

BOLETÍN DEL COLEGIO DE GEÓGRAFOS DEL PERÚ

Publicación digital de investigaciones geográficas

Número 3 - 2016

DIRECCIÓN

María del Carmen Carrasco Coello

EQUIPO DE REDACCIÓN

Gilmer Medina Tarrillo

José Manuel Mamani Ccoto

Miguel Alva Huayaney

Manuel Cama Salazar

María del Carmen Carrasco

John James Beraún Chaca

EDITORA DE GRÁFICAS

Marilyn Ishikawa Muchotrigo

CORRECTORA DE ESTILO

Yessina Salinas

COLABORADOR

Eduardo Tena Del Pino

© COLEGIO DE GEÓGRAFOS DEL PERÚ
© BOLETÍN 3

ISSN: 2411-6890

Lima, Perú
2016

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



CONTENIDO

PRÓLOGO

EDITORIAL

ARTÍCULOS

- 1. Los bosques montanos de la vertiente occidental en la cuenca del río Rímac** 15
Luis Johann Paniagua Guzmán
- 2. Servicios Ecosistémicos de la criósfera y los páramos de la cordillera Blanca, Perú** 35
Daniel Boyano Sotillo
- 3. El calentamiento global y su impacto antitropical en los procesos hidrológicos y ecológicos en los próximos 100 años** 53
Cesar Eduardo Carrera Saavedra
- 4. Análisis multitemporal del sector sur del nevado Huascarán, utilizando imágenes del sensor TM** 65
Mauro Palomino Espinoza
- 5. Políticas de integración fronteriza y territorios de minería transnacional en la cordillera del Cóndor** 96
José Manuel Mamani
- 6. Ciudades intermedias emergentes: nuevos roles y funciones en el crecimiento endógeno de la ciudad de Huancayo** 116
Elder Junior Fernández Ibarra
- 7. El uso y tratamiento de los nombres geográficos en los procesos electorales** 134
Eduardo Tena Del Pino
- 8. Dinámica EGO, una herramienta gratuita para modelar y brindar soporte en el análisis CCUS** 148
Victoria Espinoza-Mendoza
- 9. Clasificación de las regiones naturales del Perú** 166
John James Beraún Chaca
Helen Shirley Villanueva Fernández

RESEÑAS DE LIBROS

- 10. Geografía y Literatura: El lugar de la barriada en un relato de Congraíns. Un espacio real en un texto ficcional** 180
Iván Delgado Pugley

NOTAS DE OPINIÓN

- 11. Ascenso al volcán Misti** 186
Pablo Yovan Aguilar Barriga

PRÓLOGO

El tercer número del ***Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú***, es una publicación de carácter científico que permite generar el debate e intercambio de opiniones, percepciones y enfoques de investigaciones desde las ciencias geográficas. El boletín es una publicación anual que se difunde a través de Internet desde su primer número publicado en noviembre del 2014 (el segundo número fue publicado en diciembre del 2015).

Sin duda, esta responsabilidad de realizar el tercer número consecutivo del boletín en su edición 2016, ha hecho realidad el compromiso del Consejo Directivo del Colegio de Geógrafos del Perú de difundir los trabajos de investigación en la búsqueda de posicionar y consolidar al geógrafo en el espacio científico de nuestro país.

El tercer número del ***Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*** presenta aplicaciones de la investigación geográfica, desde la complejidad del análisis del espacio geográfico en sus diversas categorías de análisis que nos permitan contextualizar y entender los diversos problemas espaciales.

En ese sentido, el objetivo del ***Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*** es que nuestros colegas y otros profesionales cuenten con un material que les permita informarse y tomar conocimiento del avance de la ciencia geográfica, de los diversos problemas que se dan en el espacio geográfico de nuestro país y en otras regiones del mundo.

Bajo esta perspectiva es significativo realizar una publicación de esta naturaleza hacia fines de año, pues a través de estos artículos podemos hacer un balance y trazar una perspectiva en torno a temas que abren nuevos horizontes de investigación hacia el 2017.

Este recorrido por diferentes realidades nos permite valorar el esfuerzo, la dedicación y el talento de los profesionales de la geografía. Pero a la vez nos plantea el reto de seguir trabajando para construir espacios comunicación que sirvan de difusión y de aprendizaje para la sociedad en general.

Cada una de estas investigaciones muestra el análisis y aporte desde las ciencias geográficas a la gestión del espacio geográfico, aprovechando las posibilidades extraordinarias que hoy las tecnologías de información y comunicación nos proporcionan.

Eduardo Tena Del Pino
Decano

EDITORIAL

Hace dos años, no demasiado tiempo atrás, el Colegio de Geógrafos del Perú emprendió con gran esfuerzo la tarea de crear un boletín que recogiera los resultados de las investigaciones, las propuestas y las tendencias que en los variados y novedosos horizontes de la ciencia geográfica, los geógrafos abordamos dentro y fuera del país.

Un espacio, como dice Eduardo Tena, nuestro decano, *“de debate e intercambio de opiniones, percepciones y enfoques de investigaciones desde las ciencias geográficas”*. Un espacio que como manifestara el editor del primer boletín *“es fundamental para facilitar la divulgación del conocimiento contribuyendo a la institucionalización de la discusión geográfica”*.

El boletín del Colegio de Geógrafos del Perú es un espacio que nos muestra hacia la sociedad académica, reforzando nuestra presencia profesional, y hacia la sociedad peruana, en general, que todavía desconoce el soporte que puede ofrecer el enfoque geográfico en la construcción del país, especialmente en estos tiempos de incertidumbre geográfica en las dinámicas naturales, socioculturales, así como su impacto y nuestra adecuación a nuevos escenarios en viejas y nuevas escalas.

El boletín nro. 2 del 2015 anunció la novedad del ISSN. Una gran noticia que nos compromete en adelante, a publicar al menos un número al año. Gracias a la publicación en el 2016 del boletín número 3, compromiso que asumió el Consejo Directivo 2015-2017, podremos avanzar para ser en breve, una publicación con indexación científica. Una especie de iniciación en las publicaciones científicas, que hará más atractiva y a la vez exigente, la participación de autores en los números subsiguientes de este boletín.

Sin embargo, los caminos se construyen desde el primer paso suponen un gran esfuerzo al comienzo, por ello, queremos hacer desde aquí un reconocimiento y merecido agradecimiento a todos los autores, algunos de gran renombre, unos peruanos y otros de foráneos que, con gran generosidad, han participado como autores en las ediciones de estos primeros números. Aunque en los rankin internacionales no hayan tenido créditos, en nuestros corazones sí lo han logrado porque gracias a todos ellos, nació este boletín.

El boletín número 3, del 2016 es una edición prácticamente nacional, a excepción del artículo sobre Servicios ecosistémicos de la Criosfera y Páramos de la Cordillera Blanca, cuyo autor es español. En ese sentido, la producción de contenidos de esta edición es una aportación de geógrafos peruanos que abordan temáticas que se refieren a nuestro país.

No obstante, hay temáticas y enfoques variados que inciden en las grandes preocupaciones del Perú y del mundo como los 3 artículos relacionados con el cambio climático desde perspectivas distintas; los cambios en el territorio como consecuencia de las intervenciones humanas, tanto en las variaciones naturales registradas en la distribución de los ecosistemas y la vegetación natural, como en las dinámicas y las actividades humanas, tanto en medios naturales, como en los humanizados.

También profundizaremos en el interés por la geo tecnología como herramienta soporte en la investigación y en la aplicación de la misma a la gestión del medio geográfico, por ejemplo, en el caso de la gestión del riesgo y de los recursos naturales presentes en algunos artículos.

Otros temas se relacionan con asignaturas pendientes de revisión y renovación para facilitar intervenciones públicas y privadas en relación con lo geográfico y lo territorial como superar los problemas generados por la superposición y duplicación de nombres geográficos.

Un artículo muestra un importante aporte para mejorar y aclarar la clasificación tradicional de los conjuntos geográficos naturales o regiones naturales del Perú, a fin de superar las confusiones con las que nuestros escolares comienzan su contacto con la geografía del país. Por último, revisamos la presencia de espacios fronterizos y el seguimiento de las políticas de integración planteadas en estas zonas, como el caso de la cordillera del Cóndor.

Dos breves aportaciones recogen en primer lugar, el ascenso al volcán Misti, en el contexto de un trabajo para la gestión pública, recordándonos la necesidad de complementar en la investigación geográfica el gabinete y la geotecnología, con el trabajo de campo y la observación directa, muy sacrificada, pero esencial en el conocimiento del medio. En segundo lugar, observaremos la amplitud de los horizontes geográficos más allá de la realidad, en la ficción de la literatura, lo que nos recuerda a su vez la cotidianidad que la realidad espacial tiene en nuestras vidas, y en nuestras decisiones en el espacio. La vida tiene muchos matices y esencias geográficas, así mismo, la geografía es más vital que académica.

Este boletín también da cuenta de la presencia que los geógrafos peruanos tenemos en el mundo. Algunos artículos corresponden a investigaciones y tesis desarrolladas en Francia, Centroamérica y Brasil. Así mismo, hemos dado un pequeño espacio a jóvenes geógrafos que inician su carrera y han compartido sus primeras investigaciones.

Finalmente, queremos agradecer profundamente a todos los que de alguna manera han apoyado su realización como autores, comité editorial, revisoras y editoras de estilo y gráficas a quienes nos han sugerido y aportado ideas, y también a los que han empujado y supervisado la evolución del proceso para su conclusión.

Ahora nos queda animarles, para que sigan enviando nuevas aportaciones que garanticen una larga y productiva vida a este boletín y a la geografía en nuestro país.

María del Carmen Carrasco Coello
Editora



Cuenca del río Rímac

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON MAYOR POTENCIAL PARA DESARROLLAR BOSQUES MONTANOS EN LA VERTIENTE OCCIDENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

Luis Johann Paniagua Guzmán

RESUMEN

El objetivo de este artículo es contribuir con la conservación de los bosques montanos, para ello conoceremos como su distribución en la cuenca del río Rímac es un factor clave en el desarrollo sostenible de esta zona.

Para identificar la distribución de estos bosques se han establecido criterios físico-geográficos como la altitud, el rango de pendientes y la orientación del relieve. Estos criterios han sido seleccionados en base a información bibliográfica, así como a trabajos de campo desarrollados en los bosques de Zárate y Linday, los cuales son los relictos de bosques montanos más conocidos en la cuenca del río Rímac. En este artículo se identificaron todas las áreas que pueden ser un hábitat potencial de estos bosques, pero que debido a la presión de las actividades humanas han desaparecido. Por tanto, reconocer estas áreas es importante para diseñar futuros planes que consideren actividades de reforestación con especies propias de estos bosques.

La cuenca del río Rímac es una de las más degradadas en el país, por lo que son pocos los ambientes naturales que se pueden encontrar en esta área. Por ello, identificar, conservar y poner en valor estos bosques es de suma importancia. Por estas razones, este artículo busca aportar en la conservación de los bosques montanos en la cuenca del río Rímac y retomar estudios biogeográficos, rama de la geografía física que es la menos desarrollada por los geógrafos en el país.

Para este escrito se han usado herramientas geográficas, principalmente de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permitieron el cartografiado de variables físico-geográficas, así como su integración para identificar las áreas con mayor potencial para el desarrollo de los bosques.

PALABRAS CLAVE: *bosque montano, punto caliente de biodiversidad, relictos, sistemas de información geográfica.*

DATOS DEL AUTOR

Geógrafo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Estudios de Maestría en Ciencias Ambientales con mención en Gestión y Ordenamiento Ambiental del Territorio. Con experiencia en elaboración y coordinación de estudios ambientales (Estudios de Impacto Ambiental, la Conservación del Patrimonio Natural y Estudios de Zonificación Ecológica y Económica) y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

This article seeks to contribute to the knowledge of the distribution of montane forests in the basin of the Rimac river and thus contribute to their conservation, because these forests is considered as a factor that contributes to the sustainable development of the basin.

For identification of the distribution of these forests, they have taken physical-geographical criteria as are: altitude, slope range and orientation of the relief. These criteria have been selected based on the bibliographic information available as well as field work developed in the forests of Zarate and Linday, which are best known relict montane forests in the basin of the Rimac river. It is noteworthy that in this article all areas that are likely to harbor these forests be identified, but pressure human activities are causing currently there is no longer evidence of them. However, it is considered that identifying these areas will help to consider making future plans reforestation with species typical of these forests.

Rimac river basin is one of the most degraded in the country, so, few natural environments that can be found within it; so the identification, conservation and value of these forests, become paramount. That is why, this article seeks to contribute to the conservation of montane forests in the basin of the Rimac river; It also seeks to reclaim the biogeographical studies, branch of physical geography that has been less developed by geographers in the country.

To develop this item has been used to support the use of geographic tools, mainly Geographic Information Systems (GIS), which allowed for the mapping of physical-geographical variables, and their integration for identifying the areas most potential for development of forests.

KEYWORDS: *montane forest, hotspot, relict, geographic information systems.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

I. LOS BOSQUES MONTANOS DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL

Los bosques montanos son ecosistemas forestales andinos que se encuentran influenciados por los climas de montaña, por lo cual la altitud es una de las principales variables que condicionan su desarrollo y distribución. El gradiente térmico, determinado por un incremento de la altitud, genera un descenso de la temperatura y un aumento de la humedad relativa, por lo que estos bosques se encuentran constantemente cubiertos de neblina, lo que los asemeja a los bosques de ceja de selva que cubren las vertientes orientales.

Estos bosques crecen en las laderas montañosas de fuerte pendiente, por lo que los suelos que los sustentan presentan poca profundidad; sin embargo, esto no ha sido un impedimento para su desarrollo.

Las especies forestales que conforman estos bosques presentan una menor altura a diferencia de los bosques de las tierras bajas como los del llano amazónico; asimismo, sus troncos son más leñosos y retorcidos. Estos bosques pueden ser considerados *hotspots*¹, porque actualmente se encuentran en espacios reducidos y presentan una alta concentración de biodiversidad y endemismos.

II. LOCALIZACIÓN DE LOS BOSQUES MONTANOS DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL

Los bosques montanos de la vertiente occidental están distribuidos principalmente en los andes del norte del Perú, en menor extensión en el centro, mientras que en el sur son prácticamente inexistentes. Su gran presencia en el norte (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad) se debe a que en esta región la cordillera andina reduce considerablemente su altitud, lo que ocasiona un mayor ingreso de vientos húmedos provenientes de la llanura amazónica, este el caso de la depresión de Huancabamba en el paso de Porculla, que es una ruptura de la cordillera ubicada a 2145 m s.n.m. aproximadamente.

Otro factor que permite el mayor desarrollo de estos bosques en el norte es el mar tropical, cuyas aguas cálidas proporcionan más vapor de agua al aire que al ascender por la cordillera se condensa, ocasionando precipitaciones que favorecen el crecimiento de estos bosques.

En el centro del país (Ancash y Lima), la cordillera se hace más elevada, por lo que los vientos de la Amazonía, al ascender por esta barrera orográfica, aumentan su humedad relativa ocasionando precipitaciones en las vertientes orientales de la cordillera que al llegar a las vertientes occidentales presentan un menor contenido de vapor de agua, lo que produce menores precipitaciones, a diferencia de los andes del norte. En el sur del Perú (Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna), los andes se hacen tan extensos que los vientos provenientes de las llanuras amazónicas llegan prácticamente secos a las vertientes occidentales. A diferencia del norte, en el centro y en el sur del país, el mar tropical pierde su influencia abriéndose paso las aguas frías de la corriente Peruana, que restringen la evaporación y disminuyen la humedad del aire que asciende a la zona andina.

Según Antonio Brack, estos bosques se distribuyen en lugares inaccesibles entre los 2600 a 3200 m s.n.m. Reynel Carlos, Pennington R. Toby y Särkinen Tiina (2013) indican la existencia de relictos de

¹ El término hotspot o punto caliente de biodiversidad se refiere a zonas de la tierra donde hay una especial concentración de biodiversidad.

bosques en el norte entre los 1500 y los 3500 m s.n.m. y en el centro entre los 1000 a 3200 m s.n.m. El Mapa Ecológico del Perú elaborado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), que utilizó la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, indica que estos bosques alcanzan altitudes entre 2800 a 3800 m s.n.m.

En la actualidad estos bosques se encuentran en forma de relictos, conformando huellas de lo que en el pasado fueron antiguos bosques que abarcaban grandes extensiones. A continuación, se presenta un mapa con la ubicación de los relictos más conocidos de este tipo de bosques.

MAPA 1.

Ubicación de bosques montañosos de la vertiente occidental



Fuente: Mires Sumarriva, Rodrigo (2016). *El Bosque de Zárate: Una travesía por la Lima que no conoces.*

III. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES MONTANOS DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL

Se estima que en el Perú quedan unas 133 378 ha de bosques montanos cubriendo las laderas de las vertientes montañosas (MINAM y MINAG, 2011). Estos bosques se encuentran de manera dispersa a causa de la degradación ambiental que han sufrido a causa de las actividades humanas.

Lo que antiguamente eran grandes corredores ecológicos, actualmente están fragmentados y rodeados por ecosistemas antropogénicos (terrenos de cultivo y pastoreo). Estos ecosistemas han reducido sus áreas de distribución, lo que ha impedido a especies que dependen de ellos desplazarse hacia otros sectores, por la falta de conectividad (a excepción de las aves). En algunos casos, esta falta de conectividad ha originado que ciertas especies -que dependen solamente de estos bosques como hábitat- queden aisladas, convirtiéndose estos lugares en pequeñas zonas de endemismos, altamente vulnerables. Otras especies como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) que antes llegaba a estos bosques también tuvieron que desplazarse a otros hábitats.

Las principales presiones que afectan a estos bosques son las actividades económicas desarrolladas por poblaciones locales, quienes utilizan estas tierras para el desarrollo de la ganadería y la agricultura, principales actividades de las que dependen las poblaciones rurales. Otra actividad que degrada estos bosques es la extracción de madera para leña y carbón. Sin embargo, estas presiones están relacionadas con la falta de políticas públicas que no incluyen a estos bosques en los planes desarrollados por los gobiernos locales. A continuación, presentamos un cuadro con las principales fuentes de presión que causan la degradación de estos bosques.

CUADRO 1.

Fuentes de presión de los bosques montanos de la vertiente occidental

Fuentes de presión	Presión
<ul style="list-style-type: none"> • Patrones de extracción de los recursos maderables y no maderables. • Expansión de la frontera agrícola. • Expansión de la frontera ganadera. • Políticas públicas insuficientes o inexistentes. • Fenómenos naturales vinculados con el cambio climático. • Débil capacidad de gestión pública. • Exclusión de los ecosistemas forestales de • las políticas públicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación de los bosques y deforestación sistemática por actividades económicas diversas. • Conversión de tierras forestales. • Disminución de la cantidad de los recursos maderables y no maderables de alto valor • cultural. • Incendios forestales. • Conflictos de intereses con dificultad de • resolución a corto plazo.

Fuente: Verónica Gálmez, V. y Kómetter, R. (2010). *Perspectivas y posibilidades de REDD+ en Bosques Andinos*. 2010

IV. DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES MONTANOS EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

Los bosques montanos se distribuyen en ambas vertientes del río Rímac entre las altitudes de 2500 a 3500 m s.n.m. Estos bosques ocupan zonas montañosas de fuerte pendiente y -por lo general- tienden a desarrollarse mejor en laderas con una orientación hacia el oeste, las cuales reciben menos horas de sol, por lo cual presentan menor evapotranspiración, lo que conlleva a una mayor humedad en el suelo. También es posible encontrarlos en laderas que se orientan hacia el este, pero su densidad es mucho menor.

Actualmente estos bosques han sido muy degradados y su extensión ha disminuido, por lo que están dispersos en algunos sectores de la provincia de Huarochirí. El bosque montano más conocido en la cuenca del río Rímac es el bosque de Zárate que está conformado por árboles de tronco grueso, como el chachacomo (*Escallonia resinosa*), el calatillo (*Myrcianthesquinqueloba*), el duraznilo (*Prunusrigida*) y el calo (*Oreopanaxoroyanus*); este último es el más alto porque puede alcanzar hasta 12 metros de altura. Estos árboles pueden estar cubiertos de bromelias, lo cual hace recordar mucho a los bosques de ceja de selva.

Otro bosque conocido es de la quebrada Linday, el cual posee la misma composición florística que el bosque de Zárate. La siguiente foto está tomada en el bosque relicto de la quebrada Linday, ahí se puede apreciar la fragmentación de este bosque.

FOTO 1.

Vista de un relicto de bosque montano ubicado en la quebrada Linday
(parte media de la cuenca del río Rímac)

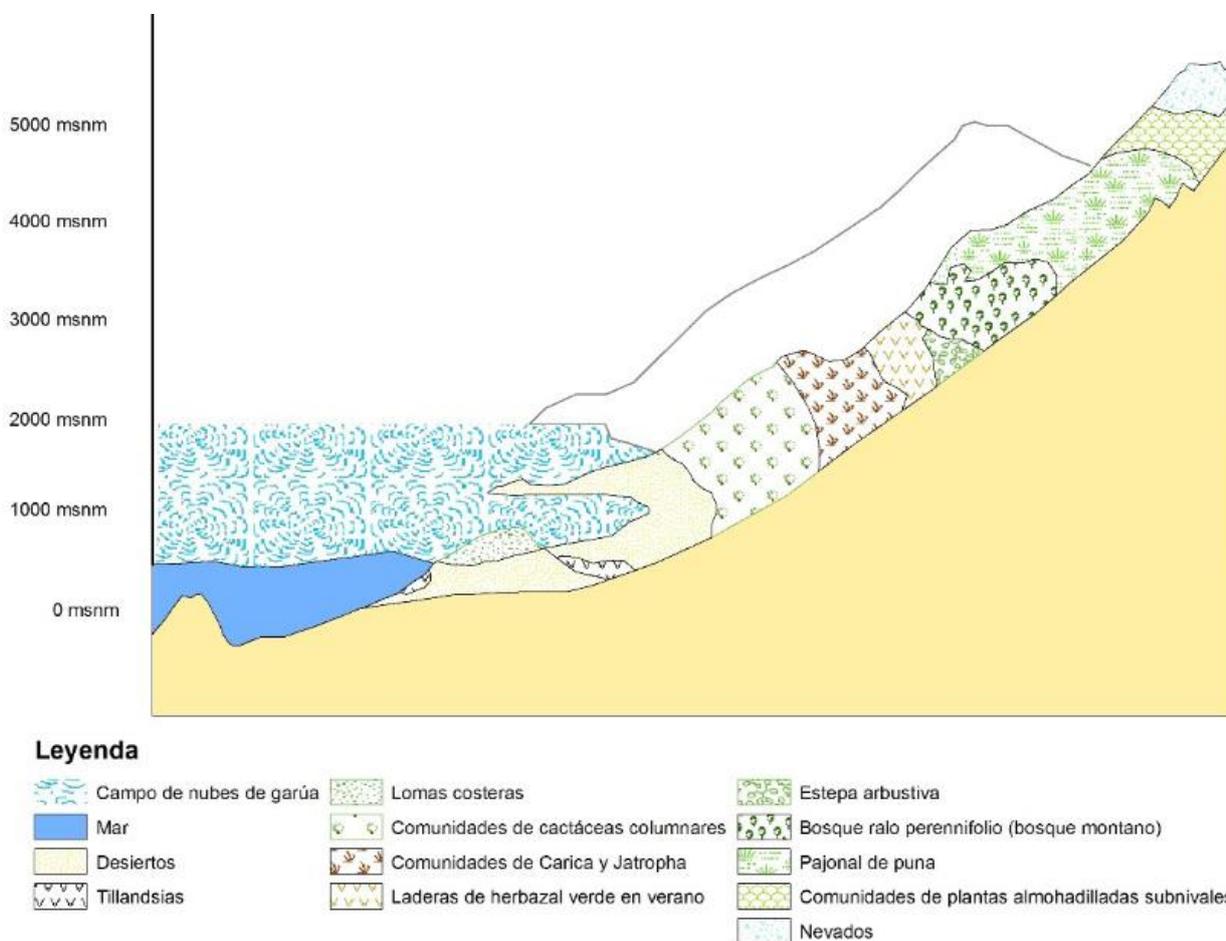


Fuente: fotografía tomada por el autor.

La presencia de estos bosques dispersos deja una muestra de las franjas boscosas mayores que cubrirían las laderas de estas montañas. Si se baja por la plaza del poblado de San Jerónimo de Surco, del distrito de Surco y la provincia de Huarochirí, es posible observar relictos de estos bosques que se distribuyen de forma dispersa, pero manteniendo siempre una formación lineal a modo de franjas.

María Koepcke, reconocida ecóloga estudiosa del Perú, descubridora científica del bosque de Zárate desarrolló estudios en la cuenca del río Rímac que identificaron que estos bosques se distribuían aproximadamente entre los 2500 a 3000 m.s.n.m. En la figura 1 se puede apreciar un perfil transversal de los Andes occidentales centrales desde el litoral hasta la zona altoandina, en donde se aprecia al bosque ralo perennifolio, término con el que se refería a los bosques montanos occidentales.

FIGURA 1.
Perfil transversal de los Andes a la latitud de Lima



Fuente: elaborado en base al perfil elaborado por María Koepcke, 1954.

CRITERIOS Y METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y MODELAR LAS ÁREAS DE HÁBITAT POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE LOS BOSQUES MONTANOS EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

Para identificar la distribución de las zonas que pueden albergar relictos de bosques montanos en la cuenca del río Rímac se han tomado en consideración tres variables geográficas: la altitud, la pendiente y la orientación del relieve. Estas tres variables han sido seleccionadas debido a la importancia que tienen para el desarrollo de estos bosques.

La altitud es la principal variable, debido a que determina la ocurrencia de pisos ecológicos que se caracterizan por sus diferencias climáticas, ahí la vegetación cambia según la altitud hasta llegar a las cimas de la cordillera. La pendiente es otra variable que permite diferenciar las zonas de planicies de las zonas montañosas que presentan fuertes pendientes donde crecen especies forestales. Por último, la orientación del relieve determina condiciones microclimáticas que favorecen el desarrollo de estos ecosistemas forestales, determina su exposición a los rayos solares, y por ende la dinámica de los procesos de evapotranspiración, lo que permite diferenciar entre laderas secas (laderas con mayores horas de sol) y laderas húmedas (con mayores horas bajo sombra).

Luego de seleccionar las variables, estas fueron valoradas según sus atributos como: zonas de potencial alto (2), zona de potencial con poco potencial (1) y zona sin potencial (0).

El primer paso fue identificar el piso altitudinal en el que se desarrollan estos bosques, los cuales, como ya se mencionamos, se encuentran entre los 2500 y 3500 m s.n.m. Esto se corrobora con la información bibliográfica, la cual ha sido ajustada con los trabajos de campo realizados en los bosques de Zárate y Linday. Consideramos que esta es la variable más importante, ya que fuera de este rango altitudinal no es posible encontrar este tipo de bosque. El siguiente cuadro, señala los criterios altitudinales considerados.

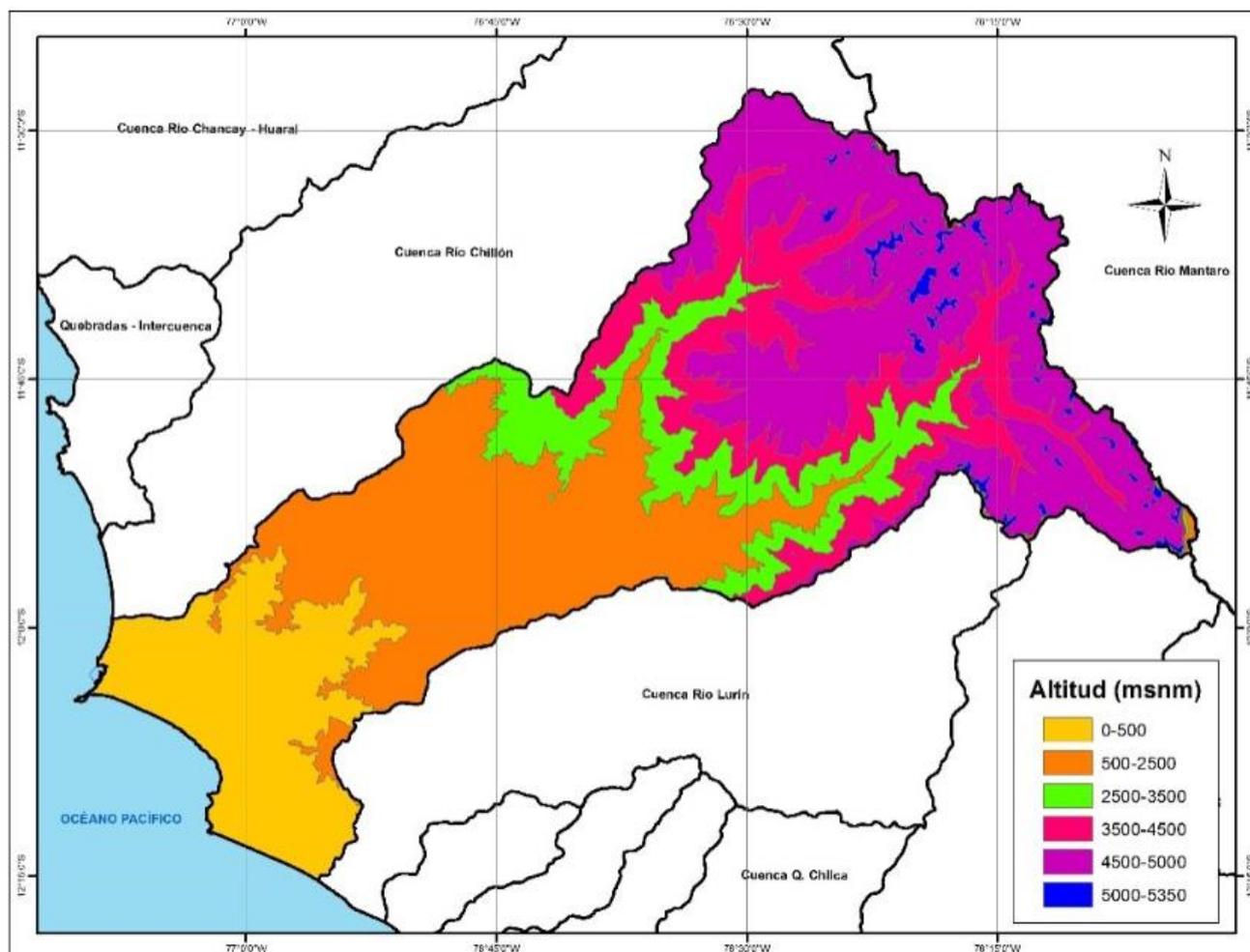
CUADRO 2. CRITERIOS ALTITUDINALES PARA EL DESARROLLO DE LOS BOSQUES MONTANOS

Rango altitudinal	Valoración	Descripción
>3500 m.s.n.m	0	Por encima de los 3500 m.s.n.m el bosque deja de desarrollarse abriéndose paso a formaciones vegetales de arbustos y pajonales. Se pueden encontrar bosques, pero con una composición florística diferente (bosques altoandinos).
2500 – 3500 m.s.n.m	2	Este es el rango donde se desarrolla este tipo de bosques en el río Rímac. Por esta razón se le considera el puntaje más alto.
<2500 m.s.n.m	0	Por debajo de los 2500 m.s.n.m el clima se hace más seco, lo que propicia el desarrollo de matorrales espinosos y cactáceas.

Fuente: elaborado por el autor.

Después de definir los criterios se elaboró el mapa altitudinal de la cuenca, para lo cual se utilizó la información topográfica de la Carta Nacional a escala 1:100 000. A partir de la topografía se desarrolló un modelo de elevación digital (DEM), que es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, cuyo resultado es un archivo *raster*, en donde cada pixel tiene un valor de altitud. A partir de este DEM se procedió a diferenciar la cuenca según rangos de altitud, diferenciando la altitud donde se desarrollan los bosques montanos (2500 a 3500 m s.n.m). A continuación, presentamos el resultado obtenido, en donde se diferencia el rango altitudinal en el que se desarrolla el bosque montano.

MAPA 2.
Distribución altitudinal en la cuenca del río Rímac



Fuente: elaborado por el autor.

Posteriormente, se diferenció la cuenca por zonas de pendiente. Como criterio para diferenciar las pendientes se utilizó la clasificación de pendientes para usos agrícolas descrita en la Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico del Ministerio del Ambiente de España (2004), en donde se define el rango de pendientes que tienen un potencial forestal. Los criterios definidos se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO 3.

Criterios de pendiente del relieve para el desarrollo de los bosques montanos

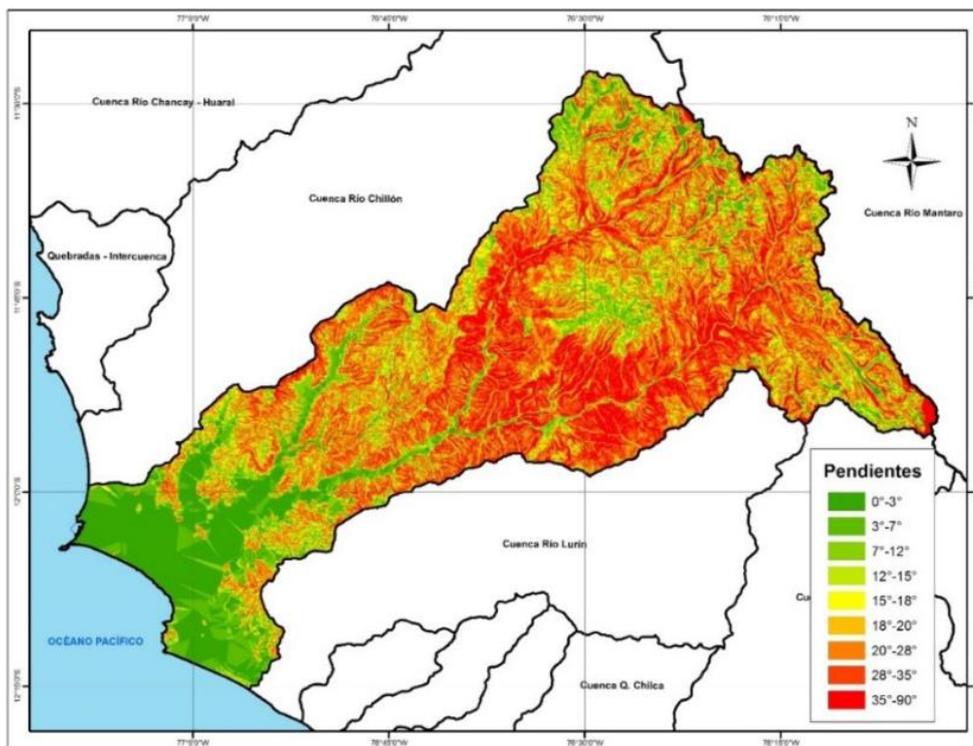
Rango de pendiente	Valoración	Descripción
>20°	2	Zonas montañosas de fuerte pendiente. Son suelos con potencial forestal por lo tiene el máximo valor.
<20°	1	Las zonas con pendientes menores a 20° no excluyen que los árboles crezcan, razón por la cual se pueden encontrar árboles en los rellanos ² que cortan las pendientes de una ladera. Sin embargo, por no encontrarse en el rango de suelos con potencial forestal tienen un valor intermedio.

Fuente: elaborado por el autor.

Con estos criterios se procedió a elaborar el mapa de pendientes de la cuenca, para lo cual se utilizó como base el DEM, debido a que este modelo permite caracterizar las formas del relieve, así como los elementos y objetos del mismo. Con el DEM se diferenciaron las pendientes menores y mayores a 20°. A continuación, se presenta el resultado obtenido que diferencia las diferentes pendientes del relieve de la cuenca del río Rímac.

MAPA 3.

Rango de pendientes en la cuenca del río Rímac.



Fuente: elaborado por el autor.

² En geomorfología un rellano está referido a una interrupción de la pendiente de una ladera que estaría dada por un relieve de pendiente suave

Posteriormente se definieron los criterios para analizar la orientación del relieve en toda la cuenca del río Rímac con la finalidad de poder identificar las zonas que se encuentran menos expuestas a la radiación solar y, por lo tanto, con mayor contenido de humedad en el suelo. Los criterios definidos se presentan a continuación.

CUADRO 4.

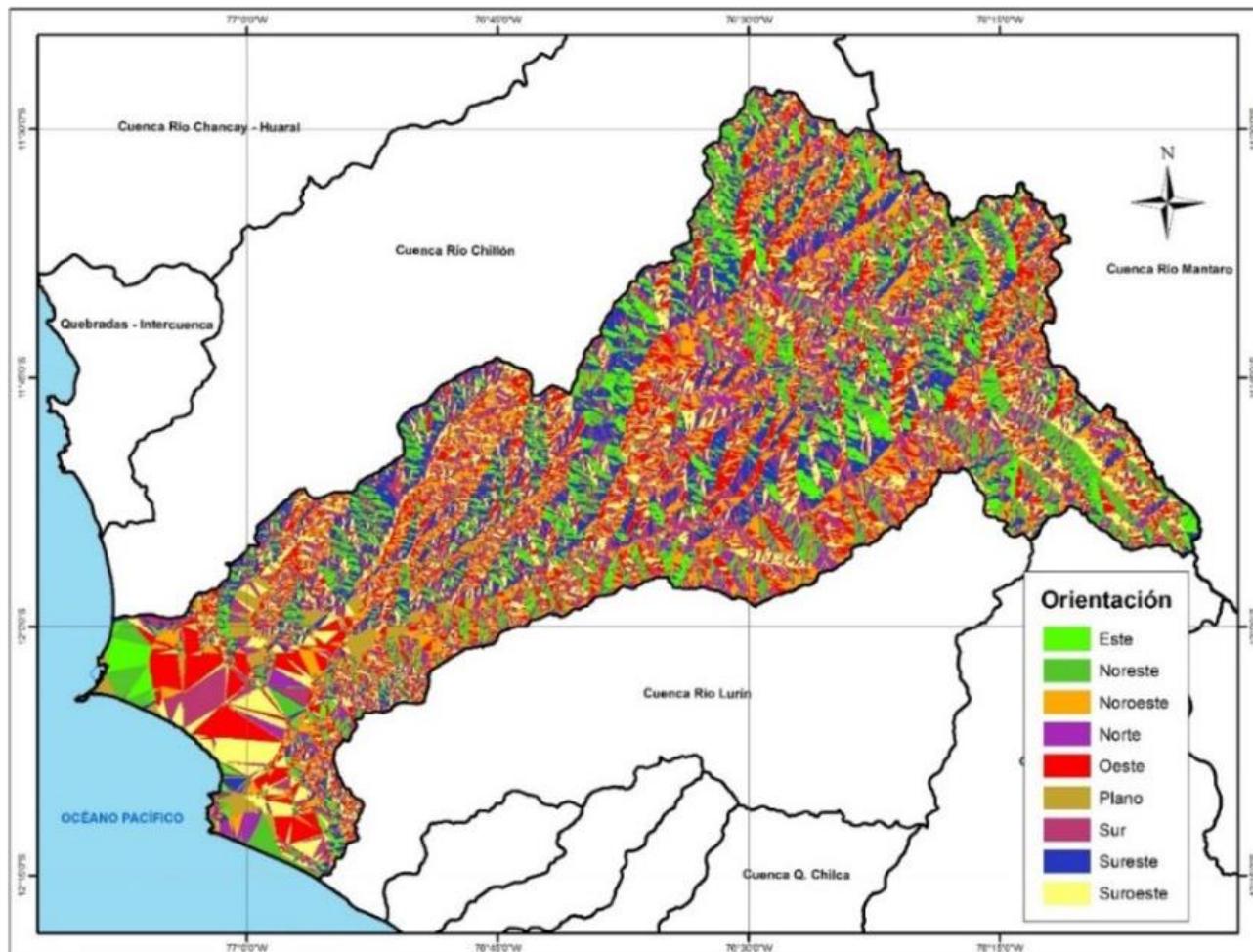
Criterios de orientación del relieve para el desarrollo de los bosques montanos

Orientación	Valoración	Descripción
Sentido Oeste (NO, O y SO)	2	Son zonas protegidas de la radiación solar, por encontrarse en una dirección opuesta a la salida del sol (este). En estos lugares la evapotranspiración es baja lo que permite una mayor humedad en el suelo. Por eso la humedad permite un mejor desarrollo de la vegetación y se considera que tienen el mejor potencial.
Sentido Este (NE, E y SE), Norte y Sur	1	Son zonas muy expuestas a la radiación solar por encontrarse en una dirección directa a la salida del sol (este). En estos lugares la evapotranspiración es alta, por tal razón los suelos se presentan mayormente secos, siendo esto una limitante para el desarrollo de la vegetación, por lo que se considera que tienen un potencial bajo.

Fuente: elaborado por el autor.

Por último, se desarrolló el mapa de orientación del relieve de la cuenca. Para esto se tomó como base el DEM desarrollado anteriormente ya que como se explicó permite caracterizar el relieve y sus elementos. Una vez desarrollado el procedimiento de la orientación del relieve se pudo identificar la distribución de las siguientes orientaciones: este, noreste, noroeste, norte, oeste, plano, sur, Sureste y suroeste. A continuación, se presenta el resultado obtenido que muestran las diferentes orientaciones del relieve de la cuenca del río Rímac.

MAPA 4.
Orientación del relieve en la cuenca del río Rímac



Fuente: elaborado por el autor.

ZONAS CON POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE LOS BOSQUES MONTANOS EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

Para definir las zonas que poseen el mayor potencial y, por lo tanto, la mayor posibilidad de encontrar relictos de los bosques montanos en la cuenca del río Rímac se procedió a integrar las variables de altitud, pendiente y orientación. Para esto se utilizó como soporte los Sistemas de Información Geográfica, los cuales son programas especializados que permiten realizar el análisis multicriterio de variables espaciales (que pueden ser ubicadas en su posición en la Tierra). Como se describió anteriormente, estas tres variables fueron valoradas individualmente lo que permitió contar con una tabla de atributos que permitieron obtener una tabla integrada, con la cual se pueden realizar cálculos aritméticos (en este caso se procedió a realizar una adición).

Una vez que se integraron estas tres variables se obtuvieron cinco zonas diferentes. La primera, la zona de valor 6 que es la zona óptima para el desarrollo de estos bosques, debido a que poseen la máxima valoración en las tres variables consideradas. La zona de valor 5 que es una zona que

permite la existencia de estos bosques, pero con un menor potencial, por lo que se puede encontrar árboles mucho más dispersos. Las zonas de valor 4, 3 y 2 son zonas que tienen poco o ningún potencial para el crecimiento de estos bosques. En el siguiente cuadro se presentan con detalle los criterios que definen estas zonas, mientras que en el mapa 5 se muestra su distribución espacial en la cuenca del río Rímac.

CUADRO 4.

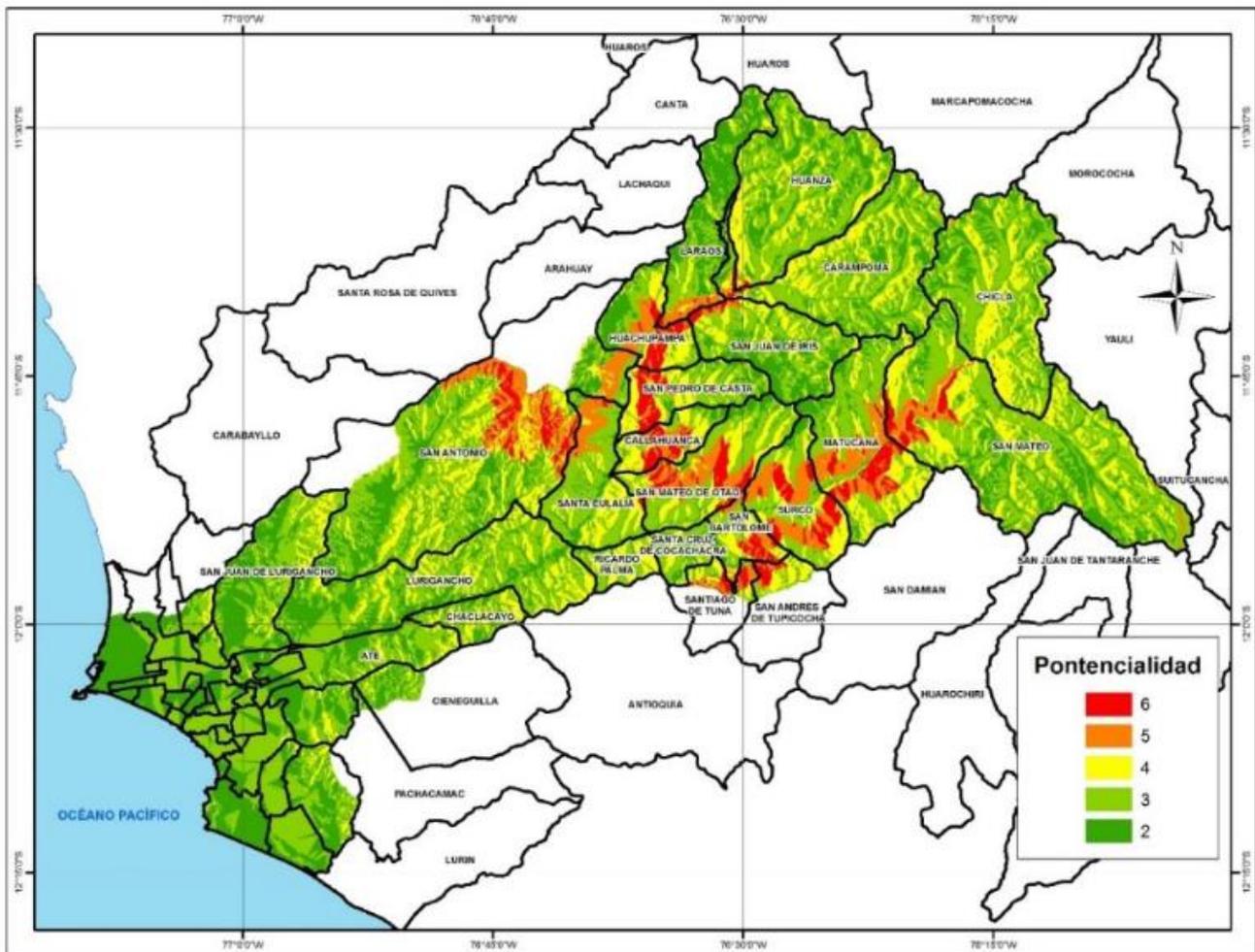
Criterios para definir el potencial de la cuenca del río Rímac para el desarrollo de los bosques montanos

Potencial	Descripción
6	Estas zonas cumplen con los tres requisitos indispensables para el desarrollo de estos bosques. El primero es el rango altitudinal entre 2500 y 3500, segundo laderas con pendientes mayor a 20° y relieve con orientaciones que tienden hacia el oeste. Estas son las zonas con mayor potencial para albergar estos bosques.
5	Estas zonas cumplen principalmente con el rango altitudinal, criterio fundamental para el desarrollo de estos bosques (valor 2). En cuanto a los otros dos criterios adicionales poseen el máximo valor en uno de ellos y bajo valor en otro. Se considera que estas zonas poseen un potencial medio para el desarrollo de los bosques.
<4	Estas zonas tienen poco o ningún potencial para el desarrollo de los bosques montanos, principalmente porque no cumplen con el requisito del rango altitudinal o poseen valores de poco potencial en sus otras variables.

Fuente: elaborado por el autor.

MAPA 5.

Potencialidad de distribución de los bosques montanos en la cuenca del río Rímac



Fuente: elaborado por el autor.

Como se puede apreciar en el mapa anterior, esta zona se distribuye a manera de una franja transversal, que recorre en el rango altitudinal mencionado, por 23 distritos, todos pertenecientes a la provincia de Huarochirí. Los tres distritos que poseen el mayor potencial para albergar bosques montanos son Matucana, San Antonio y Surco. La superficie por distrito se presenta en cuadro siguiente.

CUADRO 5.

Ubicación político administrativa de las áreas con potencial de albergar bosques montanos

Departamento	Provincia	Distrito	Potencial (ha)			
			6	%	5	%
Lima	Huarochirí	San Antonio	2332,04	16,33	5231,39	23,94
		Surco	1806,05	12,65	2452,79	11,23
		Matucana	1735,89	12,16	3109,68	14,23
		San Mateo de Otao	1624,59	11,38	2264,22	10,36
		San Mateo	1315,57	9,22	1721,63	7,88
		San Pedro de Casta	1233,71	8,64	509,32	2,33
		Huachupampa	1119,50	7,84	1331,95	6,10
		Callahuanca	957,49	6,71	747,39	3,42
		San Bartolomé	598,68	4,19	811,43	3,71
		Santiago de Tuna	434,06	3,04	534,32	2,45
		San Andrés de Tupicocha	349,32	2,45	215,28	0,99
		San Juan de Iris	313,94	2,20	214,67	0,98
		Santa Eulalia	123,27	0,86	1430,72	6,55
		Laraos	111,82	0,78	791,78	3,62
		Huanza	100,63	0,70	151,26	0,69
		Carampoma	100,59	0,70	285,20	1,31
		Chicla	11,65	0,08	24,27	0,11
		Ricardo Palma	3,31	0,02	2,55	0,01
		Santa Cruz de Cocachacra	2,97	0,02	13,02	0,06
		Antioquia	0,89	0,01	2,73	0,01
San Damián	0,25	0,00	0,00	0,00		
San Lorenzo de Quinti	0,16	0,00	2,77	0,01		
San Juan de Tantaranche	0,00	0,00	0,18	0,00		
Superficie total			14276,38	100,00	21848,55	100,00

Fuente: elaborado por el autor

V. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES MONTANOS PARA LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC

Los bosques son ecosistemas forestales que proporcionan tanto beneficios ecológicos como socioeconómicos. Los bosques montanos no están exentos a estas cualidades por lo que su conservación puede favorecer al desarrollo de la cuenca del río Rímac por las siguientes razones:

1. SON FUENTE DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN DEL AGUA

Los bosques actúan como una esponja que retiene el agua proveniente de las precipitaciones para luego infiltrarlas en el subsuelo y posteriormente soltar el agua lentamente ayudando a regular el caudal de las quebradas afluentes al río Rímac. Asimismo, las hojas de estos bosques ayudan a captar neblinas, favoreciendo su condensación. Estos bosques ayudan a alimentar la napa freática y forman puquiales o manantiales que son fuentes importantes de agua para los pobladores locales.

