español e inglés) debe aparecer la línea de palabras clave que identifican los aspectos centrales del artículo. Deben estar separadas por punto y coma (;). De preferencia no deben ser más de 5. Ejemplos:

*Palabras clave:* geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes.

*Key words:* geomorphology; Venezuela; Andes; Mocotíes river valley.

#### Texto

El texto del artículo debe comenzar en página aparte. Los elementos estructurales deben ser: introducción, materiales y métodos, resultados, discusión de los resultados, conclusiones y referencias citadas. Esta estructura puede ser flexible dependiendo de la especialidad del tema tratado. En todos los casos se debe definir una jerarquización de los títulos y subtítulos; ejemplo: 1.; 1.1, 1.2; 2... Los nombres científicos deben escribirse en cursivas. Para los números decimales deben usarse comas y no puntos. Los agradecimientos deben ser concisos y aparecer antes de las Referencias citadas.

La introducción deberá señalar, de preferencia, la naturaleza, importancia y alcance del problema tratado, así como los objetivos del trabajo.

Se hará una descripción concisa de los materiales y métodos usados bajo la denominación de "metodología" o "materiales y métodos". Bajo materiales se consideran aspectos como mapas, aerofotografías, imágenes satelitales, equipos, productos, etc.; bajo la denominación métodos se consideran procedimientos, tratamientos y técnicas empleadas, técnicas de laboratorio, etc.

En los resultados se presentarán los efectos de todos los hechos analizados. Estos podrán combinar discusión e interpretación.

### Referencias citadas

Las referencias citadas en el texto deben señalarse entre paréntesis, con el nombre del autor seguido por una coma y el año de la publicación; por ejemplo (Silveira, 2013). Cuando la cita sea textual deberá indicarse el número de página correspondiente (Silveira, 2013: 15). Si la referencia en el texto es de más de dos autores, se cita solo el primero acompañado de la expresión *et al.*, (Lemos *et al.*, 2006); pero, en las referencias citadas al final del texto deben incluirse todos los autores, siendo que la inicial (iniciales) del nombre del último autor debe ir antes del apellido: LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. y M. ARROYO. En el caso de varios trabajos de un mismo autor o autores, elaborados en un mismo año, las referencias se indicarán con letra minúscula (a, b, c, etc.) colocadas inmediatamente después del año de publicación, ejemplo (Gómez, 2015; Gómez, 2015a). Las referencias citadas en el texto se deben corresponder con una indicación completa en la lista de referencias citadas al final del artículo, y deben aparecer en estricto orden alfabético, respetando lo siguiente:

#### Artículos de revistas

- ALTEZ, R. 2014. "Historia comparada de los sismos de Caracas: dinámica y variabilidad de las intensidades". *Revista Geográfica Venezolana*, 55(1): 129-153.
- CHOY, J. E.; PALME, C.; GUADA, C.; MORANDI, M. & S. KLARICA. 2010. "Macroseismic Interpretation of the 1812 Earthquakes in Venezuela using intensity uncertainties and a priori fault-strike information". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(1): 241-255.

#### Artículos / Capítulos de libros

- FROLOVA, M. y G. BERTRAND. 2006. "Geografía y paisaje". En: D. HIERNAUX y A. LINDÓN (dirs.), *Tratado de Geografía Humana*. pp. 254-269. Anthropos Editorial, Barcelona / Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.
- HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". En: J. ALBORÉS (ed.), *La teoría social hoy*. pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid, España.

#### Libros

- VIVAS, L. 2015. *La megadiversidad físico-natural del territorio venezolano*. Gráficas El Portatítulo. Mérida, Venezuela.
- PAGE, S. & C. M. HALL. 2003. *Managing Urban Tourism*. Prentice Hall. Essex, United Kingdom.
- SANTOS, M. e M. L. SILVEIRA. 2001. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- LEMO, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. e M. ARROYO (comp.). 2006. *Questões territoriais na América Latina*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Universidade de São Paulo (USP). Brasil / Buenos Aires, Argentina.

#### Congresos, seminarios, reuniones

- ALVES, V. E. L. 2011. A expansão da produção de soja na fronteira agrícola dos cerrados brasileiros. Hegemonia das grandes empresas e processo de exclusão. *IX ENANPEGE (Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia)*. pp. 1-18. Goiânia, Brasil. (9-12 de outubro).
- AUDEMARD, F. A. 1993. Trench investigation across the Oca-Ancon fault system, Northwestern Venezuela. *Second International Symposium on Andean Geodynamics*. pp. 51-54. Oxford, England. (Extended abstract).