2. PROTECCIÓN DEL SUELO DE LA EROSIÓN

Las raíces de los árboles, así como sus ramas y la hojarasca, ayudan a proteger los suelos ante la erosión hídrica previniendo la pérdida del suelo y también disminuyen la ocurrencia de deslizamientos y huaycos durante las temporadas de avenidas.

La cuenca del río Rímac es muy susceptible a sufrir deslizamientos y llocllas, los cuales afectan a las poblaciones e infraestructuras (carreteras, canales de riego, etc.). Esta susceptibilidad ha sido incrementada, principalmente por la degradación de la vegetación natural, la cual cubría las laderas de las zonas montañosas protegiéndola de la erosión causada por las lluvias veraniegas. Los bosques montanos al ubicarse en las laderas de fuerte pendiente juegan un papel importante en la prevención de estos desastres.

3. VALOR TURÍSTICO

Su cercanía a la ciudad de Lima y la necesidad de sus pobladores de buscar ambientes naturales para escapar del estrés del ambiente urbano ha permitido que estos bosques sean más visitados, convirtiéndose en un destino turístico reconocido, principalmente por los turistas a los que les gustan el trekking y la observación de aves. El reconocimiento del bosque de Zárate como un área natural protegida por el Estado ha generado un mayor interés por visitar estos espacios. Estas iniciativas deberían de realizarse en otros bosques como los de la quebrada Linday.

VI. CONCLUSIONES

- **Las condiciones geográficas han favorecido el mayor desarrollo de bosques montanos en las vertientes occidentales de los andes del norte del país.** Sin embargo, estos bosques se extienden hasta los andes centrales, mientras que en el sur son prácticamente inexistentes.
- **Los bosques montanos de las vertientes occidentales son ecosistemas que están siendo degradados por los cambios de uso de la tierra** generados por las actividades humanas, principalmente la ganadería y agricultura, por lo que actualmente se les puede encontrar solamente en algunos sectores en forma de relictos.

- **En la cuenca del río Rímac se dan las condiciones ambientales para el desarrollo de los bosques montanos**, por lo que actualmente se pueden encontrar relictos de estos bosques en las localidades ubicadas en la provincia de Huarochirí.
- Los bosques montanos **son considerados hotspot** por la diversidad biológica y endemismos que presentan. Asimismo, **presentan beneficios ecológicos y socioeconómicos** que favorecen el desarrollo de la cuenca, por lo que estos bosques deberían de considerarse en los planes de desarrollo elaborados por los gobiernos locales.
- **La investigación identificó las zonas que tienen las mejores condiciones para albergar bosques montanos en la cuenca del río Rímac.** Las presiones que han sufrido por parte de las actividades humanas han ocasionado que estos se encuentren cada vez más reducidos, por lo que las posibilidades de encontrarlos son cada vez menores. Sin embargo, al identificar estas zonas queda la posibilidad de reforestarlas con las especies propias de los bosques montanos de las vertientes occidentales de esta cuenca (chachacomo, duraznillo, calatillo y calo). Queda a las autoridades locales la tarea y el compromiso de emprender proyectos de reforestación en bien de su territorio y de la población que vive en la cuenca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brack Egg, Antonio y Cecilia Mendiola Vargas (2004). *Ecología del Perú*. Editorial Asociación Editorial Bruño, Perú, pp. 495.
- Brack Egg, Antonio y Heinz Plenge (2010). *Perú Maravilloso*. Editorial Epsa, Perú, pp. 110. Sentido Este (NE, E y SE), Norte y Sur.
- Brack Egg, Antonio y Ferreyra, Ramón (1988). *Gran Geografía del Perú Tomo II – Flora y Ecología*. Editorial Juan Mejía Baca, Perú, pp. 319.
- Hurtado Fuertes, Ciro (2002). *Geografía de los Recursos Naturales del Perú*. Editorial Juan Gutemberg, Editores Impresores EIRL, Perú, pp. 221.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA (1995). *Mapa Ecológico del Perú*. Guía Explicativa. Editorial Ministerio de Agricultura, Perú, pp. 202.
- Koepvke, María (1954). *Corte Ecológico transversal en los Andes del Perú central con Especial Consideración de las Aves*. Editorial Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, pp. 119.
- Mires Sumarriva, Rodrigo (2016). *El Bosque de Zárate: Una Travesía por la Lima que no Conoces*. Editorial Ausenco, Perú, pp. 184.
- Ministerio del Ambiente. MINAM (2014). *Perú, Reino de Bosques*. Editorial Etiqueta Negra/ Pool Editores SAC, Perú, pp. 303.
- Ministerio del Ambiente. MINAM y Ministerio de Agricultura. MINAG (2011). *El Perú de los Bosques*. Editorial GIZ y PROFONANPE, Perú, pp. 140.

- Ministerio del Ambiente (2004): *Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenidos y Metodología*. Editorial Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica Ministerio del Ambiente, España, pp. 809.
- Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos. ECOBONA (2010). *Perspectivas y Posibilidades de REDD+ en Bosques Andinos*. Editorial Tarea Asociación Gráfica Educativa, Perú, pp. 121.
- Reynel Carlos, Pennington R. Toby, SärkinenTiina (2013). *Cómo se Formó la Diversidad Ecológica del Perú*. Editorial Centro de Estudios en Dendrología, Fundación para el Desarrollo Agrario FDA, Perú, pp. 412.



Nevado Huascarán

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA CRIÓSFERA Y LOS PÁRAMOS DE LA CORDILLERA BLANCA, PERÚ

Pablo Daniel Boyano Sotillo

RESUMEN

Este artículo pretende ser una primera aproximación al conocimiento de los servicios ecosistémicos ofrecidos por los páramos y la criósfera de la cordillera Blanca. Ambos ecosistemas tienen amplia distribución, elevada diversidad y una contribución esencial a escala local, regional, nacional y continental. Además, ofrecen hábitats únicos para la biodiversidad que proveen una serie de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o abastecimiento, regulación, culturales y esenciales de soporte o apoyo según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) que fue presentada en 2005.

PALABRAS CLAVE: *cordillera Blanca, servicios ecosistémicos, glaciar, páramo.*

DATOS DEL AUTOR

Geógrafo ambiental, especialista en ordenación del territorio y medio ambiente, especialistas en gestión de riesgos naturales y cambio climático, maestría en cooperación internacional y ayuda humanitaria. Consultor UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza), profesor de interpretación y educación ambiental y montañero.
danielboyanosotillo@gmail.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

This article pretends to be a starting point to get in touch with the ecosystem services offered in the Páramos and Criosfera in the cordillera Blanca. Both ecosystems have a wide distribution, high diversity and an essential contribution in a local, regional, national and continental scale.

It also offers unique ecosystems for biodiversity which provide a range of ecosystemic provisioning services, regulation, cultural and essential in helping; as said in the Millenium Ecosystem Evaluation (MEE), handed 2005.

KEYWORDS: *cordillera Blanca, ecosystem services, glacier, paramo.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INTRODUCCIÓN

El análisis de los servicios ecosistémicos consiste en evaluar los beneficios que proporcionan a la población, pero entendiendo los ecosistemas como la relación dinámica y compleja de diversos organismos con el entorno que operan en un sistema interdependiente, de forma que si una parte es afectada puede producir un impacto en todo el sistema (Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2007).

Muchos autores parten de la base de que todas las especies, tanto bióticas como abióticas, están ecológicamente relacionadas unas con otras e integradas dentro de un sistema. Por tanto, la identificación y categorización de las funciones ecosistémicas, ya sean directas o indirectas, dependen de su contribución al bienestar humano, teniendo en cuenta las diferentes escalas y criterios ecológicos, ambientales, sociales y culturales. Analizar las funciones ecosistémicas responde al foco del interés en un determinado sistema social dentro de un "contexto decisional" (Fisher et al., 2009). En ese contexto teórico se enmarca el presente caso de estudio de los servicios ecosistémicos de la criósfera y los páramos de la cordillera Blanca.

El enfoque metodológico que se utilizó para identificar y clasificar los servicios ecosistémicos se alinea con la economía ecológica y la ecología política, que plantean las relaciones de poder que están en las interacciones entre la sociedad y la naturaleza en torno al uso y manejo de los servicios ecosistémicos. Es así, que la unidad de análisis para ecosistemas se convierte en un sistema socio-ecológico (Lorca, Soley & Boyano, 2015).

ECOSISTEMA PÁRAMOS Y CRIÓSFERA DE LA CORDILLERA BLANCA

La cordillera Blanca del Perú se encuentra aproximadamente a 300 kilómetros al norte de Lima, en la región Ancash. Es la mayor cadena de montañas tropicales del mundo con más de 700 glaciares y constituye la superficie de masas de hielo tropicales más importante de la Tierra. Además, se han contabilizado más de 300 lagunas, muchas de reciente formación a causa del retroceso de los glaciares (Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura de Perú, 2010). Estas cabeceras forman parte de las cuencas hidrográficas de los ríos que desembocan en el río Marañón en la vertiente amazónica, y el río Pativilca y el río Santa en la vertiente del Pacífico.

La cadena montañosa, con sus 210 km de longitud lineal, es un paraíso para caminantes debido a la facilidad de acceso, la belleza de sus paisajes y más de 30 montañas que superan los 6000 m de altitud, destacando el Huascarán con 6768 m, la montaña más alta de Perú.

El Parque Nacional de Huascarán (Figura 1), creado en 1975 por el estado peruano, se extiende por la mayor parte de la cordillera Blanca y actualmente está clasificado en la categoría II de la U.I.C.N. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y desde 1985 está en la categoría III como Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO, además es Reserva de la Biosfera desde 1997. Dichas figuras ofrecen un sólido respaldo para su protección y conservación.

FIGURA 1.
Laguna de Parón y nevados de Pirámide y Chacaraju



Fuente: ONG Guías de Espeleología y Montaña. Proyecto CRYOPERU.

Los páramos y criósfera de la cordillera Blanca contienen ecosistemas que proporcionan servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o abastecimiento, regulación, culturales y esenciales o de apoyo, según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) presentada en 2005. La metodología diseñada en este breve análisis retomó conceptos y lineamientos establecidos en la EEM y se basó en revisión bibliográfica y trabajo de campo, principalmente entrevistas.

En ese sentido, el caso de estudio es un reflejo de la constante disputa por actividades y visiones de los distintos actores que intervienen sobre los territorios. Los servicios ecosistémicos permiten poner los niveles de valoración entre la conservación y la subsistencia, entre la conservación y la proporción de poder para los usos y control de los servicios ecosistémicos (Lorca, Soley & Boyano, 2015).

Cuando hablamos de la criósfera y páramos de la cordillera Blanca nos referimos a áreas de alta montaña según la división de Ecosistemas del Milenio. La criósfera es el componente del sistema terrestre que contiene agua en un estado sólido, esta se encuentra en regiones cubiertas por nieve o hielo, ya sean tierra o mar, jugando un rol trascendental en la regulación del clima global.

Se denomina criósfera al conjunto de formas en las que el agua puede conservarse en estado sólido en la cordillera (glaciares, glaciares rocosos, nieve y permafrost). Todas esas formas tienen en común un origen relacionado con la presencia de agua a una temperatura por debajo del nivel de congelación. Es decir, inferior a 0°C. Esa característica hace que sean extremadamente sensibles a

variaciones en la temperatura y en la precipitación, y las convierte en extraordinarios geoindicadores del cambio climático. Además, la criósfera constituye una de las principales reservas hídricas para las regiones áridas de la costa de Perú. Sin embargo, los datos demuestran que esas masas de hielo están reduciendo considerablemente su tamaño como consecuencia del cambio climático (Cryoperú, 2014).

Por su parte, la zona de páramos se divide a su vez en subpáramo, zona de transición entre el bosque montano y el páramo abierto, páramo "típico" -dominado por pajonal-rosetal- y súper páramo, la zona más alta donde la vegetación escasea por el frío. En este artículo nos referiremos a los tres como ecosistema páramo, en general.

Las personas que se benefician de forma directa de los Servicios Ecosistémicos que ofrecen estos ecosistemas montañosos son quienes se sitúan en el entorno de la cordillera Blanca, así como quienes se encuentran a escala regional, nacional e incluso continental, principalmente, por el aprovisionamiento de agua dulce de calidad que les permite abastecerse y desarrollar actividades económicas como agricultura o ganadería, aguas abajo de los ríos que nacen en la cordillera Blanca, tanto hacia la Amazonía como hacia el Pacífico.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA CRIÓSFERA Y LOS PÁRAMOS DE LA CORDILLERA BLANCA

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO

La composición arbustiva y las características edafológicas de los páramos de la cordillera Blanca permiten que estos ecosistemas tengan especiales condiciones para la captación y el almacenamiento de agua (provisión de agua). En términos de captación o absorción, buena parte de este recurso proviene de hielos glaciares y otro tanto llega a través de lluvias y la niebla que es atrapada por las hojas de los arbustos, principalmente del queñual (*Polylepis pautá*).

En cuanto al almacenamiento, los musgos y otra clase de vegetales inferiores cumplen un papel importante como reservorios naturales de agua que junto con los glaciares las lagunas y bofedales se convierten en fuentes tangibles de provisión hídrica para la irrigación de la población local y a escala regional como cuenca hidrográfica. De esta manera, su funcionamiento natural permite el suministro básico de agua para los procesos económicos y sociales del sistema andino (Rangel, 2002), a pesar de la marcada estación seca.

En las comunidades de mayor altitud, tanto en la vertiente oriental amazónica como en la vertiente occidental, el agua del páramo y glaciares abastece directamente a los acueductos, generalmente sin tratamiento, exceptuando ciudades grandes como Huaraz. Este servicio de calidad se debe en gran medida a que en los páramos y glaciares hay suelos turbosos de gran espesor que filtran y almacenan el agua lluvia, que posteriormente es liberada lentamente (Figura 2), recargando acuíferos y haciendo disponible el recurso, favoreciendo el abastecimiento humano (Rey et al, 2002).

FIGURA 2.

Cabecera de río naciendo de los glaciares del Artesonraju, cordillera Blanca



Fuente: ONG Guías de Espeleología y Montaña. Proyecto CRYOPERU.

Queda claro que, en el caso de los glaciares y páramos, el principal servicio ecosistémico que proveen es el agua. Para Perú, un país con una distribución hídrica asimétrica, donde el 1.8 % de los recursos hídricos debe proveer a más del 65 % de la población ubicada en la costa seca, es esencial garantizar la conservación de estas masas de agua helada. Así, la cordillera Blanca es el primer eslabón de una cadena biológica y económica que va desde el Callejón de Huaylas hasta los proyectos agroindustriales de la costa norte.

El cuidado y la conservación de la provisión de agua también es vital a nivel local, ya que las poblaciones más vulnerables dependen directamente del agua para sus principales actividades económicas, o lo que es lo mismo, la agricultura (patatas en las partes altas y cultivos tropicales en el fondo del valle del callejón de Huaylas, además de floricultura) y la ganadería (cría de cuyes, ovejas, llamas, alpacas y ganado vacuno). Pero también es imprescindible para la pesca, la piscicultura, el consumo doméstico e incluso actividades del sector secundario como la producción hidroeléctrica en el Cañón del Pato del Río Santa y otras microcentrales ubicadas a lo largo de los ríos de la cordillera.

Otro servicio tradicional de los ríos que nacen en la cordillera Blanca es **la minería artesanal** pues permiten la obtención de material de construcción como arcilla, grava, y arena. Pero, de igual forma durante los continuos avances y retrocesos de los glaciares, ubicados en las cabeceras de las cuencas, dejan sedimentos heterométricos siendo estas acumulaciones de material morrénico ricas

en minerales para la agricultura y para la construcción (grava y arcilla)., La arcilla es un elemento importante porque se usa tanto para muros como para ladrillos o tejas del techo de las viviendas

En relación con lo anterior aparecen dentro de la cordillera Blanca, en especial en el ecosistema páramo, importantes yacimientos de mediana y gran minería, tanto legales como ilegales que explotan diferentes minerales.

De manera paralela, los glaciares y el páramo de la cordillera Blanca constituyen un refugio de diversidad genética y conforman una reserva para el desarrollo potencial agrícola (Monasterio & Molinillo, 2002). En ambos destacan los elevados niveles de endemismo, producto de su asilamiento, condición que sumada a su gran biodiversidad los convierte en objetos de estudio y los configura como inigualables laboratorios naturales para realizar estudios científicos de cualquier índole (sistemática, taxonomía, genética para aplicación farmacéutica, entre otros).

Se practica la **pesca** de forma ocasional en ríos y lagunas del ecosistema páramo y la criósfera, incluso la **piscicultura** para la cría de trucha (*Oncorhynchus mykiss*). Ambas actividades son desarrolladas como actividad deportiva por turistas y como complemento de la dieta por parte de la población local. En cuanto al **aprovechamiento micológico** y de la **flora comestible** tuvieron un bajo reconocimiento por parte de las personas autóctonas debido a varias razones: poco conocimiento de la flora comestible, baja diversidad de plantas comestibles debido a la altitud o simplemente niegan el consumo de especies de alta montaña por temor a admitir la extracción de recursos protegidos por el Parque Nacional (Lorca, Soley & Boyano, 2015).

El servicio de **provisión de fibras** fue identificado en bibliografía con la obtención de madera y leña a nivel local. Actualmente, la leña se usa como combustible y para la construcción de cercas vivas (Rangel, 2000), aunque es importante resaltar la reducida vegetación arbustiva existente en estos ecosistemas. El quisuar (*Buddleja* spp.) es un ejemplo de este uso, ya que sirve para construir techos y herramientas, además para estabilizar taludes y frenar la pérdida de suelos. Estos arbustos también son recolectores de agua creando microecosistemas óptimos para que procreen otras especies como líquenes y hongos, incluso de la *Puya raimondii* que hasta hace poco tiempo se usaba en construcción de viviendas, pero cuyo uso es cada vez más residual.

En zonas de transición del ecosistema páramo con altitudes inferiores, y siempre próximos a zonas húmedas, aparece el aliso (*Alnus jorullensis*). Con la madera de este árbol se realiza mobiliario, además de puertas y ventanas e incluso cajas de fruta. Asimismo, sus hojas se usan como forraje para el ganado, para fabricar tintes y abonos orgánicos para la agricultura.

El hielo de glaciar era y es un recurso de uso local, puesto que la población extrae hielo con la finalidad de **mantener productos perecederos** como carne o pescado, y así conservarlos e incluso para hacer helados y raspadillas dulces (Boyano, 2015).

Respecto al servicio de provisión de productos bioquímicos como medicinas naturales y productos farmacéuticos se conoce que los pobladores de la cordillera Blanca utilizan algunas de las plantas nativas con fines medicinales. Algunas de estas plantas fueron resaltadas por todas las personas consultadas apareciendo un importante número de citas entre las que destacamos el cullash (*Schinus molle*) para uso purgante y afecciones respiratorias; la valeriana estrellada (*Phyllactis rígida*) que se emplea como antiespasmódico; el ancosh (*Senecio canescens*) empleado para aliviar enfermedades bronquiales; huamampinta (*Chuquiraga spinosa*) que se usa como diurética y antiblenorrágica; la cantuta (*Cantua bexifolia*) empleada como antidiarreico y antiinflamatorio; la

congona (*Preperomia dolabriformis*) empleada como cicatrizante; la pacra-pacra (*Laccopetalum gigantum*) para tratar afecciones a la garganta y pulmones; y la macha- macha (*Pemettya postata*) usada como somnífero.

La medicina tradicional se constituye en la actualidad en parte de la cultura viva. El consumo de plantas y productos naturales medicinales está acrecentándose por su eficacia curativa y la comercialización masiva en las ciudades, en algunas de ellas están siendo procesadas e industrializadas con fines terapéuticos. Es necesario por ello profundizar investigaciones en la cordillera Blanca porque es un espacio natural privilegiado donde se pueden hacer estudios que beneficien a la población mundial.

En relación con lo anterior, los pobladores también utilizan una gran variedad de recursos animales en sus prácticas curativas, tanto domésticos como los que pueden obtener en los diferentes ambientes de sus comunidades.

2. SERVICIOS DE REGULACIÓN

Dentro de los servicios de regulación el principal es el servicio de **regulación del clima**. Esta regulación se consigue mediante la captura de dióxido de carbono por la vegetación del páramo, el cual se acumula como parte de la materia orgánica del suelo. Dicho almacenamiento ayuda a controlar el calentamiento a escala global (Hofstede, 2002). Además, el páramo y glaciares como ecosistemas alto andinos juegan un papel determinante en los patrones de circulación de masas de aire a escala local y continental, que se relacionan directamente con el clima local (Monasterio & Molinillo, 2002) y regional.

Asimismo, los glaciares modifican las condiciones atmosféricas locales de su entorno, ya que las montañas nevadas enfrían las masas de aire y aumentan su humedad relativa, favoreciendo las precipitaciones. A su vez, esas masas de aire circulan por los valles glaciares en sentido valle-montaña durante el día y en sentido inverso durante la noche (IDEAM, 2012) con vientos adiabáticos y catabáticos.

Las montañas, y en especial esta cordillera tropical, son una de las regiones más sensibles al cambio climático, ya sea en relación a su fragilidad biofísica, su biodiversidad y a los riesgos naturales, como a la vulnerabilidad social y los medios de subsistencia humanos. Ya que los glaciares se están retirando y sus capas de hielo que pierden volumen pueden ser considerados como un sistema mundial de alerta temprana, así el páramo y la criósfera funcionarían como **indicadores evidentes del calentamiento global**.

La variación en el clima de las últimas décadas afecta al recurso agua, y a su disponibilidad de uso. Asimismo, varias personas locales identificaron a la criósfera y al páramo de la cordillera Blanca como un regulador climático e hídrico de vital relevancia.

Dentro de los estudios científicos que más se desarrollan en la criósfera, es decir en los glaciares, están los relacionados con los paleoclimas, ya que los glaciares son buenos indicadores de cambios climáticos, puesto que reaccionan a dichas anomalías atmosféricas entregando o acumulando mayor cantidad de agua a las cuencas donde drenan sus aguas, esto se ve reflejado directamente en las variaciones de la superficie y en el volumen de los glaciares. Además, en algunos glaciares se puede describir situaciones pasadas del clima y eventos volcánicos, entre otros, mediante testigos de hielo, calicatas y observaciones de frentes abruptos (Segovia, 2014).

Asimismo, los glaciares atrapan y conservan pequeñas burbujas de aire entre los cristales de hielo que son remanentes del pasado de la atmósfera en el momento de la precipitación de la nieve que luego se transformó en hielo, el análisis de estas burbujas de aire junto con las partículas de polen permite reconstruir las características de la atmósfera de tiempos pasados (DGA-Geoestudios, 2008). La información obtenida de los núcleos de hielo ha tenido un papel importante en la caracterización de los cambios pasados en escalas de tiempo que van desde décadas a las edades de hielo (Bamber y Payne, 2004).

FIGURA 3.

Estos glaciares de ladera y de montera son importantes almacenes y reguladores hídricos



Fuente: ONG Guías de Espeleología y Montaña. Proyecto CRYOPERU.

Respecto a las precipitaciones, existe una diferenciación marcada entre las vertientes externas húmedas y super húmedas, y las vertientes internas más áridas. A los valores directos de volumen de agua se deben sumar las cantidades de agua que proviene de glaciares, la precipitación horizontal y el agua atrapada por la vegetación. Estas condiciones permiten deducir que en el ambiente paramuno y glaciar, la vocación natural de estos ecosistemas debe ser la conservación del recurso hídrico.

Comúnmente se menciona la importancia de preservar los ecosistemas de la cordillera Blanca, en razón de su función de **reguladores hídricos** (Figura 3), por esta razón, son considerados ecosistemas estratégicos. Este servicio se relaciona con los suelos de turba de los páramos, que al regular el agua (reteniéndola y liberándola lentamente) controlan las inundaciones y la erosión (Rey et al, 2002), además de recargar acuíferos, y algo similar ocurre con los glaciares.

Del mismo modo, los páramos de los ecosistemas de la cordillera Blanca actúan como purificadores del agua porque son un filtro natural que aporta minerales aumentando su calidad. En este caso se

constituyen en fuente de agua potable ya que en la gran mayoría de los páramos y glaciares de la cordillera Blanca, la cantidad de nieve y lluvia es mayor que el agua evapotranspirada. Las personas locales tienen en cuenta la calidad del agua de los glaciares y páramo, reconociéndose como privilegiados al tener el acceso a este recurso garantizado, ya que al estar ubicados en las tierras altas pueden abastecerse directamente y prácticamente sin ninguna alteración. Dicho privilegio les brinda una sensación de bienestar que según afirman no tienen las personas que habitan aguas abajo de las cuencas. Esta población local se siente ajena al proceso de degradación ambiental, aunque, de forma ocasional, si son partícipes al llevar al ganado a zonas de recarga de acuíferos o usar químicos en sus cultivos próximos al páramo. En contraposición, se observa que al no existir un manejo adecuado de aguas servidas en las comunidades, los actores locales contaminan de forma indirecta y no son ajenos al problema.

Por otro lado, la nieve y el hielo tienen un alto albedo, o lo que es lo mismo, reflectividad de radiación devuelta evitando la acumulación de calor. Esta reflectividad puede afectar en algunas partes de la cordillera Blanca hasta en un 90% la radiación solar incidente. Sin la criósfera, el albedo sería considerablemente más bajo, se absorbería más energía calorífica a nivel de la superficie terrestre y, por lo tanto, la temperatura atmosférica sería más alta.

Los glaciares y páramos cumplen el rol de mantener el **caudal hídrico de manera estable** durante todo el año, acumulando agua en la época húmeda y desaguando en la época seca, favoreciendo una dinámica de regulación de caudal constante.

El permafrost (suelos congelados de manera permanente) es escaso en la cordillera Blanca, pero influye sobre el contenido del agua y la vegetación de amplias zonas y es uno de los componentes de la criósfera más sensible a las tendencias de calentamiento atmosférico. Al calentarse la materia orgánica que contienen estos suelos congelados pueden emitir gases invernadero como el metano, y aumentar la tasa de calentamiento global. Al igual que en los glaciares descubiertos, en invierno el cuerpo del “permafrost” crece y retiene agua adicional en forma de hielo subterráneo que principalmente corresponde a agua infiltrada de la fusión diurna que proviene de campos de nieve, avalanchas y precipitaciones (casi exclusivamente sólidas).

En los ecosistemas de la cordillera Blanca se crean condiciones climáticas especiales que contribuyen al **mantenimiento de humedad durante periodos secos y a la formación de reservorios de agua**. Un ejemplo de lo anterior son los complejos lagunares en los cuales nacen importantes ríos. Así se asegura el abastecimiento de Servicios Ecosistémicos de aprovisionamiento para acueductos comunitarios y municipales, además de ser un potencial para la generación de energía hidroeléctrica y mecánica (Lorca, Soley & Boyano, 2015). Los sistemas fluviales, de riego, agua potable e hidroelectricidad de los países andinos y por ende de Perú, dependen en gran medida de este servicio (Hofstede, 2002).

Otro aspecto importante es el fenómeno denominado paralización, que se convierte en una línea de investigación, a profundizar, cuyos avances podrían establecer con más certeza hasta dónde descendían originalmente los páramos y glaciares andinos, y cuáles son las repercusiones de este cambio en la cobertura vegetal en un ambiente tan sensible (Carolina Laverde, 2008). Este fenómeno se refiere a la labor de actuación de estos ecosistemas de alta montaña como reguladores, actuando como freno a los impactos de los eventos extremos que ocurren de forma natural, pero cuya frecuencia está aumentando por efectos de los cambios en el clima. Dichos ecosistemas ejercen una barrera hídrica que frena la escorrentía en cabecera evitando fuertes crecidas e inundaciones y

regulando, por tanto, la erosión, produciéndose una **regulación de las amenazas naturales**, dando lugar a una reducción de desastres y catástrofes a escala local y en la parte baja de las cuencas. Este aspecto es muy importante en toda la cordillera ya que el recuerdo de las catástrofes ocurridas durante el pasado siglo en la región todavía está presente.

Este servicio mencionado en la literatura, se encuentra estrechamente relacionado con los suelos característicos de estos ecosistemas, y en especial de los páramos, los cuales al poseer alta concentración de materia orgánica y ser muy profundos, tienen la capacidad de retener agua y carbono, controlando posibles inundaciones y procesos erosivos (Hofstede, 2002).

En los estudios realizados con anterioridad se expresa que la **regulación de la erosión** del suelo es otro de los servicios ecosistémicos del páramo, al permitir la regulación del ciclo de nutrientes y energía (Recharte et al, 2002). Este servicio, se relaciona con el servicio de regulación hídrica, ya que al regular el agua (reteniéndola y liberándola lentamente), se controlan las inundaciones y la erosión. Por su parte, los actores locales entrevistados no dieron demasiada relevancia a este servicio.

Respecto a la **regulación de enfermedades**, en la bibliografía consultada no se encontraron registros de este servicio. En contraste, varias personas de las comunidades locales afirman que uno de los mayores beneficios que reciben de vivir en la alta montaña es tener buena salud por la excelente calidad del aire y la buena calidad de los alimentos que consumen. Podemos añadir que en ambos ecosistemas existen especies de fauna como el cóndor (*Vultur gryphus*) o el puma (*Puma con color*) que se alimentan de animales muertos que pueden generar enfermedades (Figura 4).

FIGURA 4.
Cóndor (*vultur gryphus*)



Fuente: ONG Guías de Espeleología y Montaña. Proyecto CRYOPERU.

En la literatura se cita un estudio de biodiversidad en el Ecuador donde existen insectos propios del páramo que desempeñan el servicio de **regulación de plagas** en el ecosistema (Mena, 2002). El bajo reconocimiento de este servicio tanto en la literatura como en la comunidad, puede deberse a que dadas las condiciones climáticas de las tierras altas, las plagas no son tan frecuentes, lo cual genera poco interés científico y comunitario (Carolina Laverde, 2008).

Los insectos que habitan el ecosistema del páramo cumplen una función polinizadora para algunas plantas propias de esta zona (Mena, 2002) lo mismo ocurre con la dispersión de semillas. En comparación, la población entrevistada no identificó este servicio en el páramo ni en los glaciares. Esto ocurre porque probablemente la comunidad desconoce este proceso, lo tiene interiorizado como algo normal o piensa que no les beneficia directamente.

Finalmente, aunque los glaciares tropicales afectan marcadamente y en menor medida el volumen de los océanos y de los niveles globales del mar, cuando tienen cambios pueden afectar el balance energético del clima mundial. A escala global según el National Snow and Ice Data Center (NSIDC), el aumento del nivel del mar responde a un efecto combinado entre la expansión térmica de los océanos y el deshielo de los glaciares.

3. SERVICIOS CULTURALES

El turismo es un servicio ecosistémico gracias a la belleza paisajística que alberga la cordillera Blanca tal y como manifiestan la población local, el personal técnico del Parque Nacional del Huascarán y los propios turistas. Desde un punto de vista técnico, considero que existe un alto potencial para realizar un geoparque donde el glaciario y cambio climático sean los ejes principales, además de potenciar la educación ambiental. El Parque Nacional Huascarán recibe cerca de 200 000 visitantes al año (Figura 5), por lo que sí se sabe regular y enfocar correctamente podría beneficiar más a la población local sin dañar al medio. El turismo es una actividad de gran importancia y genera el mayor ingreso económico para el área protegida y para los pobladores locales.

FIGURA 5.

Turistas en la quebrada de Cojup, cordillera Blanca



Fuente: ONG Guías de Espeleología y Montaña. Proyecto CRYOPERU.

Estos paisajes constituyen verdaderos escenarios que **inspiran tranquilidad**, animan el espíritu y conducen a la contemplación, el disfrute y bienestar de la población local y de los turistas. Por lo tanto, hacen falta lineamientos e infraestructura para que esta actividad se desarrolle dentro de un marco ecoturístico, y que garantice el mantenimiento de los ecosistemas a largo plazo (Bacci, 2001). Las personas de las comunidades y las instituciones de la cordillera Blanca mostraron su apuesta por el ecoturismo como única vía para mejorar la calidad de vida de las personas por su riqueza de fauna, flora y paisajística.

Es prioritaria la conservación de vestigios arqueológicos, sitios de interés histórico y cultural, así como lugares sagrados, relacionados con la cosmovisión de etnias indígenas y tradiciones de las comunidades. Entre ellos destacan las chulpas o torres funerarias prehispánicas, muy abundantes en toda la cordillera. Otro atractivo turístico que en la actualidad no se aprovecha correctamente son las innumerables fuentes de agua termal.

Por otro lado, está el **servicio asociado a valores estéticos**, el cual varios autores lo reconocen al afirmar que los ecosistemas de alta montaña tienen valores escénicos y atractivos (Castaño, 2002). Además, poseen los paisajes más espectaculares del planeta (Alarcón et al, 2002). Es decir, en la literatura consultada, se hace mención a la belleza paisajística de estos ecosistemas.

Existe una sensación de bienestar general entre las personas que habitan cerca a la cordillera Blanca, potenciándose de este modo el servicio ecosistémico de **sentido de pertenencia e identidad territorial**. Esto indica satisfacción por el paisaje que ven diariamente e incluso van a determinados lugares del páramo y lagunas glaciares en familia a recrearse dentro de su tiempo de ocio.

Se observa que si los servicios ecosistémicos culturales son elevados y generan identidad entre las personas que residen en el territorio, el grado de conservación es alto debido al vínculo afectivo entre el territorio y las personas que ahí viven, es más, si las personas viven del páramo y la criósfera estas también trabajan en su conservación para poder continuar con su medio de vida (Lorca, Soley & Boyano, 2015).

Desde el punto de vista sociocultural, estas áreas montañosas han jugado un papel relevante con respecto a la relación hombre-montaña como **lugar sagrado** y de gran valor en mitos y leyendas. En la etapa prehispánica, el páramo y la criósfera fueron considerados lugares sagrados por las poblaciones indígenas originarias porque en ambos se concentraban los elementos fundamentales para la vida y el equilibrio del cosmos. En la actualidad, aunque con menor frecuencia que en el pasado, en la cordillera Blanca se practican ceremonias religiosas relacionadas con lagunas, glaciares y montañas o apus. Esto puede estar asociado a que las zonas montañosas en su conjunto suelen ser objeto de admiración, culto y misticismo para casi todas las culturas, dado su complejo acceso, su intrínseca hostilidad y los grandes procesos naturales que se desarrollan en estas áreas.

Recientemente, una de las amenazas para el ecosistema son los restos de residuos inorgánicos existentes y que están próximos a varias lagunas relacionadas con el turismo y los pagos en ceremonias (Boyano, 2015).

4. SERVICIOS DE SOPORTE O APOYO

Este grupo de servicios son los menos considerados por la población local, probablemente por su carácter intangible. Por esta razón, aunque son vitales para el funcionamiento del ecosistema y el suministro de los demás servicios ecosistémicos de los cuales se benefician directamente, no les resulta fácil reconocerlos.

Entre estos se encuentra el servicio ecosistémico de **formación de suelo**, el cual se relaciona con otros servicios como la provisión de agua, alimento, regulación hídrica y climática. La vegetación, aunque escasa, es uno de los principales factores en la formación de los suelos, a través del proceso de acumulación de la materia orgánica. La evolución de este material orgánico es muy restringida debido a que las temperaturas bajas aletargan la actividad microbial. Por esta razón, los procesos de formación de humus y la mineralización de los restos orgánicos ocurren de forma muy lenta y esto hace que la materia orgánica tienda a acumularse, parcialmente descompuesta, y que esté conformada por sustancias húmicas de baja polimerización y escaso vínculo con los coloides inorgánicos. De esta forma, se generan horizontes superficiales espesos de color negro o de tonos muy oscuros (Podwojewski P. y J. Poulenard, 2000).

A pesar de no haber encontrado reporte en las fuentes a comparar, se infiere que el servicio de **ciclaje de nutrientes** debe desarrollarse en periodos prolongados, debido a las particularidades climáticas (bajas temperaturas, fuertes vientos, menor presión atmosférica) propias de estos ecosistemas (Carolina Laverde, 2008).

Los microorganismos del suelo, que cumplen el papel de **descomponedores**, no representan la mayor proporción del conjunto de nutrientes en el ecosistema, pero pueden ser considerados como su principal agente transformador y como una fuente importante de alimento para las plantas durante sus ciclos de renovación.

La riqueza de especies durante las últimas etapas de la sucesión vegetal significa una mayor coexistencia, debido a la mejora en las condiciones edáficas y microclimáticas; esto se refleja en el éxito de un mayor número de formas de crecimiento, en el que dominan las rosetas, macollas y arbustos, formas con alta especialización en la captura, distribución, acumulación y liberación de recursos, así como en el desarrollo de mecanismos de protección de los meristemas o yemas de renovación.

El **servicio de producción primaria** en los páramos es lento, debido a las condiciones de estrés a las cuales está adaptada la vegetación propia de estos ecosistemas altoandinos. Dichas condiciones son baja presión atmosférica, alta radiación solar, bajas temperaturas y disturbios naturales relacionados con los fuertes vientos y las heladas (Vargas et al, 2002).

En general, el servicio de **mantenimiento de hábitat** es reconocido tanto en la literatura como por las personas locales. Inicialmente, la bibliografía reconoce que estas áreas son importantes por la gran diversidad de fauna y flora que albergan. En este momento, existe preocupación entre los científicos porque la intervención antrópica está ocasionando pérdida de la biodiversidad en ambos ecosistemas (Alarcón et al, 2002; Ruíz, 2007).

Como ya se ha indicado, los ecosistemas altoandinos de la cordillera Blanca, fundamentalmente el páramo, inmovilizan nutrientes por la acumulación de una gran cantidad de hojas muertas adheridas a las plantas. Así, a nivel local constituyen un importante porcentaje de los almacenes aéreos y en el

suelo de carbono. Algunos estudios han estimado, con base en análisis realizados por expertos como Hofstede, una capacidad de retención hídrica de 10 m³ por hectárea al día y una capacidad de **almacenamiento de CO₂** aproximada de 1000 toneladas de carbono por hectárea.

La producción de oxígeno es uno de los servicios más característicos del ecosistema páramo mediante fotosíntesis. La población local destacó este servicio como un servicio ecosistémico del cual se benefician a nivel local y global.

TABLA 1.

Esquema de los servicios ecosistémicos de los ecosistemas de la cordillera Blanca

Ecosistema de Páramos y Criósfera	Servicios de abastecimiento o aprovisionamiento	Servicios de regulación	Servicios culturales	Servicios de soporte o apoyo
	<ul style="list-style-type: none"> • Captación y almacenamiento de agua para agricultura y ganadería. • Provisión de agua. • Potencial generar energía hidroeléctrica. • Recursos genéticos o biodiversidad. • Aprovechamiento de plantas medicinales curativas. • El hielo del glaciar se utiliza para mantener productos perecederos. • Minería artesanal (material de construcción). • Aprovechamiento micológico. • Pesca y piscicultura. • Provisión de fibras, madera y leña. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima. • Regulación hídrica (caudal hídrico de manera estable) y calidad de agua por parte del páramo y de los glaciares. • Indicadores más evidentes del calentamiento global. • Regulación de amenazas naturales. • Mantenimiento de humedad durante periodos secos y formación de reservorios de agua • Regulación de la erosión. • Regulación de enfermedades. • Regulación de plagas. • Polinización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Turismo • Valores estéticos paisajísticos • Sentido de pertenencia e identidad territorial. • Significado religioso y espiritual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de suelo. • Servicio de producción primaria. • Producción de oxígeno. • Almacenamiento de CO₂. • Ciclaje de nutrientes. • Producción primaria.

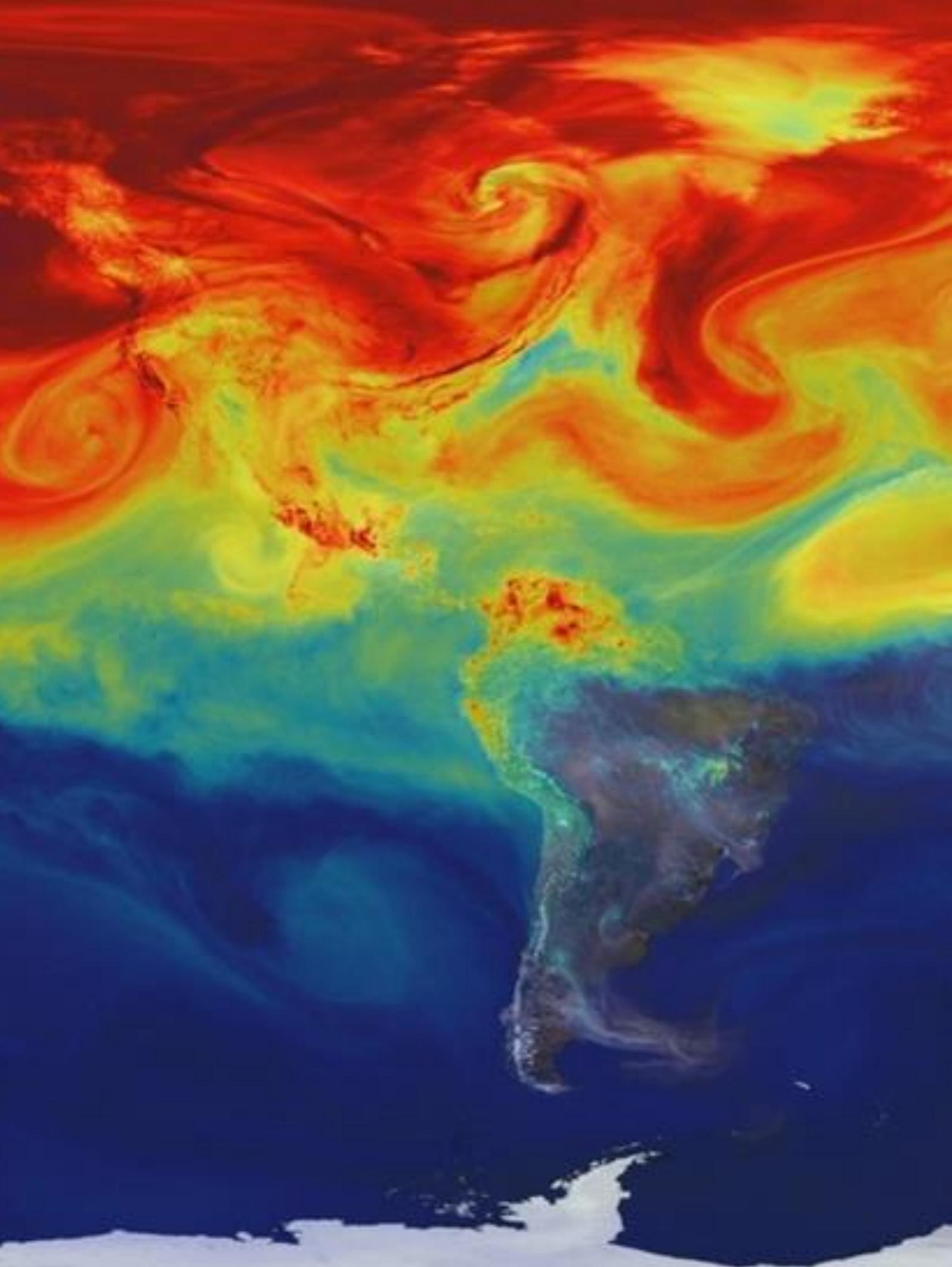
Fuente: Boyano, 2016. Elaborado por el autor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J.P. et al (2002). *Transformación y cambio en el uso del suelo en los páramos de Colombia en las últimas décadas. En: Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor*. IDEAM. Bogotá.
- Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura de Perú (2010). *Inventario de los glaciares de la cordillera Blanca. Huaraz*.
- Cáceres, D. et al (2007). *Servicios Ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario*. En Gaceta Ecológica Julio- Diciembre, número especial 84-85. Instituto Nacional de Ecología.
- Castaño. C (2002). *Colombia Alto Andina y la significancia ambiental del bioma Páramo en el contexto de los Andes Tropicales: una aproximación a los efectos de un tensor adicional por el cambio climático global (Global Climatic Tensor)* En: Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor. IDEAM.
- Calle Z. Méndez, L. E. (2008). *Estructura y composición de la vegetación arbórea en el agropaisaje del río La Vieja*. Informe final proyecto GEF
- Banco Mundial "Enfoques silvo pastoriles integrados para el manejo de ecosistemas".
- Conte, M., et el (2011). *Retention of nutrients and sediments by vegetation* En: Kareiva, P., Tallis, H., Ricketts, T.H., Daily, G.C., Polasky, S. (eds.). Natural Capital. Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services.
- Chará J. et al (2011). *Servicios ambientales de la biodiversidad en paisajes agropecuarios*. CIPAV, CALI.
- Durán, M.J. (2004). *Bases de un Programa de Capacitación Interdisciplinario dirigido a gente que trabaja en Páramos*. Proyecto Conservación de la Biodiversidad del Páramo en el Norte y Centro de los Andes. Instituto Alexander Von Humboldt
- Hofstede, R. (2005). *El manejo del páramo como ecosistema estratégico*. V Simposio Internacional para de desarrollo sustentable de los Andes. San Salvador de Jujuy. Argentina.
- Hofstede, R. (2002). *Los páramos andinos; su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas. Un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos*. Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II.
- Laverde Martínez, C. (2008). *Servicios ecosistémicos que provee el páramo de la cuenca alta del río Teusacá: Percepción de los actores campesinos y su relación con los planes ambientales en la vereda Verjón Alto, Bogotá D.C.* 2008
- Lieberman, D. et al (1996). *Tropical Forest Structure and Composition on a Large-Scale Altitudinal Gradient in Costa Rica*. Journal of Ecology 84.
- Lorca, P., Soely, R., BoyanoSotillo, D. (2015). *Diagnóstico e identificación de los servicios ecosistémicos en el municipio de Santa Rosa Cauca y San Juan Nepomuceno, Colombia*. Identificar, espacializar y

caracterizar los servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y culturales que proveen las áreas protegidas en la escala local, regional y nacional. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework For Assessment.*
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Report.* Island Press.
- Mena. P. (2002). *La biodiversidad de los páramos en el Ecuador.* Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo I.
- Monasterio. M & Molinillo. M. (2002). *La integración del desarrollo agrícola y la conservación de áreas frágiles en los páramos de la cordillera de Mérida, Venezuela.* Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II.
- Navarro Ortega, M. (2012). *Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los servicios ecosistémicos y a la calidad de vida de las familias en el Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica.* Tesis. Mag. Sc., Turrialba, CR. CATIE.
- Philpott, S. et al (2008). A multi-scale assessment of hurricane impacts on agricultural landscapes based on land use and topographic features. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128.
- Postel, S. y B. Richter (2010). *Ríos para toda la vida. La gestión del agua para las personas y la naturaleza.*
- Rangel O.J. (2002). *Biodiversidad en la región del páramo: Con especial referencia a Colombia.* Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo I.
- Recharte J. et al (2002). *El grupo Páramos Jalcas y Punas del Perú: instituciones y acciones en beneficio de comunidades y ecosistemas alto andinos.* Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II.
- Rey C et al (2002). *Informe de Estado y Gestión de los Páramos Colombianos.* Congreso Mundial de Páramos. Memorias Tomo II.
- Segovia Rocha, A. (2014). *Caracterización glaciológica de Chile y valoración de servicios ecosistémicos de glaciares en base a mercados reales (estudio de caso del monumento natural el morado).* Tesis de UNIVERSIDAD DE CHILE Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza.
- Vargas O. et al (2002). *Impacto de fuego y ganadería sobre la vegetación de páramo.* Congreso Mundial de Páramos.



EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y SU IMPACTO ANTIENTRÓPICO EN LOS PRÓXIMOS 100 AÑOS

Cesar Eduardo Carrera Saavedra

RESUMEN

En los últimos 40 años y sobre todo desde la publicación del informe *“Los límites del crecimiento”*, elaborado por el Club de Roma (1972), se ha creado e inventado abundante información sobre el calentamiento global y se ha masificado la conciencia colectiva por el cambio climático como un evento catastrófico e inesperado.

Según todas las interpretaciones, el calentamiento global es una catástrofe ecológica generada por las actividades del hombre, y como tal constituye una amenaza envolvente de carácter entrópico e irreversible que estaría alterando el equilibrio termodinámico de los procesos climáticos y ecológicos del planeta.

El calentamiento global es considerado por los científicos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) como uno de los riesgos ambientales más catastróficos en la historia de la humanidad, un evento sin precedentes que encierra un alto potencial de agotamiento y destrucción de los procesos naturales. Un evento de esta magnitud estaría ocasionando grandes consecuencias planetarias. Una evidencia de esto es el constante cambio en el clima, el deshielo de los glaciares, las sequías prolongadas, las inundaciones continuas, el aumento repentino de huracanes y hasta la mayor ocurrencia de sismos, así como la pobreza secular de los países tercermundistas.

Ante este panorama de imprecisión y fatalismo del cambio climático, es necesario hacer estudios más competentes y una interpretación honesta de este proceso global, recurriendo a principios físicos universales y no solo basándose en meras especulaciones ecologistas.

PALABRAS CLAVE: *termodinámica del calentamiento global, entropía, antientropía, cuencas hidrológicas, procesos hidrológicos.*

DATOS DEL AUTOR

Geógrafo y docente de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Candidato a magister en Ciencias Ambientales. Diplomatura en Defensa y Seguridad Nacional.
cecarrera26@hotmail.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

In the past 40 years and especially since the publication of the book *The Limits of Growth* prepared by the Club of Rome have been created or invented wealth of information about global warming at the same time it has become massive collective consciousness Climate Change as an event catastrophic and unexpected.

According to all interpretations Global Warming is an ecological disaster caused by man's activities and as such constitutes an envelope and irreversible threat of entropic character that would be altering the thermodynamic equilibrium of climatic and ecological processes of the planet.

Global warming is considered by scientists of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) as one of the most catastrophic environmental risks in the history of mankind, an unprecedented event that contains a high potential for depletion and destruction of natural processes. An event of this magnitude would be causing major global consequences. He stands as proof or evidence the constant change of climate, melting glaciers, prolonged droughts, continuous floods, the sudden increase in hurricanes and even the occurrence of as many earthquakes as well as the secular poverty of Third World countries.

Against this background of uncertainty and fatalism of climate change, it is necessary to study more competent and honest interpretation of global warming using universal physical principles and not on mere speculation environmentalists.

KEYWORDS: *global warming thermodynamics, entropy, anti-entropy, watersheds, hydrologic processes.*

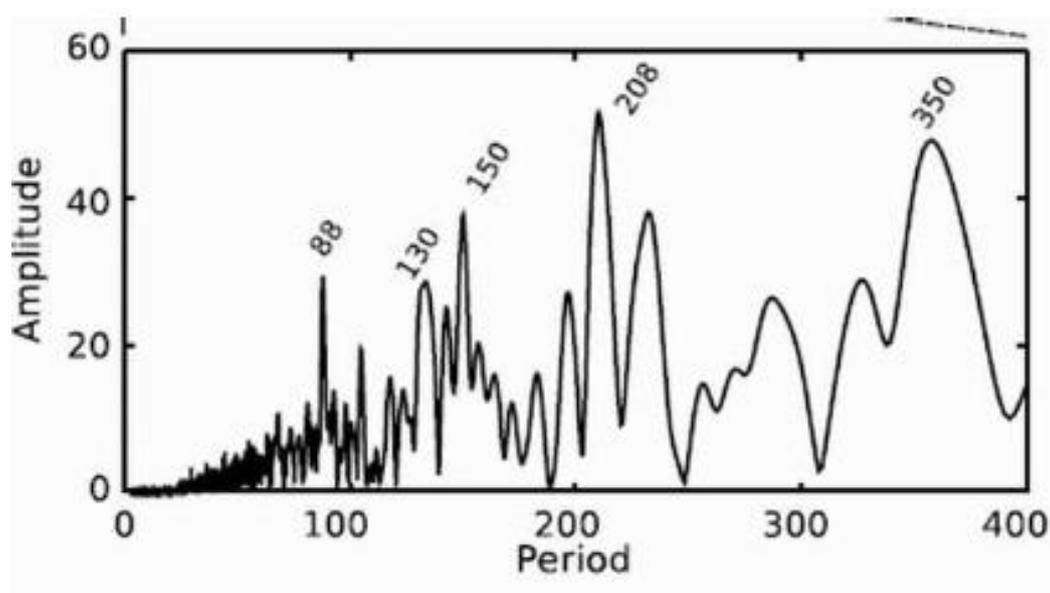
© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

CONCEPTUALIZACIÓN

El calentamiento global es un proceso termodinámico de la biosfera terrestre que se manifiesta con el ascenso decimal de la temperatura ambiental a lo largo de miles e incluso millones de años. Es la intensificación paulatina del efecto invernadero debido a la acumulación o ingreso masivo de la energía solar al medio ambiente terrestre.

FIGURA 1.

Espectro de la actividad solar mostrando al periodo de 208 años como la variación climática más fuerte



Fuente Prof. H. Luedecke y C.O. Weiss.

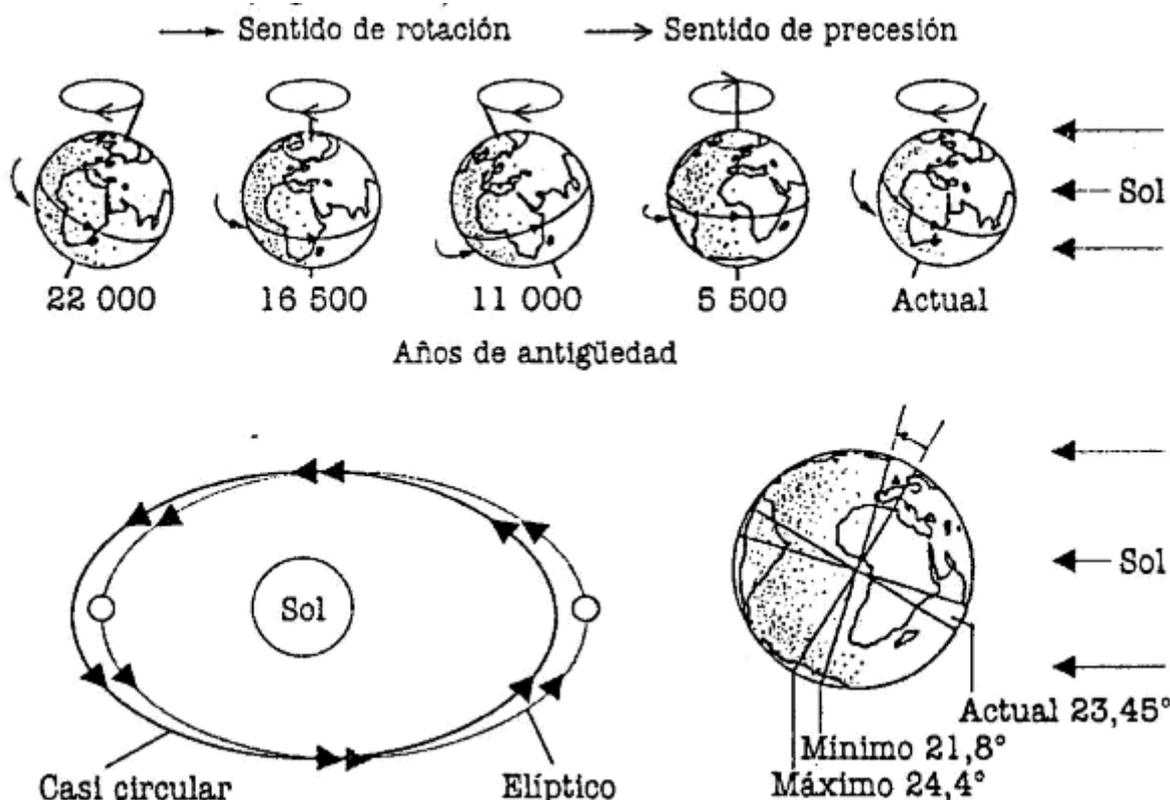
El calentamiento global es un fenómeno planetario natural de carácter cíclico que ha ocurrido varias veces a lo largo de la historia geológica de la Tierra, millones de años antes que existiera la humanidad y antes de la Revolución Industrial. El calentamiento global a escala planetaria, es un acontecimiento geobioquímico y astronómico que siempre ha ocurrido a lo largo de la historia de la Tierra. La temperatura promedio del planeta registrada en los estratos rocosos durante los periodos más cálidos (periodos carbonífero y jurásico) ha alcanzado en promedio los 22 °C.

Actualmente, la temperatura promedio del medio ambiente terrestre sigue siendo 15 °C, valor que se mantiene desde hace más de 300 años, por lo que no se puede hablar de un calentamiento global, sino por el contrario de un periodo de transición (Ciclo Vries) para empezar una nueva era glacial tal como explicaron en 1910, el meteorólogo alemán-ruso Vladimir Köppen (1846-1940) y el genial astrónomo y climatólogo yugoeslavo Milutin Milankovitch (1879-1958) en 1920.

FIGURA 2.

Combinación de los tres factores astronómicos suficientes para inducir a la alternancia en el planeta por periodos glaciares e interglaciares.

Propuesto en 1930 por el astrónomo Milankovitch



Fuente: página web Dinámica Global.¹

En los periodos de calentamiento global la temperatura promedio del medio ambiente terrestre ha sido de 22 °C (oscilando entre un mínimo de 20 °C y máximo de 25 °C). Según pruebas paleontológicas y radiométricas, en el pasado, el medio ambiente terrestre ha sido más cálido que en el presente y la tendencia es el enfriamiento ambiental.

El 13 de septiembre de 1922 en la ciudad de El Azizia se registró el récord de temperatura extrema más alta de la Tierra: 57,8 °C y desde entonces no se ha verificado un nuevo récord que rompa esta marca de hace un siglo a pesar de que la Tierra supuestamente sigue calentándose.

Después de 60 años del récord de El Azizia, el 21 de julio de 1983, en la Base Vostok, una estación rusa de investigación científica, se registró la temperatura extrema más baja de nuestro planeta, -89,2 °C la misma que se mantiene hasta la actualidad, siendo una paradoja toda vez que la Tierra según los científicos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) está aumentando su temperatura.

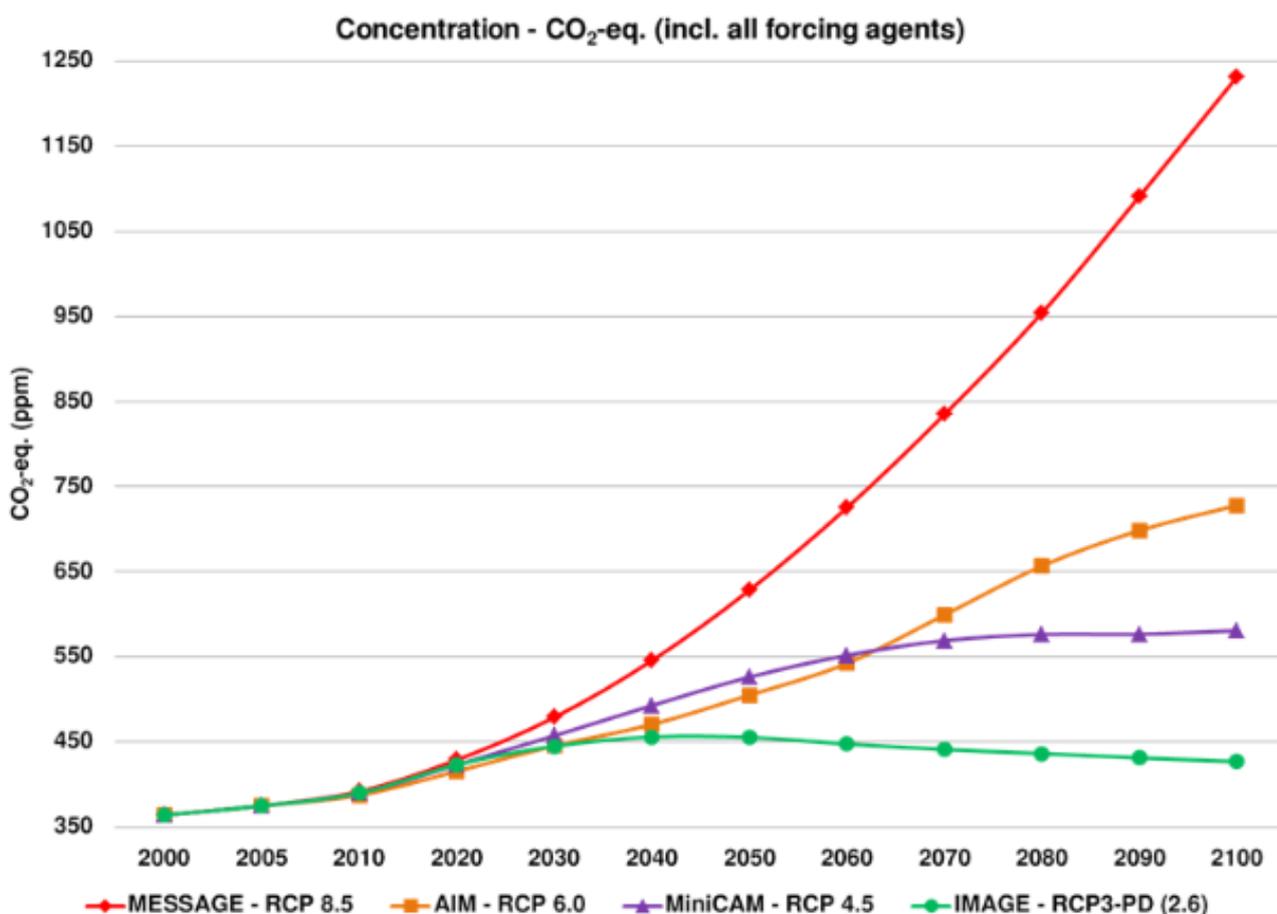
¹ Disponible en: <perso.wanadoo.es/biologiacolon/temas/02_atmosfera/02_02_dinamica_global.htm.>

Respecto al calentamiento global existen actualmente conclusiones basadas en medias verdades. No se ha comprobado el ascenso sostenido de la temperatura ambiental, sino en simulaciones de modelos estadísticos virtuales. Sin embargo, las instituciones supranacionales y la totalidad de académicos del mundo reafirman la existencia del calentamiento global como hecho tangible y caracterizado por su impacto negativo contra los procesos hidrológicos y ecológicos del planeta lo que pondría en riesgo la supervivencia de la humanidad.

CAUSAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) señala como causa principal del calentamiento global la acumulación creciente de los gases de efecto invernadero: CO₂, CH₄ y CFCs. De acuerdo a la NASA, para el año 2099, las concentraciones de CO₂ superarán las 900 partes por millón, es decir que un 0,1 % de la atmósfera será dióxido de carbono en tan solo 80 años.

FIGURA 3.
Los 4 escenarios (RCP) de evolución del CO₂ previstos por el IPCC



Fuente: página web Smithsonian.com

Bajo estas condiciones en las que se admite una correlación directa entre el aumento de CO₂ y el aumento de la temperatura, para el año 2100 la temperatura promedio actual de la Tierra (15°C) se incrementará en 4.5 °C. El año 2100 la temperatura de la Tierra será 19.5 °C, lo que significa un incremento del 30 % en tan solo 80 años.

El registro del IPCC busca probar que las concentraciones de CO₂ han aumentado de modo constante con el progreso de la civilización industrial, incrementado directamente la temperatura ambiental del planeta, lo que lleva a la siguiente conclusión: a mayor CO₂, mayor temperatura. Sin embargo, en muchos casos esto no se cumple. Como por ejemplo, al comparar las concentraciones de CO₂ y su correlación con la temperatura ambiental entre Chosica y Callao. Entonces, la bioquímica ambiental de la biosfera terrestre no es la causa principal del calentamiento global. Los gases invernadero como el vapor de agua y el CO₂ son susceptibles a la transformación bioquímica, por lo que continuamente transfieren energía a los procesos atmosféricos, oceanográficos y continentales.

El CO₂ es un gas de gran importancia en la termodinámica ambiental para el desarrollo de los ciclos meteorológicos e hidrológicos, así como para la transformación bioquímica de la materia terrestre relacionada con el aumento de la biomasa y las transferencias energéticas. Por estas razones, no puede haber acumulación continua del CO₂, pues la cantidad de CO₂ en la atmósfera está limitada a un porcentaje ínfimo de 0,03 % (300 partes por millón), cifra que se mantiene desde el siglo XVIII cuando fue descubierta por Joseph Black.

Además, la naturaleza es la mayor fuente de gases de efecto invernadero. Las principales fuentes de gases invernaderos son los océanos y también el vulcanismo, pues en conjunto aportan más del 90 % del total que hay en la biosfera terrestre. El vapor de agua es el principal gas invernadero de la biosfera terrestre y puede saturar la atmósfera hasta en 5 % de su volumen. El hombre no es entonces el mayor agente generador de los gases GEI, como lo afirman los científicos del IPCC.

Desde una perspectiva más amplia y con más precisión científica, en el marco de las metodologías de las ciencias geofísicas y cosmológicas, se puede verificar que el calentamiento global es esencialmente un acontecimiento astronómico y geofísico antes que antrópico. El ciclo del calentamiento global al igual que el ciclo de las glaciaciones está asociado a la dinámica de procesos astronómicos como variación orbital terrestre, oscilación del eje terrestre, alteración del ciclo solar y también a la ocurrencia de procesos geofísicos (tectónica global de placas, deriva continental, vulcanismo e inversión del campo magnético).

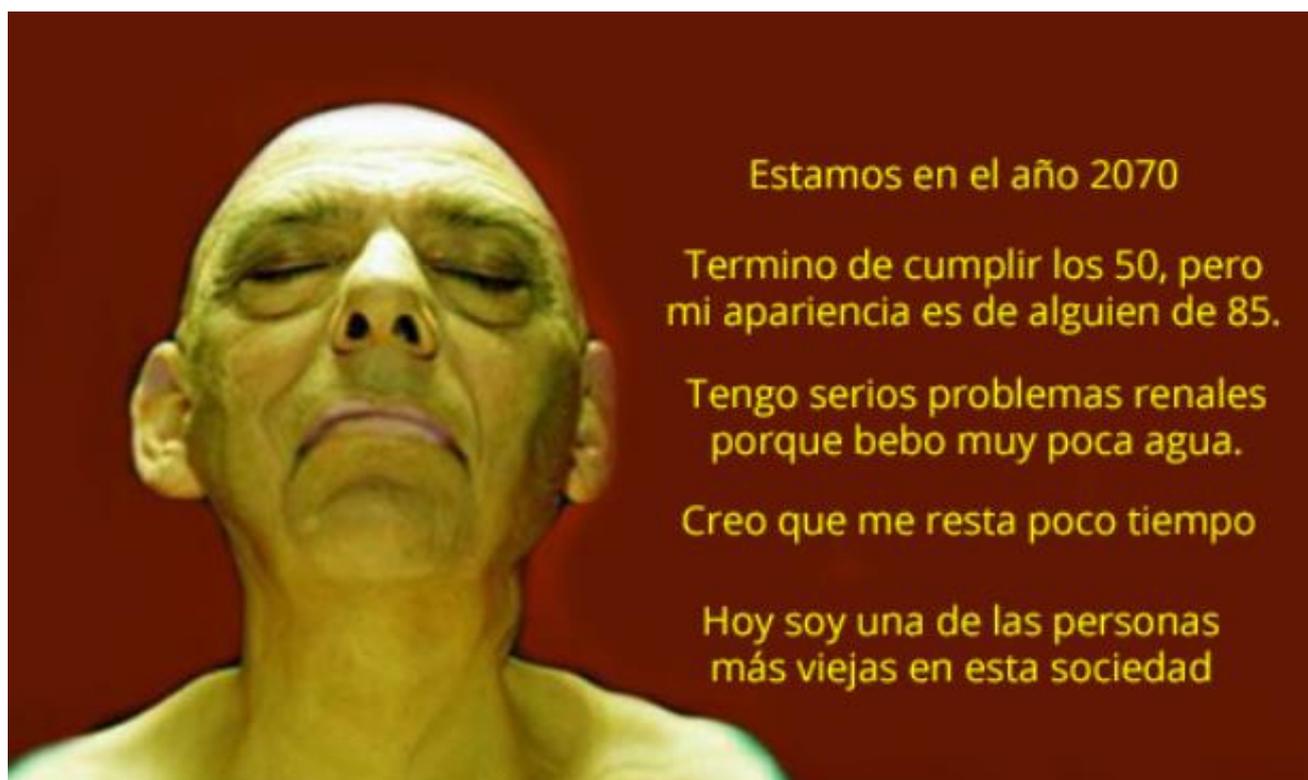
Se puede concluir entonces que el calentamiento global está asociado a ciclos astronómicos y geofísicos de ondas largas y como tal es un evento que evoluciona paulatinamente en el tiempo y que tiene una larga duración que alterna con las glaciaciones como parte de los grandes ciclos climáticos de la Tierra.

EL CALENTAMIENTO GLOBAL COMO CATÁSTROFE ECOLÓGICA IRREVERSIBLE

En todos los foros sobre cambio climático (COP 20, COP 21) se reafirma que el calentamiento global es el Armagedón contra la vida en nuestro planeta y la mayor amenaza ambiental que pone en peligro la existencia de la misma especie humana.

FIGURA 4.

Propaganda ecologista que muestra un futuro sombrío ocasionado por el calentamiento global



Fuente: revista "Crónica de los Tiempos" (Abril del 2002).

En estas afirmaciones sofistas hechas por políticos como Al Gore, así como académicos muy competentes que trabajan para grandes corporaciones privadas se puede notar una intencionalidad estratégica que puede conducir a soluciones peligrosas con grandes implicancias catastróficas para la humanidad como frenar la industrialización, reducir la población, bloquear la construcción de grandes obras de infraestructura física, reducir el equipamiento físico de la sociedad, controlar la producción agrícola y ganadera, etc.

En nuestro país, académicos como Modesto Montoya e instituciones como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), haciendo eco al IPCC, ratifican que en este momento el calentamiento global está ocasionando consecuencias catastróficas tales como el agotamiento del agua dulce, el deshielo de los glaciares andinos, el ascenso del nivel del mar e incluso la disminución del PBI, así como el aumento de la pobreza, principalmente en economías rurales y urbano marginales. Según el Tyndall Center de Inglaterra, el Perú es el tercer país más vulnerable al cambio climático después de Bangladesh y Honduras.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) han confirmado la pérdida de 22 % de glaciares en los últimos 30 años y en los próximos 40 años las cuencas hidrológicas de la vertiente del Pacífico tendrían solo el 60 % del agua que descargan actualmente. Así, el río Chillón cuyo caudal promedio es 8 m³/s tendría para el año 2056 solo 4.8 m³/s. debido al cambio climático.

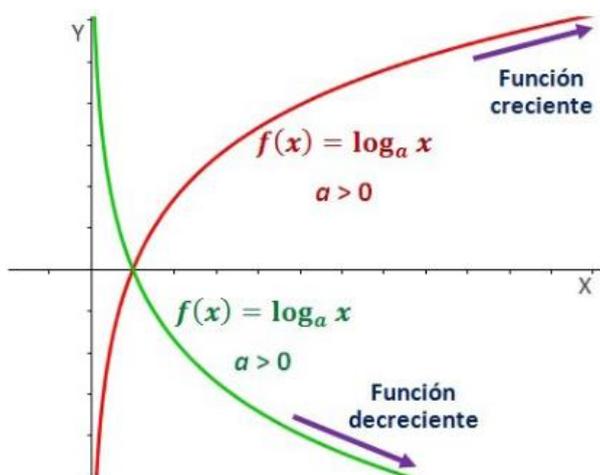
En este marco de incertidumbre y catastrofismo, el Ministerio del Ambiente a través de la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático diseña programas y proyectos orientados a la mitigación y adaptación al cambio climático mediante la educación ambiental para concientizar y sensibilizar a la población. Estas medidas no son suficientemente pertinentes si se admite la magnitud del calentamiento global como catástrofe planetaria en el Perú, considerada una de las regiones más vulnerables.

CONSECUENCIAS DE LA TERMODINÁMICA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL COMO PROCESO ANTI ENTRÓPICO

Un análisis desde la perspectiva de los principios físicos-universales demuestra que el calentamiento global no es absolutamente un fenómeno entrópico; sino esencialmente un proceso antientrópico relacionado con el aumento del potencial energético del planeta y el incremento de su capacidad productiva.

FIGURA 5.

La naturaleza tiene un comportamiento logarítmico exponencial en su dinámica y evolución termodinámica, siguiendo un ciclo de ondas



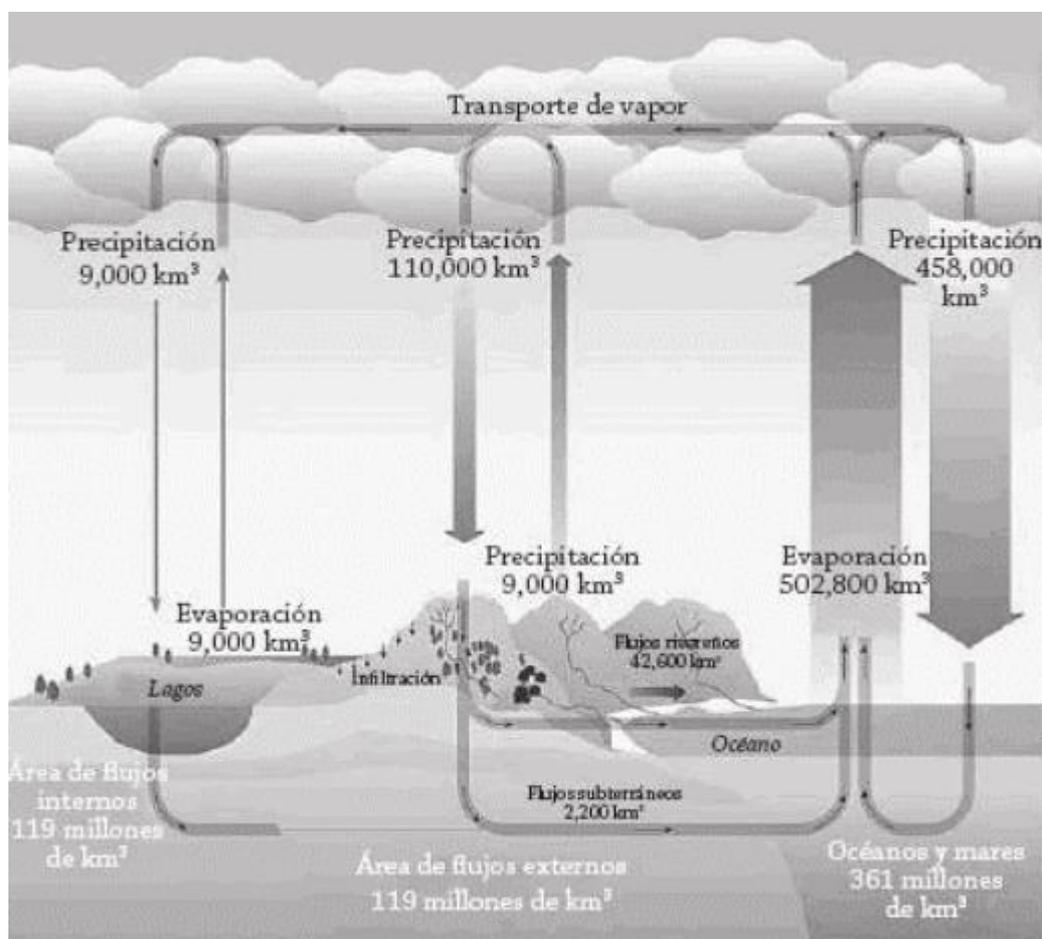
El calentamiento lejos de ser una catástrofe es por el contrario un acontecimiento venturoso para los sistemas hidrológicos y ecológicos de la Tierra. Al incrementarse paulatinamente la energía potencial y cinética del planeta se generan los siguientes eventos:

- Intensificación del ciclo hidrológico.
- Amplia distribución de las precipitaciones pluviales.

- Reducción de los desiertos.
- Aumento de las aguas continentales.
- Retroceso de los glaciares polares.
- Recarga de los glaciares tropicales.
- Recarga de las napas freáticas.
- Más áreas ecológicas para la expansión de la vida continental.
- Climas benignos en Groenlandia, norte de Canadá, Siberia, Kamchatka y las punas peruanas.
- Mayor capacidad fotosintética del planeta, aumento de la biomasa y la biodiversidad.

FIGURA 6.

Modelo del agua dulce continental en un escenario de calentamiento global



El agua dulce podría incrementarse hasta más del 50%, como ocurre actualmente en los veranos y durante el desarrollo del fenómeno de El Niño que incrementa el caudal de los ríos de la vertiente del Pacífico

Fuente: Sergio Fattorelli. Diseño Hidrológico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Flannery, Tim (2006). *La amenaza del Cambio Climático: historia y futuro*. Madrid, Taurus, 393 p.
- Hansen, James (2008). *Tipping point: Perspective of a climatologist*. In E. Fearn (ed.): *State of the Wild 2008-2009: A Global Portrait of Wildlife, Wildlands, and Oceans*. Wildlife Conservation Society/Island Press, p. 6-15, 258-259. Disponible en <http://pubs.giss.nasa.gov/abstracts/2008/Hansen_1.html>
- Houghton, John (2009). *Global Warming: The Complete Briefing*. Cambridge, Cambridge University Press, Fourth Edition, 438 p.
- Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global-IAI/INRENARE (1994). *Taller Internacional sobre Cambios Globales*. Relatora del Grupo de Trabajo sobre los Ecosistemas de la Zona Costera y Uso del Suelo. Panamá. Febrero.
- IPCC (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 p. Disponible en <http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.htm>
- Velázquez de Castro, Federico (2008). *25 preguntas sobre el Cambio Climático*. Buenos Aires, Capital Intelectual, 237 p.



Cuenca hidrográfica del río Quillcay

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL SECTOR SUR DEL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN UTILIZANDO IMÁGENES DEL SENSOR TM LANDSAT 5¹

Mauro Palomino Espinoza

RESUMEN

Los cambios climáticos y el calentamiento global están produciendo serios impactos en la naturaleza como el deshielo acelerado de los glaciares de montaña. En el Perú, desde 1970, se ha perdido cerca del 22% de la superficie de los glaciares. Ese deshielo puede afectar seriamente las actividades socioeconómicas de los países que dependen del agua para el consumo y para la producción de energía. Además, el deshielo también puede contribuir en la ocurrencia de desastres naturales, desencadenados por flujos de detritos, avalanchas e inundaciones como los ya ocurridos en el valle del río Santa, en la región centro-norte del Perú. Estos desastres dejaron decenas de millares de muertos y ciudades muy destruidas.

Por lo tanto, es imprescindible que se realice un monitoreo del deshielo de los glaciares para que pueda ser utilizado como información de base para la adopción de medidas preventivas. La mayoría de monitoreos han sido realizados tradicionalmente con informaciones de campo que presentan una serie de obstáculos para coleccionar datos. Por ello, actualmente se procura utilizar geotecnologías para mejorar y facilitar la realización del seguimiento a este proceso.

El uso de imágenes de satélite para determinar el área de deshielo de los glaciares ha sido eficaz en los análisis multitemporales para extraer informaciones sobre la cobertura de nieve acumulada. En este contexto, se realizó el inventario del deshielo glaciar ocurrido en la subcuenca del río Quillcay, sector sur del Parque Nacional Huascarán (Perú), en el período

1988-2006, utilizando imágenes del sensor TM del satélite LANDSAT 5. En este estudio fueron utilizadas las imágenes del sensor TM (bandas 5, 4 y 3) referentes a los años 1988, 1997 y 2006, así como el Mosaico NASA Landsat ETM (bandas 7, 4, 2). Las imágenes fueron segmentadas y clasificadas utilizando el clasificador no-supervisado ISOSEG del SPRING. Los resultados obtenidos demostraron que está ocurriendo un deshielo acelerado de los glaciares en el Parque Nacional Huascarán. En el período de 1988 a 1997, el deshielo fue de 722, 26 ha, mientras que de 1997 a 2006 fue de 630,82 ha.

También verificamos que las áreas de las lagunas andinas han aumentado significativamente poniendo en riesgo la ciudad de Huaraz. Por ejemplo, la laguna Palcacocha incrementó su área en

¹ Adaptada a la lengua española del trabajo original en lengua portuguesa: "Análise multitemporal do sector sul do Nevado Huascarán, Peru, utilizando imagens do sensor TM". Monografía de Especialização. XX CIRS-INPE, RS-Brasil 2007.

38,15 ha en el período 1988-2006, y la laguna Tullpacochoa creció en 30,93 ha. Es necesario adoptar medidas preventivas y mitigadoras con carácter de urgencia en la subcuenca del río Quillcay.

PALABRAS CLAVE: *deshielo glaciar, análisis multitemporal, percepción remota, Parque Nacional Huascarán, cambios climáticos.*

DATOS DEL AUTOR

Doctorando en Educación Ambiental, con Maestría en Geografía: Gestión y ordenamiento territorial, Especialista en Sensores Remotos y Sig. Docente Universitario, Consultor en Geotecnologías y procesamiento de imágenes de satélite con experiencia en desarrollo de capacidades y en la formulación participativa de planes de O. T., Planes Estratégicos de Desarrollo, a nivel distrital y de subcuenca, con conocimientos de gestión municipal, análisis del riesgo y manejo de SIG, PDI, con fines de ordenamiento territorial. Con una sólida formación, práctica y aplicada. Experiencia en capacitación y manejo de software SIG libre, experiencia en la aplicación de la Percepción Remota en seguridad física, riesgos y vulnerabilidad, ordenamiento territorial y monitoreo de recursos naturales.

geomauro20@gmail.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

TITLE

Multitemporal analysis from Sector South of Huascarán National Park, using images of sensor TM Landsat 5

ABSTRACT

The climatic changes and the global heating have produced serious impacts in the nature, as the sped-up thawing of mountain glaciers. In Peru, since 1970, he was lost about 22% of the surface of glaciers. This thawing can seriously affect the partner-economic activities of the countries that depend on the water for the consumption and the production of energy. Moreover, the thawing also can contribute for the occurrence of natural disasters, unchained for flows of debris, avalanches and floods, as already occurred in the Valley of the Santa River, in the region north of Peru. These disasters had left sets of ten of dead thousands of and cities completely destroyed. Therefore, it is essential that if it carries through a monitoring of the thawing of glaciers so that can be used as information of base for the adoption of writs of prevention. The majority of the monitoring has been carried through traditionally with field information, that present a series of obstacles for the collection of the data.

Of this form, currently if it has searched to use the geotechnologies to improve and to facilitated the accomplishment of the monitoring. The use of images of satellite to determine the area of thawing of glaciers if has shown efficient in the multitemporal analyses, in order to extract information on the accumulated snow cover. In this context, if it carried through I inventory it of the thawing glacier occurred in the basin of the Quillcay river, south sector of the Huascarán National Park (Peruvian), in period 1988-2006, using images of sensor TM of satellite LANDSAT 5. In this study the images of sensor TM (bands 5, 4 and 3) referring to the years of 1988 had been used, 1997 and 2006, as well as the Mosaic NASA Landsat ETM (bands 7,

4, 2). The images had been segmented and classified using not-supervised classifier ISOSEG. The gotten results had demonstrated that a sped-up thawing of glaciers in the Huascarán Snowed is occurring. In the period of

1988 the 1997 the thawing was of 722, 26 ha, while that of 1997 the 2006 ha was of 630,82. Also it was verified that the areas of the Andean lakes have increased significantly, placing in risk the city of Huaraz. For example, the Palcacocha lake increased its area in 38,15 ha in period 1988-2006, and the Tullpacocha lake increased its area in 30,93 ha. Is necessary the adoption of writs of prevention and mitigating in character of urgency in the basin of the Quillcay river.

KEYWORDS: *glacier regression, multitemporal analysis, remote sensing, Huascarán Snowed, climate changes.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

I. INTRODUCCIÓN

Los glaciares, especialmente los tropicales, son excelentes indicadores de la evolución del clima y constituyen las principales reservas sólidas de agua dulce en el globo. Con el deshielo acelerado de los glaciares, diversas ciudades y comunidades que dependen de este recurso pasan a sufrir serias consecuencias socioeconómicas, lo que limitará significativamente el desarrollo local. Además de ofrecer agua potable para el consumo en las ciudades y la agricultura, el deshielo de los glaciares tropicales también permite generar energía, a través de centrales hidroeléctricas, entre otros.

En América Latina, los glaciares tropicales se encuentran en su mayor parte en la cordillera de los Andes. El Perú tiene 71% de estos glaciares, los cuales están presentando un retroceso del 22% desde 1970. El deshielo acelerado amenaza captar agua y energía para la costa árida del país, donde moran dos tercios de la población peruana. El Quellcaya, considerada la mayor capa de hielo tropical del mundo, está perdiendo cerca de 60 m por año de acuerdo a los estudios realizados por Thompson, L. G. et al. (1984) y es probable que desaparezca en el 2020. El glaciar Pastoruri ya retrocedió 502 m, de acuerdo a las mediciones efectuadas de 1980 a 2006 (INRENA, 2007).

El Perú también se encuentra permanentemente expuesto al impacto de fenómenos naturales asociados al deshielo de los glaciares. Ese deshielo puede desencadenar serios desastres naturales, convirtiéndose en una gran amenaza para las poblaciones que viven en los valles próximos a los glaciares. Los desastres están asociados principalmente a la formación de nuevas lagunas glaciares (*glacial lakes*) que rompiéndose pueden generar grandes flujos de detritos (*debris flow*) e inundaciones bruscas (*flash flood*) en las áreas de fondo de valles. Las experiencias más significativas fueron registradas en el departamento de Ancash, localizado en la región centro-norte del Perú.

Un ejemplo fue el desborde de la laguna Palcacocha, en 1941, situada en la cordillera Blanca que provocó un flujo de detritos (*debris flow* o aluvión) que destruyó un tercio de la ciudad de Huaraz y causó la muerte de 5 000 personas. Las avalanchas ocurridas en el Parque Nacional Huascarán en 1970, desencadenaron grandes flujos de detritos y sepultaron las ciudades de Ranrahirca y Yungay donde murieron cerca de 22 000 personas (Ericksen y Plafker, 1970).

Para la prevención y mitigación de los desastres de origen glaciar es necesario realizar estudios glaciológicos como el inventario y monitoreo del derretimiento de los glaciares. A partir de esos levantamientos básicos es posible realizar medidas estructurales y no-estructurales como obras de ingeniería y mapeamiento de áreas de riesgo, respectivamente. La evaluación y monitoreo de los glaciares y lagunas glaciares han sido tradicionalmente realizadas con mediciones en campo. Sin embargo, son varios los problemas que dificultan la realización de este abordaje como el difícil acceso a los puntos de mediciones, el costo de la recogida de muestras, las inclemencias meteorológicas y, en algunos países, las políticas sensibles (ausencia de seguridad) que impiden la realización de las investigaciones. De esta forma, la teledetección se ha convertido en una de las principales herramientas para la evaluación del deshielo de los glaciares (Bishop et al., 2000; Dyurgerov, 2002; Kääb et al., 2003).

Una de las áreas en el Perú que actualmente está siendo monitoreada por la NASA es la laguna Palcacocha porque debido al deshielo que sufren los glaciares del Parque Nacional Huascarán podría nuevamente desencadenar un gran desastre en la región (NASA, 2007). El desbordamiento de la laguna podría desencadenar un peligroso flujo de detritos en el río Quillcay. Este río atraviesa el área urbana de la ciudad de Huaraz, donde está la mayor concentración poblacional del valle del río Santa, pudiendo ocurrir un desastre similar al ocurrido en Yungay en 1970. Por ello, se considera necesario analizar y monitorear el retroceso de los glaciares que están comprendidos en la subcuenca hidrográfica del río Quillcay como forma de entender el comportamiento de los mismos para el establecimiento de medidas preventivas.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Inventariar el deshielo glaciar ocurrido en la subcuenca del río Quillcay, sector sur del Parque Nacional Huascarán (Perú), en el período 1988-2006, utilizando imágenes de sensores ópticos (sensor TM del satélite LANDSAT 5).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de desastres ocurridos en la subcuenca hidrográfica del río Quillcay que pueden ser desencadenados por el deshielo de los glaciares. Seleccionar las mejores bandas para el monitoreamiento de los glaciares.
- Evaluar las técnicas de procesamiento digital de imágenes para delimitar los glaciares del sector sur del Parque Nacional Huascarán;

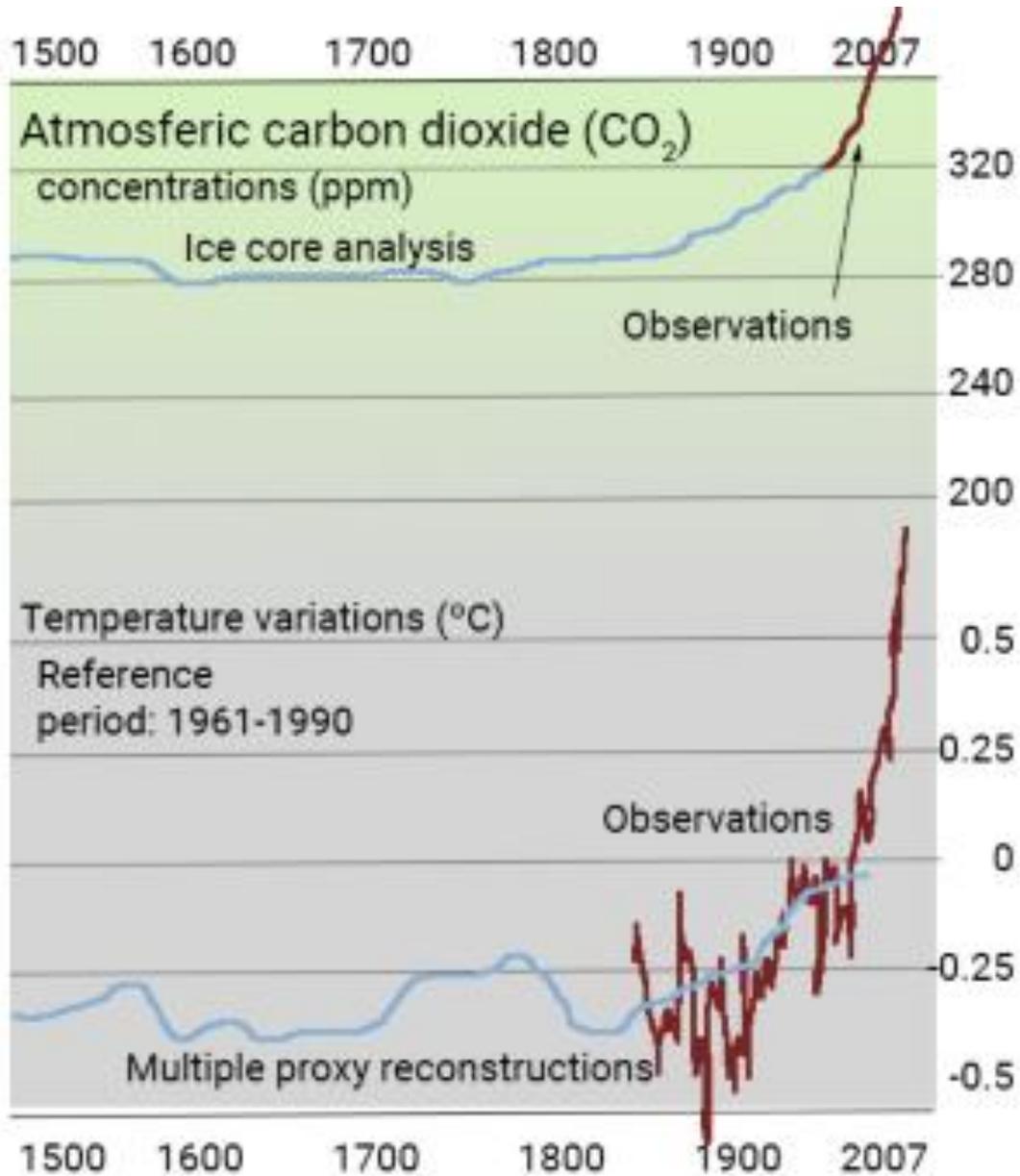
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL DESHIELO DE LOS GLACIARES

El calentamiento de la Tierra es el resultado del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones están asociadas principalmente al aumento de los niveles de dióxido de carbono (CO₂) que es liberado en la atmósfera por el uso de combustibles fósiles, como carbón y petróleo, así como por la quema de origen antrópico, realizadas junto con las deforestaciones.

El incremento de la temperatura media global en el siglo XX fue de aproximadamente 0,5°C, siendo el pronóstico para fines de este siglo de 1,5 a 5,8°C (IPCC, 2007). En la Figura 1, se observa la relación directa entre el incremento de CO₂ y la temperatura media global. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), la mayor parte del calentamiento global ocurrido en los últimos 50 años se atribuye a las actividades antrópicas, siendo que la tercera parte de las emisiones de CO₂ fueron producidas en las dos últimas décadas.

FIGURA 1.
Aumento de la temperatura y del CO₂ en los últimos siglos



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), 2007.

Dentro de las alteraciones producidas en el ambiente, una de las más graves es el deshielo de los casquetes polares y de los glaciares de montaña. La figura 2 permite observar los glaciares que están perdiendo superficie en las últimas décadas. Abajo se citan, según UNEP (2007), los casos más severos:

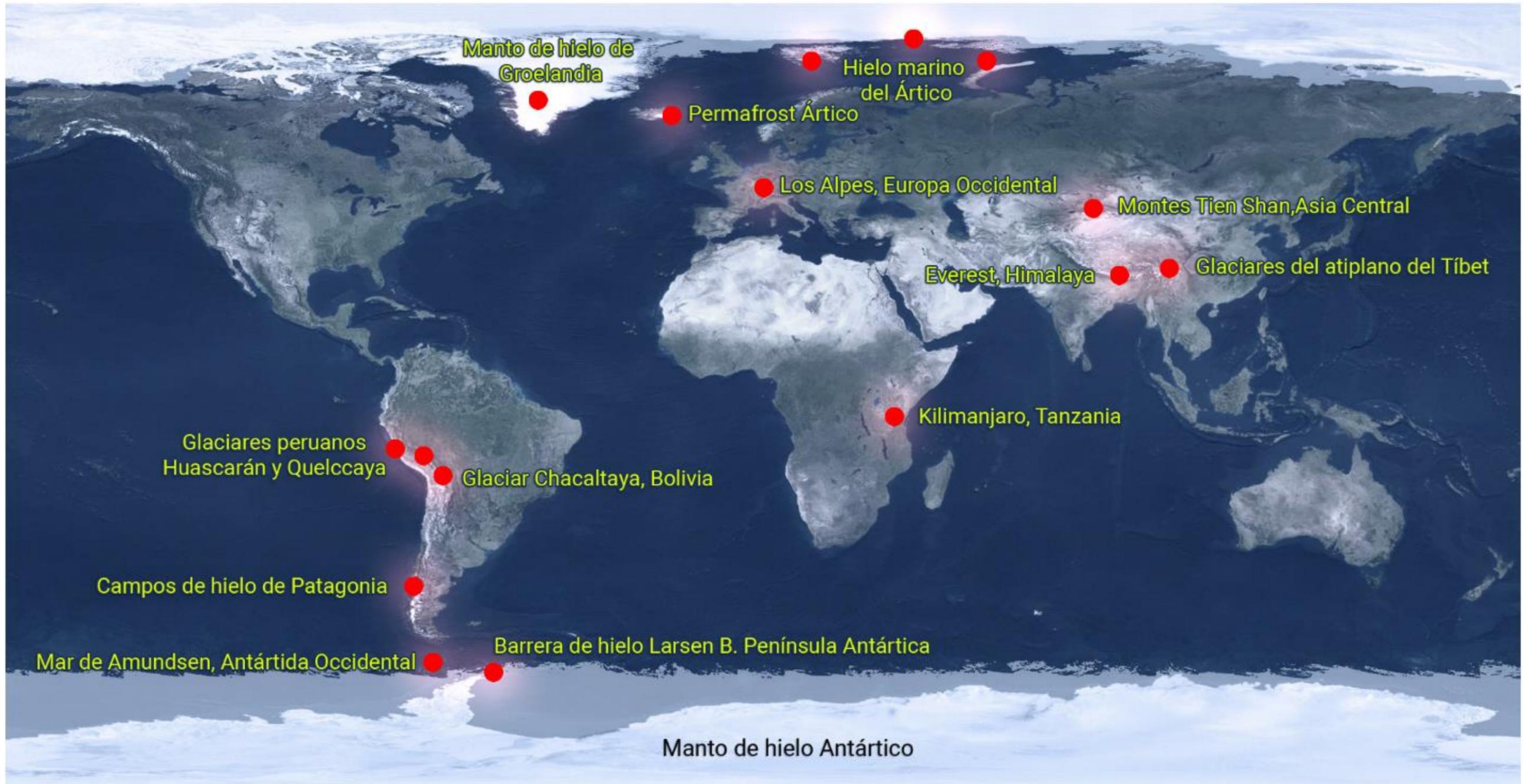
a. Hemisferio norte

- **El hielo marino del Ártico** está disminuyendo a un ritmo de 9 % a lo largo de las últimas décadas. Todo el hielo marino de verano podría desaparecer en este siglo.
- **El manto de hielo de Groenlandia**, la mayor masa de hielo del hemisferio norte está perdiendo hielo a un ritmo de 50 km³/año.
- **Los glaciares de los montes Tien Shan en Asia Central**, perdieron casi 1/3 de su superficie en la segunda mitad del Siglo XX, en una tasa de hasta 2 km³/año.
- **El permafrost ártico se calentó cerca de 2 °C desde la década de 80**. Con el deshielo del *permafrost* se liberarán grandes cantidades de metano y dióxido de carbono a la atmósfera, contribuyendo aún más al efecto invernadero.
- **Los glaciares del altiplano del Tíbet** constituyen la zona de hielo más extensa fuera de las regiones polares. Las tasas de deshielo de los 46 298 glaciares se elevaron en las últimas décadas, amenazando las reservas de agua en gran parte de Asia.
- **Los glaciares del Everest en el Himalaya** disminuyeron de 2 a 5 km en las últimas cinco décadas, causando el desborde de las lagunas glaciares y ocasionando inundaciones en las ciudades y comunidades próximas.
- **Los glaciares alpinos en Europa Occidental** disminuyeron sus glaciares un 5 % de su volumen desde 1970.

b. Hemisferio sur

- **El glaciar de Chacaltaya en Bolivia** perdió dos tercios de su masa solamente en los 90 y podría desaparecer hacia el 2010.
- **Los campos de hielo de la Patagonia** son las mayores masas de hielo del hemisferio sur, donde el derretimiento es el más acelerado del mundo. Este deshielo ha contribuido con más del 9 %, asociado a los glaciares de montaña, en la alteración del nivel de los océanos.
- **El Kilimanjaro en Tanzania** sufrió una reducción del 80 % de su área glaciaria en lo que va del siglo XX.
- **El mar de Amundsen en la Antártida Occidental** recibe el 60 % de los glaciares que le van llegando, algo que podría elevar en 0,2 mm/ año los niveles de los océanos.
- **La barrera de hielo Larsen B en la península Antártica** y que tenía en 2002 una vasta superficie de 3 000 km² de hielo, se desintegró. Desde entonces, los glaciares locales se mueven más rápidamente, liberando mayor cantidad de hielo en el mar.