#### Otras publicaciones (tesis, informes, etc.)

- ULLMAN, R. 1988. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- SANTANA, D. 2013. *Precariópolis y privatópolis en la región metropolitana de Bogotá (1990-2010). Un análisis socioespacial de los barrios cerrados*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis de Grado.
- CAPRON, G. 1996. *La ville privée: les shopping centers à Buenos Aires*. Universidad Toulouse-2. Le Mirail, Francia. Tesis de Doctorado.

Si la referencia tiene como fuente a Internet, debe señalarse Disponible en: [http://www.\(dirección web\)](http://www.(dirección web)) y mencionar la fecha de la consulta [fecha consulta], manteniendo la forma de citar previamente señalada para artículos de revistas, capítulos de libros, congresos, seminarios, reuniones y otras publicaciones, salvo que la publicación siga un formato electrónico particular.

SMALLER, C.; WEI, Q. & L. YALAN. 2013. "The quest for commodities: Chinese investment in farmland". International Institute for Sustainable Development (June 26). Disponible en: <https://www.iisd.org/itn/2013/06/26/the-quest-for-commodities-chinese-investment-in-farmland/> [Consulta: octubre, 2015].  
 YAÑEZ, G.; REHNER, J. y O. FIGUEROA. 2010. "Redes empresariales e informales en el mercado inmobiliario de Santiago de Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, n° 331(91). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-91.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

En el caso de leyes para citarlas en el cuerpo del texto se debe señalar el nombre o número de acta y el año de publicación; ejemplo: (Ley N° 18525, 1986). En las referencias citadas debe colocarse: Número de la ley y denominación oficial si la tiene, título de la publicación en que aparece oficialmente, lugar de publicación y fecha (indicar día, mes y año). Ejemplo: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 3.238 Extraordinario. Caracas, jueves 11 de agosto de 1983.

#### Forma de citar los textos publicados en la *Revista Geográfica Venezolana* (versión digital)

HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. y F. ARENAS. 2016. "Geografías del comercio en Santiago de Chile (1990-1910): de la reestructuración comercial al policentrismo inmobiliario". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta -insertar fecha de acceso o descarga].

#### Figuras

Los gráficos, croquis, fotografías, planos, láminas, mapas, etc. se denominarán figuras y dependiendo del tipo y complejidad de éstas, los autores deberán enviar por correo normal sus originales en hojas separadas o consignarlas en la Secretaría de la Revista. El archivo digital de las figuras debe estar con resolución de 300 dpi en formato .jpg y en modo RGB. Las figuras que contengan letras de identificación deben tener un tamaño mínimo de 9 puntos. Las figuras deben estar numeradas según su orden de aparición en el texto, en números arábigos. Las figuras no deben tener ningún tipo de formato (cuadros, recuadros), ni deben aparecer los nombres de los autores de los mismos (ni de los dibujantes, de ser el caso). Al ser reducida, la figura deberá presentar características que no dificulten su lectura. La descripción correspondiente a las figuras deben venir en hoja aparte.

#### Tablas

Las tablas se denominarán cuadros y deberán estar montados en Word o en hoja de cálculo tipo Excel, dependiendo de su complejidad. Deberán venir en el CD contentivo del texto, con su identificación correspondiente. Además debe estar clara su ubicación dentro del texto. En la parte superior se ordenarán con números arábigos (Cuadro 1) y, a continuación, llevarán el título. Las notas al pie de los cuadros se utilizarán para especificar información detallada (ejemplo: niveles de información estadística) y deben ser identificados con superíndices numerados.

#### Pie de página

No se recomienda el uso de los pie de páginas. No obstante, cuando el autor lo considere pertinente, las notas deben ir al final del artículo, antes de las referencias citadas. Deben respetar la secuencia en que aparecen en el texto.

#### Nota

Si bien la *Revista Geográfica Venezolana* se edita en español, se aceptan artículos en inglés, francés y portugués, en cuyo caso, se debe incluir un resumen en español. Los trabajos que no sigan estas instrucciones se devolverán a los autores para que realicen los ajustes pertinentes.

All papers sent to the *Revista Geográfica Venezolana* should be original and cannot be submitted or edited in other periodical publications alike (printed or electronic). They should be emailed to the editor of the journal ([regeoven@gmail.com](mailto:regeoven@gmail.com)) where it will be submitted to arbitration under the double-blind study system. The authors will have to email a Word document letter attached with the paper, where the author states it is an original work and cedes his rights. If necessary, send a CD-Rom containing the paper on a Word format Document, on a 12 point Times New Roman font, double-spaced paragraphs, to the Secretariat of the Journal (Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Oficina de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Vía los Chorros de Milla. Mérida 5101, Venezuela). In either case, DO NOT USE ANY SPECIAL FORMAT OR TABS. If the manuscript contains charts, graphics or similar elements, the program used should be specified.

#### PAPERS

Works submitted under this category should be up to 25 pages long (abstract in original and English language, key words, paper body, figures, graphics and quoted references) letter size, double-spaced with 3 cm of margin on each side. It is also necessary to add date and place where the paper was finished. Then, please add date of proofreading. To be accepted into this category works should be:

#### Title

It should be brief and precise. It cannot be longer than 15 words. It should be centered at the top of the first page in bold type capital letters. If written in Spanish, the title should be written in English in lower caption under the Spanish title.

#### Author's Name and Address

The name of the author should be displayed under the title on the left. Under the name of the writer the institutional and personal address, fax, e-mail and telephone number of the writer should be included.

#### Abstract

After the name and address of the writer, two summaries of the paper should be included. It should not be longer than 250 words. The English summary will be entitled Abstract and the Spanish summary, Resumen. The abstract should be clear and concise, and it is not necessary to refer to the paper text. It should not include quotes or references.

#### Key words

After each summary (English and Spanish), a list of keywords must be displayed, identifying the central aspects of the paper. And they should be separated by semicolons. At most, 5 key words will be listed.

Examples:

*Palabras clave:* geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes.

*Key words:* geomorphology; Venezuela; Andes; Mérida; Mocotíes river valley.

#### Text

The text of the paper should start in the following page. The structural elements should be: introduction, materials and methods, results, discussion of the results, conclusions and references quoted. This structure might be flexible, depending on the specialties of the subject dealt with. In all the cases, a hierarchization of titles and subtitles should be defined; for example: 1.; 1.1, 1.2; 2... Scientific names must be typed in italics. When writing decimals comas are to be used. Acknowledgements must be brief and will be written at the end of the text.

The introduction should preferably point out the nature, relevance and scopes of the problem dealt with as well as the objectives of the work.

A concise description of the materials and methods used will be made under the title "Methodology" or "Methods and Materials". Under materials are considered aspects such as maps, photographs, satellite images, equipment, products, etc.; under methods are considered procedures, treatments, techniques employed, etc. In the results, the effects of the analyzed facts will be presented and they could combine discussion and interpretation.



### References Quoted

The references quoted in the text should be followed by the name of the author and the year of publication in parentheses. For example: (Silveira, 2013). When the reference is a textual quote the number of the page should be included (Silveira, 2013: 15). If the reference belongs to more than two authors only the name of the first should be added, followed by the expression *et al.*, (Lemos *et al.*, 2006); but, in the references quoted at the end of the text all the authors should be included as following: Initial name (or initials) of the last author must be go before the surname: LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. y M. ARROYO. When several works by the same author written the same year are quoted, the references will be indicated with a lower caption letter following the year of publication (a, b, c, etc.) placed right after the year of issue; for example: (Gómez, 2015; Gómez 2015a). All references should be respectively indicated in the list of references at the end of the text and should be displayed in alphabetical order. Quotes at the end of the text will be as follows:

### Journal papers

- ALTEZ, R. 2014. "Historia comparada de los sismos de Caracas: dinámica y variabilidad de las intensidades". *Revista Geográfica Venezolana*, 55(1): 129-153.
- CHOY, J. E.; PALME, C.; GUADA, C.; MORANDI, M. & S. KLARICA. 2010. "Macroseismic Interpretation of the 1812 Earthquakes in Venezuela using intensity uncertainties and a priori fault-strike information". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(1): 241-255.