FIGURA 2:
Principales zonas en el globo donde ocurre el deshielo de los glaciares de montaña



Fuente: Adaptada del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), 2007.

3.2 IMPACTOS CAUSADOS POR EL DESHIELO DE LOS GLACIARES

Los glaciares, especialmente los tropicales, son excelentes indicadores de la evolución del clima y constituyen las principales reservas sólidas de agua dulce en el globo. Con el deshielo acelerado de los glaciares, diversas ciudades y comunidades que dependen de este recurso sufrirán serias consecuencias socioeconómicas.

En América del Sur, las áreas más significativas de glaciares experimentan un acelerado retroceso, especialmente los glaciares pequeños, que están desapareciendo casi en su totalidad. Ese deshielo genera flujos subsuperficiales que son retenidos en los diques naturales producidos por el desplazamiento de las morrenas formando pequeños reservorios de agua. Además de ese flujo continuo, también se produce el derretimiento de los bordes de los glaciares, aumentando el nivel de agua, que da origen al lago glaciar (Richardson, S.D. y Reynolds, J. M., 2000; Clague, J.J. y Evans, S.G., 2000).

El desborde del lago ocurre cuando no soporta el volumen de agua producido por el deshielo, causando el rompimiento del dique. Así, el material que forma el dique, sumado al gran volumen de agua, se desplaza pendiente abajo formando un violento flujo de detritos, cargado de rocha, barro, árboles, etc. (Richardson, S.D. y Reynolds, J. M., 2000).

Además, debido al ciclo hielo-deshielo, los suelos helados se fragmentan, contribuyendo al desplazamiento de las masas de hielo y consecuentemente a la fracturación de los glaciares (Alean, 1985). Cuando los bloques caen en las lagunas glaciares también pueden ocasionar un desbordamiento de las mismas. Así, además de los detritos asociados al rompimiento del dique, los flujos también pasan a contener hielo en su constitución (Richardson, S.D. y Reynolds, J. M., 2000).

Los flujos de detritos de origen glacial son súbitos y extremadamente violentos. Debido a las elevadas pendientes de la región andina, los flujos adquieren grandes velocidades (250-400 km/h), volviéndose prácticamente imposible la evacuación de la población que vive en las márgenes y planicies próximas a los ríos. (Plafker, G. y Ericksen, G. E. 1978).

3.3 DESASTRES NATURALES

Los desastres naturales se conciben como el resultado de eventos naturales adversos que ocasionan grandes daños y perjuicios en las áreas afectadas, que sobrepasan la capacidad local de restablecimiento de la normalidad (Tobin, G. A y Montz, B.E., 1997). En el Perú, particularmente en la cordillera Blanca han ocurrido y ocurren los mayores desastres de origen glaciar, sobresalen los flujos de detritos y las inundaciones asociadas a la ruptura de los diques morrénicos. Según Ames, A (1998) estos fenómenos son desencadenados por un conjunto de factores:

- a. Masas glaciares
- b. Topografía abrupta
- c. Presencia de lagunas en la parte inferior de los glaciares
- d. Fenómenos sísmicos

Debido al acentuado retroceso glaciar, las localidades situadas en la base de las montañas, donde ocurren frecuentes desastres, se tornan en zonas de alto riesgo como el valle del río Santa.

La Tabla 1 presenta los principales desastres de origen glaciar ocurridos en el valle del río Santa y muestra para dónde se desplazan los flujos de detritos provenientes del Parque Nacional Huascarán. Se puede observar que los principales desastres ocurrieron en el siglo XX, esto puede estar vinculado con el crecimiento poblacional de las ciudades del valle del río Santa y el derretimiento de los glaciares debido a los efectos del calentamiento global en esta parte de los Andes. Los desastres fueron muy violentos y dejaron millares de muertos, que, sumando los casos mencionados, pueden llegar a 35 000 muertos (USGS, 2007). Otras estimaciones, elevan la cifra a más de 100 000 muertos.

TABLA 1.
Desastres naturales de origen glaciar en el valle del río Santa, Perú

Fecha	Municipio	Descripción
04/03/1702	Huaraz	Las inundaciones destruyen parte de la ciudad de Huaraz
06/01/1702	Huaraz	El terremoto y la avalancha de hielo provocaron inundaciones que dañaron la ciudad de Huaraz. Murieron 1500 personas.
06/01/1702	Yungay	El flujo de detritos del nevado Huandoy provocó una inundación, destrozando la ciudad de Yungay, hubo 1500 personas muertas.
13/12/1941	Huaraz	El flujo de detritos provenientes de la laguna Palcacocha dañó la ciudad de Huaraz. Aproximadamente, murieron 5000 personas.
10/01/1962	Yungay	Flujo de detritos del Huascarán norte. Cerca de 4000 personas muertas y destrucción de 9 ciudades, entre ellas Ranrahirca.
31/05/1970	Yungay	Flujo de detritos (rocha y hielo) del Huascarán norte destruyó la ciudad de Yungay. Murieron aproximadamente 22 000 personas.
19/03/2003	Huaraz	Desmoronamiento parcial de la morrena lateral izquierda de la laguna Palcacocha (al este de Huaraz).

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), 2007.

3.3.1 Catástrofe de Yungay

El valle del río Santa fue afectado por el mayor desastre asociado a glaciares registrado en todo el mundo. En la Figura 3 se puede observar el desplazamiento y dirección del flujo de detritos ocurrido el día 31 de mayo de 1970. Ese día ocurrió un terremoto de magnitud 7,7 en la escala Richter con epicentro a 25 km de la ciudad costera de Chimbote, localizada a aproximadamente 100 km al oeste de la ciudad de Yungay (Ericksen, G. E. y Plafker, G. (1970). Los temblores de tierra ocasionaron una gran fractura en el glaciar Huascarán del Parque Nacional Huascarán provocando la caída de una gran masa de hielo que se deslizó a gran velocidad por el río Sachsa.

Según Ericksen, G. E. y Plafker, G. (1970), el flujo formado por rocas, hielo y barro presentó un volumen de 50-100 millones m³ y pudo haber alcanzado velocidades en torno a 250-400 km/h. Los autores estiman que fueron destruidas o seriamente damnificadas cerca de 186 000 edificaciones que corresponden a casi el 90 % del total existente en la región. Este desastre dejó cerca de 70 000 muertos y 50 000 heridos. Las ciudades de Yungay y Ranrahirca fueron las más impactadas, pues ahí

murieron cerca de 23 000 personas. En Yungay, cerca de 15 km² fueron completamente enterrados, transformándose en un “campo santo” (Figura 4).

FIGURA 3.

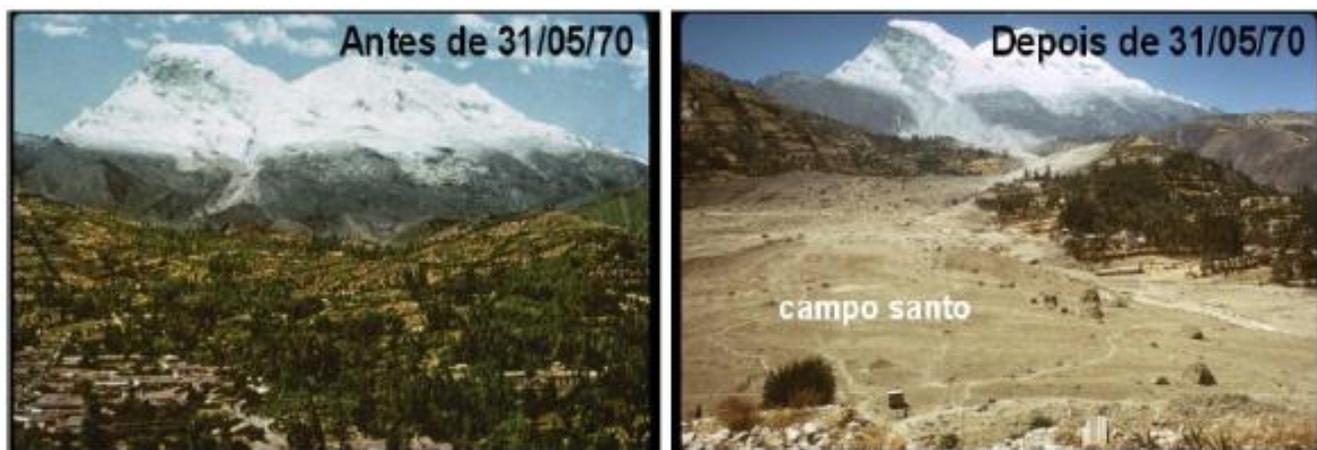
Fotografía aérea del flujo de detritos que enterró las ciudades de Yungay y Ranrahirca en 1970



Fuente: Ericksen, G. E. y Plafker, G. (1970).

FIGURA 4.

La ciudad de Yungay antes y después del desastre del 31 de mayo de 1970
Destaca el área de "campo santo" donde millares de personas fueron sepultadas



Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), 2007.

3.4 EL USO DE SENSORES REMOTOS EN EL ESTUDIO DE GLACIARES

Gracias a los sensores remotos se obtiene información acerca de la superficie terrestre a través del análisis de datos adquiridos por sensores que no están en contacto con el objeto de investigación Lillesand, T. y Kiefer, R. (1994). Sus aplicaciones más importantes según Schowengerdt (1997) son monitoreo y evaluación ambiental, agricultura, exploración de recursos naturales y mapeos en general (topografía, geomorfología, cobertura del terreno, seguimiento de geoprocesos).

Debido a sus ventajas, los sensores remotos se han convertido en una de las herramientas más importantes en la evaluación del deshielo de los glaciares. Nuevos métodos de análisis han surgido con el avance de las geotecnologías, los mismos que están asociados a la aparición de nuevos sensores muy eficaces en el tratamiento de las imágenes (Bishop et al., 2000; Käab et al., 2003).

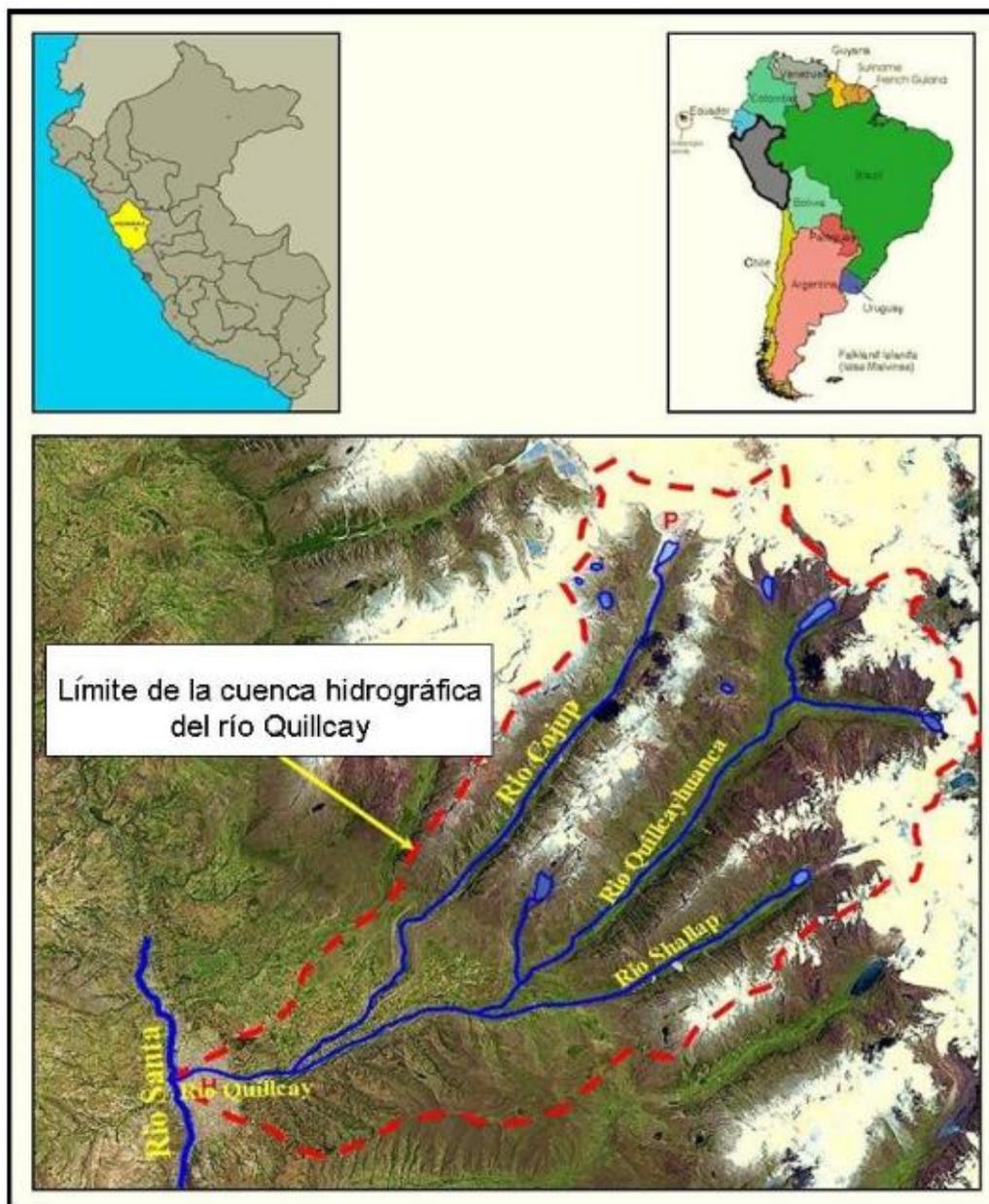
La evaluación y el monitoreo de los glaciares potencialmente peligrosos y de las lagunas glaciares han sido tareas tradicionalmente realizadas mediante mediciones en campo. Sin embargo, son varios los problemas identificados en el proceso de monitoreo de los glaciares. Un ejemplo de ello es el difícil acceso a los lugares de muestreo y medición, el costo del trabajo en campo para recoger la información, las inclemencias meteorológicas, e incluso en algunos países, las políticas sensibles (ausencia de seguridad) que impiden la realización de las investigaciones.

El avance de las geotecnologías ha desarrollado nuevos métodos de análisis y de tratamiento de imágenes asociados a la aparición de nuevos sensores. Como ejemplo, se cita el proyecto GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space) que monitorea la situación de los glaciares en todo el mundo realizando mediciones con datos provenientes de las imágenes del sensor ASTER (Kieffer et al., 2000). Se cree que debido a las similitudes espectrales y hasta espaciales existentes entre los sensores ASTER y los sensores TM y CCD de los satélites LANDSAT 5 y CBERS, respectivamente, será posible monitorear más el área glaciar, debido a una mayor cantidad de imágenes disponibles y a una mayor probabilidad de obtener imágenes con poca cobertura de nubes.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está localizada en el sector sur del Parque Nacional Huascarán en la cuenca hidrográfica del río Quillcay (Figura 5). Esa cuenca está localizada en las proximidades de la ciudad de Huaraz, provincia de Huaraz, capital del departamento de Ancash, situada en la parte central del valle del río Santa. La ciudad de Huaraz es la más poblada y desarrollada de este valle con una población de 143 415 habitantes, una densidad demográfica de 57,5 hab./km² y una renta per cápita de 4276 soles (INEI, 2005).

FIGURA 5.
Localización del área de estudio

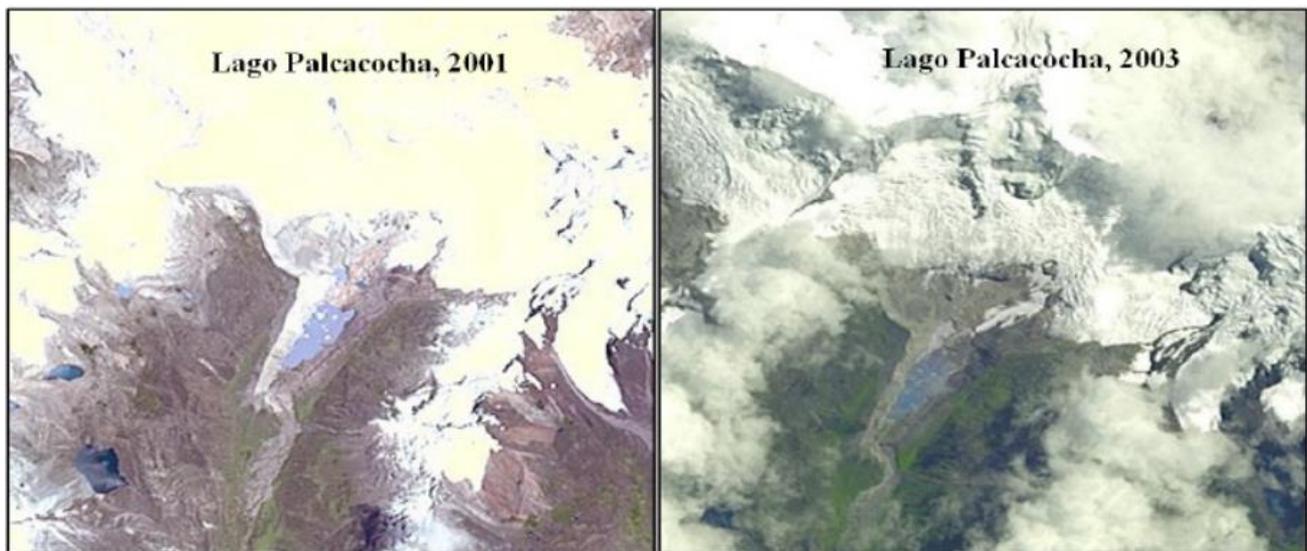


Fuente: adaptada de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), 2007.

Los glaciares más importantes y con una localización próxima a la ciudad de Huaraz son Ranrapalca, Palcaraju, Pucaranra, Chinchey, Tullparaju, Cayesh, Churup, Huantsán. El deshielo de los mismos originó las lagunas Palcacocha, Tullpacocha, Tullpacocha, Shallap y Churup. Estas tres últimas lagunas drenan al río Quillcayhuanca, formando el río Auqui; y a partir de la laguna Palcacocha sobre el río Cojup, se forma el río Paria, al confluir, ambos forman el río Quillcayque atraviesa toda el área urbana de de Huaraz. Cualquier evento asociado a flujos de detritos o avalanchas pone en riesgo la ciudad, pudiendo dejar como saldo a millares de muertos. Actualmente, una de las lagunas que está siendo monitoreada es la laguna Palcacocha, localizada a más de 4.500 m de altitud. Tiene una situación semejante a la que presentó en 1941 cuando se desencadenó un flujo de detritos que mató a 3.500 personas (USGS, 2007). En las últimas décadas se ha incrementado el tamaño de la laguna debido al deshielo de los glaciares Pucaranra y Palcaraju. En la Figura 6, se puede observar los cambios en los períodos 2001 y 2003.

FIGURA 6.

Incremento del tamaño de la Laguna Tullpacocha monitoreada por el sensor ASTER: imagen de 2001 (izquierda) e imagen de 2003 (derecha)



Fuente: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), 2007.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 MATERIAL

Mosaico NASA, bandas 7, 4 y 2 del sensor ETM+ LANDSAT-7 de 18 de mayo de 2000.

Imágenes del satélite Landsat 5, sensor TM, de los años 1988, 1997, 2006 (Bandas 1, 2, 3, 5, 6 e 7). Las imágenes fueron obtenidas del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (Tabla 1).

TABLA 1.
Características de las imágenes utilizadas

Satélite	Órbita/Punto	Fecha	Banda	Formato	Resolución espacial
Landsat-5/TM	8/67	1988/08/05	1, 2, 3, 5 y 7	Digital/CD	30 m
Landsat-5/TM	8/67	1997/07/29	1, 2, 3, 5 y 7	Digital/CD	30 m
Landsat-5/TM	8/67	2006/07/06	1, 2, 3, 5 y 7	Digital/CD	30 m

Fuente: Elaborado por el autor.

El software utilizado en este trabajo fue el SPRING versión 4.3.2

5.2 MÉTODOS

El proceso metodológico se desarrolló en dos etapas. Una relacionada con la creación del banco de datos y la otra con el análisis de la dinámica de los mapas temáticos de uso y cobertura referentes a los años 1988, 1997 y 2006.

a) Creación del banco de datos

Según Hansen (1989), el banco de datos (BD) es una estructura que guarda registros de forma integrada o compartida, y permite que ítems de datos individuales sean usados por diferentes programas para combinar diversos conjuntos de datos.

Un sistema de BD es un programa computacional, normalmente, grande y complejo, que permite al usuario el intercambio de datos, actualizaciones, correcciones de errores, etc. El sistema opera con datos numéricos, alfanuméricos y fechas entre otros. Un BD posee lenguajes para la descripción y la manipulación de datos de investigaciones de elementos espaciales de la información. Así, también, provee herramientas de programación y posee estructuras particulares (Hansen, 1989).

Para la creación de la BD de este proyecto se utilizó el software SPRING. Este sistema de Geoprocesamiento puede ser definido como un conjunto de herramientas para el tratamiento de informaciones espaciales, generación de salidas en forma de cartografías convencionales, informes, archivos digitales, y otros. Esto facilita recursos para almacenar, gestionar, manipular y analizar datos (INPE, 2007).

La BD del SPRING almacena todas las definiciones de categorías de datos que aparecen en los diversos tipos de mapas (PI's), y que están constituidos por todas las entidades geobjetos y geocampos (SPRING, 2007).

La BD Nevado Sur se ha formado para el proyecto llamado Parque Sur, creado en proyección UTM/WGS84 con un área (rectángulo envolvente) definida por las coordenadas geográficas 9° 39' 00" y 9° 15' 00" S; 77° 39' 00" y 77° 14' 00" O.

Las categorías de cartografía temática, hidrografía, geología, vías al 2007 y límites, correspondientes al modelo de datos temáticos fueron creadas en el proyecto, y los datos en formato ASCII para nuevos PI's en el proyecto Parque Sur. En el SPRING los datos se dispusieron en categorías y planos de información.

TABLA 2.
Modelo de datos aplicados en el SPRING.
Modelo de datos Parque Sur

Categoría	Modelo	Tipo de datos	Plano de información (PI)	Clases
Imágenes	Imagen	Mosaico NASA	Nevsur 1 Nevsur 2 Nevsur 3	
Imagen sensor	Imagen	Landsat TM-5	TM b3 1988 TM b4 1988 TM b5 1988 TM b3 1997 TM b4 1997 TM b5 1997 TM b3 2006 TM b4 2006 TM b5 2006	
Imagen sensor	Imagen	Imagen segmentada	88-543seg1050-99 97-543seg1050-99 06-543seg1050-99	
Imagen sensor	Imagen	Imagen clasificada	88-543clas1050-99 97-543clas1050-99 06-543clas1050-99	
Cartatema	Temático	Imagen mapeada	88-543clas1050-99-T 97-543clas1050-99-T 06-543clas1050-99-T	hielo; Laguna; uso/cobertura
Geológico	Temático	Imagen temática	Morrenas Fallas geológicas	
Hidrografía	Temático	Imagen temática	Cuenca-Quillcay Ríos Landsat-tm	
Vías2007	Temático	Imagen temática	Principal Secundaria	
Límites	Catastral	Imagen temática	Areaurbana Dishuaraz Provincial Cap-prov	

Fueron creadas las categorías IMASENSOR e IMÁGENES que contenían los planos con la información referente a las imágenes de cada satélite. Las imágenes del satélite Landsat estaban en el formato GEOTIFF. Estos datos fueron leídos con el utilitario de importación de imágenes IMPIMA de la versión 4.3.2 del SPRING produciendo archivos GRIB's (*Gridded Binary*) para los sensores TM (bandas 3, 4 y 5) de los años 1988, 1997 y 2006, respectivamente.

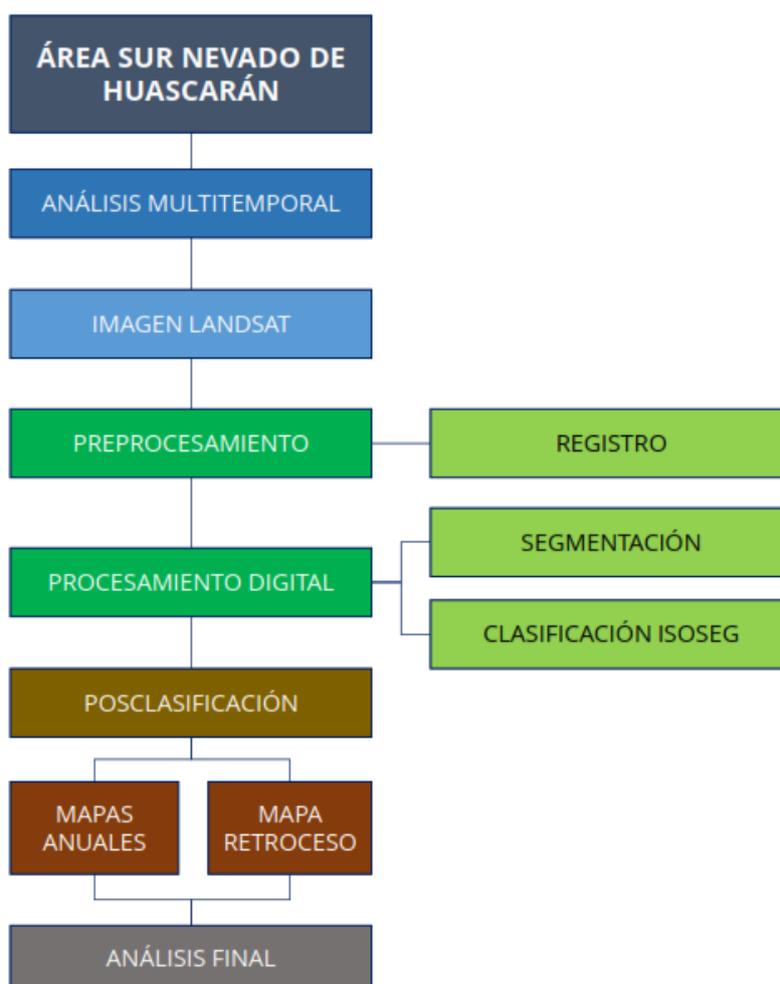
Las imágenes, traídas del IMPIMA para el proyecto, tienen una resolución espacial de 30 metros. Este procedimiento permitiría integrar las imágenes de los sensores TM para obtener los cambios ocurridos entre los años de 1988, 1997 y 2006. Los archivos GRIB's de las Imágenes fueron registrados e importados para dentro de los PI's de las referidas categorías presentando un total de 2364 columnas y 1410 líneas, lo que facilitó el análisis comparativo de las imágenes multitemporales envueltas en este trabajo.

b) Análisis de la dinámica de los mapas de uso y cobertura de 1988, 1997 y 2006.

La metodología empleada en esta propuesta puede ser visualizada mejor a continuación:

FIGURA 1.

Flujograma del trabajo propuesto



Fuente: Elaborado por el autor

5.2.1 Descripción de las etapas

a) Preprocesamiento

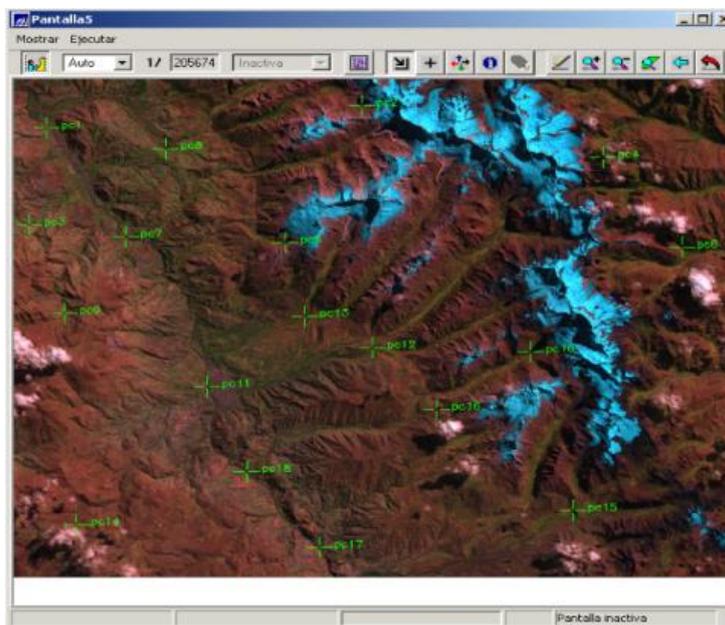
Consiste en la preparación de los datos provenientes de las imágenes satelitales para su clasificación. Estas técnicas permiten mejorar la calidad de los datos reduciendo los “las interferencias” o errores que se producen en los sensores durante la toma de la información. Las más comunes son las correcciones geométrica, radiométrica y atmosférica. (Moreira, M. A. 2005).

En este trabajo, primero se recortó el área de estudio y posteriormente se registraron las imágenes. El registro es una transformación geométrica que relaciona las coordenadas de la imagen (línea y columna) con las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de un mapa. Esa transformación elimina distorsiones geométricas existentes en la imagen causadas en el proceso generación de la misma por el sistema sensor y por la imprecisión de los datos de posicionamiento de la plataforma (Chuvieco, E. 2002).

Así, las imágenes del sensor TM del satélite LANDSAT 5 para los años 1988, 1997 y 2006 fueron registradas utilizando como referencia la imagen ortorreferenciada del mosaico NASA de 2000. En la Figura 2 se presentan los puntos de control utilizados en la georreferenciación de las imágenes para todas las fechas analizadas.

FIGURA 2.

Puntos de control utilizados para el georreferenciamiento de las imágenes Landsat



Se seleccionaron las bandas utilizadas para mapear el deshielo de los glaciares. La selección se basó tanto en la literatura pertinente, así como en una evaluación visual, que implicó un conocimiento previo del área de estudio para facilitar la identificación de los elementos y el tipo de procesamiento digital que serían adoptados.

b) Procesamiento digital de imágenes

En esta etapa, se aplicó la técnica de realce de contraste que tiene por objetivo mejorar la calidad de las imágenes para lograr que el ojo humano realice una buena identificación visual de los elementos de la escena.

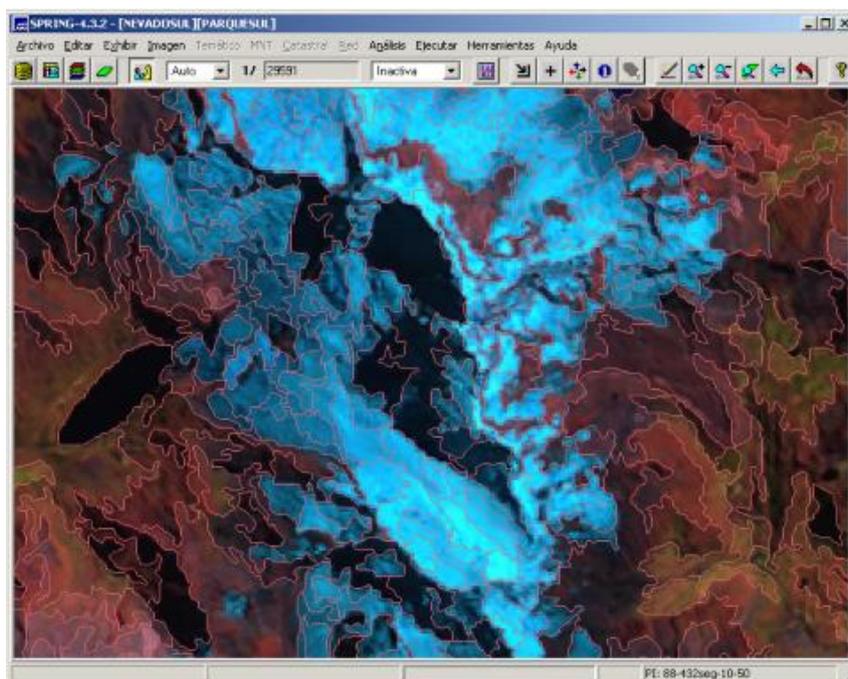
c) Clasificación y mapeo de la imagen

La clasificación digital consiste en seleccionar un conjunto de píxeles de los elementos que componen la imagen. Estos elementos, organizados en clases temáticas previamente definidas por el usuario, se convierten en clasificadores supervisados. En otros casos, cuando las reglas de la clasificación temática son definidas automáticamente por el clasificador se denominan clasificadores no-supervisados (Chuvieco, 1994).

En este estudio se utilizó un clasificador no-supervisado, debido a que los glaciares presentan una reflectancia relativamente homogénea (hielo/ nieve) y con un excelente contraste en relación a los elementos vacíos (suelo/roca). Albert (2002) evaluó diversos clasificadores en el nevado de Quellcaya al sur de los Andes peruanos. El autor verificó que el clasificador ISODATA presentó una exactitud por encima del 90 %. Aniya et al. (1996) también adoptó el ISODATA para mapear la capa de hielo de la región de la Patagonia. Debido a que el software SPRING no tiene este clasificador se utilizó un clasificador con especificaciones similares, el ISOSEG (SPRING, 2007). A continuación describimos los pasos que se adoptaron:

- **Segmentación de la imagen:** el clasificador separa un agrupamiento de píxeles en regiones homogéneas que presentan valores estadísticos similares. Después de realizar algunos tests de similitud, se segmentaron las imágenes de 1988, 1997 y 2006 utilizando valores de Similariedad = 10 y Área = 50. La Figura 3 presenta un ejemplo de segmentación utilizando como base la composición colorida 543 (RGB).

FIGURA 3.
Ejemplo de imagen segmentada



- **Clasificación de la imagen:** antes de realizar la clasificación de la imagen segmentada se establece un limiar (borde) de aceptación para la definición de las clases. Los clasificadores por regiones utilizan, además de la información espectral de cada "píxel", la información espacial que envuelve la relación entre los "píxeles" y sus vecinos. Estos clasificadores buscan simular el comportamiento de un fotointérprete, al reconocer áreas homogéneas de imágenes, basadas en propiedades espectrales y espaciales de Imágenes. La información del borde es utilizada inicialmente para separar las regiones y las propiedades espaciales y espectrales que unirán áreas con la misma textura (SPRING, 2007).

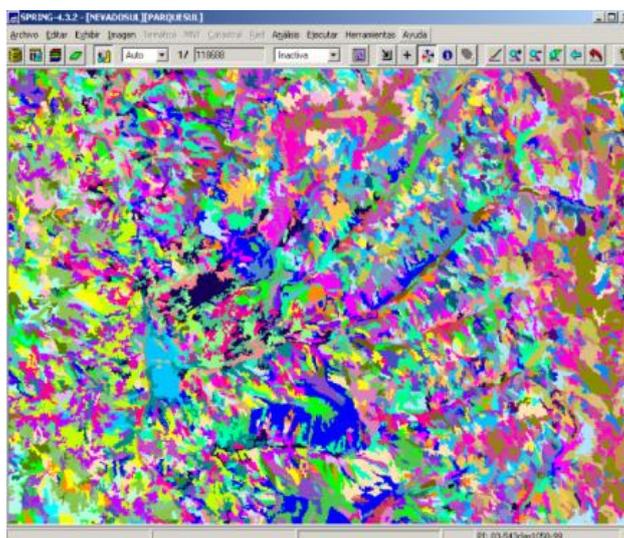
El clasificador ISOSEG es uno de los algoritmos disponibles en el SPRING para clasificar regiones de una imagen segmentada. Es un algoritmo de agrupamiento de datos no-supervisado aplicado sobre el conjunto de regiones que se caracteriza por tener características comunes en sus atributos estadísticos de media, matriz de covarianza y también por el área.

Un algoritmo de "clustering" no supone ningún conocimiento previo de la distribución de densidad de probabilidad de los temas como ocurre en el algoritmo de la máxima verosimilitud. Es una técnica de clasificación que procura agrupar regiones, a partir de una medida de similitud entre ellas. La medida de Similitud utilizada es la distancia de Mahalanobis entre la clase y las regiones candidatas a la relación de pertinencia con esta clase.

El ISOSEG utiliza los atributos estadísticos de las regiones: matriz de covarianza y vector de media para estimar el valor central de cada clase (SPRING, 2007). Fueron probados 4 umbrales (bordes) de aceptación (99, 95, 90 y 75) para las escenas de los años 1988, 1997 y 2006. El umbral de aceptación adoptado fue el 99 % porque respetaba más la forma del glaciar permitiendo realizar un mapeo con más precisión. En la Figura 4 se presenta un ejemplo de imagen clasificada utilizando el clasificador ISOSEG. El clasificador generó 9 clases que fueron analizadas y renombradas como: "morrena", "glaciares", "Lagunas", "ríos", "nubes", "sombra", "escarpe", "suelo expuesto", "pasto natural" y "área urbana".

FIGURA 4.

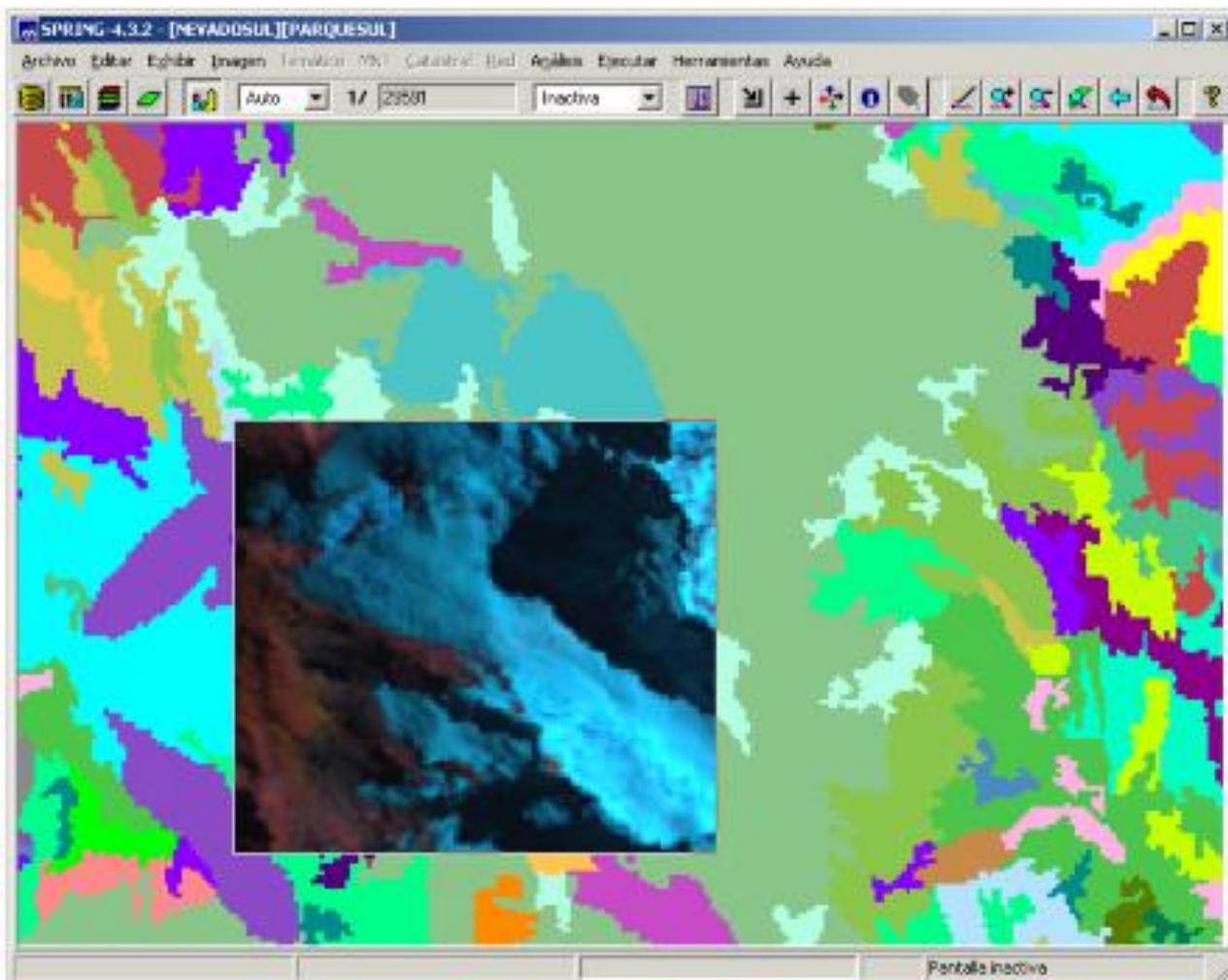
Ejemplo de imagen clasificada con ISOSEG



- **Posclasificación:** en esta etapa, con el objetivo de mejorar el resultado, el usuario interviene directamente en el proceso eliminando las clases aisladas. La clasificación presenta un número amplio de clases que fueron agrupadas en cuatro formas: "morrena", "glaciares", "lagunas", "uso/cobertura". Para definir ese agrupamiento, la clasificación fue confrontada con la composición colorida 543 (RGB) que quedaba de fondo (Figura 5). De esta forma, el usuario puede hacer la reclasificación de la imagen.

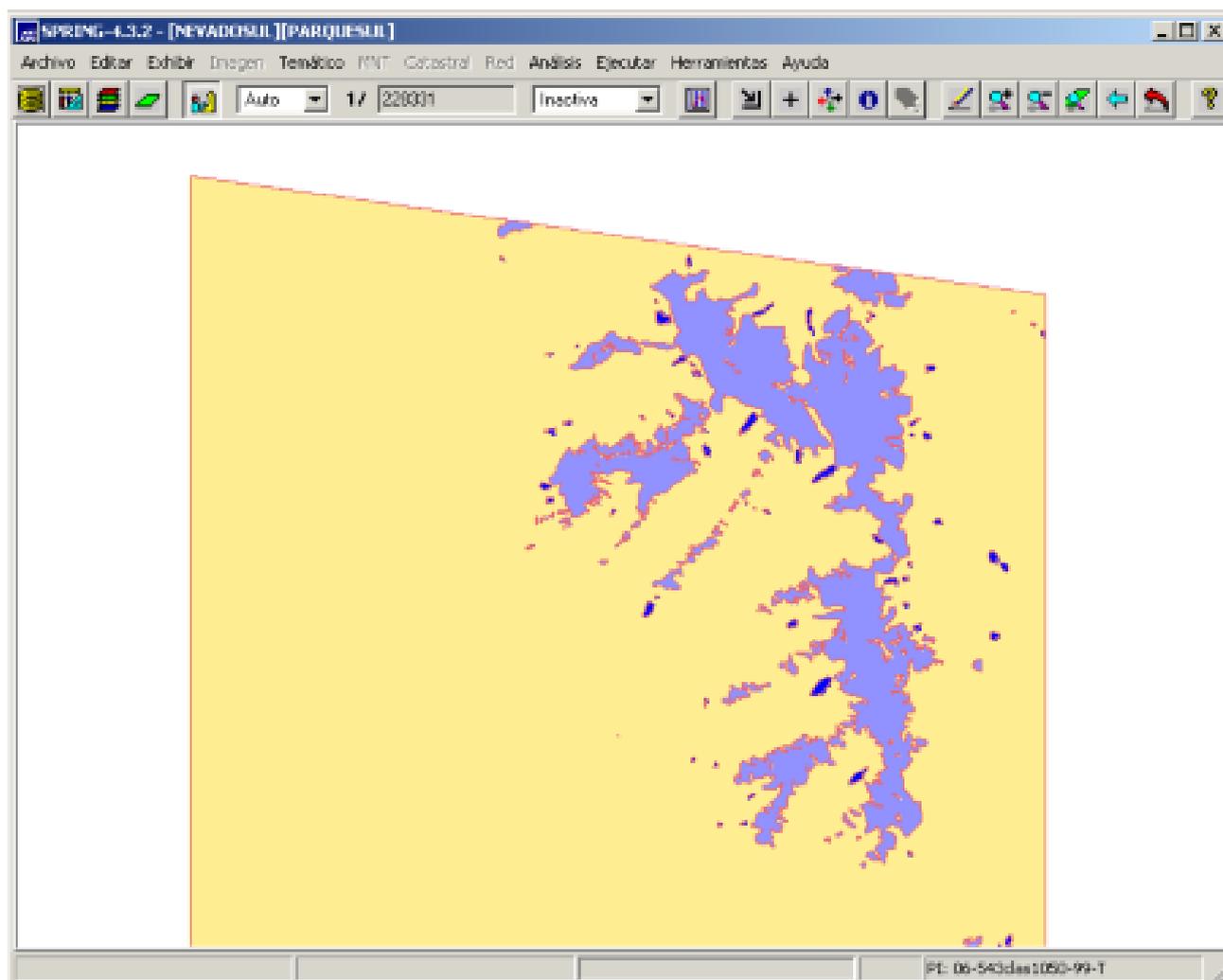
FIGURA 5.

Proceso de reclasificación con una combinación de imagen 543 (RGB) de fondo



- **Mapeo:** es el momento en que la imagen clasificada (Categoría Imagen) es transformada en un mapa temático raster (Categoría Temático). El mapa temático resultante del uso de la tierra en el Parque Sur se realizó considerando las siguientes clases: "morrena", "glaciares", "Lagunas", "uso/cobertura". En la Figura 6, se puede observar el resultado final de dicho mapeo en el año 2006.