### Papers / Chapters from books

- FROLOVA, M. y G. BERTRAND. 2006. "Geografía y paisaje". En: D. HIERNAUX y A. LINDÓN (Dirs.), *Tratado de Geografía Humana*. pp. 254-269. Anthropos Editorial, Barcelona / Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.
- HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". En: J. ALBORÉS (ed.), *La Teoría Social hoy*. pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid, España.

### Congresses, seminars and meetings

- VIVAS, L. 2015. *La megadiversidad físico-natural del territorio venezolano*. Gráficas El Portatítulo. Mérida, Venezuela.
- PAGE, S. & C. M. HALL. 2003. *Managing Urban Tourism*. Prentice Hall. Essex, United Kingdom.
- SANTOS, M. e M. L. SILVEIRA. 2001. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.
- LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. e M. ARROYO (Comp.). 2006. *Questões territoriais na América Latina*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Universidade de São Paulo (USP). Brasil / Buenos Aires, Argentina.

### Other publications (thesis, reports, etc.)

- ULLMAN, R. 1988. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).
- SANTANA, D. 2013. *Precariópolis y privatópolis en la región metropolitana de Bogotá (1990-2010). Un análisis socioespacial de los barrios cerrados*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Tesis de Grado.
- CAPRON, G. 1996. *La ville privée: les shopping centers à Buenos Aires*. Universidad Toulouse-2. Le Mirail, Francia. Tesis de Doctorado.

If the main source of the reference is from Internet must indicate as follow: Disponible en: (Web address) and mention the search date [Consulta: search date], maintaining the citation above mentioned for journal papers, chapters/papers from books, congresses, seminars, meetings and other publications, excepting particularly electronic format citation.

- SMALLER, C.; WEI, Q. & L. YALAN. 2013. "The quest for commodities: Chinese investment in farmland". International Institute for Sustainable Development (June 26). Disponible en: <https://www.iisd.org/itn/2013/06/26/the-quest-for-commodities-chinese-investment-in-farmland/> [Consulta: octubre, 2015].

- YAÑEZ, G.; REHNER, J. y O. FIGUEROA. 2010. "Redes empresariales e informales en el mercado inmobiliario de Santiago de Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, n° 331(91). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-91.htm>>. [ISSN: 1138-9788]

In the case of laws, in order to quote them in the paper body, the minutes name or number and year of issue should be added; for example: (Ley N° 18525, 1986). In the quoted references should be: number of the law, and official name if any, title of the publication where it was officially issued, date and place of issue (day, month, year). For example: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 3.238 Extraordinario. Caracas, jueves 11 de agosto de 1983.

### How to cite the texts published in the *Revista Geográfica Venezolana* (digital versión)

- HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. y F. ARENAS. 2016. "Geografías del comercio en Santiago de Chile (1990-1910): de la reestructuración comercial al policentrismo inmobiliario". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/regeoven>. [Consulta: search date].

### Figures

Graphics, sketches, pictures, maps, prints, among others, will be called "figures", and depending of their type and difficulty originals will be sent in separate sheets by mailing system or take them to the Secretariat of the Journal. The digital file of the figures must be 300 dpi resolution in .jpg format and in RGB mode. Figures that contain identification letters must have a minimum size of 9 points. Figures should be numbered according to their appearance order in the text in Arabic numbers. Figures should not either have any kind of format (frames, edges, etc.) or the names of the authors (or drawers). When reduced, the figure should have characteristics that do not make it difficult to read. The description corresponding to the figures should come on a separate sheet.

### Tables

Tables will be called Charts and should be done on Word or on Excel spreadsheets, depending on their complexity. They should be saved on CD containing the text with its respective identification. Besides, its location inside the text must be clear. Charts will be identified at the top with Arabic numbers (Chart 1) and will be followed by the explaining legend (title) of the chart. Footnotes under the charts will be used to specify detailed information (for example: statistic information levels) and should be identified with numbered superindex.

### Footnotes

The use of footnotes is not recommended. However, if the author chooses to use them, they must be written at the end of the text before the references and should respect the sequence in which they are displayed in the text body.

### Note

The *Revista Geográfica Venezolana* is edited in Spanish. However, papers in English, French and Portuguese are accepted. In this case, an abstract in Spanish should be added. The works that do not meet these instructions will be returned to the authors so that they make the relevant changes.