FIGURA 6.
Resultado final del mapeo de clases temáticas



6. RESULTADOS PRELIMINARES

6.1 ANÁLISIS DEL RETROCESO EN LOS AÑOS 1988, 1997 Y 2006

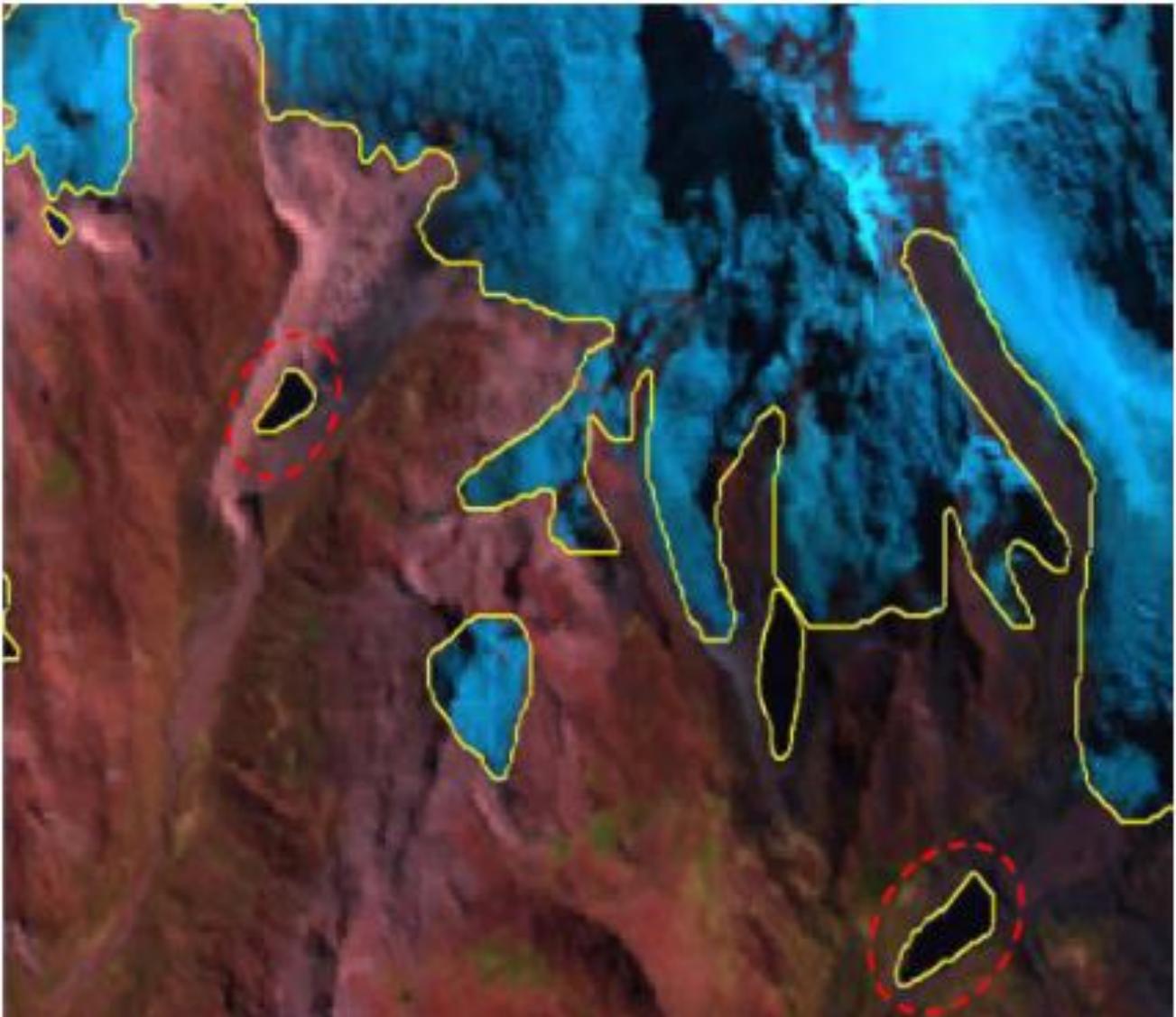
Con relación a las fechas de mapeo se optó por utilizar un intervalo de 9 años entre sí. Conforme a lo verificado en los trabajos de Georges (2004), Quincey et al. (2005), Silverio, W. y Jaquet, J. (2005) y Vilimek et al. (2005), este es un tiempo suficiente para que ocurra algún tipo de modificación en la extensión de la cobertura de hielo de los glaciares y en el volumen de agua de las lagunas glaciares.

El área de mayor importancia en este trabajo fueron los glaciares del sector sur del Parque Nacional Huascarán y las lagunas de origen glaciar de la cuenca hidrográfica del río Quillcay. Utilizando el método de clasificación ISOSEG se logró diferenciar y separar con bastante eficiencia las áreas de glaciares y lagunas de los demás elementos presentes en la escena, principalmente en esta área. En la Figura 7, que corresponde a la imagen clasificada de 1988, se puede observar la localización de las

lagunas Palcacocha (a izquierda) y Tullpacocha (a derecha) y la correcta delimitación de los glaciares y cobertura de nieve (línea amarilla).

FIGURA 7.

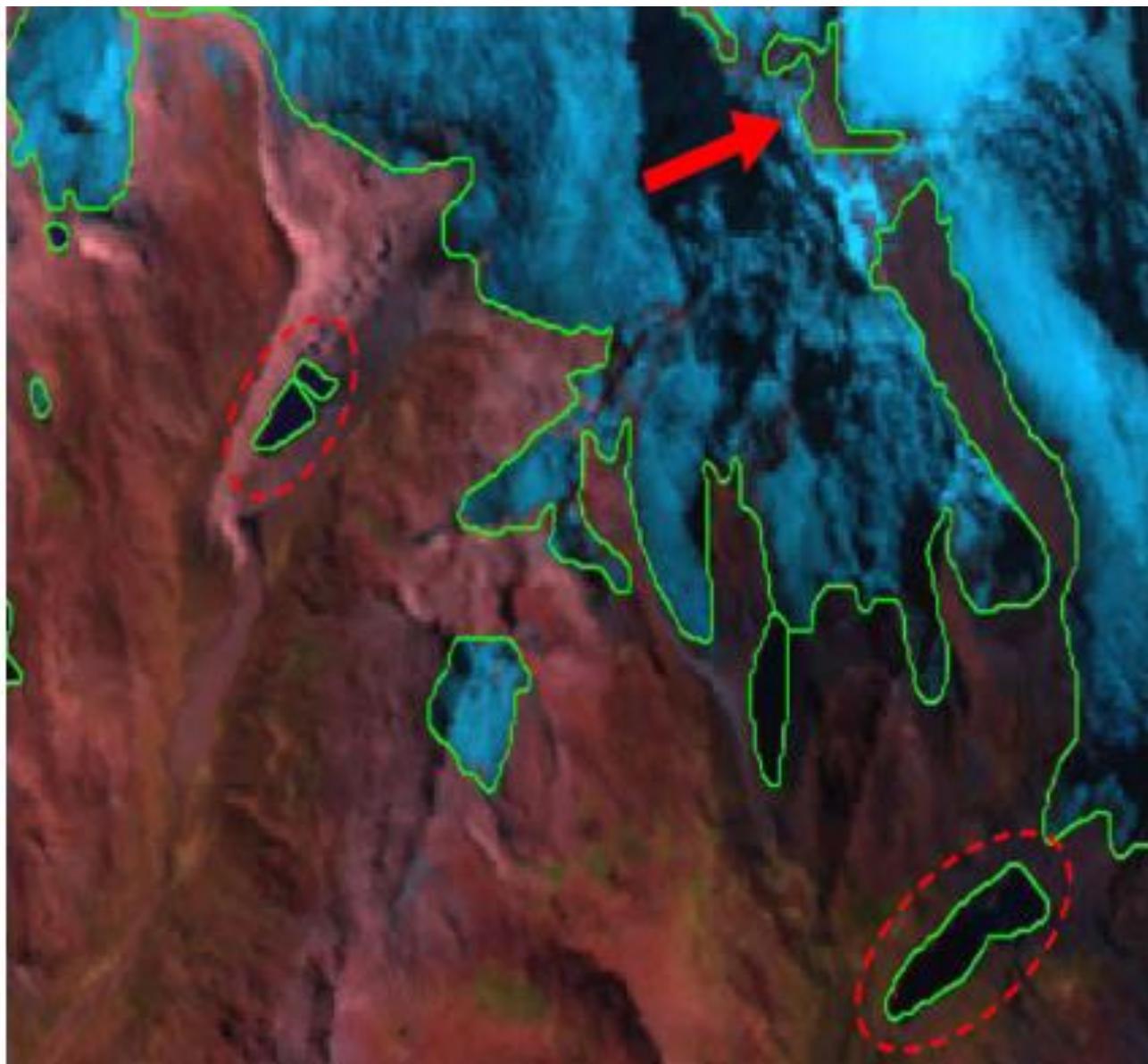
Delimitación de las áreas de glaciares y lagunas de la subcuenca del río Quillcay en 1988



Para el año 1997, en la Figura 8, se observa un incremento significativo de las lagunas Palcacocha (2,86 ha.) y Tullpacocha (11,7 ha.) en relación al año de 1988. Así mismo, el límite de los glaciares presentó un retroceso acentuado, presentado en algunos puntos algunas áreas de deshielo (flecha roja) que no fueron identificadas en la imagen de 1988.

FIGURA 8.

Delimitación de las áreas de glaciares y lagunas de la subcuenca del río Quillcay en 1997



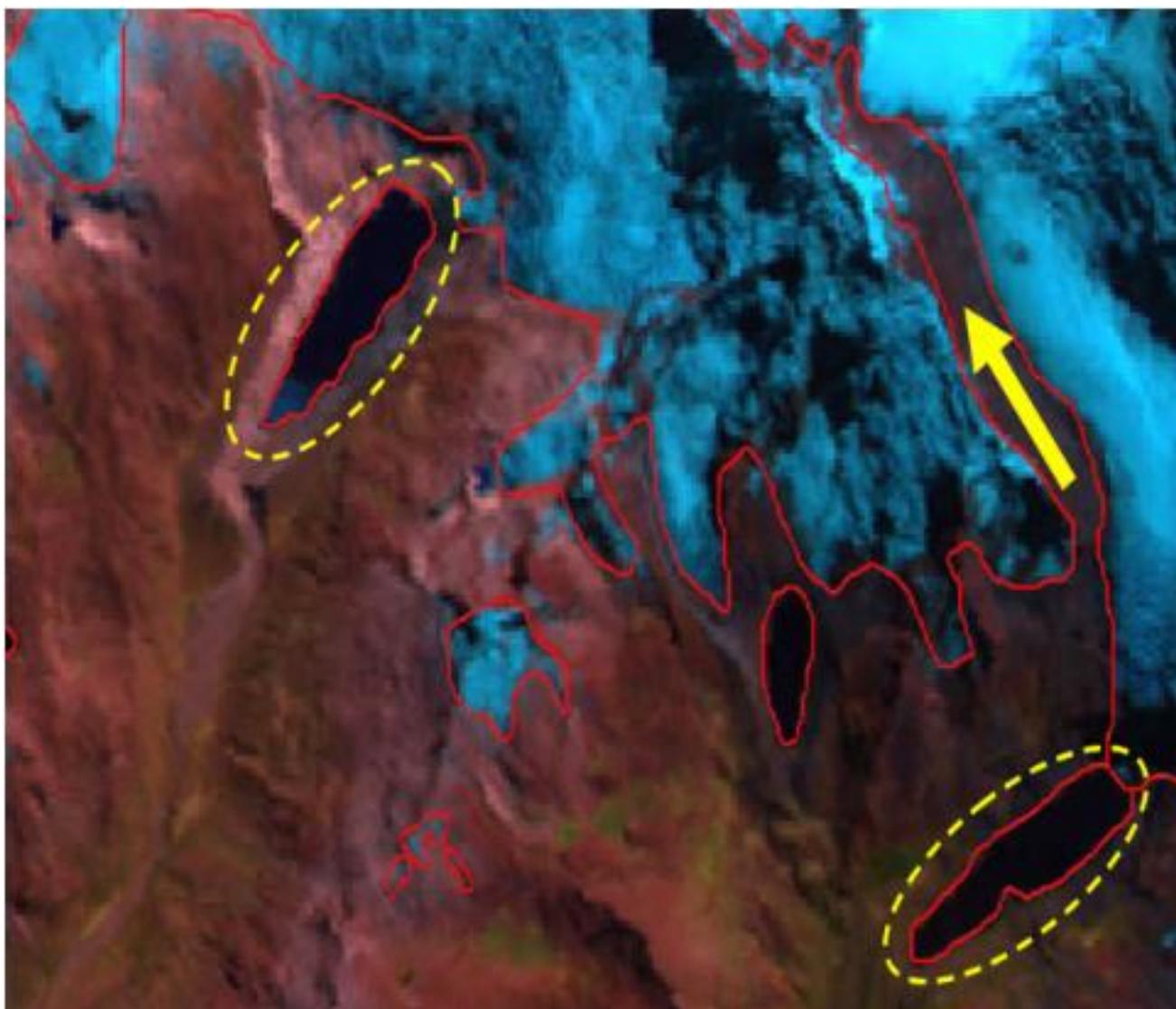
El incremento del área de las lagunas y la disminución del área de los glaciares fue más acentuado en el año de 2006 (Figura 9). Lo que más llamó la atención, en relación a 1988 y 1997, fue el aumento del área de la laguna Palcacocha, con un incremento de 35,29 ha. en relación a 1997. La laguna Tullpacocha a pesar de haber aumentado de tamaño (19,23 ha.), no presentó una gran variación en estos 18 años que ha abordado el estudio.

Por otra parte, hubo una disminución significativa de las áreas de glaciares. Por ejemplo, un segmento de glaciar que separa el área de deshielo en 1997 del área de valle desapareció completamente, mostrando un avance del deshielo en las zonas más bajas (flecha amarilla), que

corresponden a las áreas de fondo de valles. Consideramos que fueron las aguas de ese deshielo, las que alimentaron la laguna Tullpacocha.

FIGURA 9.

Delimitación de las áreas de glaciares y lagunas de la subcuenca del río Quillcay en 2006



En las tablas 3 y 4 se puede observar el severo cambio ocurrido en las lagunas Palcacocha y Tullpacocha en el período 1988 - 2006. Es interesante notar que, a pesar de quedar con tamaños semejantes, tanto el área cuanto el perímetro de la laguna Palcacocha aumenta considerablemente en la última década.

Esto viene a confirmar la preocupación de la NASA por monitorear esta laguna con imágenes del sensor ASTER. Este aumento considerable en el volumen del agua pone en riesgo a toda la población de la ciudad de Huaraz, configurando un escenario similar al ocurrido en Yungay. Es decir, si ocurriera un fuerte terremoto en la región es posible que el dique existente se rompa, produciendo un violento flujo de agua, hielo y roca pendiente abajo que podría enterrar parte de la ciudad de Huaraz, dejando

un gran número de víctimas fatales. Es importante resaltar que en ambas lagunas el mayor incremento de área ocurrió en la última década. Esto viene a confirmar las observaciones realizadas por el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) que ha indicado que 11 de los últimos 12 años (1995-2006) están entre los años más calientes ya registrados desde 1850 (IPCC, 2007).

TABLA 3.

Incremento del área de la laguna Palcacocha en el período 1988- 2006

Año	Área (ha)	Perímetro (km)	Incremento			
			Área (ha)		Perímetro (km)	
			1988-1997	1997-2006	1988-1997	1997-2006
1988	6,19	1,03	2,86	35,29	0,75	1,59
1997	9,05	1,78				
2006	44,34	3,37				

TABLA 4.

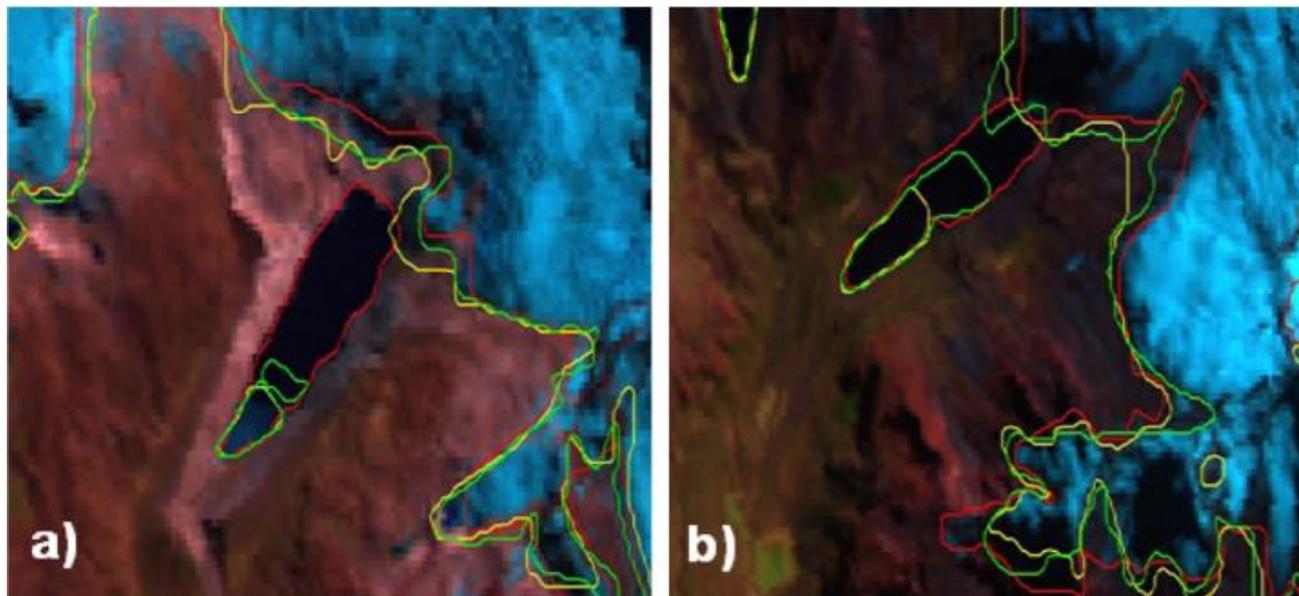
Incremento del área de la laguna Tullpacocha en el período 1988 - 2006

Año	Área (ha)	Perímetro (km)	Incremento			
			Área (ha)		Perímetro (km)	
			1988-1997	1997-2006	1988-1997	1997-2006
1988	15,18	1,74	11,7	19,23	0,91	0,96
1997	26,88	2,65				
2006	46,11	3,61				

La Figura 10 permite observar con mayor claridad el incremento de las lagunas glaciares localizadas dentro de la subcuenca hidrográfica del río Quillcay, así como la disminución de las áreas de los glaciares correspondientes al sector sur del Parque Nacional Huascarán en el período 1988-2006. El color amarillo corresponde al año 1988, el verde al año 1997 y el rojo al año 2006.

FIGURA 10.

Incremento de las lagunas glaciares en la subcuenca del río Quillcay período 1988 – 2006



6.2 PROYECCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

Teniendo como base los datos de deshielo obtenidos a través del proceso de clasificación de imágenes fue posible hacer una proyección del retroceso glaciar para un futuro próximo en el sector sur del Parque Nacional Huascarán. Esta proyección estimó que el deshielo para el 2013 corresponde a un período total de 25 años, tomando como punto de partida el año de inicio del análisis en este estudio, es decir, 1988.

Inicialmente se obtuvo una línea de tendencia, definida a partir de la cantidad de hectáreas que fueron perdidas por los glaciares en los años 1988, 1997 y 2006. Pero, después se utilizó el método de interpolación aritmética establecido por Santiago, et al. (2004) que consiste en la siguiente fórmula:

$$P_x = P_0 + \frac{P_1 - P_0}{n} * t$$

Donde, P_x es la cantidad de hectáreas que se desea conocer para el escenario futuro; P_0 es la cantidad de hectáreas del primer año medido; P_1 es la cantidad de hectáreas en el último año medido; n es o número de años entre P_0 y P_1 ; y t es el número de años entre el primer año y el año que se quiere conocer. Así, substituyendo las variables por los valores obtenidos y deseados se obtuvo el siguiente resultado:

$$P_x = 18333.32 + \frac{16980.24 - 18333.32}{16} * 25$$

$$P_x = 16219,38 \text{ ha.}$$

La Tabla 5 presenta la comparación con los demás años analizados y el incremento del retroceso glaciar para 2013. Nótese, a través de esta tabla, que los glaciares continuaron sufriendo pérdidas significativas en su extensión de área de hielo.

Como no fue utilizada ninguna variable climática en esta proyección de escenario, las tasas pueden aumentar o disminuir en relación a esos valores. Por lo tanto, conforme al IPCC (2007), los modelos climáticos apuntan a pérdidas significativas de la extensión de hielo de los glaciares de montaña en las regiones tropicales. Si las tasas de deshielo continúan en esta proporción es muy probable que, en las próximas décadas, algunos glaciares de montañas tropicales dejen de existir.

TABLA 5.

Retroceso glaciar en el período 1988 - 2013 por el método de interpolación aritmética.

Año	Área (ha)	Perímetro (km)	Retroceso glaciar (ha)		
			1988-1997	1997-2006	2006-2013
1988	18333,32	647,09	11,7	630,82	760,86
1997	17611,06	682,98			
2006	16980,24	3,61			
2013	16219,38				

7. CONSIDERACIONES FINALES

La metodología adoptada resultó eficiente y mostró resultados satisfactorios, lo que permitió adaptarse fácilmente en imágenes de otros sensores ópticos como ASTER y CBERS.

Por otra parte, los resultados permiten constatar que en la actualidad las técnicas de sensoramiento remoto asumen un papel imprescindible en el monitoreo y mapeo de los glaciares de montaña, como los encontrados en la cordillera Blanca.

Los resultados obtenidos demuestran que durante el período 1988-2006 hubo un incremento significativo de las lagunas Palcacocha y Tullpacocha, así como una disminución de las áreas glaciares del sector sur del Parque Nacional Huascarán, ambos localizados en la subcuenca hidrográfica del río Quillcay. Esta variación, tanto en el tamaño de las lagunas como en el de los glaciares, puede estar directamente relacionada con el calentamiento global, principalmente cuando se comparan las tasas de deshielo y el aumento de temperatura en la última década que es considerada la más caliente desde 1850.

Este comportamiento no es aislado, sino una tendencia que se ha observado en investigaciones científicas realizadas en otros glaciares andinos, especialmente en aquellos localizados en la zona tropical. Casi todos los futuros monitoreos prevén que las tasas de deshielo continuarán incrementándose y que es posible que a mediados de este siglo muchos glaciares de montaña tropical puedan desaparecer.

La laguna Palcacocha se presenta hoy como un peligro potencial para la ciudad de Huaraz, constituyendo un riesgo elevado para la población local. Es necesario adoptar medidas estructurales

con urgencia no solo en el dique que presenta la laguna, sino también en los cauces del río que atraviesan las áreas más densamente ocupadas. También es fundamental que se realice un mapa de las áreas de riesgo de la subcuenca del río Quillcay, así como un trabajo de sensibilización y concientización de la población en el desarrollo de sistemas de alerta y áreas de seguridad. Los desastres naturales no pueden ser evitados, pero sus consecuencias pueden minimizarse mediante la prevención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, T. H. (2002). *Evaluation of remote sensing techniques for ice- area classification applied to the tropical Quelccaya ice cap, Peru*. Polar Geography, 26, n° 3, (pp. 210-226).
- Ames, A. (1998). *A documentation of glacier tongue variations and lake development in the Cordillera Blanca, Peru*. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, 34, pp. 1-36.
- Aniya, M.; Sato, H.; R. Naruse, R.; Skvarca, P. y Casassa, G. (1996). *The use of satellite and airborne imagery to inventory outlet glaciers of the Southern Patagonia Ice-field, South America*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, n° 12, (p. 1361-1369).
- Bishop, M. P.; Kargel, J.; Kieffer, H.; MacKinnon, D.J.; Raup, B.H. y Shroder, J.F. (2000). *Remote-sensing science and technology for studying glacier processes in high Asia*. Annals of Glaciology, 31, pp. 164-170.
- Clague, J. J. y Evans, S. G. (2000). *A review of catastrophic drainage of moraine dammed lakes in British Columbia*. Quaternary Science Reviews, 19, pp. 1763-1783.
- Chuvieco, E. (1994). *Principios de Teledetección Espacial*. Madrid: Rialp. pp. 450.
- Chuvieco, E. (2002). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Madrid: Rialp, pp. 570.
- Dyrurgerov, M. (2002). *Glacier mass balance and regime: Data of measurements and analysis*. Occasional Paper N° 55. Boulder, CO: Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, pp. 268.
- Ericksen, G. E. y Plafker, G. (1970). *Preliminary Report on the Geologic Events Associated With the May 31, 1970, Peru Earthquake*. Geological Survey Circular, 639.
- Hansen, K. L. (1989). *GIS vs CAD vs DBMS em mapeamento digital: Exemplos em Engenharia Ambiental*. Congresso Brasileiro de Cartografia. Brasília - DF. Anais SBC.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2005). *Censos Nacionales 2005: X de Población y de Vivienda*.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. (2007). *Tutorial de geoprocessamento: segmentação de imagens*. Disponible en:
<<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/segmentacao.html>> Accesado en: 25/ 05/ 2007
- Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA. (2007). *Informe comportamiento y estado actual de Pastorruri. Huaraz: Intendencia de Recursos Hídricos, Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos*.

- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2007). *Climate Change*. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers, pp. 18. Disponible en: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>> Accesado en 25/ 05/ 2007.
- Kääb, A. Wessels, R.; Haeberli, W.; Huggel, C.; Kargel, J. S. y Singh Khals S.J. (2003). *Rapid ASTER imaging facilitates timely assessment of glacier hazards and disasters*. EOS, Transactions of the American Geophysical Union, 84, pp. 117-21.
- Kieffer, H. H., et al. (2000). *New eyes in the sky measure glaciers and ice sheets*. EOS, Transactions of the American Geophysical Union, 81, pp. 270-71.
- Lillesand, T. y Kieffer, R. (1994). *Remote sensing and image interpretation*. New York: JOHN WILEY & SONS, (pp. 750).
- Moreira, M. A. (2005). *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de Aplicação*. 3ª ed. Viçosa, UFV, pp. 320.
- National Aeronautics and Space Administration- NASA. (2007). Disponible en: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/gallery-detail.asp?name=Huaraz>> Accesado en 12/07/2007
- Peru cámaras. (2007). Portal empresarial. Disponible en: <<http://www.perucamaras.com/publicaciones.htm>> Accesado en: 12/07/2007.
- Plafker, G.; Ericksen, G. E. (1978). *Nevados Huascarán Avalanches, Peru*. In: -VOIGHT, B. (ed.). *Rockslides and avalanches: natural phenomena*. New York: Elsevier. pp. 277-314.
- Richardson, S. D.; Reynolds, J. M. (2000). *An overview of glacial hazards in the -Himalayas*. Quaternary International, 65/66, pp. 31-47.
- Santiago, Y.; Soria, M.; Posada, E. y Guillen, J. (2004). *Estudio multitemporal del retroceso glaciar a través de imágenes de sensores remotos y SIG en la sierra Nevada del Cocuy, Cordillera Oriental de Colombia, periodo 1960 - 2003*. Santafé de Bogotá. Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Silverio, W. y Jaquet, J. (2005). *Aplicación de la Teledetección satelitaria para la estimación del retroceso glaciar en la Cordillera Blanca Perú, entre 1987 y 1996*. Suiza: Universidad de Ginebra.
- Schowengerdt, R. A. (1997). *Remote Sensing: Models and Methods for Image --Processing*. New York: Academic Press.
- Tobin, G. A y Montz, B.E. (1997). *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press. pp.338.
- Thompson, L. G.; Mosley-Thompson, E. y Morales Arnao, B. (1984). *El Niño-Southern Oscillation events as recorded in the stratigraphy of the Tropical Quelccaya Ice Cap*. Science, 22, pp. 50-53.
- United Nations Environment Programme - UNEP. (2007). *Global Outlook for Ice and Snow*. Disponible en: <http://www.unep.org/wed/2007/downloads/documents/Tunza%20Meltdown_FR.pdf> Accesado en 08/06/2007>
- United State Geological Survey - USGS. (2007). *Glacier Hazards*. Disponible en: <<http://pubs.usgs.gov/prof/p1386i/peru/hazards.html>> Accesado en 22/05/2007
- Vilimek, V., Zapata, M. L., Klimes, J., Patzelt, Z., y Santillan, N. (2005). *Influence of glacial retreat on natural hazards of the Palcacocha Lake area, Peru*. Landslides, 2, pp. 107-115.



La cordillera del Cóndor forma parte de la frontera internacional entre Perú y Ecuador

POLÍTICAS DE INTEGRACIÓN FRONTERIZA Y TERRITORIOS DE MINERÍA TRANSNACIONAL EN LA CORDILLERA DEL CÓNDOR¹

José Manuel Mamani

RESUMEN

La cordillera del Cóndor es una región amazónica de importante biodiversidad, cabecera de cuencas y territorio ancestral de nativos jíbaros. Además, es frontera entre los estados de Perú y Ecuador. Su aislamiento y lo agreste de su relieve la mantuvieron como un espacio no apropiado por ninguno de estos estados hasta años recientes.

En 1998, luego de varios decenios de conflicto, se definió el límite entre ambos países en la cordillera del Cóndor y se dio inicio así a una serie de acuerdos binacionales que definían las políticas de uso del territorio de esta región en la búsqueda de una integración fronteriza. A casi 20 años de estos acuerdos nos preguntamos ¿han logrado sus objetivos?, ¿qué cambios han ocurrido en la cordillera del Cóndor?, ¿qué territorialidades se están configurando? Creemos que las respuestas a estas preguntas están en el accionar de los actores, asociados cada uno a una temporalidad, que conviven actualmente inmersos denle el proceso de globalización imperante en la cordillera del Cóndor.

PALABRAS CLAVE: *cordillera del Cóndor, integración fronteriza, globalización, territorios.*

DATOS DEL AUTOR

Bachiller en Geografía (UNMSM), Master en Geografía de Países en Desarrollo (Université Paris 1 Panthéon Sorbonne), doctorando en Geografía (Escuela Doctoral de Geografía de París / UMR8586 Prodig)

Investigador en formación. Se desempeña como consultor independiente para entidades públicas, privadas, ONGs y también en la docencia universitaria.

Temáticas de interés: Geografía rural; Relaciones campo-ciudad; Patrimonio; Turismo; Cartografía.

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

¹ La investigación fue realizada en el año 2010 gracias a una beca otorgada por la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental dentro del programa Advancing Conservation in a Social Context (ACSC). El texto presentado ha sido revisado y actualizado para el Boletín del Colegio de Geógrafos.

ABSTRACT

The Cordillera del Condor is located in the Amazon region on the border between two countries: Peru and Ecuador. Well known for its biodiversity and being territory for some indigenous people -the Jibaros- the region is also a mountainous and isolated space. It was in fact a non-appropriate space for any of the two States whom share the region. In 1998, after several conflicts, the border was defined giving start to some agreements between both countries in relation to land use, with the goal of Border Integration. Almost twenty years later we make some questions: Were these politics successful? Which changes were originated in recent years in Cordillera del Condor? Which territorialities are being constructed? We believe that the answers to these questions are in the actors' play rolling, each one of them associated to a temporality immersed within the process of globalization, already ruling in Cordillera del Condor.

KEYWORDS: *Condor mountain range, border integration, globalization, territory.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INTRODUCCIÓN

La cordillera del Cóndor se encuentra ubicada en el norte del Perú en el departamento de Amazonas y al sur oriente del Ecuador en las regiones de Zamora-Chinchipec y Santiago-Morona. Sus cumbres constituyen la frontera natural entre Perú y Ecuador² que fue establecida como tal hace poco más de una década, luego de una situación de indefinición desde el nacimiento de ambas repúblicas, y tras vivir varias situaciones conflictivas a lo largo de los siglos XIX-XX³. Posee ecosistemas boscosos de gran valor ecológico y una biodiversidad envidiable a nivel de la Amazonía y el neotrópico⁴. Sus cumbres constituyen cabeceras de cuenca de los ríos Cenepa-Comaina en Perú; y Nangaritza-Coangos en Ecuador. La cordillera del Cóndor es un territorio ancestral de nativos jíbaros.

Desde el nacimiento de las repúblicas independientes de Perú y Ecuador, y posteriormente durante el periodo de conflicto y a lo largo de todo el siglo XX el área permaneció como un espacio no apropiado⁵ por ninguno de los estados, aunque a raíz de los conflictos limítrofes se establecieron algunos puestos militares en las proximidades⁶.

A puertas del siglo XXI con la firma del Acta de Brasilia, que significaba la paz definitiva entre Perú y Ecuador; se firmaron varios acuerdos binacionales con miras a la integración de estos espacios fronterizos. Más de diez años después, los resultados son cuanto menos, cuestionables. Nos preguntamos ¿qué políticas fueron impulsadas en la cordillera del Cóndor para lograr la integración fronteriza?, ¿qué alcances y repercusiones han tenido estas políticas en el desarrollo fronterizo de las comunidades locales?, ¿quiénes se esperaba que fueran beneficiados por estas políticas? Responderemos a estas preguntas, además de hacer una lectura de las políticas desde una visión de las territorialidades y temporalidades de los distintos actores que comparten el interés por aprovechar los recursos de la cordillera del Cóndor.

1. LAS POLÍTICAS DE INTEGRACIÓN FRONTERIZA

DESARROLLO E INTEGRACIÓN FRONTERIZA EN TIEMPOS DE GLOBALIZACIÓN

Si bien el término frontera puede ser entendido en un sentido muy amplio constituye, en esencia, un límite, un ámbito de ruptura o continuidad. Para nuestro caso, al referirnos a una frontera política,

² Específicamente se encuentra entre las cabeceras de los ríos Coangos y Cenepa al norte; Nangaritza

y Achum al sur en una extensión de unos 150 km aproximadamente.

³ Los conflictos armados principales ocurrieron en 1941, 1981 y 1995. Constituye así la frontera peruana que más tiempo tomó delimitar, y la última frontera continental en demarcarse (Cayo, 2000; 3).

⁴ Diversos estudios sustentan esta afirmación, tomamos como referencia aquí el RAP (Rapid Assessment Program) elaborado por International Conservation entre 1993 y 1994, publicado como "The cordillera del Cóndor: Region of Ecuador and Perú: A biological assesment" (Schulenberg & Aubrey, 1997). Asimismo la Botanical exploration of the cordillera del Cóndor region, Ecuador elaborada por el Jardín Botánico de Missouri liderado por David Neill y financiada por National Geographic Society (2000-2001).

⁵ Esta expresión ha sido usada por Barclay para referirse a: "la apropiación del espacio [como] un proceso en el cual media no solamente la verificación de derechos jurídicos sobre este, sino el conocimiento, aprovechamientos, ejercicio de la hegemonía del Estado y control de los recursos, humanos y naturales" (Barclay, 1998; 274).

⁶ No obstante, el proceso de ocupación y colonización del entorno de cordillera del Cóndor puede abarcar desde la década de 1960-70 del siglo XX, especialmente desde el lado ecuatoriano. (Kingman, 2005).

nos referimos al elemento que define los límites territoriales de los estados, a manera de barreras políticas territoriales que varían en el tiempo, si bien su tendencia es hacia un equilibrio dinámico. El desarrollo fronterizo, por otro lado, en términos del Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú es *“el proceso necesario e impostergable de incorporación de las fronteras al patrimonio activo del país, conducido mediante iniciativas nacionales que respondan a objetivos y estrategias integrales de desarrollo”* (RREE, 2007; 26), en el mismo documento se define la integración fronteriza como *“el proceso orgánico, convenido por dos Estados en sus espacios fronterizos colindantes, que tiene por objetivo propiciar su desarrollo sobre la base del aprovechamiento complementario de sus potencialidades y recursos”*. Así el desarrollo fronterizo es un proceso unilateral, mientras la integración fronteriza implica un acuerdo bilateral entre dos países a fin de definir las políticas en el aprovechamiento de los recursos y el desarrollo común entre ambos.

En nuestros tiempos, claramente marcados por la globalización, hablar de integración fronteriza es un asunto clave que redefine la visión del estado-nación y las fronteras. A esto se refiere Boissier cuando afirma que *“las antiguas fronteras nacionales son simplemente superadas por las nuevas realidades dictadas por la lógica de la globalización”* (Boissier, 2003; 30), esto quiere decir existe todo un proceso de reconfiguración territorial, *“un nuevo ordenamiento territorial derivado de la lógica de expansión del capital desterritorializado que acompaña ahora a la segmentación de los procesos industriales en términos funcionales y territoriales”*⁷ (Boissier, 2003; 29).

Asimismo, los espacios limítrofes de gran valor biológico como cordillera del Cóndor han sido señalados como posibles escenarios para iniciativas de conservación transfronteriza a través de áreas protegidas transfronterizas o *Peace parks*⁸, compartidas por dos o más países, especialmente favorables cuando se trata de regiones agrestes y de escaso poblamiento.

Por otro lado, las importantes vetas de oro que se escoden bajo la cordillera⁹ hace posible desarrollar proyectos mineros en la frontera, algo que también cuenta con importantes antecedentes, especialmente en espacios fronterizos poco habitados como los vistos entre China y Mongolia o Chile y Argentina¹⁰.

A continuación, analizaremos el contenido de los acuerdos que definieron las políticas de integración fronteriza y como finalmente se optó por una situación de *trade off* en la que se crea un área de conservación al norte de la cordillera (Parque Nacional Ichijkat Muja), mientras el sur es concesionado a empresarios mineros ligados a intereses foráneos en lo que parece ser un caso explícito de minería transfronteriza.

⁷ Este capital desterritorializado tendría repercusiones como a) una distribución geográfica más caótica de los factores de producción y b) un aumento en la movilidad de los bienes y flujos de producción. Ello permitiría mantener economías orientadas a actividades primarias en países subdesarrollados apoyadas por mejoras técnicas.

⁸ Estas iniciativas de conservación transfronteriza tienen su origen en el Kgalagadi Transfrontier Park, un parque nacional creado en la frontera entre Sudáfrica y Botswana, gracias a la iniciativa de la Peace park foundation promovida por Nelson Mandela en 1997.

⁹ Asociados a la formación del Batolito.

¹⁰ El caso de la mina Pascua Lama en la frontera Chile-Argentina es paradigmático. Chile y Argentina firmaron su tratado de paz en 1984, dicho tratado contemplaba hacer efectivo un tratado de complementación minera que fue firmado en 1991. En 1997, ya existía un Tratado Bilateral de Minería, que fue ratificado por ambos congresos en el 2000. Todos estos acuerdos sumados a otras muchas normas emanadas por los gobiernos para favorecer a la minería se aplican hoy en día sobre el 95% de la frontera, ante la crítica tenaz de los pueblos circundantes quienes se oponen a su presencia.

LA DEFINICIÓN DE LAS POLÍTICAS: LA FIRMA DE LA PAZ DE BRASILIA Y LOS ACUERDOS BINACIONALES

La cordillera del Cóndor constituía pues un espacio no apropiado ni por Perú, ni por Ecuador hasta hace poco más de una década cuando se firma el Acta Presidencial de Brasilia el 26 de octubre de 1998 y se establece la paz *definitiva* entre ambos países. A partir de entonces la región es presentada como un territorio compartido por los estados de Perú y Ecuador sobre la que se propician iniciativas de desarrollo e integración.

Desde el inicio, estas políticas de integración y las materias tratadas en los acuerdos binacionales no definieron claramente las iniciativas en el uso del territorio de cordillera del Cóndor. De esta manera, existió una gran expectativa e intereses de diversos actores por establecer áreas de conservación en cordillera del Cóndor durante las negociaciones de paz; mencionándose en el Acuerdo de Itamaraty de 1995 “el diseño de un corredor biológico en los territorios fronterizos de Perú y Ecuador”. Asimismo, en la carta del punto de vista vinculante de los jefes de estado de los países garantes previo a la firma del Acuerdo de Brasilia, en el punto 7 se menciona lo siguiente:

Cada parte constituirá dentro de su territorio y conforme a su legislación nacional, una zona de protección ecológica, bajo soberanía y jurisdicción del estado respectivo, en las áreas y perímetros que se señalen en el croquis adjunto. Ambas zonas ecológicas tendrán un mismo nombre y serán colindantes y coincidentes en el sector de la frontera común que comprenda (RREE, 1998; 31).

Todas estas iniciativas parecían concretarse tras la firma del Acta de Brasilia, con la creación de la Zona Reservada Santiago-Comainas en enero de 1999, y sobre todo cuando a través del Plan Binacional se desarrolla el proyecto “Paz y conservación binacional en la cordillera del Cóndor” financiado por ITTO y ejecutado por el Estado peruano a través de INRENA y con apoyo de Conservación Internacional en el periodo 2002-2004. De esta manera se buscaba establecer un Corredor Biológico Transfronterizo a través del establecimiento de áreas de conservación colindantes en la frontera¹¹. En el Perú se elabora una propuesta para crear un parque nacional que abarcara el área íntegra de la cordillera; mientras en Ecuador se promueve la creación de un área de reserva indígena Shuar, propuesta que fue trabajada por la Fundación Natura entre 2002-2004.

Sin embargo, estas iniciativas de conservación quedaron trucas con la creación del Parque Nacional Ichijkat Muja que abarcaba solo el sector norte de la cordillera y dejaba fuera a la cabecera del río Comainas y quebrada Campana, territorios que inmediatamente fueron reclamados por la minería¹². Es importante resaltar que todas las iniciativas de conservación nunca quedaron reafirmadas por acuerdos específicos o normas que las promocionen, como sí fue el caso en las iniciativas de actividades extractivas como la minería.

¹¹ En “Conservación sin fronteras en la cordillera del Cóndor: construyendo el corredor de conservación Cóndor-Kutukú”, Documento 2 del proyecto (también publicado en la revista Actualidad forestal, ITTO) se mencionan algunas propuestas pensadas en un escenario de coordinación binacional a escala local y regional de las áreas de conservación, tales como reuniones entre gobiernos locales, manejo integrado de cuencas, etc.

¹² En el área ya existían concesiones mineras otorgadas en 1992 al amparo de la nueva legislación de corte neoliberal impulsada durante el gobierno de Alberto Fujimori.

CUADRO 1. CRONOLOGÍA DE LA NORMATIVA EN EL ESTABLECIMIENTO DEL PARQUE NACIONAL ICHIGKAT MUJA

Año	Acontecimiento	Extensión (Ha)
1998	Carta de los Jefes de Estado Garantes donde se expresa como una vía de paz la constitución de la zona de protección ecológica en cada uno de los países (13 de octubre).	
1998	Suscripción del Acta Presidencial de Brasilia 26 de octubre de 1998.	
1998	Creación de la Zona de Protección Ecológica, establecida en el marco del Acta Presidencial.	5.440
1999	Establecimiento de la Zona Reservada Santiago Comaina (ZRSC). Decreto Supremo N° 005-99-AG del 21 de enero de 1999.	863.277
2000	Ampliación de la ZRSC. Decreto Supremo N° 029-2000-AG del 6 de julio de 2000.	1642.567
2001	Establecimiento de la Zona de Amortiguamiento de la ZRSC. Resolución Jefatural N° 339-2001-INRENA del 26 de diciembre de 2001.	349.389
2002	Inicio proceso de categorización de la ZRSC.	A categorizar 1642.567
2004	Creación del Parque Nacional Ichigkat Muja Cordillera del Cóndor.	152873.76
2004	Propuesta en el actual Plan Maestro de la creación de la zona de amortiguamiento del PNIM-CC.	451244.62

Fuente: tomado del Plan Maestro 2005-2009.

En paralelo, otros acuerdos binacionales han ido surgiendo, pero orientados a promocionar normas y acuerdos que permitían y fomentaban la minería en cordillera del Cóndor.

El acuerdo principal suscrito entre ambos países fue dado el mismo día de la firma de la paz fue el Acuerdo Amplio de Integración Fronteriza, Desarrollo y Vecindad. En este acuerdo se menciona en el inciso i) del artículo 11 del título III:

Aprovechar de manera coordinada los recursos mineros que se encuentran en las zonas fronterizas de los territorios de ambos países conforme al marco jurídico que establezcan las partes a través de un Convenio sobre Integración y Complementación Minera.

Además de sus cuatro componentes, el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza -quizá el más importante- tiene como objetivo último "elevar el nivel de vida de las poblaciones del norte y nor-oriente del Perú y del sur y oriente del Ecuador a fin de impulsar la integración y la cooperación entre los dos países" (RREE, 1998, 70) y detalla en su anexo 5 que se establecerán cuatro programas: a) Programa Binacional de Proyectos de Infraestructura Social y productiva, b) Programas Nacionales Peruano y Ecuatoriano de Construcción y Mejoramiento de Infraestructura Productiva en las regiones fronterizas, c) Programas Nacionales Peruano y Ecuatoriano de Construcción y Mejoramiento de Infraestructura Social y de Aspectos Ambientales en las Regiones Fronterizas, y d) Programa de Promoción a la Inversión Privada. Todos estos programas fomentaban la construcción

de infraestructura, lo que no está acorde a las iniciativas de conservación como forma de integración en cordillera del Cóndor.

Dentro del Plan Binacional se contempló la creación de un Grupo Binacional de Promoción de la Inversión Privada que se establece con el objeto de “promover las inversiones de empresarios peruanos, ecuatorianos o de terceros países en proyectos binacionales o nacionales ubicados en las regiones fronterizas” (RREE, 1998; 74).

Posteriormente se firmarían acuerdos específicos, tales como el “Convenio sobre Integración y Complementación Minero Energética” (11 de agosto de 1999) que señala *“la posibilidad de establecer controles integrados para los procedimientos administrativos y operativos con el fin de facilitar el acceso y salida del área de operaciones en territorio fronterizo”* (RREE, 2007; 15.) Este acuerdo es resaltante debido al escaso desarrollo de las redes viales en el lado peruano de la cordillera, lo que hacía inviable su extracción sino fuese transportando todos los insumos y la producción por el lado ecuatoriano.

Por otro lado, dentro del Plan Binacional, fue el Programa Binacional de Proyectos de Infraestructura Social y Productiva al que se le asignó más presupuesto¹³ habiendo ejercido una labor más o menos intensa en las comunidades del entorno de la frontera. También destaca la presencia de algunas ONG como USAID a través del Frontera program (2001-2004) o CARE quien elaboró el *Plan Estratégico de Desarrollo 2004-2010 del distrito del Cenepa*.

Estas políticas encajan bien con otras de integración regional¹⁴ que se impulsan en toda Sudamérica, ahí destacan las ZIFs (Zonas de Integración Fronteriza) impulsadas por la Comunidad Andina o la iniciativa IIRSA (Integración de la Infraestructura Regional de Sudamérica) impulsada por la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

En resumen y como concluyen Hocquenghem & Durt, lo que estos acuerdos buscaban en la frontera, al fin y al cabo, era “volverla permeable para que no constituya un obstáculo al actual proceso de globalización” (Hocquenghem & Durt, 2002), configurándose así las bases para un territorio de inversión para la extracción de recursos.

2. TERRITORIALIDADES Y TEMPORALIDADES EN CORDILLERA DEL CÓNDOR

La cordillera del Cóndor puede ser entendida como un escenario definido por las relaciones de poder que imponen los actores, lo que determina un modelo de ocupación y uso de los recursos. Estas relaciones de poder configuran realidades espaciales definidas como territorialidades¹⁵ que se ubican en momentos determinados del tiempo; así, el accionar de los distintos actores sobre el espacio puede ser entendido en términos de territorialidades y temporalidades.

A continuación, presentamos los imaginarios territoriales configurados en el tiempo, en la cordillera del Cóndor. Esto nos permitirá entender el proceso de construcción de las actuales territorialidades en esta zona.

¹³ 1498 millones de soles, lo que constituye el 50% de los fondos que maneja el plan para sus cuatro programas (RREE, 1998; 126).

¹⁴ Esta integración regional difiere del concepto aquí manejado de integración fronteriza, si bien el espíritu de “integrar” parece ser el mismo.

¹⁵ Esta manera de entender el territorio como “construcción espacial de las relaciones de poder” es de uso común en la geografía social, podemos citar como referentes en el uso de este término dentro de la geografía social francesa a Lefebvre (1974), Raffestin (1986) y más recientemente Di Meo (2007).

LA NATURALEZA PRIMIGENIA

Antes de cualquier ocupación humana, la cordillera del Cóndor era ya hábitat de la variada flora y fauna que hoy tanto se valora. Esta identidad original de toda el área que comprende la cordillera del Cóndor es lo que denominamos la “naturaleza primigenia”. Se trata del escenario inicial en el tiempo geológico desde el cual podemos hallar un punto de inicio hasta los actuales recursos y valores que identificamos en los ecosistemas de la cordillera del Cóndor; es por ello la referencia *a priori* a considerar cuando se trata de justificar políticas de conservación y uso de los recursos.

Esta naturaleza original solo puede encontrarse en el imaginario, pues actualmente no hay medio que escape de la influencia del hombre, y que su temporalidad se remonte a su misma aparición como ecosistema bien definido. No obstante, podemos encontrar indicios de ella en los sectores más alejados de cordillera del Cóndor. En la cabecera del río Comainas, por ejemplo, está la montaña sagrada *Kunpanam* que en la creencia de los nativos Awajún “tiene vida propia y puede cambiar de ubicación cuando se siente amenazada”¹⁶. La existencia de territorios de esta naturaleza primigenia, especialmente en el lado peruano de la cordillera, puede explicarse por las siguientes razones:

- a. El relieve accidentado, clima adverso y vegetación frondosa que no permitió su colonización, ni ocupación ni siquiera por los nativos del lugar. Estas condicionantes físico-geográficas son más notables en el lado peruano de la cordillera.
- b. La férrea oposición histórica de los nativos jíbaros a la colonización y ocupación de sus territorios. Un hecho narrado con bastante anterioridad y que aún hoy persiste¹⁷.
- c. La no apropiación histórica de los estados de Perú y Ecuador sobre el área, mencionada anteriormente, motivada por el poco interés y la falta de recursos para emprender una conquista de estas tierras (Esvertit, 2005).

LOS TERRITORIOS JÍBAROS

Sobre esta naturaleza primigenia, el hombre ocupó el área desde tiempos inmemoriales en una lucha por *dominar* el espacio y hallar los medios para sobrevivir en un ambiente hostil. Esta adaptación del hombre al medio fue posible en un lapso muy prolongado de tiempo que es imposible detallar, pero que en resumen generó una cultura y ha definido unos territorios sobre los que impuso su patrón de uso¹⁸. Esta civilización que ocupó la región en torno a cordillera del Cóndor -y abarcó un ámbito mucho mayor- es denominada etnia de los jíbaros, que a su vez se pueden dividir en dos grupos claramente diferenciables a ambos lados de la cordillera del Cóndor: los Shuar en el margen occidental (Ecuador); y los Awajún en el flanco oriental.

¹⁶ Testimonio de nativo awajún en la comunidad de Najem Entsa durante el trabajo de campo efectuado en abril del 2010. Igual información vemos en un estudio anterior (ODECOFROC, 2009).