## INSTRUCCIONES PARA LOS ÁRBITROS

La *Revista Geográfica Venezolana* es una publicación científica arbitrada, por lo que los artículos que se publican son sometidos, previamente, a evaluación por parte de personas especializadas en el tema tratado en los mismos.

A los árbitros se les envía una planilla guía en la que deben registrar todos aquellos aspectos que, a juicio, de los editores, debe cumplir todo artículo o contribución para la sección de Notas y Documentos. El árbitro debe calificar el grado de cumplimiento de tales aspectos y emitir un dictamen definitivo referente a la calidad del artículo. En este sentido, a continuación se señalan algunas recomendaciones a ser tomadas en cuenta.

Los árbitros deben dar una apreciación general del trabajo (tema adecuado para la revista; citas ajustadas a las normas de publicación; extensión, etc.), así como señalar la originalidad (de ser el caso) y claridad (título, resumen). También deben incluir dentro de su evaluación la ortografía y la redacción como aportes para mejorar la calidad del artículo. Por último, emitir una evaluación global que especifique si el trabajo debe ser publicado sin modificación alguna; puede ser publicado si se realizan las modificaciones indicadas; debe ser modificado a fondo y ser sometido nuevamente a arbitraje o no debe ser publicado.

El artículo, una vez recibido, leído y evaluado, deberá ser devuelto al editor responsable en un lapso no mayor de 15 días hábiles. Si por alguna razón el árbitro tuviese algún inconveniente con este período para realizar la evaluación, deberá informarlo a la mayor brevedad. El trabajo debe ser tratado confidencialmente y su contenido es propiedad del autor o autores.

Los resultados de la evaluación deberán ser enviados al correo (regeoven@ula.ve / regeoven@gmail.com) con indicación expresa de que es una evaluación, o entregados personalmente en la Oficina de Publicaciones del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales.



## CDCHTA

El Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes es el organismo encargado de promover, financiar y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos.

### Objetivos generales

El CDCHTA, de la Universidad de Los Andes, desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y su generación de relevo.
- Vincular la investigación con las necesidades del país.
- Fomentar la investigación en todas las unidades académicas de la ULA, relacionadas con la docencia y con la investigación.

### Objetivos específicos

- Proponer políticas de investigación y desarrollo científico, humanístico, tecnológico y de las Artes para la Universidad.
- Presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y la evaluación de la investigación.
- Proponer la creación de premios, menciones y certificaciones que sirvan de estímulo para el desarrollo de los investigadores.
- Estimular la producción científica.

### Funciones

- Proponer, evaluar e informar a las Comisiones sobre los diferentes programas o solicitudes.
- Difundir las políticas de investigación.
- Elaborar el plan de desarrollo.

### Estructura

- Directorio: Vicerrector Académico, Coordinador del CDCHTA.
- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Seminarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones técnicas asesoras.

### Programas

Proyectos › Seminarios › Publicaciones › Talleres y Mantenimiento › Apoyo a Unidades de Trabajo › Equipamiento Conjunto › Promoción y Difusión › Apoyo Directo a Grupos (ADG) › Programa Estímulo al Investigador (PEI) › PPI-Emeritus › Premio Estímulo Talleres y Mantenimiento › Proyectos Institucionales Cooperativos › Aporte Red Satelital › Gerencia.

[www2.ula.ve/cdcht](http://www2.ula.ve/cdcht) • correo: [cdcht@ula.ve](mailto:cdcht@ula.ve)  
Teléfonos: 0274-2402785/2402686

ALEJANDRO GUTIÉRREZ S. COORDINADOR GENERAL

UAE M **redalyc.org**  
Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

**Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA**  
Venezuela  
ISSN impreso: 1012-1617  
ISSN electrónico: 2244-8853

Encuentra la Revista Geográfica Venezolana en **redalyc.org**

también disponible para teléfonos y tablets con Redalyc Móvil App

más de 600 revistas arbitradas en Ciencias Sociales, Artes y Humanidades y más de 200 en Ciencias Exactas y Naturales

además de 300,000 artículos a texto completo en acceso abierto

ESTA VERSIÓN ELECTRÓNICA DE LA **REVISTA GEOGRÁFICA VENEZOLANA VOLUMEN 59(2) 2018**, SE EDITÓ CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS PARA PRODUCCIÓN DIGITAL EN EL AÑO 2018.