¹⁷ “¡Qué contentos se ponen nuestros jíbaros cuando saben que los Padres vienen bien provistos de cuanto ellos puedan necesitar o apetecen! [...] Si piden misioneros o si los toleran en sus tierras, no es ciertamente por el cariño que les tengan, o porque abrigan al menos deseo de instruirse en la fe y hacerse cristianos, cosas que miran con el más soberano desprecio; todas sus miras las ponen única y exclusivamente en la mezquindad de los objetos que de nosotros esperan alcanzar” (testimonio de un misionero franciscano en Zamora, Ecuador citado en Esvertit, 2005; 392). Adicionalmente, el autor pudo constatar durante su recorrido por el área en abril del 2010 el inmenso recelo con el que los nativos reciben a los foráneos.

¹⁸ Guallart calcula en 1200 años el tiempo de ocupación de la “tierra de los cinco ríos”, por los Jíbaros del lado peruano, presumiblemente venidos de los andes ecuatorianos (Guallart, 1997; 76).

Su desarrollo técnico ha sido escaso, empero se justifica por la estrecha relación hombre-medio que les ha permitido subsistir cómodamente de los recursos de estas tierras, guardado un sincretismo admirable con su entorno y en el uso de sus recursos.

Si bien los territorios jíbaros se extendieron inicialmente por varios de los actuales departamentos del norte del Perú y se menciona que incluso comerciaban con culturas de la costa como los Vicus; la cordillera del Cóndor siempre fue un territorio sagrado, de altísimo valor en el imaginario jíbaro¹⁹.

COLONIALISMO Y CICLOS EXTRACTIVISTAS

El proceso de colonización de la Amazonía nororiental peruana y del oriente ecuatoriano en el entorno de la cordillera del Cóndor se remonta a la conquista española²⁰ y las exploraciones que sucedieron sobre el área denominada Bracamoros, Yahuarzongo en el lado peruano y Zamora en el lado ecuatoriano en el siglo XVI; motivadas inicialmente por un interés científico de los exploradores y más adelante por el interés en las vetas de oro descubiertas en Zamora y Cangaza. Estos intentos de explotación aurífera de la región de Zamora fueron esporádicos y siempre inmersos en situaciones conflictivas con los nativos Shuar. Este periodo de minería colonial, abastecida de mano de obra a través de mitas y peones traídos de la sierra funcionó hasta mediados del siglo XVIII.

A inicios de la república, en pleno siglo XIX, la cordillera del Cóndor fue dejada de lado. Su lejanía, relieve agreste y difícil acceso hicieron de este espacio uno de los más ajenos a las olas de colonización amazónica durante el siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX²¹. A estos factores debemos añadir la idiosincrasia de los nativos jíbaros, quienes siempre opusieron férrea resistencia a la ocupación de sus territorios.

Durante la última década del siglo XIX podemos identificar el inicio del primer ciclo extractivista republicano en la Amazonía: el del caucho. Desde finales del siglo XIX hasta los primeros decenios del siglo XX miles de colonos se volcaron hacia la Amazonía a la búsqueda de este preciado recurso²². La explotación del caucho durante este periodo estuvo ligada a la ocupación y apropiación del espacio amazónico, tal como ocurrió en el Alto Napo o el Putumayu²³. La Cordillera del Cóndor debido a su lejanía no fue escenario directo de estas explotaciones, pero sí su entorno.

A mediados del siglo XX comienzan procesos más claros de colonización en las regiones contiguas a la cordillera del Cóndor, Guallart menciona que *“en 1958, el total de la población foránea en nuestra zona no llegaba a las 100 almas”* (Guallart, 1997; 88). En 1968, se crea en el lado peruano de la cordillera el Instituto Lingüístico de Verano, cuyas escuelas motivaron la concentración de los nativos

¹⁹ Si bien en el pasado la cordillera del Cóndor estuvo habitada por familias Awajún y wampis asentadas en forma dispersa, a partir de 1941 estas poblaciones se agrupan en partes más bajas y en la actualidad se evidencia que la cordillera es considerada como un espacio importante para las comunidades, no solo porque es un lugar del que depende para hacerse de recursos, sino también por ser considerado lugar sagrado donde habitan los Ajutaps (Cárdenas et al; 2008).

²⁰ Estamos obviando los intentos de conquista inca por no tener mayores connotaciones, ya que los sucesivos intentos de colonizar el oriente por lo incas fueron repelidos, de igual manera sucedió en estas tierras.

²¹ No obstante, señala Deler que *“el Perú fue el primero entre los estados andinos implicados en realizar esfuerzos regulares para incorporar mejor las tierras orientales al espacio nacional”* (Deler 1987; 117).

²² La fiebre del caucho en la Amazonía es un proceso bien documentado, motivo de varias investigaciones historiográficas, destacando estudios de Barclay (1998) o Chirif & Cornejo (2009). El libro *La casa verde* de Mario Vargas Llosa narra en sus páginas rezagos de lo que fue este ciclo cauchero en el Alto Marañón.

²³ Una mirada a los conflictos fronterizos que se produjeron en la América del siglo XIX muestra que la mayoría de ellos estuvieron vinculados al desarrollo de la economía del caucho en la Amazonía (Esvertit, 2005; 334).

en torno a ellas en pequeños centros poblados²⁴ (Guallart, 1997; 89). Estas concentraciones fueron la base de las futuras comunidades nativas creadas al amparo del Decreto Ley 20653 de 1974²⁵ que se organizaron a través del Consejo Aguaruna Huambisa (CAH) creado en 1977. En 1976 se inaugura la carretera del oleoducto norperuano que une Bagua -la ciudad más próxima- con pueblos del Alto Marañón fomentando la colonización de estas tierras²⁶.

No obstante, pese a estas iniciativas de colonización, aún hoy en día, el débil colonialismo de la región es una característica saltante. En el distrito del Cenepa, el 85% de la población es nativa (Cia Afroditá, 2009; p. 9).

En el caso ecuatoriano, el poblamiento de las tierras del valle de Nangaritza en la provincia de Zamora Chinchipe ha sido mayor. El sitio web del municipio provincial de Zamora relata lo siguiente sobre el poblamiento del cantón Nangaritza:

"...la sequía que azotó los campos de Puyango en los años 1950, 1951 y 1952 y en todo el cantón fronterizo de la provincia de Loja en el año de 1964 y más acentuado en el año de 1968, hizo que los valles de Zamora y Nangaritza reciba a centenares de inmigrantes que hoy constituyen los pueblos de Nangaritza. El crecimiento del valle del Guayzimi se debe en especial a la silenciosa y desinteresada labor desplegada por el Padre Francisco Luis Arce, párroco de Zumbi, quien acogía a todas las personas que llegaban hasta Zumbi y los enviaba a Guayzimi indicándoles que lleguen donde la familia Zhinin, para que les asignara un lugar en el pueblo y una finca para que trabajasen..." (tomado del sitio web de la provincia de Zamora Chinchipe).

Actualmente, la población del cantón Nangaritza posee solo un 9,3% de población Shuar viviendo en comunidades²⁷, Kingman opina que las poblaciones Shuar originarias se han replegado hacia el norte o hacia los piedemonte de cordillera del Cóndor (Kingman, 2005). El grado de organización social y atención de las necesidades básicas es mayor que en el lado peruano, entre otros motivos por la mejor accesibilidad y mayor presencia del estado en últimos años (Cia Afroditá, 2009).

De esta forma advertimos que el colonialismo ha sido una política de reciente aplicación y de resultados diferentes a ambos lados de la frontera. Más adelante veremos que este avance del colonialismo ha estado asociado a la práctica de la pequeña minería en el lado ecuatoriano y en general, al encarecimiento de los recursos y el empobrecimiento de los habitantes.

Estos territorios se configuraron sobre la base de un entorno físico- geográfico muy singular, de acuerdo a los intereses tanto de actores locales (nativos jíbaros), como de intereses venidos del Estado (iniciativas de extractivismo y colonización). Sin embargo, hoy en día tenemos una nueva

²⁴ Este cambio en el patrón de asentamiento hacia un modelo más urbanizado es resaltante en el cambio del sistema de vida de los jíbaros.

²⁵ Es curioso que la misma ley establecía como requisito para reconocer una comunidad indígena, un agrupamiento mínimo de viviendas, lo que motivó este fenómeno de concentración poblacional y el cambio cultural (Guallart, 1997; 91).

²⁶ La creación de este oleoducto está relacionado a un ciclo de extracción de hidrocarburos, que actualmente se encuentra a la expectativa, ya que importantes extensiones de estas tierras se encuentran concesionadas para futuros proyectos. En 1968 se instaura el Proyecto de Colonización del Alto Marañón que entregaba tierras a familias pobres de la sierra y costa (Durand, 2009; 8).

²⁷ Información que se ofrece a través del portal del Gobierno Provincial de Zamora: <<http://www.zamora-chinchipe.gov.ec/>>. Situación similar se vive en el cantón Paquisha, ubicado más al norte y en donde 16,6% de la población es nativa ShuarShuarShuar.

esfera de actores, propios de nuestros tiempos. Sobre estos nuevos actores y sus territorialidades es que versaremos la tercera parte de este estudio²⁸.

3. ¿TERRITORIOS QUE INTEGRAN? MINERÍA TRANSNACIONAL, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

AMAZONÍA, POSTCOLONIALISMO Y GLOBALIZACIÓN

Existe casi un acuerdo entre todos los investigadores de que nos encontramos en el tiempo de la globalización en la Amazonía²⁹. Como es lógico, esta vasta región no podía escapar de la influencia del sistema-mundo usando el término de Wallerstein. De hecho, hace 18 años y con motivo de la Cumbre de la tierra en Río de Janeiro se publicó un informe sobre el estado de la Amazonía titulado *"Amazonía sin mitos"* en el que se hacía un importante llamado de atención sobre las amenazas que se cernían sobre la región.

Según Fontaine, *"la inserción de la Amazonía en la globalización de los mercados sólo se hizo realidad en la segunda mitad del siglo XX"* (Fontaine, 2006; 27) propiciada por el desarrollo de las redes (de transporte, comunicación, informáticas, etc.), los descubrimientos de yacimientos petroleros, mineros y otros, y en general una dinámica de mercado que se va instaurando en la región³⁰. No obstante una primera fase de esta mundialización es posible identificarla desde la misma conquista y el choque cultural de occidente con los grupos humanos originarios y se ha ido sucediendo desde entonces hasta la actualidad a través de los ciclos extractivos ya detallados para el caso de la cordillera del Cóndor, además de otros mecanismos³¹.

En el área se encuentra la red del Oleoducto Nor Peruano, sobre cuya base se elaboran otros proyectos de infraestructura de redes, como la iniciativa de redes de transporte IIRSA. Es de destacar que el sentido de los flujos que circulan por estas redes es también una novedad, ya que el punto neurálgico de la Amazonía ya no es Iquitos y la salida hacia el atlántico, sino los puertos de la costa pacífica³².

Podemos identificar tres hechos de suma importancia en la emergencia de la globalización en la cordillera del Cóndor:

²⁸ Estos actores que corresponden a la esfera de lo global, no son realmente nuevos, por ejemplo, a decir de Deler "el conflicto [militar de 1941 entre Perú y Ecuador] tuvo también un fuerte olor a petróleo, apareciendo como un episodio de la lucha entre dos importantes compañías petroleras anglosajona y norteamericana" (Deler, 1987; 118). Fontaine también menciona que "el ejército peruano no defendía solo sus fronteras, sino también los intereses privados del caucho o de la industria petrolera" (Fontaine, 2002; 29).

²⁹ Véase como referencia Fontaine, 2006; Doujoreanni 2009.

³⁰ Adicionalmente, podemos considerar como otra faceta de la globalización en la Amazonía, la preocupación mundial por conservar los ecosistemas y servicios ambientales que brinda; lo que ha sido promovido por las ONG conservacionistas nacionales e internacionales.

³¹ Otro mecanismo en el avance de la mundialización es el impacto de las misiones evangelizadoras que, pese a la gran resistencia de algunos nativos como los jíbaros, en nuestro caso, introdujeron ciertas prácticas y mejoras técnicas que variaron sus ciclos de vida (ver Esvertit, 2005, 392-398 para el caso de los shuar en Ecuador).

³² Igual situación vemos en el oriente ecuatoriano. Para el caso de la minería en cordillera del Cóndor se prevé la construcción de una carretera asfaltada que pueda unir la región con el puerto de Machala.

- El desarrollo de las redes: el oleoducto norperuano 1976 en el caso peruano y las redes de transporte y olas de colonización en el caso ecuatoriano desde 1957.
- Las políticas neoliberales orientadas a fomentar la inversión privada foránea, mediante la concesión y ocupación de vastas regiones de la Amazonía, impulsadas por el cambio de constitución y las nuevas leyes, especialmente durante la década de 1990 y en años recientes.
- El *Rapid Assesment Project* (RAP) elaborado por la ONG internacional Conservación Internacional entre 1993-1994 es un estudio biológico detallado que divulga la importancia de conservar cordillera del Cóndor.

Así, nos encontramos inmersos en una temporalidad compleja dominada por la globalización, pero donde también confluyen las temporalidades heredadas de otros tiempos con sus territorialidades propias; de tal manera que se superponen en una suerte de mosaico de poderes expresados en el espacio, lo que por supuesto no está exento de conflictos y disputas territoriales.

NEOEXTRACTIVISMO Y MINERÍA MODERNA ¿ES LA AMAZONÍA EL NUEVO ESCENARIO EXTRACTIVO?

En las últimas dos décadas, la inversión en minería en el Perú se ha incrementado tremendamente. Según cálculos del Banco Mundial mientras la inversión global entre 1990 y 1997 creció 90%, en el Perú lo hizo al 2000%. Asimismo el Perú ocupa el sexto lugar en el ranking mundial de países con mayor inversión en minería³³. Esto ha sido posible gracias a las reformas normativas durante la década de 1990, las que nos llevan a la vía harto conocida del extractivismo como política de desarrollo.

Este panorama actual de políticas que fomentan actividades extractivas, está claramente orientado a la extracción de los recursos de la Amazonía de una manera agresiva y de un dimensionamiento sin precedentes, apoyado en la notoria mejora técnica de nuestros tiempos. Así, a inicios del 2000, *“de los 75 millones de hectáreas que representa la Amazonía, más de 53 millones están cubiertos por lotes de hidrocarburos y minerales, lo cual significa que cerca del 70% de nuestra Amazonía se halla lotizada”* (Durant, 2009; 9). Sea mediante los grandes proyectos de infraestructura vial, la generación de plantas de generación de energía o explícitamente actividades extractivas (minería, hidrocarburos) estas políticas ya no son un tabú y su planteamiento ha sido puesto a debate en una publicación relativamente reciente³⁴.

Entre los departamentos de la selva, Amazonas destaca por ser el de mayor actividad minera (proyectos mineros medianos y grandes), posee 245435 ha con derechos mineros (6,25% de su territorio), de esta área solamente 6405 ha están produciendo mineral y 7479 ha están siendo exploradas. Las concesiones en exploración más importantes son Afrodita, Cristal y Cañón Florido (Doujereani, 2010; 46).

En Ecuador, los proyectos mineros más importantes se remontan a los últimos 10 años, aunque los yacimientos auríferos de cordillera del Cóndor eran bien conocidos desde antaño. *“La historia de la minería metálica en Ecuador es una historia de minería en pequeña escala”* (Kingman, 2005; 74). Según Kingman el agotamiento de viejos yacimientos como los de Nambija llevó a la búsqueda de nuevos

³³ Datos tomados de la presentación “Minería, conflictos sociales y comunidades campesinas: desarrollo y transformaciones territoriales” de Anthony Bebbington para la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) en noviembre del 2007.

³⁴ Todos los detalles de una evaluación completa de los futuros proyectos de grandes infraestructuras viales y de extracción de recursos en “Amazonía al 2021” de Marc Doujereani y otros. 2009.

territorios para la minería, siendo el cinturón del oro y cobre en el entorno de cordillera del Cóndor el espacio propicio para estas actividades (Kingman, 2005; 75). El cambio en la legislación minera en el 2000 facilitó la concesión de estas tierras a empresas transnacionales, en perjuicio de la pequeña minería.

En noviembre del 2009, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo de Ecuador (SENPLADES) ha anunciado que el proyecto “Cóndor” de Kinross, así como los proyectos Panantza y San Carlos de Corriente Resources han sido incluidos entre las prioridades de inversión nacional (“*Nuevo plan Cóndor... minero*” publicado en www.accionecologica.org). Estas iniciativas de grandes proyectos mineros están asociadas a una mejora en la infraestructura de transporte³⁵.

Hay que destacar que, como resultado de estas políticas, nuevas geografías se están configurando sobre territorios sin tradición minera³⁶, destacando la Amazonía como el nuevo gran escenario para estos proyectos.

TERRITORIOS DE MINERÍA TRANSNACIONAL Y TRANSFRONTERIZA EN CORDILLERA DEL CÓNDOR

A partir de la firma del Convenio sobre Integración y Complementación Minero Energética en 1999, ya mencionado en el *Acuerdo Amplio de Integración Fronteriza, Desarrollo y Vecindad* ratificado por la legislación de cada país; los yacimientos de oro, explotados en parte durante los siglos XVII-XVIII en el entorno de cordillera del Cóndor se presentaban como escenarios propicios al desarrollo de nuevas inversiones en minería.

Al no haber carreteras que conectaran cordillera del Cóndor con ciudades peruanas, quedaba claro también que el mineral peruano sería transportado por Ecuador, por lo que debería haber algún tipo de acuerdo específico entre las empresas encargadas de las explotaciones³⁷. Esto, hay que decirlo, fue maquinado de espaldas a la sociedad civil y más aún de las comunidades locales, lo cual va contra del convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) que exige la consulta previa a las comunidades ante proyectos de esta envergadura que se desarrollen sobre sus territorios. Dichos acuerdos solo salieron a la luz tras el recorte de la propuesta original para la creación del Parque Nacional Ichigkat Muja-Cordillera del Cóndor en el 2006, lo que motivó el rechazo total de los nativos awajún, ya que consideraban una traición al acuerdo de la creación del parque y la titulación de sus tierras³⁸.

La empresa beneficiada con el recorte de la propuesta inicial del parque fue la empresa Afrodita que había adquirido concesiones en 1992 y tuvo varios intentos fallidos para iniciar actividades, hasta

³⁵ La vía Zamora-Machala recibirá, de acuerdo a Ecuacorriente, “una flota de 32 camiones con capacidad de 32 toneladas cada uno recorrerá un total de 418 km hasta llegar al puerto en Machala, 16 camiones salen de la mina hacia el puerto, mientras otros 16 camiones regresan del puerto para recoger más material. Se cubre el ciclo completo de la mina al puerto en 2 días. La meta de transporte diaria es de no menos de 520 toneladas” (Chicaiza, 2010; 8).

³⁶ “la expansión minera lleva a nuevos encuentros entre distintas geografías, entre distintas territorialidades, entre actores sociales que antes no se conocían y entre distintos modelos de desarrollo y de vida” (Bebington, 2008; p. 25).

³⁷ El aislamiento total de cordillera del Cóndor por el lado peruano hace impensable la construcción de una carretera. Como dato la misma capital del distrito del Cenepa es solo accesible por vía fluvial.

³⁸ Una crónica completa sobre esta traición al pacto entre los pueblos nativos awajún y el Estado está recogida en Crónica de un engaño. Los intentos de enajenación del territorio fronterizo Awajún en la cordillera del Cóndor a favor de la minería documento elaborado por el equipo de Organización de Desarrollo de las Comunidades Fronterizas del Cenepa (ODECOFROC), publicado recientemente.

que en enero del 2006 el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) admitió la compatibilidad de la minería en cordillera del Cóndor.

En abril del 2009, la Defensoría del Pueblo declara el estado de conflicto en las comunidades awajún del distrito del Cenepa, quienes se oponían a la presencia de las empresas mineras Afrodita y Dorato Resources, esta última era una empresa canadiense que acaparaba concesiones en el sector ecuatoriano de la cordillera y había adquirido varias de las concesiones del lado peruano. Pocos días después ocurrieron los hechos de violencia en la curva del diablo en Bagua, en donde muchos de los nativos de las La empresa beneficiada con el recorte de la propuesta inicial del parque fue la empresa Afrodita que había adquirido concesiones en 1992 y tuvo varios intentos fallidos para iniciar actividades, hasta que en enero del 2006 el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) admitió la compatibilidad de la minería en cordillera del Cóndor.

En abril del 2009, la Defensoría del Pueblo declara el estado de conflicto en las comunidades awajún del distrito del Cenepa, quienes se oponían a la presencia de las empresas mineras Afrodita y Dorato Resources, esta última era una empresa canadiense que acaparaba concesiones en el sector ecuatoriano de la cordillera y había adquirido varias de las concesiones del lado peruano. Pocos días después ocurrieron los hechos de violencia en la curva del diablo en Bagua, en donde muchos de los nativos de las comunidades awajún del Cenepa estuvieron presentes³⁹.

Pese al alto nivel de conflictividad alcanzado en el área, en diciembre del 2009 el Ministerio de Energía y Minas autoriza a Minera Afrodita para realizar trabajos de exploración, sin embargo, dos meses después en febrero del 2010, OSINERGIM, organismo fiscalizador de las empresas mineras retira el permiso (con el aval del propio ministerio⁴⁰).

En el lado ecuatoriano, la situación se presenta un poco distinta. Citamos como referencia el caso del cantón Nangaritza:

El Guayzimi alto [capital del cantón de Nangartiza] se caracteriza por disponer de los tres cerros mineros denominados El Cóndor, Cunguimi y el Shaime en la cual se encuentran la minería de Chinapintza, la Herradura y Lapangui, a más de las minas de sílice que para el trabajo de vidrios sale del sector. (Tomado del sitio web de la provincia de Zamora Chinchipe).

No obstante, a partir de 1992 y en años recientes, se entregaron algunas concesiones mineras en las cercanías de la cordillera. En abril de 1999, la empresa BH Billiton firmó un contrato con una comunidad shuar a fin de transitar libremente por el territorio comunal. Luego, entre el 2000 y el 2002 esta empresa transfirió sus proyectos Panantza, San Carlos y Mirador a Corrientes Resources (Chicaiza, 2010; 17), esta empresa operaba como Ecuacorrientes, una filial de la canadiense Corrientes Resources. Otro proyecto de envergadura ubicado más al norte, en el cantón Yantzaza, es Fruta del Norte, dónde la empresa canadiense Kinross-Aurelian invertirá 500 millones en el cantón.

En resumen, los grandes proyectos de minería ecuatoriana en cordillera del Cóndor están siendo acaparados por empresas canadienses, lo que se aleja más aún de la tan mentada integración

³⁹ En comunicación personal con nativos de la comunidad de Huampami, capital del distrito de Cenepa durante el trabajo de campo en abril del 2010.

⁴⁰ Declaraciones del Ministro de Energía y Minas en el diario La República. Miércoles 17 de febrero, 2010.

fronteriza y resulta cuanto menos polémico, considerando los malos antecedentes de muchas de estas empresas⁴¹.

Como resultado, tenemos una clara situación de *trade off* en la que se configuran, por un lado, al norte, el Parque Nacional Ichijkat Muja en el lado peruano y la reserva territorial shuar en el lado ecuatoriano, como “espacios para conservación”, mientras el sector sur, cabecera de los ríos Comainas y Nangaritzta, en el lado peruano y ecuatoriano respectivamente son concesionados a grandes empresas mineras transnacionales.

En resumen, podemos diferenciar algunos espacios dentro de cordillera del Cóndor de acuerdo a las territorialidades imperantes:

a. Espacios de conservación: Parque Nacional Ichigkat Muja (Perú)

Fue creado por D.S. 023-2007-AG el 10 de agosto del 2007 a partir de la categorización de la zona reservada Santiago-Comainas⁴². Este parque tiene una extensión de 88477 ha, y cubre el sector norte de la cordillera del Cóndor. La propuesta inicial del parque fue trabajada por Conservación Internacional (CI) entre 2002-2005, gracias a un financiamiento facilitado por ITTO a través del Plan Binacional. Este parque tiene como antecedente todo el trabajo realizado en conservación, incluyendo las iniciativas de conservación con miras a conformar un corredor biológico de conservación⁴³.

b. Territorios de reserva indígena (Ecuador)

La circunscripción territorial shuar reconocida por la constitución ecuatoriana de 1998 fue creada oficialmente en el 2005. Tiene una extensión de 200 000 ha y abarca toda el área de la cuenca del río Coangos, en el sector norte de la cordillera. Este territorio estaba dividido en cuatro asociaciones y fue creado con apoyo de Fundación Natura dentro del proyecto “Paz y Conservación Binacional en la cordillera del Cóndor”.

c. Territorios de minería transnacional

En el Perú, el sector sur de la cordillera del Cóndor, área que fue excluida de la propuesta original del parque, fue dada en concesión a iniciativas mineras. A la fecha se encuentran concesionadas más de 60 000 ha por la empresa Dorato Resources, de capitales canadienses que trabaja del otro lado de la frontera, la misma que compró los derechos de la Compañía Minera Afrodita.

En Ecuador, hasta octubre del 2008, más de 700 000 ha de la provincia Zamora-Chinchipec y Santiago Morona se encontraban concesionadas. De estas, Ecuacorrientes posee 11 concesiones, mientras Aurelian tiene 37, ambas empresas canadienses tienen filiales ecuatorianas. Adicionalmente, en el lado contiguo a la Compañía Minera Afrodita existe una pequeña minería informal desarrollada por los colonos. Cabe recordar que tanto en la

⁴¹ Una publicación reciente pone al descubierto el accionar de las grandes empresas mineras canadienses con antecedentes de malas prácticas en África. Ver Noir Canada: Pillage, Corruption et Criminalité en Afrique (Canadá Negro: Saqueo, corrupción y criminalidad en África) de Alain Deneault, Delphine Abadie y William Sacher (2008).

⁴² La Zona Reservada Santiago Comainas fue creada por el D.S. N° 029-2000-AG con una extensión de 1'642.567 ha abarcando las cuencas de los ríos Cenepa, Santiago y Comainas.

⁴³ El corredor de conservación Cóndor Kutukú fue propuesto dentro de la iniciativa “Paz y Conservación Binacional en la cordillera del Cóndor” donde participaron INRENA, el Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional y Fundación Natura.

legislación peruana como en la ecuatoriana se prohíbe expresamente la presencia de empresas extranjeras en zonas de frontera.

d. Territorios de comunidades nativas tituladas (Perú)

Los pueblos nativos awajún y wampis en el Perú se encuentran reconocidos por el Estado como comunidades nativas, inscritas en Registros Públicos. En la cuenca del Comainas, buena parte de ellos tienen sus tierras tituladas a partir del trabajo del Consejo Aguaruna Huambisa (CAH), sin embargo actualmente los trámites de formalización son muy engorrosos y existe un retraso en la titulación de algunas comunidades, especialmente en los procesos de ampliación. Además, en las inmediaciones de la comunidad de Huampami existe la Reserva Comunal Tuntanain de 94 967, 68 ha que es reconocida por el Estado como territorio de reserva para las comunidades awajún del entorno.

e. Geopolítica y soberanía territorial

La condición de frontera le da, sin duda, matices importantes al proceso de construcción de territorios en cordillera del Cóndor. Hay que tener en cuenta que, respecto a la Amazonía, "hay muchas razones para pensar que jugará un papel central en la geopolítica de la región en próximas décadas" (Fontaine, 2002; 26). De hecho, como hemos visto, el proceso de integración busca ir más allá de las fronteras políticas y eliminar las rugosidades que puedan impedir el libre tránsito de flujos.

La definición de las actuales fronteras políticas entre los países amazónicos fue un asunto lento y de mucha tensión, más aún el caso de cordillera del Cóndor, que como ya se dijo constituye la última frontera continental en ser demarcada. Por eso, preocupan situaciones conflictivas relacionadas al accionar de la pequeña minería que ya ha invadido territorio peruano y según parece lo ha venido haciendo desde hace mucho⁴⁴.

Particularmente en la cordillera del Cóndor, en los últimos tiempos, sus habitantes conocen el comercio informal del oro entre ecuatorianos y soldados peruanos, fundamentalmente. Su existencia se debe a que los habitantes peruanos, por ser dueños de la cordillera del Cóndor y por lo tanto del oro, venden oro informalmente a los habitantes de Nangaritza, asentados en el barrio Puerto Minero, a cambio de productos alimenticios como azúcar, arroz, entre otros; ya que, según los pobladores, los vecinos peruanos, para su alimentación solo deben trasladarse entre dos y tres horas de viaje en vuelo (tomado del sitio web de la provincia de Zamora Chinchipe).

Por otro lado, el papel de los militares está *pasando "de la seguridad defensiva a la seguridad corporativa"* (ODECOFROC, 2009), lo que pone en una situación muy delicada la cuestión de la soberanía territorial.

Tanto los nativos awajun de Perú como los shuar ecuatorianos se han quejado por la traición que significa la posición de los militares (de apoyo a las mineras), ya que ellos apoyaron a las tropas durante los conflictos armados de 1995, lo cual hace la situación aún más delicada. *"Los militares dan seguridad a las empresas, y cuando las nacionalidades reclaman sus derechos son amenazados de cárcel, acusados de subversivos, de terroristas, de guerrilleros"* (Domingo

⁴⁴ Ver la noticia en La República, edición del martes 20 de abril del 2010.

Ankuash, presidente de la Confederación de Nacionalidades Indígenas de la Amazonía Ecuatoriana).

A MODO DE CONCLUSIÓN

Incertidumbre e inestabilidad en las políticas de integración

El escenario actual de cordillera del Cóndor es el de un territorio fragmentado en varios territorios en los cuales cada actor busca imponer su lógica de ocupación y aprovechamiento de los recursos. Constituye pues una lucha llena de incertidumbre sobre lo que ocurrirá a futuro e inestabilidad en las políticas de desarrollo propias de cada actor (Bebbington, 2007).

Entre las expresiones de esta incertidumbre ponemos como ejemplo la situación de los pueblos nativos awajún, quienes han visto mermados sus recursos desde mediados del siglo XX por la llegada de nuevas costumbres urbanas que transformaron sus sistemas de vida, ocasionando graves daños ecológicos y por ende en los recursos⁴⁵. Esta situación ha sido nuevamente reportada en 1995 en un estudio⁴⁶ e incluso durante el trabajo de campo realizado este año⁴⁷. La posibilidad de que se desarrolle minería transfronteriza sobre territorios que consideran como “reserva”, genera un sentimiento de desconfianza y exagera la sensación de incertidumbre

La inestabilidad se ve bien expresada en estas líneas tomadas del Plan Binacional, capítulo Perú; respecto a las dificultades que está teniendo la Minera Afrodita para iniciar sus actividades debido al hostigamiento de los nativos:

De tal manera, iniciativas importantes como las que se desarrollan en el proyecto de Minera Majaz o la concesión otorgada a Minera Afrodita no pueden concretarse por subsistir dificultades de naturaleza estructural ajenas al sector empresarial, que le impiden a este realizar las contribuciones necesarias para lograr las metas contenidas en el Plan Binacional (tomado del sitio web del Plan Binacional, capítulo Perú).

Esta situación se agrava ante la información parcializada, tal como la que se reporta en el sitio web del Plan Binacional, capítulo Perú:

En el caso de la concesión otorgada a Minera Afrodita los argumentos de naturaleza ambiental, no sustentados técnicamente, y la inacción por parte del Estado determinan que este proyecto, a pesar de su viabilidad económica y del interés de los empresarios en ponerlo en producción, no pueda iniciar sus labores (tomado del sitio web del Plan Binacional, capítulo Perú).

Como resultado hemos visto más de una situación conflictiva como los lamentables hechos de Bagua en abril del 2009, hasta secuestros de trabajadores de la Compañía Minera Afrodita en enero del mismo año. Mientras la situación siga en los términos en que se maneja, no parece tener un horizonte promisorio, y está latente la amenaza de nuevos hechos violentos.

⁴⁵ Un magnífico documental que narra este proceso de agotamiento de recursos desde 1957 con la instauración de la Escuela Bilingüe de Verano en Huampami, capital del distrito de Cenepa, es “La tierra de los Awajunti”.

⁴⁶ “La cordillera del Cóndor, recursos, problemas y potencialidades” Carlos Frías, en Debate Agrario.

⁴⁷ Dos ejemplos interesantes para ilustrar esto son los cambios en la práctica del mitayo (faena de caza en el monte) que antiguamente se hacía con cerbatanas y que ahora se hace con rifles; así como su temporalidad que se restringe a fechas importantes y festivas cuando antes era una práctica cotidiana.

¿LA CONSERVACIÓN COMO ESCENARIO IDÓNEO DE INTEGRACIÓN?

Generar escenarios idóneos de integración en cordillera del Cóndor, creemos es aún una tarea incompleta porque lo trabajado tiene todavía muchas falencias. La riqueza y valor de los ecosistemas y recursos en cordillera del Cóndor, sin embargo, son hechos indiscutibles.

El proyecto "Paz y Conservación Binacional en la cordillera del Cóndor" financiado por ITTO y ejecutado por el estado a través de INRENA y con apoyo de Conservación Internacional (CI) 2002-2004 buscaba establecer un Corredor Biológico Transfronterizo a través del establecimiento de áreas de conservación colindantes en la frontera, como hemos visto, esta iniciativa recibió poco interés de parte de los Estados, frente a un indudable buen momento por el que pasa la minería que ahora puede ser transfronteriza y a la vez desarrollada por empresas foráneas.

El proceso de categorización de la zona reservada Santiago-Comainas que se llevó a cabo entre los años 2003-2005 contó con la amplia participación de las comunidades del entorno. Es importante resaltar lo participativo de este proceso, sobre todo por la lejanía y dispersión de las comunidades y por el marcado rasgo cultural de defensa del territorio que poseen los awajún⁴⁸.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barclay, Frederica (1998). *Sociedad y economía en el espacio cauchero ecuatoriano de la cuenca del río Napo 1870-1930. En Fronteras, colonización y mano de obra indígena en la Amazonía andina, Siglos XIX-XX*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. pp. 127-238.
- Bebbington, Anthony (2007). *Elementos para una ecología política de los movimientos sociales y el desarrollo territorial en zonas mineras. Minería, movimientos sociales y respuestas campesinas: una ecología política de transformaciones territoriales*. IEP, CEPES. Lima-Perú. pp.01-46.
- Boissier, Sergio (2003). *Globalización, geografía política y fronteras*. Anales de Geografía de la Universidad Complutense nro. 23. Madrid, España. pp. 21-39.
- Cárdenas, C.; Peñaherrera, P. Y OTROS (2008) *Tarimiat Nunkanam Inkiunaiyamu / Tajimat Nunkanum Inkuniamu / Experiencias y conocimientos generados a partir de un proceso para la conservación en la cordillera del Cóndor, Ecuador-Perú*. Fundación Natura. Lima, Perú. 482 pp.
- Cayo Córdoba, Percy (2000) *Antecedentes históricos del diferendo peruano-ecuatoriano. En El proceso de conversaciones para la solución del diferendo peruano-ecuatoriano 1995-1998*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. pp. 03-26.
- Chicaiza, Gloria (2010). *El enclave minero de la cordillera del Cóndor*. Acción Ecológica, Ecuador. 39pp. Disponible en línea desde:
<<http://www.accionecologica.org/mineria/el-enclave-minero-de-la-cordillera-del-condor>>
- Deler, Jean Paul (1987). *Ecuador, del espacio al estado nación. Banco Central del Ecuador*. Biblioteca de Geografía Ecuatoriana, vol 2. Quito, Ecuador. 341pp.

⁴⁸ De hecho en Ecuador fue imposible sacar adelante una propuesta de "Parque Nacional" debido a la oposición de los shuar, quienes no aceptaban una forma de apropiación del territorio que no los considerara como legítimos propietarios.

- Dourojeanni, Marc; Barandarián, Alberto; Dourojeanni, Diego (2009). *Amazonía peruana en 2021. Explotación de recursos naturales e infraestructura: ¿Qué está pasando?, ¿Qué es lo que significan para el futuro?* Pro Naturaleza, Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. Perú. 162pp.
- Durand, Anahí (2009). *¿Tierras de nadie? Empresas extractivas, territorio y conflictividad social en el Cenepa*. CISEPA, PUCP. Lima, Perú. 38pp.
- Esvertit, Natalia (2005). *La incipiente provincia. Incorporación del oriente ecuatoriano al Estado nacional (1830-1835)*. Tesis doctoral. Departament d'Antropologia Social, Història d'Amèrica i Àfrica, Facultat de Geografia i Història. Universitat de Barcelona, España. 485pp.
- Fontaine, Guillaume (2006). *La globalización de la Amazonía: una perspectiva andina*. Iconos Revista de Ciencias Sociales núm. 25. Quito, Ecuador. pp. 25-36.
- Guallart, José M° (1997). *La tierra de los cinco ríos*. Instituto Riva Agüero de la Pontificia Universidad Católica del Perú y el Fondo Editorial del Banco Central de Reserva del Perú. Lima, Perú. 164 pp.
- Hocquenghem, Anne M.; Durt, Etienne (2002). *Integración y desarrollo de la región peruana ecuatoriana: entre el discurso y la realidad, una visión local*. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos 31(1). pp. 39-99. Lima, Perú.
- Kingman, Santiago (2005). *Minería o conservación en la cuenca del Nangaritza y la cordillera del Cóndor. ¿Quién conspira contra el ambiente?* Foros Ecología y Política 4. Erika Hanekamp & Javier Ponce (Editores) Editorial Abya Yala, Quito-Ecuador pp. 59-83.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (2007). *Bases de la estrategia nacional de desarrollo e integración fronteriza 2007-2011*. Documento de consulta. Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Desarrollo de Fronteras, Ministerio de RREE, República del Perú. 70pp.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (1998). *Acuerdos Suscritos entre el Perú y el Ecuador en Brasilia, el 26 de octubre de 1998*. Documento de consulta. Ministerio de RREE, República del Perú. 201pp.
- ODECOFROC, Equipo de investigación (2009). *Crónica de un engaño. Los intentos de enajenación del territorio fronterizo Awajún en la cordillera del Cóndor a favor de la minería*. Informe 5, IWGIA. Lima, Perú. 61pp.



Huancayo

CIUDADES INTERMEDIAS EMERGENTES: NUEVOS ROLES Y FUNCIONES EN EL CRECIMIENTO ENDÓGENO DE LA CIUDAD DE HUANCAYO

Elder Junior Fernández Ibarra

RESUMEN

Las ciudades intermedias cumplen funciones de ciudades centrales muy definidas a escala regional y local, son muy atractivas para agentes económicos y políticos para transformar e innovar la ciudad. A nivel nacional, Huancayo es una de las ciudades que ha sufrido mayor impacto territorial y cultural, un hecho que le ha obligado a redefinir sus lógicas espaciales; tal es el caso que, en los últimos años, con necesidades y demandas productivas llegaron grandes inversiones. Estos impactos guardan estrecha relación con la globalización, puesto que estos espacios emergentes deben insertarse al macrosistema económico para lograr un desarrollo territorial que considere sus comportamientos y sus tradiciones. Por estos motivos, se produce un resquebrajamiento entre la transformación de la ciudad y las tradiciones basadas en una identidad histórica bien definida que ocasiona cambios en los patrones de comportamiento espacial cotidiano, cambiando funciones y generando nuevos roles en sus agentes y actores sociales.

PALABRAS CLAVES: *ciudades intermedias, globalización, agentes económicos, innovación.*

DATOS DEL AUTOR

Geógrafo egresado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) y actualmente estudiante de la Maestría en Geografía con Mención en Ordenamiento y Gestión del Territorio.

Cuenta con experiencia profesional en instituciones públicas como el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (PNSU), Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), Ministerio de Salud (MINSA) y docencia preuniversitaria en el Centro Preuniversitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (CEPREUNMSM); y, consultor en instituciones privadas como el Instituto de Biodiversidad y Paisajes (IBP).

efernandez@outlook.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

The intermediate cities play a role of central cities at regional and local level. Also, these cities attract economic and political agents to transform and innovate its environment. Nationally, Huancayo is a city that has suffered more territorial and cultural impact which redefine their new spatial logic. For this reason, during the last years, productive needs and demands have generated large investments. This process has a strong link with globalisation, therefore, these emerging spaces must be inserted at the macroeconomic system to achieve a territorial development that considers its behaviour and traditions. Due to these facts, there was a rupture between the transformation of the city and traditions based on its historical identity. In addition, changes were generated in their patterns of daily spatial behaviour and their functions, generating new roles among their agents and social actors.

KEYWORDS: *ciudades intermedias, globalización, agentes económicos, innovación.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INTRODUCCIÓN

La concentración de población en las ciudades se produce con el objetivo de desarrollar determinadas actividades productivas, de servicios y similares que, en conjunto, constituyen y determinan la función de la ciudad (Galarza, 2011). Esto se debe por el proceso de globalización de la economía y la comunicación que cambia nuestras formas de producir, consumir, gestionar, informar y pensar (Borja & Castells, 1997). Esto repercute directamente en la ciudad de Huancayo que mantiene su rol hegemónico como ciudad más importante de la sierra-central del país, pero que, de acuerdo a los nuevos patrones de consumo ha cambiado su identidad tradicional y su percepción en la valoración de su espacio.

El cambio de funciones y roles de la ciudad de Huancayo genera una alteración en su orden espacial. Por un lado, la expansión urbana ha afectado directamente al Valle del Mantaro (principal abastecedor de alimentos de Lima Metropolitana) y de otro lado, la implantación de centros comerciales (*shopping centers*) en la ciudad, repercute al brindar una nueva función como de ciudad central con servicios acordes con una ciudad globalizada.

La presente investigación trata de abordar la transformación de la ciudad basada en las necesidades y demandas efectivas por los procesos de evolución, producto del alcance global, mediante la concentración de inversiones, capital fijo, nuevas necesidades y demandas efectivas.

1. ÁREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN

La ciudad de Huancayo se ubica en el centro del país, al sur de la provincia de Junín. Por su situación estratégica tiene una conexión importante con la capital del país: Lima. A la vez, forma parte de la sierra central del Perú y se encuentra a una altitud de 3260 m s.n.m.

POBLACIÓN

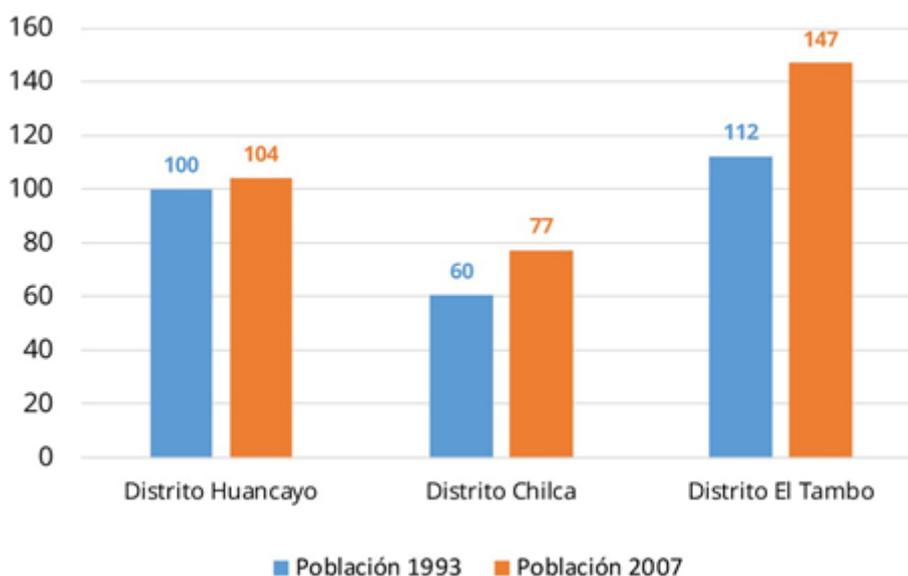
La ciudad de Huancayo está conformada por los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca. Es la octava ciudad más poblada del país. En el 2007 tenía una población de 323054 habitantes y según proyecciones del INEI al año 2014 tendría 501 384 habitantes. El aumento paulatino y constante de la población queda reflejado en los censos, tal como se puede apreciar en el Gráfico 1.

No obstante, los ritmos de crecimiento varían en cada uno de sus distritos urbanos, siendo el más bajo el del distrito de Huancayo, cuya población apenas ha crecido, frente al crecimiento que han tenido sus otros dos distritos como Chilca y especialmente El Tambo que cuentan con más terrenos baldíos y de campiña, por donde la ciudad puede expandirse y acoger dicho crecimiento demográfico.

En el caso de El Tambo, su posición ventajosa hacia la salida a los mercados de La Oroya y de Lima, así como el estado de las pistas que rodean ambas márgenes al río Mantaro, consideramos que son factores que han incidido en el mayor crecimiento del distrito.

GRÁFICO 1.

Población de la ciudad de Huancayo, en miles de habitantes



Fuente: Censo Nacional 2007, XI de población y VI de vivienda, y, al Censo Nacional 1993, IX de población y IV de vivienda. Elaborado por el autor.

IDENTIDAD HISTÓRICA

Huancayo es una de las ciudades con mayor influencia de identidad histórica. Sus principales rasgos culturales encuentran su base en la antigua sociedad wanka:

- Se definen como una economía de carácter agrario (aprovechando las excelentes condiciones agrícolas del Valle del Mantaro).
- Construyeron ciudadelas en la cima de los cerros.
- Idearon danzas relacionadas con sus actividades económicas, siendo el huaylarsh la más importante. No obstante, la más reconocida es la danza de la huaconada de Mito, que desde 2010 es Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.
- Mantenían y mantienen importantes intercambios comerciales (uno de ellos es la tradicional feria dominical) para favorecer el intercambio o trueque de los indígenas del lugar entre sí y para aquellos que venían de otras regiones.

Tomando las palabras de Yi Fu Tuan: *“La topofilia es el lazo afectivo entre las personas y el lugar o el ambiente circundante” se entiende que la población tradicional de la ciudad de Huancayo “reaccionara en consonancia a su entorno material”, el cual perciben como un espacio lleno de procesos que forjaron el pasado y construyen en la realidad actual, otorgando a su ciudad un valor especial de identidad y significancia que procura a la ciudad su valor patrimonial, por su historia y cultura (Fu Tuan, 2007). Un ejemplo es la presencia del Parque de la Identidad Huanca en el centro de la ciudad.*

FIGURA 1.
Parque de la Identidad Huanca



Fuente: Perú Destinos¹

2. ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA

Las ciudades concentran población, bienes, servicios e información, lo que facilita su desarrollo, al superar el problema de las distancias en base a la concentración de agentes, actores, recursos, redes y flujos, efectivizando el capital, el tiempo y la energía.

Es así que la ciudad de Huancayo se convierte en una fuerza potencial de población, mercado y comercio. *“El rol central de un sistema urbano lo convierte en un aspecto fundamental de la práctica humana social”* (Harvey, 1977).

Esta concentración de población en la ciudad se genera con el objetivo de desarrollar actividades productivas, servicios o similares, que en conjunto constituyen la función de la ciudad (Galarza, 2011). Uno de los criterios para determinar las funciones urbanas radica en los diferentes porcentajes de la Población Económicamente Activa (PEA) por actividad registrada.

La ciudad de Huancayo, según los datos del Censo 2007, indica que cumple funciones de industria, comercio y servicios, tal como podemos apreciar en la siguiente tabla:

¹ Portal web Perú Destinos. Disponible : en <<http://perudestinos.com/city-tour> >

TABLA 1.
PEA de la ciudad de Huancayo y distritos que la conforman (%)

ACTIVIDAD	DISTRITO						CIUDAD DE HUANCAYO	
	HUANCAYO		CHILCA		EL TAMBO		Pob. (hab.)	%
	Pob. (hab.)	%	Pob. (hab.)	%	Pob. (hab.)	%		
TOTAL	46826	100	28968	100	58761	100	134555	100
Miembros ejecutivos, directores administrativos, públicos y empresarios (001)	111	0,24	39	0,13	181	0,31	331	0,3
Profesionales, científicos e intelectuales (002)	8159	17,4	3267	11,3	11397	19,4	22823	17
Técnicos de nivel medio y trabajadores asimilados (003)	3761	8,03	1404	4,85	4658	7,93	9823	7,3
Jefes y empleados de oficina (004)	2430	5,19	780	2,69	3425	5,83	6635	4,9
Trabajadores de servicios personales y vendedores de comercio y mercado (005)	10549	22,5	6216	21,5	10733	18,3	27498	20
Agricultores, trabajadores no calificados, agropecuarios y pesqueros (006)	1082	2,31	1152	3,98	1403	2,39	3637	2,7
Obreros y operadores de minas, canteros, industria manufacturera y otros (007)	4068	8,69	3486	12	5966	10,2	13520	10
Obreros construcción, papel (008)	4099	8,75	3469	12	6618	11,3	14186	11
Trabajadores no calificados, peones, vendedores y ambulantes, y afines (009)	9227	19,7	6940	24	10090	17,2	26257	20
Otra (010)	436	0,93	172	0,59	485	0,83	1093	0,8
Ocupación no especificada (011)	615	1,31	666	2,3	749	1,27	2030	1,5
Desocupado (012)	2289	4,89	1377	4,75	3056	5,2	6722	5

Fuente: Censo Nacional 2007, XI de población y VI de vivienda, y, al Censo Nacional 1993, IX de población y IV de vivienda. Elaborado por el autor.

Huancayo se encuentra entre las ciudades más importantes con funciones definidas de acuerdo al tamaño poblacional, esta misma situación ocurre con ciudades que son capitales departamentales e importantes como establece Galarza (2011) en la Tabla 2:

TABLA 2.
Conglomerados por función urbana predominante

MACROREGIÓN	RANGO	CONGLOMERADO	FUNCIÓN URBANA PREDOMINANTE
Centro	Metrópolis Nacional 8 000 000 y más	Lima - Callao	Industrial / servicios (a escala nacional)
Sur	500 000 - 999 999	Arequipa	Industrial / servicios
Norte		Trujillo	
Norte		Chiclayo	
Norte		Iquitos	
Norte		Cusco	
Centro	200 000 - 499 999	Chimbote	Industrial / servicios
Centro		Huancayo	
Sur		Tacna	
Centro		Ica	
Sur		Juliaca	
Norte		Sullana	
Norte		Cajamarca	
Centro	100 000 - 199 999	Chincha Alta	industrial / servicios
Centro		Ayacucho	
Centro		Huánuco	
Centro		Puno	
Sur			
			Servicios

Fuente: Galarza, 2007, pág. 128.

Corroborando la PEA de Huancayo con el análisis de Galarza (2011), es evidente que la especialización que predomina para ciudades mayores de 200 mil habitantes es la función industrial (manufactura), la que muestra un rol similar al de las principales ciudades del país. También podemos corroborar esta información con la cantidad de industrias que se concentran en la ciudad a nivel de provincia (ver Tabla 3) y los servicios a través de la feria dominical que se realiza tradicionalmente en la ciudad de Huancayo (ver Figura 2).

FIGURA 2.
Feria dominical tradicional de la ciudad de Huancayo



Fuente: Diario Correo².

TABLA 3.
Industrias instaladas en la ciudad de Huancayo, año 2007

DISTRITO	EMPRESAS INDUSTRIALES
Huancayo	911
El Tambo	733
Chilca	499
CIUDAD DE HUANCAYO	2143

Fuente: Municipalidad Provincial de Huancayo, 2007.

3. FUNCIONALIDAD DE LA CIUDAD DE HUANCAYO COMO CIUDAD REGIONAL

Dos de los hechos que expresan la condición y funcionalidad regional de la ciudad de Huancayo son las redes territoriales y los cambios de una estructura tradicional a una actual, en su sistema urbano.

² Portal web Diario Correo. Disponible en <http://diariocorreo.pe/ciudad/tradicional-feria-dominical-termina-convertid-234898/>

LAS REDES

Las redes de aglomeraciones se extienden con menor intensidad en territorios con proceso de integración a la economía mundial (Neyra, 2005). Las redes, materiales e inmateriales, son una preocupación esencial para toda la población, esto refleja la importancia del cometido económico de transportes, vectores de intercambios humanos y comerciales, así como, elementos estructurales para la organización del territorio. La existencia de redes y servicios eficaces es una de las condiciones necesarias para el desarrollo económico.

La ciudad de Huancayo cuenta con un sistema vial constituido por una red de carreteras muy importante por su extensión y articulación con los centros poblados y que se desarrolla en función de las necesidades del comercio y la extracción en las áreas productivas. Esto se debe a que la ciudad de Huancayo es la más desarrollada de la macrorregión centro (Huánuco, Pasco y Junín) esto se debe a su localización estratégica y la influencia directa con Lima, capital del Perú

FIGURA 3.
Sistema de redes de la región Junín, año 2015

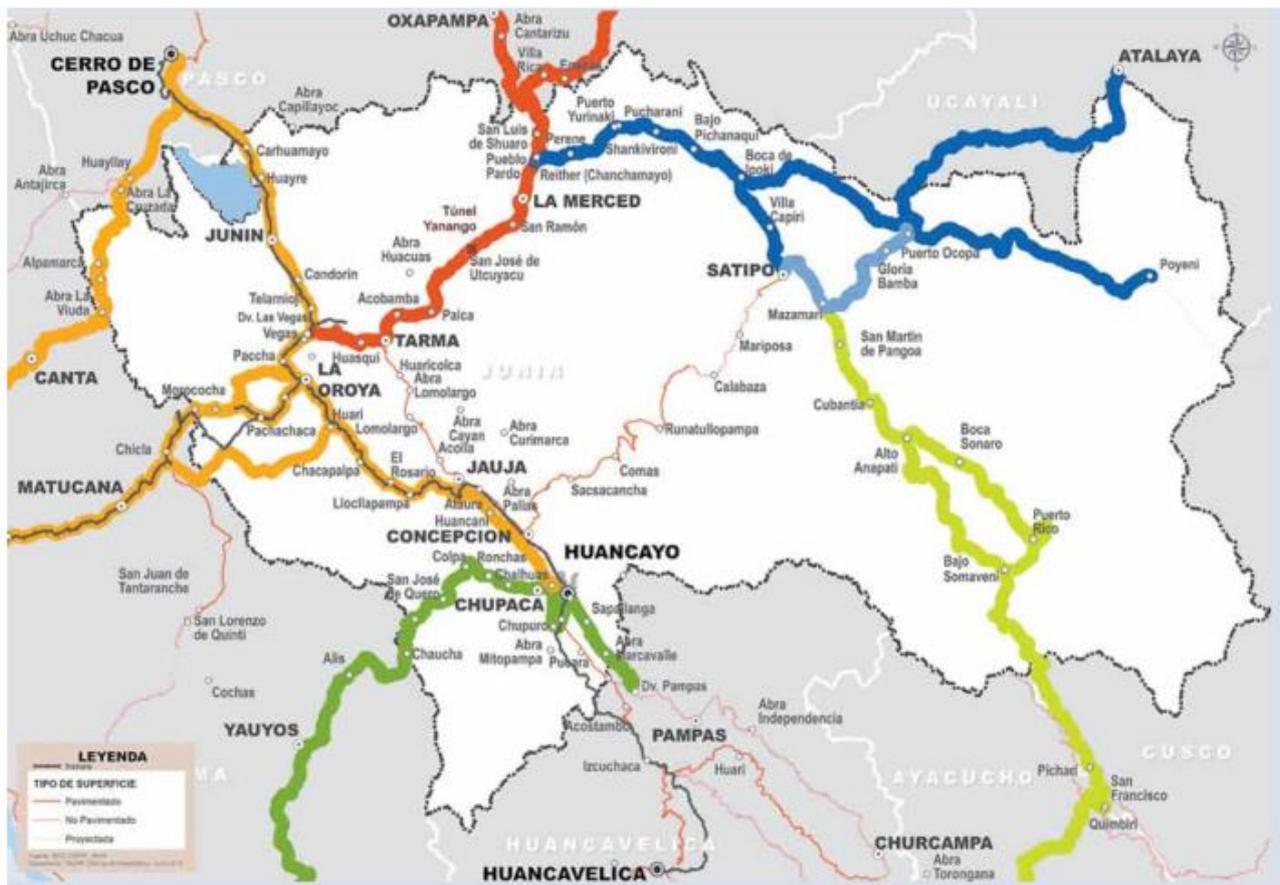


Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015.

De esta manera, Huancayo es considerado el núcleo principal que se articula directamente a un grupo de ciudades pequeñas, que en relación con ciudades intermedias (Jauja, Chupaca y Concepción) ha establecido un vínculo económico mucho más fuerte con Lima.

La cantidad de vías y rutas con las que cuenta Huancayo para acceder o llegar desde la selva central, la costa central, la sierra central y meridional da cuenta de su centralidad y capacidad articuladora a una escala macrorregional, como podemos ver en la Figura 4:

FIGURA 4.
Sistema de redes vial del sistema urbano de la región Junín, año 2015



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015.

TABLA 4.
Accesibilidad y telecomunicaciones de la ciudad de Huancayo

Ruta: Lima - La Oroya - Jauja - Concepción - Huancayo
Ruta: Cañete - Yauyos - Chupaca - Huancayo
Ruta: Huancayo - Izcuchaca - Huancavelica / Ayacucho
Telefonía: Movistar, Claro, Entel, Bitel
Servicio de correo, internet, radio y TV

Fuente: Municipalidad Provincial de Huancayo, 2007. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016).

MODIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA TRADICIONAL

Borja señala que *“a partir de la transformación tecnológica y organizativa de la nueva economía internacional asistimos a la modificación de relaciones de trabajo y de la estructura en las sociedades”*.

El crecimiento de las ciudades regionales en el Perú responde a lógicas muy peculiares. Por ejemplo, citando la clasificación de Milton Santos de medios en natural, técnico, técnico-científico-informacional, podemos señalar que nuestras ciudades aún prevalecen en un medio técnico, mostrando procesos de avance hacia un medio científico-informacional, puesto que *los objetos que conforman la ciudad son culturales y técnicos* (Santos, 2000). Estos objetos o elementos tienen una base en el comportamiento y el uso de infraestructuras que obligan a cambiar su estructura, los patrones de comportamiento y las dinámicas cotidianas de la población.

4. NUEVOS CAMBIOS EN EL TERRITORIO

Disminución o retroceso del medio natural frente a la expansión del medio urbano.

La sustitución del medio natural por una determinada sociedad ocasiona que los medios sean cada vez más artificiales (Santos, 2000). Estos medios no solo sufren la modificación de su estructura espacial, sino también constituyen el reflejo de las necesidades de las ciudades en proceso de globalizarse. Es así como Harvey manifiesta que *“las ciudades son consideradas en cuanto a su forma construida”*.

Dos factores importantes han influido en la disminución del medio natural de Huancayo, el primero es el proceso de urbanización y expansión de la ciudad hacia espacios que no estaban siendo aprovechados, y el segundo es el flujo migratorio que en las últimas décadas han modificado la ciudad como consecuencia de los acontecimientos socio-políticos y actualmente productivo-económicos que se producen a nivel nacional, macrorregional y regional haciendo atractiva la ciudad como fuente de trabajo, oportunidades y desarrollo.

El análisis para la presente investigación data de los años 2006 – 2016 de ahí se obtuvieron imágenes de satélite idóneas para el análisis del cambio de uso de suelo que muestran usos de tipo urbano y población dispersa en pequeñas aglomeraciones. La ubicación de viviendas ocurre basándose en las vías o carreteras que conectan con centros poblados menores, con atractivos turísticos y en dirección hacia la ciudad de Concepción.

La ocupación de viviendas en las cercanías del río no solo ocasiona un desorden e impacto en la ciudad, sino que la expone ante eventuales desastres que pudiesen ocurrir por crecidas e inundaciones. Esto se aprecia, por ejemplo, en la Urb. Justicia Paz y Vida donde existen viviendas muy cercanas al cauce del río. Las urbanizaciones que formaron o aumentaron su población mediante el cambio de uso son las que se señalan a continuación:

TABLA 5.
Habilitaciones urbanas formadas por el cambio a una actividad urbana

DISTRITO	HABILITACIÓN URBANA	CAMBIO POR OCUPACIÓN
El Tambo	Urb. Lago Verde	Agrícola a urbano
	Parque Industrial de Huancayo	Industrial a urbano
	Comunidad Campesina de Umuto	Agrícola a urbano
Huancayo	Urb. Las Retamas de San Luis	Agrícola a urbano
	Urb. La Floresta I y II	
	Urb. La Merced	
	Torre Torre	

Fuente: elaborado por el autor.

Estos cambios por expansión urbana se muestran en las áreas periféricas de la ciudad de Huancayo, ya sea en las zonas netamente agrícolas o cercanas al río (como mencionamos en párrafos anteriores), siendo también un factor determinante el precio de los terrenos y las crecientes demandas para urbanizarse mediante la creación de condominios y residenciales. La pérdida de terrenos agrícolas va a generar escasez de producción agrícola para el mercado local, existiendo la necesidad de apertura o de fortalecimiento de los mercados existentes como Yauyos.

FIGURA 5.
Imagen satelital de la ciudad de Huancayo, año 2006



Fuente: Google Earth.

FIGURA 6.
Imagen satelital de la ciudad de Huancayo, año 2016



Fuente: Google Earth.

ALTERACIÓN Y NUEVA PERCEPCIÓN DEL PAISAJE

Según Borja y Castells *“la era de las telecomunicaciones permite la gestión y la comunicación entre sí de sistemas urbanos y rurales distantes, tiende a concentrar a la población en aglomeraciones parcialmente discontinuas, de gigantesca dimensión y de características **socio-espaciales históricamente nuevas**”*.

Contrastando este planteamiento, uno de los principales espacios afectados es el Valle del Mantaro, que ha visto cómo sus terrenos agrícolas están siendo sustituidos por nuevos asentamientos humanos producto de migraciones de pueblos rurales colindantes a la ciudad. Esto genera una nueva percepción sobre estos espacios, ya que la tradición o el pensamiento de conservación para el aprovechamiento agrícola se pierden cada día más, cambiando sus funciones y teniendo una diferente percepción sobre la identidad territorial.

FIGURA 7.
Imagen panorámica del Valle del Mantaro



Fuente: Archivo fotográfico del autor, 2012.

GLOBALIZACIÓN: UN PROCESO INFLUYENTE EN LA ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

El proceso de globalización exige nuevas condiciones para la competencia y la competitividad, tanto para las empresas como para los territorios. En este sistema donde la actividad económica se dispersa geográficamente, pero se integra globalmente al circuito de redes globales, los más débiles son los excluidos y los más fuertes se favorecen. En palabras de Borja, *"las nuevas tecnologías permiten articular formas arcaicas de sobreexplotación local con redes productivas modernas orientadas hacia la competencia global"*. Es así como las ciudades regionales deben integrarse a este sistema económico mundial, donde sus implicancias puedan partir desde lo local y mantengan su rol central, pero con nuevas funciones acorde a las exigencias del mercado mundial.

La presencia de centros comerciales en ciudades regionales es la muestra más importante de la llegada de la globalización a estos espacios como producto de las innovaciones en espacios tradicionales con una marcada identidad histórica. Estos grandes centros comerciales ya se encontraban en Lima desde hace dos décadas, sin embargo, las exigencias de modernizar la producción y atraer empresas transnacionales generaron cambios en la estructura económica, que para el caso de la investigación se aplican a la ciudad de Huancayo.

FIGURA 8.
Centro Comercial Real Plaza Huancayo



Fuente: Real Plaza.³

REVALORIZACIÓN DE ESPACIOS MODIFICADOS Y SU INFLUENCIA EN LA GESTIÓN DEL TERRITORIO

Las ciudades en crecimiento, como parte de la globalización, sufren dinámicas que suponen una adaptación de las formas y de las normas (Santos, 2000). Hay que transar para que esto no se constituya en áreas de conflicto o de rechazo por parte de la población, sino que se integren a la sociedad con estas nuevas funciones que cumplen las ciudades. Solo así, se dinamiza de manera armoniosa estos territorios para su adecuada gestión.

Bertrand señala que estos espacios modificados deben constituir *“paisajes, con identidad, que deben de estar fabricados por los antepasados”* y deben ser un *“sistema de paisaje territorializado... así concebido como real y virtual, estático y cinemático, que actúa sobre la unicidad de cada paisaje”* (Bertrand, 2010).

Por este motivo, si se quiere revalorizar estos espacios, se deben concebir como paisajes alterados espacialmente, sin embargo, la identidad y la tradición se mantienen y se constituyen en elementos clave para garantizar que la ciudad siga constituyendo una unidad territorial fuerte, ante la llegada de cambios proporcionados por las nuevas estructuras territoriales, las actividades y los modos de vida que ahí se van desarrollando.

De esta manera, Huancayo, una ciudad con un fuerte componente de identidad por sus tradiciones y costumbres debe mantener sus actividades cotidianas y convivir con la llegada de nuevos centros comerciales que van a generar la revalorización de espacios que no deben ser alterados por actividades u ocupaciones inadecuadas. Esto constituye una labor importante de las autoridades locales y provinciales que deben velar por la mejora de la calidad de vida de la población, así como el desarrollo económico y sostenible de la ciudad.

CONCLUSIONES

- La ciudad de Huancayo es la ciudad más importante del macrorregión centro. Su estratégica ubicación y su conexión con Lima Metropolitana son los aspectos que definen su rol central.

³ Portal web Real Plaza. Disponible en <<http://realplaza.pe/huancayo/informacion>>.

- Al tener una población mayor de 200 mil habitantes, Huancayo adquiere una funcionalidad económica con base en la actividad manufacturera y servicios, cada vez más creciente e importante dentro de la macrorregión centro lo que atrae mayores inversiones con la llegada de los centros comerciales.
- La ciudad de Huancayo atraviesa una revalorización de espacios por la presencia de centros comerciales que dinamizan sus alrededores y los condominios – residenciales que se han instalado en antiguas zonas agrícolas de la ciudad.
- La llegada de nuevos procesos globales hace que la ciudad de Huancayo pierda su identidad territorial, modificándose su estructura tradicional.
- Los nuevos patrones de cambio de la ciudad responden a los intereses de las demandas productivas que determinan la nueva funcionalidad de la ciudad, sin embargo, no debe alterarse de manera negativa la organización territorial de la ciudad de Huancayo y debería constituirse en un reto para la gestión del territorio.
- El crecimiento poblacional de Huancayo genera que las viviendas se ubiquen en zonas inadecuadas como las que se encuentran cerca al río Mantaro o que se ocupen terrenos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertrand, G. (2010). *Itinerario entorno al paisaje: una epistemología de terreno para tiempos de crisis*. *Ería*, 81, 5-38.
- Borja, J., & Castells, M. (1997). *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Taurus.
- Fu Tuan, Y. (2007). *Topofilia. Un estudio de las percepciones, actitudes y valores sobre el entorno*. Melusina.
- Galarza, L. (2011). *Visión de futuro del desarrollo territorial*. Lima: CEPLAN.
- Harvey, D. (1977). *Urbanismo y desigualdad social*. Madrid: España.
- INEI. (2007). *Perfil Sociodemográfico del departamento de Junín*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Censos Nacionales XI de población y VI de vivienda*. Disponible en <<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Junín: Camino al desarrollo*. Junín: Empresa Editora El Comercio S.A.
- Municipalidad Provincial de Huancayo. (2007). *Mejoramiento y Actualización del Plan de Desarrollo local Concertado Provincial 2007 2015*. Huancayo.
- Neyra, G. (2005). *La economía de la Macrorregión Sur: Un análisis estructural*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*. Madrid: Ariel.



USO Y TRATAMIENTO DE LOS NOMBRES GEOGRÁFICOS EN LOS PROCESOS ELECTORALES

Eduardo Tena Del Pino

RESUMEN

El trabajo presenta el tratamiento de los nombres geográficos de las circunscripciones político-administrativas para los procesos electorales. En ese contexto, identifica la diversidad en su registro, la identificación de nombres con características físicas del paisaje y el problema con la duplicidad de los nombres. Finalmente, se elabora un diagnóstico y se propone recomendaciones para el manejo de los nombres geográficos en los procesos electorales.

PALABRAS CLAVES: *nombres geográficos, circunscripciones político-administrativas, territorios, procesos electorales, datos geográficos.*

DATOS DEL AUTOR

Geógrafo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Diploma en Interculturalidad e Identidades. Especialista en Geografía Registral Electoral y Demarcación Territorial. Decano del Colegio de Geógrafos (CGP).

Publicaciones:

- *"Análisis Geográfico de los Resultados Electorales de las Elecciones Regionales y Municipales 2014". I Edición 2015. ISBN 978-612-47024-5-7*
- *"Aplicaciones para el servicio de localización mediante la georreferenciación del registro de direcciones".*
- *"Las próximas elecciones presidenciales de abril 2016: Referencias de los resultados electorales de las Elecciones Regionales y Municipales 2014".*
- *"El problema del saneamiento de límites de las unidades político administrativas del país"*
- *"La georreferenciación del registro de direcciones de los votantes. Al servicio de los ciudadanos y para beneficio del estado: Aplicación de técnicas geográfica.*
- *Geografía: factores geográficos y electores "golondrinos"*
- *"Los geógrafos rumbo al Bicentenario del Perú"*

eduardoten@gmail.com

<http://eduardotena.blogspot.pe/>

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

The work paper presents the treatment of geographical names of político-administrativas constituencies for electoral processes. In this context, identifies the diversity in its register, the identification of the names with the physical landscape features and the problem with the duplication of names. A diagnosis is made and proposes a series of recommendations to the management of geographical names to the electoral processes.

KEYWORDS: *geographical names, politico-administrative districts, territories, electoral processes, geographic data.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

I. INTRODUCCIÓN

Desde la geografía, se percibe al territorio como un escenario muy complejo donde interactúan factores geofísicos, socio-culturales y político- económicos. Identificar estos territorios con un nombre es muy importante para tener una relación directa en su construcción social y gestión territorial. Este proceso nos lleva a crear a través de normas legales, territorios políticos denominados departamentos, provincias y distritos en cuyas circunscripciones se constituye y organiza el gobierno a nivel nacional, regional y local (artículo N°189, Constitución Política del Perú). Además, de acuerdo a la ley nro. 26859, Ley Orgánica de Elecciones, en su artículo 13, *“las elecciones se efectúan sobre la base de las circunscripciones territoriales de acuerdo a ley”*.

En la actualidad, en el contexto social, económico y cultural, se vive un nuevo paradigma en el marco del desarrollo sostenible que está revolucionando la información geográfica (M.J. Rodríguez). Los estudios para las *“políticas públicas”*¹ requieren cada vez mayor información de datos geográficos, en los cuales, el valor radica en su localización y posición. Es decir, el valor de un dato geográfico es su referencia sobre un determinado territorio lo que le da un conjunto de atributos y funciones dentro de un sistema espacial.

“Se denomina información geográfica a aquellos conjuntos de datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos geodatos poseen una posición implícita (la población de una sección censal, una referencia catastral, etc.) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, etc.). Se estima que el 80% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen esta componente geográfica”, Bosque, J. (1999).

Específicamente en geografía, los datos o antecedentes seleccionados para entender una idea, en este caso un fenómeno geográfico, y/o deducir su distribución y consecuencias, tienen dos características particulares, según Bosque (1992). La primera de ellas, consiste en ser parte de una observación o soporte (unidad de observación, objeto geográfico, individuo) que tiene una posición espacial definida; y la segunda consiste en que dicho dato tiene la posibilidad de presentarse como una variable o atributo temático, *“es decir que los objetos espaciales están dotados de propiedades intrínsecas las cuales se pueden medir”*, Madrid, A. & Ortiz, L. (2005).

Durante los trabajos realizados en los procesos electorales, uno de los objetivos consistió en acopiar, procesar, sistematizar y disponer la información de las circunscripciones político-administrativas. Información que contiene un componente geográfico que es susceptible de ser geolocalizada en un determinado territorio y es requerida para planificar y conducir los procesos electorales. Para lograrlo se realizaron diversas actividades de acopio de la información que identifica a cada circunscripción vinculada al tema electoral dentro de las cuales se encuentra la información de los *“nombres geográficos o toponimia”*²; estos datos se sistematizaron, organizaron, validaron y distribuyeron para los procesos electorales.

¹ ROTH DEUBEL, define como política pública al conjunto conformado por uno o varios objetivos colectivos considerados necesarios o deseables por medios y acciones que son tratados, por lo menos parcialmente, por una institución u organización gubernamental con la finalidad de orientar el comportamiento de actores individuales o colectivos para modificar una situación percibida como insatisfactoria o problemática.

² Un nombre geográfico o topónimo es un nombre propio de lugar. Los topónimos son denominaciones con las que designamos los lugares que nos rodean como calles, pueblos, ciudades, ríos, sierras, parajes, etc. A menudo pasan desapercibidos, pero no solo nos sirven para identificar y localizar los lugares en los que se desarrolla cualquier actividad humana, sino que son parte de nuestro patrimonio cultural.

La información electoral referida a los nombres geográficos permite identificar a las circunscripciones político-administrativas que junto a sus ubigeos³ provienen de dos fuentes. Una parte procede de la información elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Esta información es actualizada constantemente, añadiendo nuevas circunscripciones político-administrativas que se van creando. El resto de la información proviene del Registro Nacional de Identificación Estado Civil (RENIEC) que, les asigna el código identificador del ubigeo electoral que permite enlazar a cada circunscripción con datos sobre población electoral, mesas electorales, locales de votación, miembros de mesa de cada territorio, así como organizaciones políticas para las cédulas de votación, entre otros.

También se cuenta con otras fuentes para identificar los nombres geográficos registrados como las cartas nacionales elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) que son utilizadas para verificar las entidades y accidentes geográficos en mapas de diferentes escalas. Otras fuentes tomadas en cuenta para el registro de los nombres geográficos, provienen de las cartografías producidas por los organismos sectoriales, los gobiernos locales e instituciones particulares que elaboran cartografía temática.

II. LOS NOMBRES GEOGRÁFICOS Y LOS PROCESOS ELECTORALES

En nuestro país se han producido cambios cualitativos y cuantitativos en estas últimas décadas en relación a la ocupación del territorio, lo cual ha exigido, la generación de nuevas circunscripciones político-administrativas, la modificación interna de las dimensiones territoriales, y la generación de nuevos nombres geográficos para nombrar e identificar las nuevas circunscripciones. Además, en el Perú, existe una variedad muy amplia de espacios geográficos ocupados por sociedades originarias y otras provenientes de migraciones, todas ellas identificadas con un nombre, que, en muchos casos, han sido designados por sociedades nativas y campesinas, en función a sus características territoriales y a su identificación con el terreno.

De cara a los procesos electorales, es muy importante identificar las circunscripciones políticas por sus nombres para registrarlas de acuerdo a las normas legales de las creaciones de cada una de las circunscripciones políticas: regiones, provincias y distritos. A todo esto, se suma el registro de los centros poblados, entidades que también constituyen cada una de estas circunscripciones. La identificación de las circunscripciones políticas permitirá ejecutar planes electorales como localizar a los miembros de mesas de una circunscripción, desplegar el material electoral, ejecutar actividades de difusión y capacitación a los electores, entre otros.

Uno de los problemas con el que nos enfrentamos es contar con topónimos dudosos, ya sea por su pronunciamiento o por su escritura en los registros de instituciones estatales que no es correcta a pesar de contar con una norma legal. Este es el caso de "San Pedro de Castas" que en algunos registros aparece como "Castas" o "San Pedro". Otro caso es el registro del distrito de "Allauca" o "Ayauca" que de acuerdo a la ley del 16 de agosto de 1920 es "Ayauca".

En otros casos, los topónimos tienen su origen en sociedades originarias quechuas, aimaras o de las lenguas de las comunidades nativas. Muchos de estos topónimos, están relacionados con características del paisaje o de alguna particularidad del territorio.

3

Un ejemplo de esta situación es el distrito identificado como “Pampachiri” en la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac que no registra norma legal de creación. Esta palabra quechua está compuesta de dos palabras: “*pampa*” que significa lugar plano o llanura y “*chiri*” que quiere decir muy frío o helado.

Otro caso es el nombre del distrito de “*Ñahuimpuquio*”, palabra quechua compuesta de dos palabras: “*Ñahuim*” que significa “ojo” y “*puquio*” que identifica a un puquial, pequeña laguna o lagunilla. En ese sentido, se interpreta como el lugar donde nace un puquial (Ley s/n del 6 de noviembre de 1903).

En el caso del distrito de “*Rinconada-Llicuar*”, ubicado en la provincia de Sechura, departamento de Piura, en muchos casos se le registra como “*Rinconada Llicuar*”, pero de acuerdo a la ley nro.15434 el distrito ha sido creado con el nombre de “*Rinconada -Llicuar*”.

El topónimo “*Tingo María*” identifica al centro poblado capital del distrito de Rupa Rupa de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, creado por ley del 9 de septiembre de 1946. Pero, se tiene conocimiento popular que la palabra “*Tingo*” proviene de la palabra quechua *tincco* o *tinku* que significa “*encuentro*”. En este caso se refiere a una característica hidrográfica del territorio donde confluyen el río Monzón con el río Huallaga.

Sobre el topónimo de la provincia del “*Datem del Marañón*”, provincia del departamento de Loreto, creada mediante ley nro. 28593 del 01 de agosto del 2005; se sabe que “*Datem*” proviene del idioma awajún que significa “*ayahuasca*”, una bebida tradicional del lugar y que es muy utilizada por curanderos o chamanes. Aquí, la connotación es cultural porque el nombre significa “*Ayahuasca del Marañón*”, en alusión a la bebida del lugar.

Otro caso es el que se observa en los nombres de los centros poblados. Un ejemplo de esto es el nombre de “*Yanacoto*”, palabra quechua compuesta de dos palabras: “*Yana*” que significa “*negro*” y “*coto*” que identifica a una enfermedad que genera un abultamiento en la zona de la garganta. La interpretación está relacionada a las características geográficas del lugar que tiene una fisiografía con un estrechamiento por promontorios rocosos de color negruzco y verdoso (rocas andesitas) sobre el cauce del río Rímac. Estas características fisiográficas se observan en el río Huambo hacia su confluencia al río Colca (ver Tabla 1 y Cuadro 1).

TABLA 1.

Registro del nombre del centro poblado Yanacoto

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	LEY	FECHA
LIMA	LIMA	LURIGANCHO	YANACOTO	-	ÉPOCA DE LA INDEPENDENCIA
AREQUIPA	CAYLLOMA	HUAMBO	YANACOTO	S/N	4 NOVIEMBRE 1889

Fuente: elaborado por el autor.

CUADRO 1.
Casos de representaciones toponímicas en el Perú

Topónimo: "Pampachiri" Pampa: lugar plano, llanura Chiri: frío, helado	Unidad político-administrativo: Distrito de Pampachiri, Provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac	Distrito de Pampachiri
Topónimo: "Ñahuimpuquio" Ñahuim: ojo, puquio: puquial, laguna, lagunilla	Unidad político-administrativo: Distrito de Ñahuimpuquio, Provincia de Tallacaja, departamento de Huancavelica	Distrito de Ñahuimpuquio
Topónimo: "Yanacoto" Yana: negro, Coto: bulto o enfermedad en la garganta	Centro poblado Yanacoto, Distrito de Lurigancho, Provincia de Lima, departamento de Lima	Centro Poblado de Yanacoto

Fuente: elaborado por el autor.

Otro elemento a tener en cuenta son los diferentes espacios que pueden llegar a representar los nombres geográficos, definiendo niveles territoriales y funcionalidades.

a. El espacio territorial por nivel político-administrativo

Región⁴, departamento, provincia y distrito.

ESQUEMA 1.
Nombres geográficos por niveles político-administrativos

Región (Departamento): Gobierno Regional	Arequipa	Región (Departamento) de Arequipa
Provincia: Gobierno Municipal Provincial	Arequipa	Provincia de Arequipa
Distrito: Gobierno Municipal Distrital	Arequipa	Distrito de Arequipa

Fuente: elaborado por el autor.

Otras formas de designar nombres geográficos están determinadas por las unidades territoriales con una funcionalidad determinada y que cuentan con nombres geográficos que definen niveles territoriales y funcionalidades.

⁴ **Constitución Política del Perú, 1993.- Artículo 189°.** El territorio de la República se divide en regiones, departamentos, provincias y distritos, en cuyas circunscripciones se ejerce el gobierno unitario de manera descentralizada y desconcentrada. Artículo 190°. Las regiones se constituyen por iniciativa y mandato de las poblaciones pertenecientes a uno o más departamentos colindantes. Las provincias y los distritos contiguos pueden asimismo integrarse o cambiar de circunscripción. En ambos casos procede el referéndum, conforme a ley.

b. Espacios territoriales por unidad territorial física

ESQUEMA 2.

Nombres geográficos por unidad territorial física

Unidad Fisiográfica: Cuenca	Cuenca del río Rímac	Cuenca del Río Rímac
Unidad Hidrográfica: Río	Río Rímac	Río Rímac
Unidad Político-Administrativa: Distrito	Territorio del distrito del Rímac, provincia de Lima, departamento de Lima	Distrito del Rímac

Fuente: elaborado por el autor.

Para el desarrollo de los procesos electorales es importante identificar por nombres y ubicaciones los lugares en donde se llevarán a cabo las elecciones. La identificación del lugar permitirá que los servicios de logística distribuyan el material electoral oportunamente. Sin embargo, es muy frecuente la repetición de nombres, los errores en la escritura de los nombres geográficos y los errores de ubicación de los nombres que identifican a los centros poblados en los mapas, lo cual origina demoras en la planificación electoral, redundando en la alteración del cronograma del despliegue del material electoral, elevando costos y creando dificultades en el proceso electoral.

Para la ejecución de un proceso electoral es prioritario identificar todas las circunscripciones políticas creadas a la fecha, además de los centros poblados que conforman cada una de estos territorios para realizar los planes electorales, como localizar a los miembros de mesas, desplegar el material electoral, ejecutar las actividades de difusión y capacitación a los electores, entre otros.

Uno de los objetivos planteados es promover la correcta identificación de las circunscripciones político-administrativas, precisando sus nombres geográficos y ubicación de circunscripciones electorales, principalmente a nivel de distritos. Los nombres de los centros poblados son importante información complementaria porque en estos lugares también se localizan locales electorales y marca hasta donde se debe desplegar el personal para cumplir con las metas electorales.

Actualmente, la participación electoral de la ciudadanía es muy activa en los distintos procesos electorales como elecciones generales para elegir al presidente, vicepresidente y congresistas, elecciones regionales y municipales, consultas populares de revocatorias, nuevas elecciones municipales, y consultas poblacionales para determinar sus jurisdicciones. También hay una importante participación en procesos como las elecciones de representantes a nivel de centros poblados y comunidades, por lo que es cada vez más necesario tener presente la problemática de la identificación geográfica de los lugares con sus correctos nombres.

III. ANÁLISIS

El presente trabajo presenta un diagnóstico acerca de la problemática de los nombres geográficos en los procesos electorales, dado que estos se originan como resultado de procesos políticos y sociales para conducir un gobierno nacional o local que se expresan en los territorios organizados por antiguos y nuevos centros poblados.

Los nombres geográficos identifican a los diferentes niveles de circunscripciones político-administrativas: regiones, departamentos, provincias y distritos y, a nivel de gobiernos locales, centros poblados (Art.189 de la Constitución Política del Perú, 1993), por lo que, el universo de nombres geográficos está ligado a la evolución de estas circunscripciones. El crecimiento y amplitud espacial de las circunscripciones político-administrativas y en especial, de los centros poblados, en esta última década, manifiesta una dinámica participativa de las poblaciones, principalmente del ámbito rural y de los asentamientos humanos ubicados en las periferias urbanas como nuevos distritos para obtener por la vía de la participación electoral la representación política y así acceder al presupuesto estatal.

Esta dinámica de construcción de territorios requiere una identificación del territorio ocupado, es decir, un nombre geográfico cuya identificación territorial sea de acuerdo a la participación de la población involucrada en el contexto socio-territorial y la dinámica socio-político en la que se desenvuelven. Por ello, el estudio presenta una aproximación a la problemática de los nombres geográficos, mostrando su dimensión cuantitativa y espacial.

3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS NOMBRES GEOGRÁFICOS

Actualmente, el Perú presenta un conjunto de unidades político-administrativas distribuidas en su ámbito territorial nacional que se clasifican de la siguiente manera:

Administrativa -territorial

- 26 regiones
- 24 departamentos
- 196 provincias
- 1874 distritos
- 98 011 centros poblados

Además de esta clasificación político administrativa, hay otros territorios ocupados por organizaciones reconocidos jurídicamente como las comunidades campesinas y las comunidades nativas registradas por el Ministerio de Agricultura, los derechos mineros reconocidos por el Ministerio de Energía y Minas, entre otras consideraciones. Cada uno de estos territorios cuenta con un nombre que los identifica con un lugar determinado, pero que denominaremos "centros poblados" de acuerdo a lo establecido en el Art. 4° inciso a del reglamento de la ley nro. 27795, donde se les identifica con nombres registrados en las cartografías nacional (Carta Nacional del IGN), sectorial (catastro rural, minero, etc.) y en la de los gobiernos locales (provinciales y distritales).

Pero, también existen nombres geográficos de centros poblados que no están registrados en la cartografía y que se han generado por los motivos siguientes:

Proceso socio-político

- Migraciones ocurridas por el conflicto de la guerra interna en el país.
- Anexiones territoriales en zonas de conflictos de límites.
- Segregación territorial con nuevos centros poblados.
- Temporalidad (productiva, construcción de infraestructuras, migración, etc.).

Proceso de dinámica geográfica

- Inundaciones: centro poblado Tununtunumba, en el distrito de Chazuta, provincia y departamento de San Martín por desborde del río Huallaga.
- Cambio de curso en los cauces de los ríos.
- Deslizamientos de tierras.
- Fenómenos climáticos (migraciones por sequías, lluvias, etc.).
- Vulcanismo (por ejemplo, el volcán Ubinas que obligó a la población a ir al refugio temporal de Chacchagén, distrito Matalaque, provincia de general Sánchez Cerro, departamento de Moquegua).

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS NOMBRES GEOGRÁFICOS

Los nombres geográficos que existen en el país, aparecen con frecuencia definiendo o caracterizando al territorio construido (urbano o rural). Sus orígenes son variados, algunos tienen un origen antiguo que va del periodo prehispánico, virreinal o republicano hasta la actualidad. Así mismo, promueven lenguas quechuas, aimaras, nativas y principalmente, el castellano.

La gran diversidad y complejidad física del territorio del país y sus diferentes usos culturales hacen que cada nombre geográfico se relacione con un determinado espacio propio, con la seguridad de que cada uno de ellos designará con un nombre a cada lugar o territorio. Principalmente, los de origen quechua, aimara u otras lenguas nativas que preceden a una visión holística y sostienen la geocéntrica de sus creadores donde el territorio es parte de su identidad social y el nombre geográfico define las características físicas del territorio.

3.3. NOMBRE DE CIUDADES CONOCIDAS POR OTROS NOMBRES GEOGRÁFICOS

A pesar que existen distritos identificados por sus nombres, de acuerdo a sus leyes de creación, existen 299 distritos identificados con otros nombres por costumbre y están referidos a un centro poblado que dio origen a una determinada circunscripción y que incluso están registrados en los organismos públicos y privados. Como ejemplo se presentan cuatro casos en el cuadro siguiente:

CUADRO 1.

Distritos con nombres geográficos legales y nombres más conocidos

UBIGEO INEI	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	NOMBRE LEGAL	NORMA LEGAL	NOMBRE CONOCIDO
100601	HUÁNUCO	LEONCIO PRADO	RUPA RUPA	LEY N° 10538	TINGO MARÍA
110206	ICA	CHINCHA	GROCIO PRADO	LEY N° 10044	SAN PEDRO
010307	AMAZONAS	BONGARA	JAZAN	DL N° 22901	PEDRO RUIZ GALLO
230402	TACNA	TARATA	HÉROES ALBARRACIN	LEY N° 11979	CHUCATAMANI

Fuente: elaborado por el autor.

Es importante tomar en cuenta que de las 1874 circunscripciones político- administrativas existentes en el país, el nombre geográfico “Santa Rosa” se repite en diez distritos y en tres existe una variación. En el caso del nombre “San Juan” se observan 25 repeticiones en las circunscripciones político-administrativas existentes en el país, el nombre “San Juan” se repite en tres distritos y en veintidós distritos cuentan con una variación. Además, existen 257 distritos con nombres repetidos dos o tres veces (ver Anexos).

IV. PROBLEMÁTICA

En el tema electoral, la enorme variedad de nombres que definen una circunscripción geográfica en el país genera dificultades para su recopilación y registro. La falta de fuentes actualizadas, fidedignas y homogéneas exige un plan de trabajo serio y de largo plazo que implica la competencia de diferentes organismos para el caso de los procesos electorales y, de los organismos públicos involucrados en el registro y mantenimiento de esta base de datos.

En el caso de los nombres de los 98 011 centros poblados, se requiere contar con una base de datos de nombres geográficos de los centros poblados actualizada y homogenizada para planificar los próximos procesos electorales y las políticas públicas en nuestro país.

Un problema en el manejo de los nombres geográficos a nivel de centros poblados es la variación en cifras de centros poblados que tienen las distintas instituciones. El INEI cuenta con 69 951 registros, el Ministerio de Salud con 58 000 centros poblados y el Ministerio de Educación con una base aproximada de 156 000 registros de centros poblados.

Son varios los problemas que surgen a la hora de estandarizar una base de datos de nombres geográficos de centros poblados, entre ellos, la calidad de la información, la escala de trabajo, la temporalidad de la producción de la información, la cartografía base utilizada, y la calidad profesional del personal que trabaja esta información. Todos estos factores dificultan que se pueda disponer de una base de datos estandarizada de topónimos en nuestro país.

Una solución fue verificar *in situ* la información de las diferentes fuentes cartográficas con la información existente en cada circunscripción donde se llevaron a cabo los procesos electorales. Esta cartografía sirve para que el personal haga el reconocimiento de su ámbito de trabajo y a la vez permite verificar la calidad de la información utilizando materiales cartográficos de los gobiernos locales, de los sectores del Estado y de los organismos privados, a partir de eso se presentan las siguientes observaciones:

1. Diferencias de ubicación de los centros poblados impresos en los mapas-base utilizados.
2. Nombres de centros poblados que no existen en la cartografía utilizada.
3. En otras cartografías consultadas se observa la existencia de centros poblados que no están registrados en la cartografía impresa.
4. Identificación de diferencias en la redacción de topónimos de forma parcial y en algunos casos total que se detectaron al ser validadas con otras cartografías locales o por observación de personal del lugar.
5. Diferencias en la ubicación de centros poblados con respecto a los límites distritales, provinciales y departamentales.

CUADRO 4.
Diferencias de nombre a nivel distrital

N°	ONPE					RENEC		OBSERVACIONES
	U_RENEC	U_INEI	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PROVINCIA	DISTRITO	
1	10415	10517	AMAZONAS	LUYA	SAN FRANCISCO DEL YESO	LUYA	SAN FRANCISCO DE YESO	LEY DEL 16/08/1920, CREA EL DISTRITO DE SAN FRANCISCO DEL YESO
2	10507	10608	AMAZONAS	RODRIQUEZ DE MENDOZA	MILPUCC	RODRIQUEZ DE MENDOZA	MILPUC	LEY 7626 DEL 31/10/1932, CREA EL DISTRITO DE MILPUCC
3	20321	20503	AYACUCHO	BOLOGNESI	ANTONIO RAYMONDI	BOLOGNESI	ANTONIO RAIMONDI	LEY 14063 DEL 24/04/1962, CREA EL DISTRITO DE ANTONIO RAYMONDI
4	30207	30407	APURIMAC	AYMARAES	HUAYLLO	AYMARAES	IHUAYLLO	LEY 13430 DEL 12/05/1960, CREA EL DISTRITO DE HUAYLLO
5	30603	30704	APURIMAC	GRAU	HAYLLATI	GRAU	HUALLATI	LEY DEL 2/01/1857, CITA AL DISTRITO DE HUALLATI EN LA PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE CUSCO
6	30605	30703	APURIMAC	GRAU	GAMARRA	GRAU	MARISCAL GAMARRA	LEY 9687 DEL 11/12/1942, CREA EL DISTRITO DE GAMARRA
7	30705	30602	APURIMAC	CHINCHEROS	ANCO-HUALLO	CHINCHEROS	ANCO HUALLO	LEY 14909 DEL 27/02/1964, SE CREA EL DISTRITO DE ANCO-HUALLO ; LEY 23759 DEL 30/12/1983, CREA LA PROVINCIA DE CHINCHEROS, ART. 3° CITA ANCO HUALLO 27/12/2016 LEY 24368 DEL 10/11/1985, CREA EL DISTRITO DE URANMARCA, ART. 2° CITA ANCOHUAYLLO
8	50102	50103	AYACUCHO	HUAMNAGA	ACOS-VINCHOS	HUAMNAGA	ACOS VINCHOS	LEY DEL 02/01/1857, CREA EL DISTRITO DE ACOS-VINCHOS, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO; LEY 15232 DEL 23/11/1964 SE CREA EL DISTRITO DE ACROCO, EN EL ART. 3° SE CITA ACO VINCHOS (SIN GUIÓN)
9	80306	90308	HUANCAVELICA	ANGARAES	HUAYLLAY GRANDE	ANGARAES	HUAYLLAY-GRANDE	LEY 9354 DEL 21/02/1941, CREA EL DISTRITO DE HUAYLLAY-GRANDE
10	80609	90609	HUANCAVELICA	HUAYTARA	QUITO-ARMA	HUAYTARA	QUITO ARMA	LEY 12380 DEL 25/07/1955, CREA EL DISTRITO DE QUITO-ARMA ; LEY 23934 DEL 26/09/1984 CREA LA PROVINCIA DE HUAYTARA, ART. 2° CITA QUITO-ARMA
11	10603	120803	JUNIN	YAULI	HUAY-HUAY	YAULI	HUAY HUAY	LEY 13425 DEL 5/05/1960, CREA EL DISTRITO DE HUAY-HUAY
12	140605	150724	LIMA	HUAROCHIRI	SAN PEDRO DE CASTA	HUAROCHIRI	CASTA	LEY DEL 02/01/1857 CITA AL DISTRITO DE CASTA, LEY 15532 DEL 15/04/1975, NOMBRA AL DISTRITO DE SAN PEDRO DE CASTA
13	140606	150706	LIMA	HUAROCHIRI	CUENCA	HUAROCHIRI	SAN JOSE DE CHORRILLOS	LEY 8074 DEL 05/04/1935, DETERMINA EL NOMBRE DE CUENCA
14	150114	160114	LORETO	MAYNAS	TENIENTE MANUEL CLAVERO	MAYNAS	TNTE MANUEL CLAVERO	LEY 28362 DEL 11/10/2002, CREA EL DISTRITO DE TENIENTE MANUEL CLAVERO
15	150601	160401	LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	MARISCAL RAMON CASTILLA	MARISCAL RAMON CASTILLA	LEY 9815 DEL 2/07/1943 CREA EL DISTRITO DE RAMON CASTILLA ; EL DECRETO LEY 22728 DEL 18/10/1979 PRECISA EL NOMBRE DE RAMON CASTILLA
16	150407	160507	LORETO	REQUENA	SAQUENA	REQUENA	SAPUENA	LEY 9815 DEL 2/07/1943 , CREA EL DISTRITO DE SAQUENA , LEY 26239 DEL 13/10/1993, CREA EL DISTRITO DE JENARO HERRERA Y LIMITA CON EL DISTRITO DE SAPUENA DEL 1371271956, TRASLADA EL PUEBLO DE BAGAZAN A LA CAPITAL DEL DISTRITO DE SAPUENA
17	160109	190108	PASCO	PASCO	SAN FRANCISCO DE ASIS DE YARUSYACAN	PASCO	SAN FCO DE ASIS DE YARUSYACAN	LEY 13693 DEL 16/09/1840, CREA EL DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE ASIS DE YARUSYACAN
18	190505	200504	PIURA	PAITA	COLAN	PAITA	PUEBLO NUEVO DE COLAN	LEY DEL 8/10/1840 NOMBRA AL DISTRITO COLAN , LEY REGIONAL 316 DEL 28/08/1920, INDICA LA DIVISION DEL DISTRITO DE COLAN , LEY 819 TRASLADA LA CAPITAL DE COLAN A SAN LUCAS
19	190806	200806	PIURA	SECHURA	RINCONADA LLICUAR	SECHURA	RINCONADA-LLICUAR	LEY 15434 DEL 18/02/1965, CREA EL DISTRITO DE RINCONADA-LLICUAR
20	201204	210502	PUNO	EL COLLAO	CAPAZO	EL COLLAO	CAPASO	LEY 24891 DEL 29/09/1965, CREA EL DISTRITO DE CAPASO , LEY 25361 DEL 12/12/1991, CREA LA PROVINCIA EL COLLAO Y ESTA INTEGRADO POR EL DISTRITO DE CAPAZO
21	210612	220911	SAN MARTIN	SAN MARTIN	PAPAPLAYA	SAN MARTIN	PAPAPLAYA	LEY 24891 DEL 29/09/1988, CITA AL PUEBLO DE PAPAPLAYA EN LA CREACION DEL DISTRITO DE PELEJO , CON LA LEY 14126 DEL 18/06/1962, CAMBIA EL NOMBRE DE PELEJO A PAPA-PLAYA
22	210903	220703	SAN MARTIN	PICOTA	CASPISAPA	PICOTA	CASPIZAPA	LEY 9941 DEL 31/01/1944, CREA EL DISTRITO DE CASPISAPA , CON LA LEY 24010 DEL 29/11/1984, CREA LA PROVINCIA DE PICOTA Y EN EL ART. 2° ESTA CONFORMADA POR EL DISTRITO DE CASPISAPA
23	220113	230110	TACNA	TACNA	CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA	TACNA	CORONEL GREGORIO ALBARRACIN L	LEY 27415 DEL 27/02/2001, CREA EL DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
24	220207	230404	TACNA	TARATA	ESTIQUE PAMPA	TARATA	ESTIQUE PAMPA	LEY 12539 DEL 2/01/1956, CREA EL DISTRITO DE ESTIQUE PAMPA
25	240104	70103	CALLAO	CALLAO	CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO	CALLAO	CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO	LEY 15247 DEL 4/12/1964, CREA AL DISTRITO DE CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO
26	250301	250201	UCAYALI	ATALAYA	RAYMONDI	ATALAYA	RAIMONDI	LEY 9815 DEL 2/07/1982, SE CREA EL DISTRITO DE RAIMONDI

Fuente: Archivo Digital del Congreso de la República. Elaborado por el autor.

V. ACCIONES IMPLEMENTADAS

Una de las acciones propuestas es sistematizar la información geográfica, implementando un sistema donde exista una base de datos con el registro de los nombres geográficos de la siguiente manera: 26 regiones, 24 departamentos, 196 provincias y 1874 distritos con información georreferenciada a una base gráfica.

Los nombres geográficos que identifican a las circunscripciones políticas deben estar compuestos por las 1874 circunscripciones político- administrativas que existen en el país y los 98 011 centros poblados estandarizados proporcionados por la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico de la Presidencia del Consejo de Ministros (ONGEO-PCM).

Cada texto del nombre debería estar relacionado a un “ubigeo” de 10 dígitos (código de identificación geográfico) que a su vez está relacionado con una ubicación geográfica en base a coordenadas geográficas (UTM) que tiene como unidad al distrito con un ubigeo compuesto por seis dígitos, el cual permite enlazar la información geográfica con otras informaciones, como por ejemplo la información electoral, entre otras. Este ubigeo es proporcionado por el RENIEC a los órganos electorales, además existe el Ubigeo INEI que permite enlazar la información socioeconómica (en la actualidad existen diferencias entre los ubigeos del INEI y los de RENIEC).

VI. RECOMENDACIONES

Se debe constituir un organismo que involucre el conjunto de acciones relacionadas con esta información (IGN, DNTDT-PCM, RENIEC, INEI, ONGEI) que exige los siguientes temas y procedimientos:

6.1. CARTOGRAFÍA

6.1.1 Acceder a una base gráfica unificada con una escala determinada para el manejo de la información requerida.

6.1.2 Acceder a una infraestructura de datos geográficos actualizados de redes viales, red hidrográfica, toponimia, curvas de nivel, región natural y cuenca hasta el nivel de distritos.

6.2. NOMBRES GEOGRÁFICOS

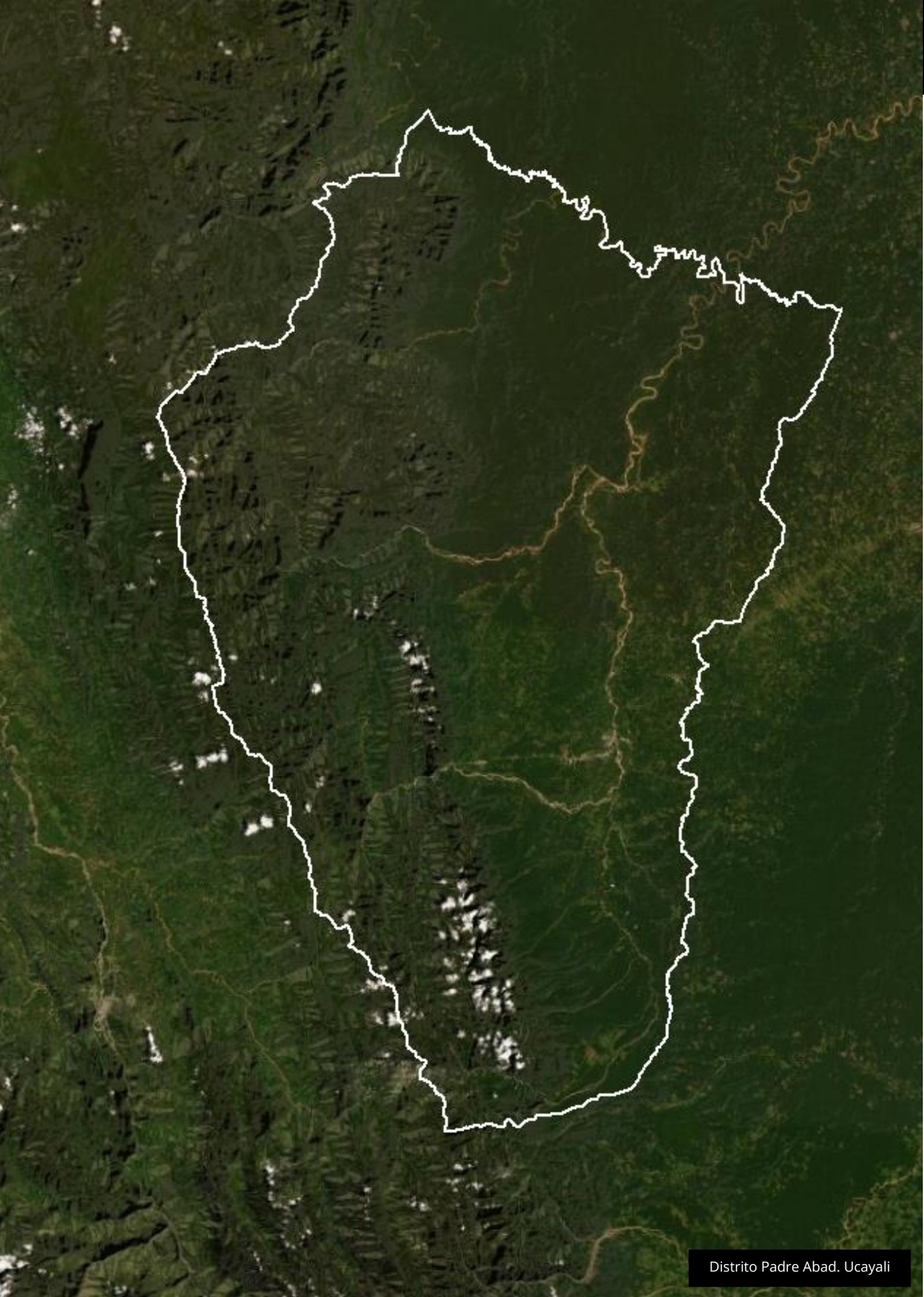
6.2.1. Acceder al nomenclátor nacional y los diccionarios geográficos por regiones, departamentos, provincias y distritos elaborado por el IGN.

6.2.2. Elaborar un ubigeo hasta el nivel de centros poblados, el cual debe de compartirse entre instituciones como el INEI, RENIEC e IGN.

6.2.3. Normar la edición y el registro de la cartografía de los nombres geográficos de acuerdo a las costumbres consuetudinarias y las tradiciones geocéntricas de las lenguas quechuas, aimaras y nativas de cada región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosque Sendra, Joaquín (1995). *La Ciencia de la Información Geográfica y la Geografía*. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá. (Publicado en VII Encuentro de Geógrafos de América latina. Publicaciones CD, Inc, CD-ROM, San Juan de Puerto Rico, 1999. Disponible en: <http://geogra.uah.es/joaquin/pdf/CIG_SIG.pdf> (29/8/2015, 15:00 horas)
- Congreso Constituyente Democrático. *Constitución Política del Perú (1993)*. Disponible en: <<http://www4.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf>> (23/10/2016, 11:30 horas)
- Congreso de la República (1997). *Ley Orgánica de Elecciones, Ley N°26859*. Disponible en: <<http://portal.jne.gob.pe/procesoselectorales/Informacion%20Electoral/Materiales%20para%20evaluaci%C3%B3n%20JEE/Ley%20Org%C3%A1nica%20de%20Elecciones.pdf>> (23/10/2016, 11:50 horas)
- Madrid Soto, Adriana And Ortiz López, Lina María (2005). *Análisis y Síntesis en Cartografía: Algunos Procedimientos, Análisis y Síntesis en Cartografía: algunos procedimientos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ISBN 9588063329- Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/1239/#sthash.JHzOGKkg.dpuf>> (29/8/2015, 15:00 horas)
- Rodríguez, María José (2001). *Los Sistemas de Información Geográfica: Una Herramienta de Análisis en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA)*. Universidad de Alicante, España, Grupo Editorial Universitario, 2001. ISBN 84-8491-109-8 (2001). Disponible en: <<http://www.ua.es/personal/antonio.aledo/docs/libro/cap10.pdf>> (4/09/2015, 21:30 horas)
- Roth Deubel, André-Noël (2002). *Políticas Públicas: Formulación, Implementación y Evaluación*. Ediciones Aurora. Bogotá, D.C., septiembre, 2002.



DINAMICA EGO: UNA HERRAMIENTA GRATUITA PARA MODELAR Y BRINDAR SOPORTE EN EL ANÁLISIS DE CCUS

Victoria Espinoza-Mendoza

RESUMEN

El modelamiento de cambio en la cobertura/uso de suelo (CCUS) ha ido ganando terreno en las últimas décadas surgiendo diversas herramientas de modelamiento espacial que han facilitado procesos y han apoyado el análisis de los cambios multitemporales, así como en la generación de escenarios futuros de cambio. Una de las herramientas que facilita estos procesos es *Dinamica EGO*, un software gratuito desarrollado en Brasil, el cual cuenta con amplias ventajas en la identificación de impulsores de cambio, cálculos de tasas de transición, así como en la simulación de escenarios a futuro para monitorear las trayectorias de los cambios. En el presente artículo se presenta el desarrollo de un modelo de CCUS utilizando *Dinamica EGO*, explicando los principales conceptos empleados tomando ejemplos de literatura científica y de investigaciones realizadas por la autora.

PALABRAS CLAVES: *modelamiento espacial, Dinamica EGO, CCUS.*

DATOS DEL AUTORA

Geógrafa de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con un Master of Science en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE en Costa Rica.

vicempe@gmail.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

Modeling cover change/land use, has been gaining ground in recent decades, emerging several tools of spatial modeling that have facilitated processes and supported by the analysis of multi-temporal changes, as well as the generation of future scenarios of change. One tool that facilitates these processes is *Dinamica EGO*, free software developed in Brazil, which has many advantages identifying drivers of change; calculate transition rates as well as the simulation of future scenarios to monitoring paths changes. In this article will be developed a model of CCUS by *Dinamica EGO*, explaining the main concepts used, taking examples of scientific literature and research by the author.

KEYWORDS: *Spatial modeling, Dinamica EGO, CCUS.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

I. INTRODUCCIÓN

El cambio en la cobertura/uso de suelo (CCUS) es uno de los componentes más importantes del cambio global causado principalmente por el rápido crecimiento de la población humana y las altas tasas de consumo de recursos (Vitousek 1994; Sala et al. 2000). Actividades como el pastoreo o la agricultura modifican la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Chapin lii et al. 2000; Cabido et al. 2005), afectando la provisión de servicios ecosistémicos y por ende la capacidad de estos sistemas de satisfacer necesidades humanas, las cuales cada vez son más crecientes (Vitousek et al. 1997; Romijn et al. 2015).

Especificar las trayectorias de cambio de uso de suelo es esencial para comprender sus impactos sobre el paisaje (Peña 2007). Las investigaciones en el ámbito de CCUS se han enfocado en mejorar los sistemas de monitoreo, análisis y validación de los procesos de cambio y de transiciones (por ejemplo, transiciones de pastizales a cultivos o plantaciones forestales a cultivos) (Johnson y Zuleta 2013).

Uno de los métodos utilizados para evaluar el impacto que poseen los impulsores de cambio sobre los CCUS es el modelamiento espacial (Veldkamp y Lambin 2001). Esto permite entender y prevenir los efectos adversos de los CCUS (Vega et al. 2014), mediante el desarrollo de modelos para la generación de escenarios futuros, enfocándose en análisis multitemporales (Turner et al. 1994; Geist y Lambin 2002). Los análisis multitemporales permiten detectar cambios entre distintas fechas de referencia con la finalidad de mostrar las consecuencias de la acción humana sobre el medio (Ruiz et al. 2014).

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías en las últimas décadas, diversas herramientas han sido desarrolladas para facilitar el análisis de los procesos acontecidos sobre el paisaje, en especial los CCUS. Estas herramientas están centradas en las fases de calibración, validación y en los avances temáticos extraídos de su utilización (Olmedo et al. 2010).

Analizar el proceso de modelación de CCUS implica tres pasos principales: (a) detección e interpretación cartográfica y digital del cambio, (b) análisis de los patrones de cambio y (c) análisis de la causalidad del cambio (Bocco et al. 2001). Sin embargo, no existe un único enfoque que determine o explique los CCUS, elegir un modelo depende de los objetivos de la investigación, llegando a utilizar más de uno si fuese necesario (Verburg et al. 2006).

Una de las herramientas que ha cobrado importancia debido a su flexibilidad, gratuidad y gran capacidad para modelar procesos complejos de una manera sencilla es Dinamica EGO. Esta herramienta fue desarrollada en la Universidad Federal de Minas Gerais en Brasil¹ (Soares-Filho et al. 2002; Soares-Filho et al. 2009) y se aplicó en estudios de modelación en CCUS, permitiendo el desarrollo de escenarios futuros de cambio (Rodrigues et al. 2007). También ha sido utilizada para análisis en diferentes países como Brasil, México, Panamá, Costa Rica, China, Bolivia y Colombia.

En el presente artículo se pretende mostrar las características y ventajas que posee Dinamica EGO como una herramienta innovadora en los análisis de CCUS, tomando como base investigaciones realizadas por la autora y referencias de otros investigadores. Lo que demuestra la gran capacidad del software para manejar datos complejos y obtener buenos resultados en la identificación de impulsores de cambio, tasas de cambio, así como la generación de escenarios futuros.

¹ Disponible en: < <http://csr.ufmg.br/dinamica/> >

II. MODELAMIENTO DE CCUS

Tal como lo indican Sandoval y Oyarzum (2004), la modelación estadística-espacial del CCUS se deriva de la combinación y el uso de técnicas cartográficas, sistemas de información geográfica y modelos estadísticos multivariantes. Los esfuerzos por modelar los procesos de cambio responden básicamente a tres preguntas clave que son abordadas en estudios de esta índole. Estas preguntas son *¿por qué ocurre el cambio?, ¿dónde ocurre el cambio? y ¿cuándo ocurre el cambio?*

Por otro lado Lambin (1994) indica tres tipos de modelos para explicar los CCUS: empíricos, algorítmicos y sistémicos. Los modelos empíricos imitan las relaciones existentes entre las variables que explican el cambio de uso, asumiendo que estas continuarán de esta misma forma en el futuro. En los modelos algorítmicos, los procesos individuales de un sistema son descritos por ecuaciones simples bajo principios científicos. Finalmente, los modelos sistémicos están enfocados en explicar el funcionamiento e interacción de todos los componentes de un ecosistema.

Todos los modelos trabajan en base a comparaciones de dos o más mapas de cobertura/uso de suelo con fechas diferentes, a través de los cuales se estiman los patrones y procesos de cambio, en base a variables explicativas (Mas et al. 2011; Padilla et al. 2015). En la actualidad existen diversos paquetes de modelación con funciones, herramientas, enfoques y metodologías diferentes para propósitos variados. Entre ellas destacan:

- CA_MARKOV en IDRISI (Eastman 2009; Eastman 2012)
- CLUE-S (Verburg y Overmars 2009)
- DINAMICA EGO (Soares-Filho et al. 2002; Soares-Filho et al. 2009)
- LAND CHANGE MODELER (LCM), disponible en IDRISI y como extensión en Arc Gis para la versión 10.2 (Eastman 2012)

III. DINAMICA EGO: UNA POTENTE HERRAMIENTA DE MODELACIÓN

La herramienta Dinamica EGO, cuyas siglas hacen referencia al concepto de *“Environment for Geoprocessing Objects”* (Entorno para Objetos de Geoprocesamiento) (Padilla et al. 2015) fue desarrollada en la Universidad Federal de Minas Gerais en Brasil (Soares-Filho et al. 2002; Soares-Filho et al. 2009), y ha sido aplicada en estudios de modelado de procesos de deforestación tropical y crecimiento urbano. Es bastante flexible y permite el desarrollo de modelos sofisticados de CCUS y desarrollo de escenarios futuros de cambio (Rodrigues et al. 2007). Esta herramienta opera sobre una plataforma basada en lenguaje C++ y Java. Dinamica EGO representa el paisaje como un arreglo regular de celdas que interactúan dentro de cierta vecindad y en donde el estado de cada celda depende de los estados previos de las celdas dentro de un mismo vecindario (Soares-Filho et al. 2002; Padilla et al. 2015).

En Dinamica EGO, no solo podemos realizar análisis multitemporales de CCUS, también podemos trabajar con análisis multicriterio que se aplica para evaluaciones de impacto ambiental, planeamiento urbano o regional, con métricas de paisaje o Landscape metrics, para evaluar la calidad de hábitats cuando la disponibilidad de inventarios de biodiversidad o de datos ecológicos es limitada o de muy difícil obtención. También podemos desarrollar modelos de proyección econométricos, los cuales predicen las tasas de deforestación basándose en el contexto

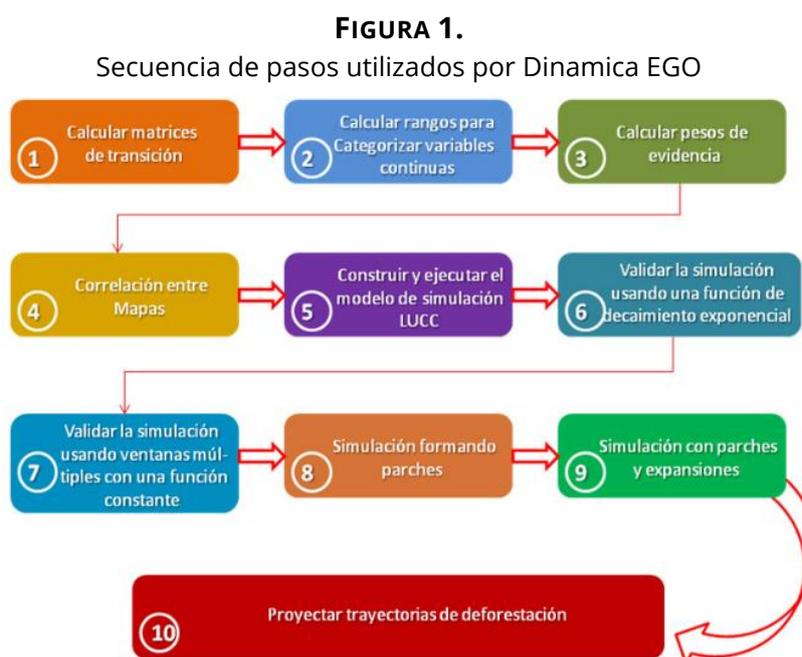
socioeconómico de municipios, así como el desarrollo de modelos para monitorear emisiones de carbono (Soares-Filho et al. 2009).

Mas y Sandoval (2011) destacan algunas de las bondades del software, desde un punto de vista técnico, indicando que Dinamica EGO posee una herramienta para optimizar la transformación de variables continuas en categóricas. Señalan que los pesos de evidencia que representan la influencia de cada una de las variables en la probabilidad espacial de ocurrencia de una transición de cobertura y uso de suelo (Rodrigues et al. 2007) se calculan de manera independiente para cada variable, permitiendo elaborar funciones muy complejas de manera sencilla.

Existen diversas investigaciones que han utilizado Dinamica EGO con la finalidad de proveer análisis históricos de los CCUS y generar escenarios futuros de deforestación y degradación de los bosques a diferentes niveles. Imbach. et al. (2013), realizó un estudio en el que analizó el cambio de uso de la tierra para los períodos 1992, 2000 y 2008, formulando escenarios de deforestación futura en los bosques de Panamá. Osorio et al. (2014), modela y analiza procesos de deforestación en México, para un período comprendido entre 1986 y 2011, detectando que el incremento de los pastizales inducidos fue la principal causa de la pérdida de las cubiertas forestales. Padilla et al. (2015) analiza los cambios de uso de suelo utilizando los autómatas celulares de Dinámica EGO en una región de Ecuador, trabajando en el período comprendido entre 1965 y 2001 generando escenarios hacia el 2020, obteniendo como resultado la posible desaparición del bosque primario en más del 90 % de su cobertura original. Espinoza-Mendoza (2016b) utiliza Dinamica EGO para obtener las tasas de cambio de diferentes coberturas y modelar espacialmente los CCUS con el fin de identificar los principales impulsores de cambio y generar escenarios futuros hacia el 2030 en la región Central y Caribe de Nicaragua.

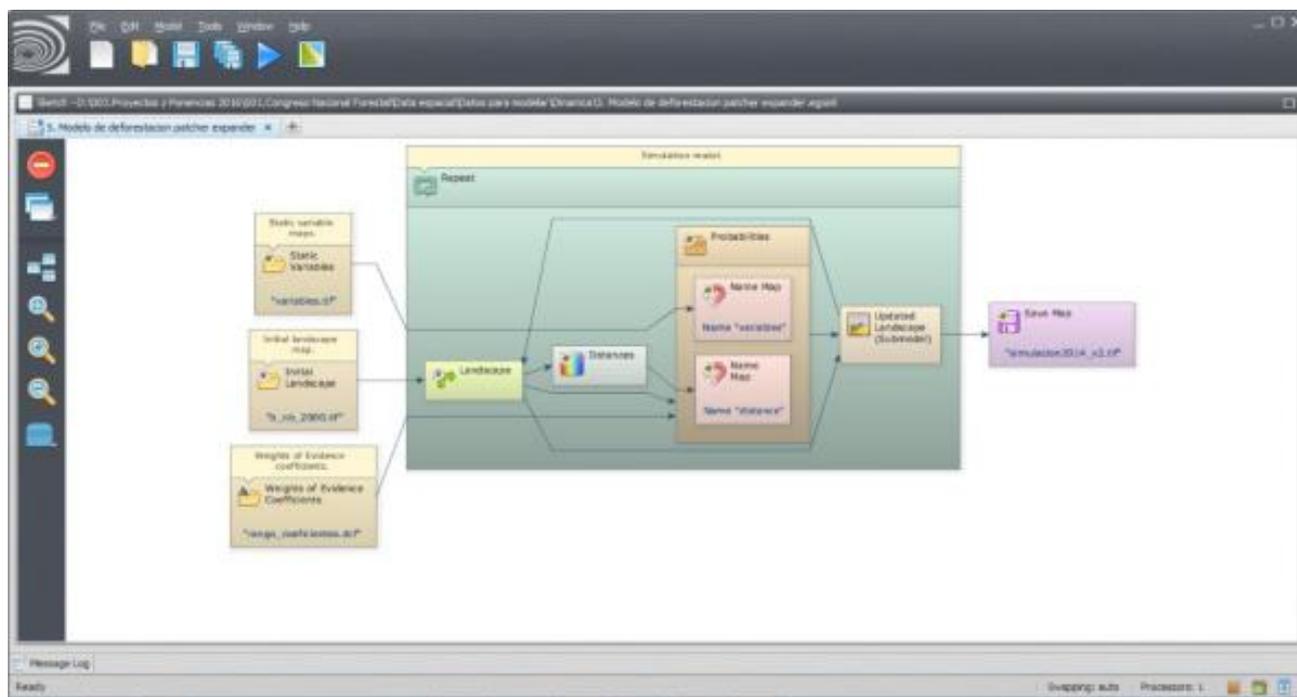
IV.- ¿CÓMO FUNCIONA DINAMICA EGO?

El modelamiento de CCUS en Dinamica EGO se desarrolla a través de una secuencia de diez pasos consecutivos (Figura 1). Los modelos son expresados a través de functors, formando diagramas de flujo (Figura 2) para producir un resultado que represente la solución a una pregunta sobre un determinado tema (Soares-Filho et al. 2009).



A simple vista, el software puede ser algo complicado de manejar debido a la gran cantidad de cajas, flechas y parámetros. Pero, en realidad su manejo es bastante sencillo, permitiendo representar modelos bastante complejos de manera simple, rápida y con muy buenos resultados.

FIGURA 2.
Interface del software Dinámica EGO



Fuente: captura de pantalla realizada por la autora desde interface.

Para llevar a cabo la modelación se deben definir las variables (posibles impulsores de cambio) y los mapas de cobertura de suelo con diferentes fechas. Las variables deberán ser elegidas en base a criterios basados en referencias bibliográficas, opiniones de expertos, dependiendo del tipo de estudio que se quiere realizar. Para algunos estudios las variables biofísicas presentarán mayor disponibilidad de acceso que las variables socioeconómicas, debido a la dificultad de representar espacialmente algunas de estas últimas. El número de variables que se incluyan en el modelo depende de cada investigador, no existe un límite, pero es aconsejable tomar en cuenta que el análisis para modelos con más de veinte variables tomará mucho más tiempo y los requerimientos del sistema serán mayores.

La preparación de las variables y de los mapas, incluye la generación de información ráster homologada, es decir, cada variable y mapa plasmado en un raster deberá contar con el mismo número de filas, columnas, píxeles y sistemas de proyección. Dinámica EGO, maneja datos en diferentes formatos, incluyendo raster (ER Mapper, GeoTiff, ASCII), tablas en Excel y matrices. Se debe tener en cuenta que el software, utiliza una clasificación numérica que identifica la clase de mapa de cobertura mediante un número, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 1.
Clasificación numérica utilizada por Dinamica EGO

Número que identifica la clase	Clase de cobertura
1	Bosque
2	Pasto
3	Tierras agrícolas
4	Cuerpos de agua
5	Áreas urbanas

Contar con insumos (variables y mapas) definidos y homologados permite generar un archivo que contiene su futura inclusión en el modelo; este archivo se denomina Cubo Raster o “*cubo de mapas*”. Este archivo es una serie de mapas estáticos, denominados de esta forma debido a que sus atributos no cambian a lo largo de las iteraciones del modelo (Soares-Filho et al. 2002). Una vez definido el Cubo Raster, explicaremos cómo trabaja el software Dinamica EGO en los diez pasos señalados anteriormente.

1.- CALCULANDO LAS MATRICES DE TRANSICIÓN (PASO 1)

La matriz de transición describe los cambios de un sistema a través de períodos discretos de tiempo, en los cuales el valor de cualquier variable en un período dado (por ejemplo hectáreas de bosque en el año 2012) es la suma de porcentajes fijos del valor de las variables en el periodo previo (Rodríguez et al. 2007). Las matrices de cambio con las que trabaja Dinamica EGO pueden ser simples o múltiples. Las matrices de cambio simples están referidas a tasas de transición para un determinado período de tiempo (por ejemplo 12 años), mientras que las matrices de cambio múltiples, se refieren a tasas anuales de cambio. Calcular estas matrices es importante porque serán tomadas en cuenta para la validación y la generación de escenarios futuros.

2.- CÁLCULO DE RANGOS PARA CATEGORIZAR VARIABLES Y CÁLCULO DE COEFICIENTES DE PESOS DE EVIDENCIA (PASOS 2 Y 3)

Dinamica EGO trabaja con el método geoestadístico de los pesos de evidencia, con el fin de obtener las probabilidades de transición y luego los pesos de las variables que poseen mayor influencia en los cambios (Soares-Filho et al. 2009). Este es uno de los pasos más sustanciales e interesantes del software y a su vez el que toma más tiempo para interpretar, debido a que categoriza cada una de las variables ponderando mediante un valor los pesos que cada una de ellas tiene sobre una determinada transición.

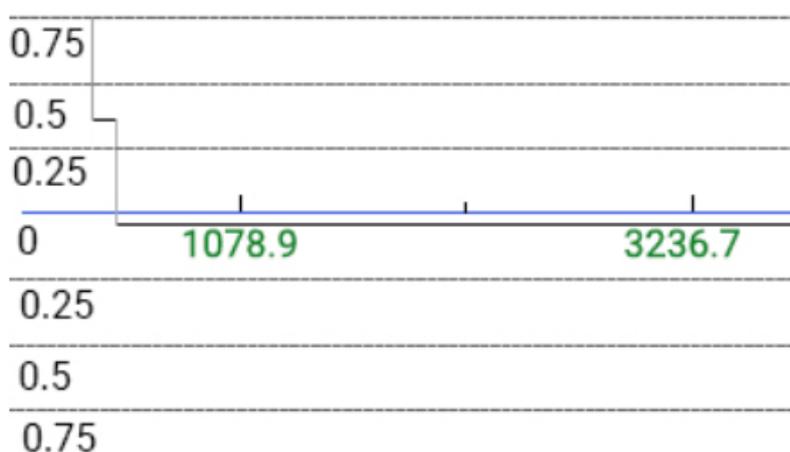
A partir de este punto tendremos la capacidad de definir si una variable será significativa o no en el modelamiento de CCUS. Esta significancia será obtenida analizando los gráficos de líneas de tendencia generados por el software para cada transición (Figura 3). Las variables que obtengan

valores negativos o iguales a 0 no tienen ningún peso en la transición. Mientras que las variables con valores mayores a 0 si influyen en la transición de una cobertura a otra.

En la Figura 3, se muestra un gráfico de líneas de tendencia que arroja Dinamica EGO para la transición de bosque a pastizal. Ahí, el eje X, está definido por la distancia en metros a una determinada variable, en este caso a centros poblados, mientras que el eje Y está referido al peso o valor que posee dicha variable en la transición.

En el ejemplo de Espinoza-Mendoza (2016b), la línea de tendencia inicia con un valor mayor a 0.75 (eje Y) a una distancia entre 0 a 250 m (eje X) de los centros poblados y va disminuyendo mientras la distancia se hace mayor. Esto indica que los centros poblados más cercanos a las áreas de transición de bosque a pastizales son los que han tenido mayor influencia para que ocurra esta transición. Un gráfico similar es creado e interpretado de la misma manera para cada una de las variables incluidas en el modelo, las cuales pueden ser distancia a cuerpos de agua, distancia a áreas naturales protegidas, tipos de suelo, nivel de erosión, nivel de pobreza, riesgos a inundaciones, entre otras.

FIGURA 3:
Gráfico de líneas tendenciales



Fuente: captura de pantalla realizada por la autora desde interface

3.- ANÁLISIS DE CORRELACIÓN (PASO 4)

El análisis de correlación se realiza con el fin de comprobar el supuesto de independencia de las variables. Es necesario que las variables incluidas en el modelo sean independientes espacialmente, para lo cual Dinámica EGO incluye en el modelo el índice de Cramer (Bonham-Carter 1994; Soares-Filho et al. 2009) para verificar esta independencia. Este índice opera en valores reales entre 0 y 1. Mientras las variables comparadas se encuentren más cercanas a 1 poseen mayor correlación y son menos independientes, por lo que una de ellas debe ser eliminada del proceso de modelación. No se indica un límite de tolerancia del índice de Cramer, pero existen algunos estudios que consideran el valor de 0.50 (Macedo et al. 2013; Rosseti. et al. 2013; Tramontina. et al. 2015).

4.- SIMULACIÓN PREVIA MEDIANTE EL PATCHER Y EL EXPANDER (PASO 5)

Esta es otra de las características fundamentales del software que simula un mapa ya existente denominado "mapa real observado" con la finalidad de compararlo con el mapa simulado para

determinar la capacidad del modelo de predecir los cambios de tal forma que sea lo más parecido posible a la realidad. Dinámica EGO trabaja con modelos de autómatas celulares (Ramírez-Mejía et al. 2011), que son definidos como sistemas espaciales dinámicos muy simples capaces de demostrar comportamientos complejos en los que el estado de cada celda (o píxel) va a depender de los estados previos de las celdas vecinas (Aguilera Benavente 2006).

Los autómatas celulares denominados *expander* y *patcher* se componen de un mecanismo de asignación responsable de la identificación de celdas con mayores probabilidades de cambios. El *expander* se dedica a expandir o contraer parches de una clase de cobertura de suelo ya existente, mientras que el *patcher* está diseñado para generar o formar nuevos parches de una cobertura de suelo través de un mecanismo "semilla". Cabe indicar que sí es posible controlar el tamaño promedio, la varianza y la isometría (parámetros incluidos en el modelo) de los *patcher* (Mas et al. 2012); estas variaciones pueden realizarse basándose en un criterio experto.

5.- VALIDACIÓN DEL MODELO (PASOS 6 Y 7)

Con base en la simulación previa del modelo se lleva a cabo una validación del mapa simulado con el mapa real observado. Esta validación utiliza índices de similitud difusa, los cuales permiten comparar los mapas de cambio de uso de suelo simulado y observado, tomando en cuenta la coincidencia espacial bajo distintos niveles de tolerancia (diversos tamaños de ventana o píxeles). Estos índices se enfocan en las áreas de cambio teniendo en cuenta no solo la clasificación de un píxel, sino del vecindario (píxeles vecinos) en el que se encuentra (Mas et al. 2011; González et al. 2014).

La validación del modelo se lleva a cabo utilizando dos tipos de función de decaimiento. La primera es la prueba de la función de decaimiento exponencial, aplicada por defecto a un tamaño de ventana de 11 píxeles (330m x 330 m²). La segunda prueba de validación trabaja con la función constante del decaimiento con ventanas múltiples generando comparaciones desde una ventana de tamaño de un píxel (30*30 m o 900 m² en la realidad), lo que se incrementa de dos en dos hasta 15 píxeles (450*450m o 202, 500 m² en la realidad).

Lo provechoso del tema de validación en Dinámica EGO es que tendremos la capacidad de conocer el desempeño de nuestro modelo comparando lo simulado con lo real de manera sencilla. Por ejemplo, la Figura 4 ilustra como el software valida los resultados del modelo. Los conceptos de mínima similitud están referidos a la comparación que hace el software entre el mapa 1 versus el mapa 2, mientras que la máxima similitud, es la comparación del mapa 2 versus el mapa 1.

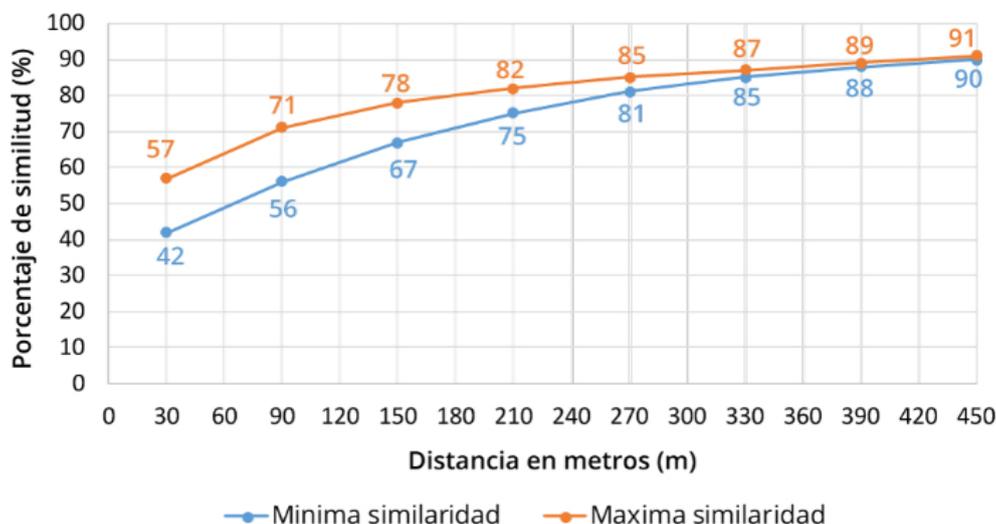
En nuestro caso, el ejemplo mostrado corresponde a una comparación entre un mapa simulado del año 2014 y un mapa real observado ese mismo año en una región de Nicaragua (Espinoza-Mendoza 2016b). El eje X representa la distancia en metros y el eje Y el porcentaje de similitud. En un área de 30*30 metros o 0.09 ha (tamaño de ventana de 1 píxel), la similitud fue entre 42 a 57%, mientras que en un área de 450*450 metros o 20.25 ha (tamaño de ventana de 15 píxeles), la similitud fue 90-91%.

Piontekowski et al. (2012) sugiere que la obtención de valores por encima de un 50 % de similitud entre los mapas comparados sería satisfactoria para la validación del modelo.

² Tomando en cuenta que cada píxel tiene el valor de 30 m.

FIGURA 4:

Gráfico de validación de la simulación en base al mapa real observado
Validación de ventanas múltiples



Fuente: elaborado por la autora.

6.- EJECUCIÓN DEL MODELO Y PROYECCIÓN DE LAS TRAYECTORIAS DE DEFORESTACIÓN (PASOS 8, 9 Y 10) Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de calibrar y validar el modelo se generan los escenarios de deforestación con la finalidad de entender y anticipar los cambios para mejorar la toma de decisiones (Cuevas 2008). En el modelo se incluyen las variables insumo, el mapa a partir del cual se proyectará el modelo, las matrices de transición del periodo estudiado y los coeficientes de pesos de evidencia de las variables. Las figuras 5 y 6 muestran resultados obtenidos en los estudios de Espinoza-Mendoza (2016b) desarrollado en la región Centro y Caribe de Nicaragua y Espinoza-Mendoza (2016a) desarrollado en el distrito de Padre Abad, Perú ambos utilizando Dinámica EGO.

A partir de los datos arrojados por Dinámica EGO (Figura 5) en el estudio de Espinoza-Mendoza (2016b) en Nicaragua se pudieron analizar las trayectorias de los cambios y los principales causantes de estos. Según los resultados se podría afirmar que hay zonas que indican una regeneración del bosque luego de haber sido degradadas por actividades agrícolas o agropecuarias. Además, se identificaron a los impulsores de cambio relacionados con la pérdida de coberturas, los cuales fueron distancia a centros poblados, distancia a vías, tipo de suelo, erosión y elevación. Mientras que los impulsores que favorecieron la recuperación de coberturas como el bosque fueron áreas con presencia de cultivos de café, cacao y algunos tipos de suelo.

Es interesante subrayar como Dinámica EGO define al tipo de suelo en el estudio de Espinoza-Mendoza (2016b) como un factor importante en la pérdida/ganancia de la cobertura forestal y cómo se puede llegar a explicar de manera simple el porqué de estos resultados que son acordes a la realidad de la zona.

En el área de estudio están presentes cuatro tipos de suelo: alfisol, vertisol, molisol y ultisol. Los alfisoles son suelos considerados como uno de los mejores para actividades agropecuarias, en el estudio obtuvieron fuertes pesos de evidencia (0.89) en la transición de bosque a pastos, explicando así el porqué de su influencia sobre la pérdida de la cobertura de bosque.

Por otro lado, los ultisoles y vertisoles estuvieron relacionados con el abandono de cultivos agrícolas, debido a su baja calidad de aprovechamiento en actividades agrícolas, apoyando en la regeneración de áreas de bosque. Mientras que los molisoles, fueron considerados como indicadores de pérdida de la cobertura de bosque, debido a que poseen una alta fertilidad siendo idóneos para el cultivo de productos como maíz y frijol (cultivos básicos en la alimentación nicaragüense).

FIGURA 5.

Mapas reales observados (2014) y mapas simulados (2030) para la región central y Caribe nicaragüense utilizando Dinamica EGO

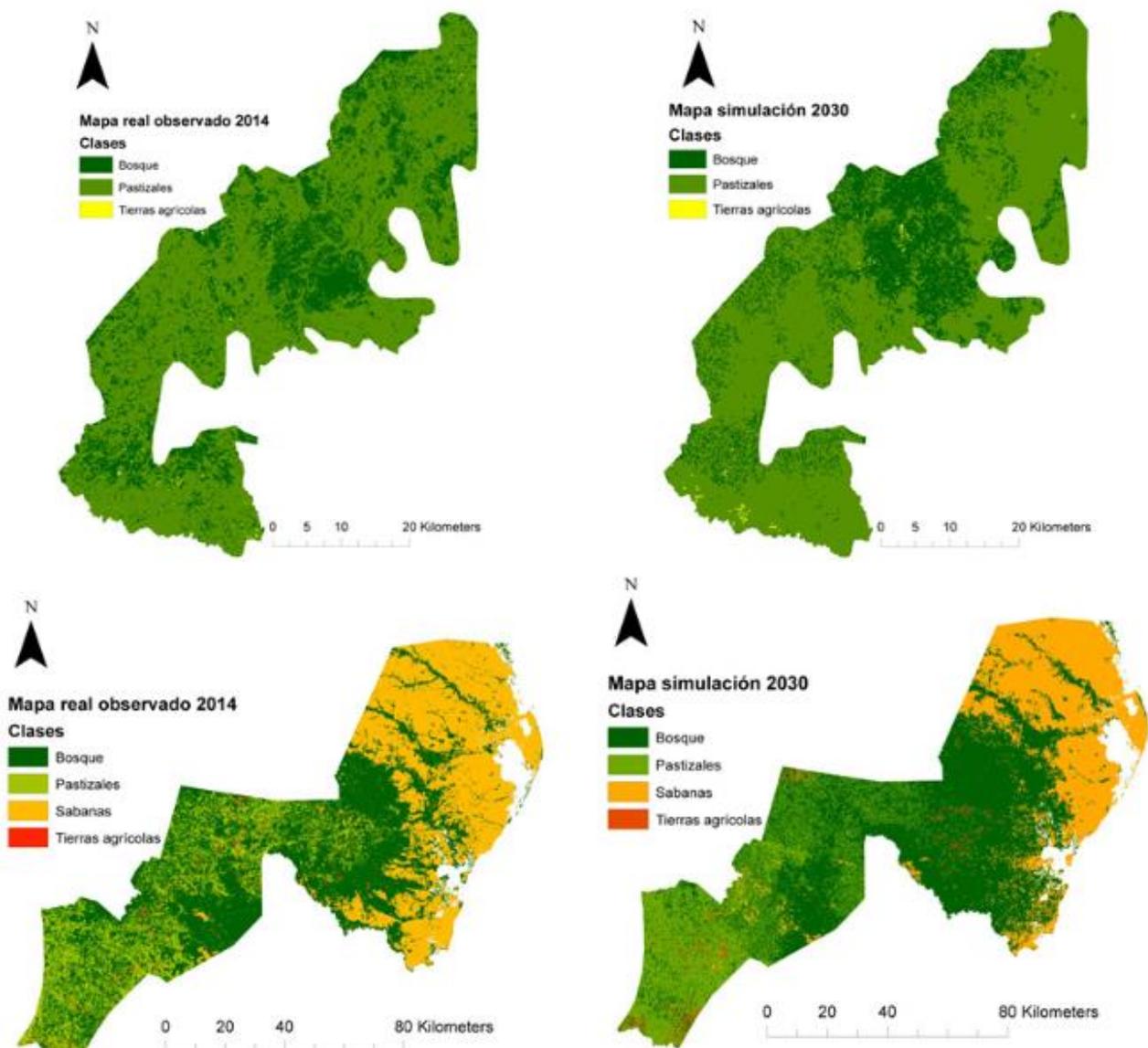
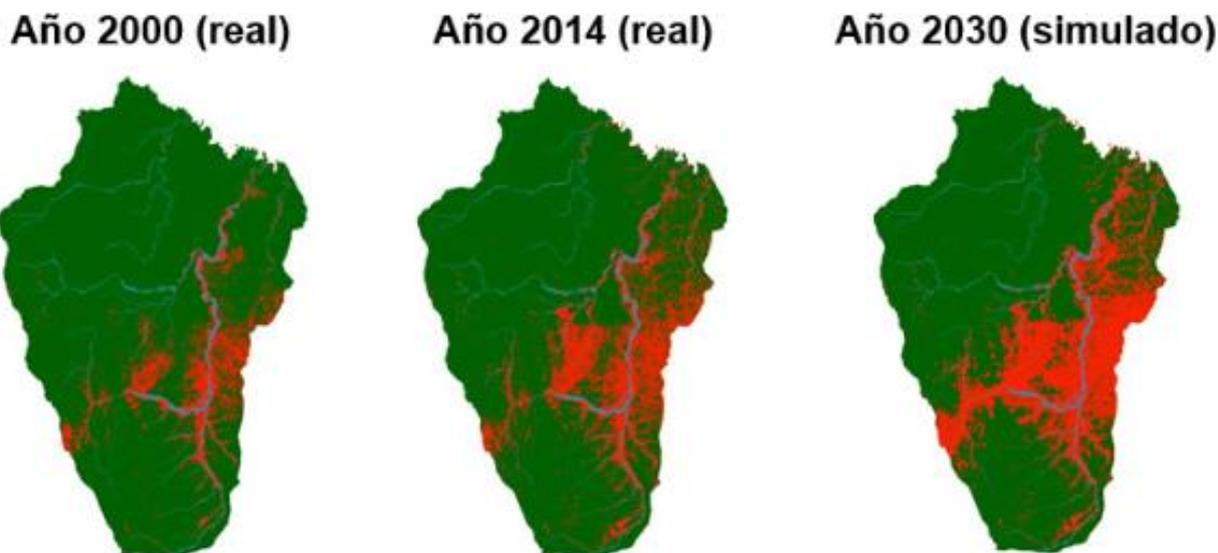


FIGURA 6:

Mapas de Bosque y No Bosques del distrito de Padre Abad (Ucayali, Perú) para los años 2000, 2014 (mapas reales observados) y 2030 (mapa simulado) utilizando Dinámica EGO

Las áreas de color verde representan el bosque y las áreas de color rojo representan las de no bosque.



Dinamica EGO fue muy útil para detectar áreas donde existe recuperación del bosque, influenciada por la presencia antrópica en la zona central de Nicaragua, en donde se cultiva café bajo sombra (Figura 7). La variable elevación también jugó un papel clave en la regeneración del bosque, las zonas de menor elevación estuvieron relacionadas directamente a las áreas cultivadas con café, y fue justamente ahí en donde aumento el área boscosa.

FIGURA 7.

Áreas cultivadas con café bajo sombra

El color verde oscuro representa las áreas de bosque, el color verde claro señala las áreas de pastizales, el amarillo muestra las áreas agrícolas y los polígonos grises representan las áreas cultivadas con café.



Dinamica EGO también fue capaz de apoyar en la detección de grandes pérdidas de bosque y evidenciar las alarmantes proyecciones -nada favorables- en áreas naturales protegidas (Figuras 8, 9 y 10), incluyendo parte de la única reserva de biósfera presente en Centroamérica (Reserva de Biósfera de Bosawas).

FIGURA 8.

Pérdida real de bosque en el Parque Nacional Cerro Saslaya (Nicaragua) y proyección de pérdida hacia el 2030

El color verde oscuro representa a las áreas de bosque, el color amarillo las tierras agrícolas y el color verde claro áreas de pastizales.

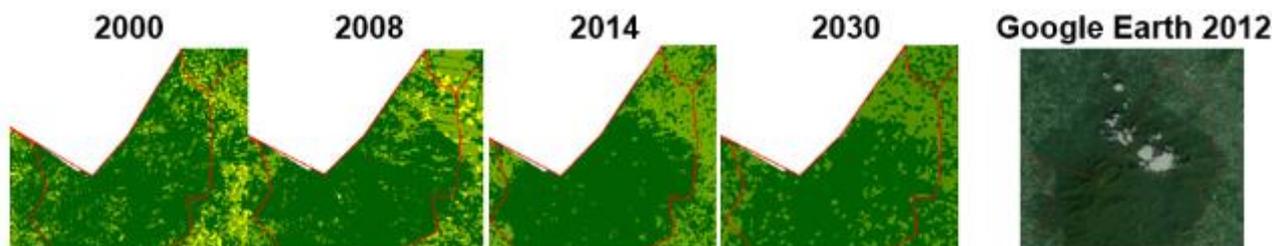


FIGURA 9.

Pérdida real de bosque en un área de la Reserva Natural Cerro Banacruz (Nicaragua) y proyección de pérdida hacia el 2030

El color verde oscuro representa las áreas de bosque y el color verde claro áreas de pastizales.

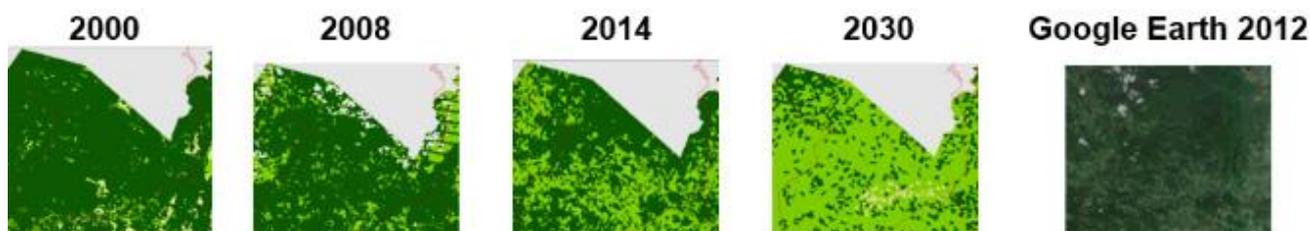
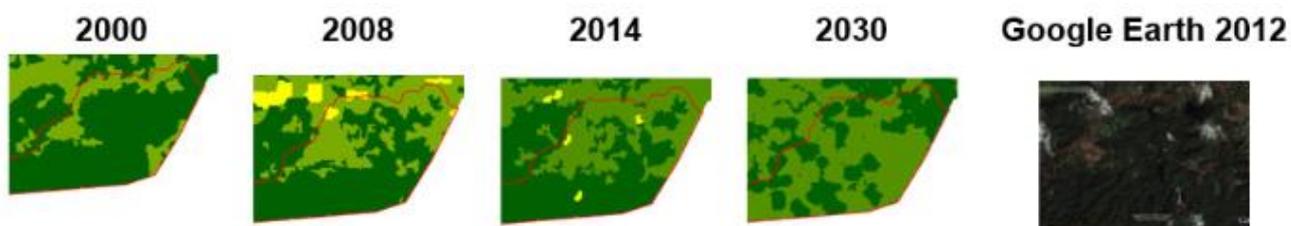


FIGURA 10.

Pérdida real de bosque en un área del cerro Guabule en la Reserva de Biósfera Bosawas (Nicaragua) y proyección de pérdida hacia el 2030

El color verde oscuro representa a las áreas de bosque, el color amarillo a las tierras agrícolas y el color verde claro a las áreas de pastizales.

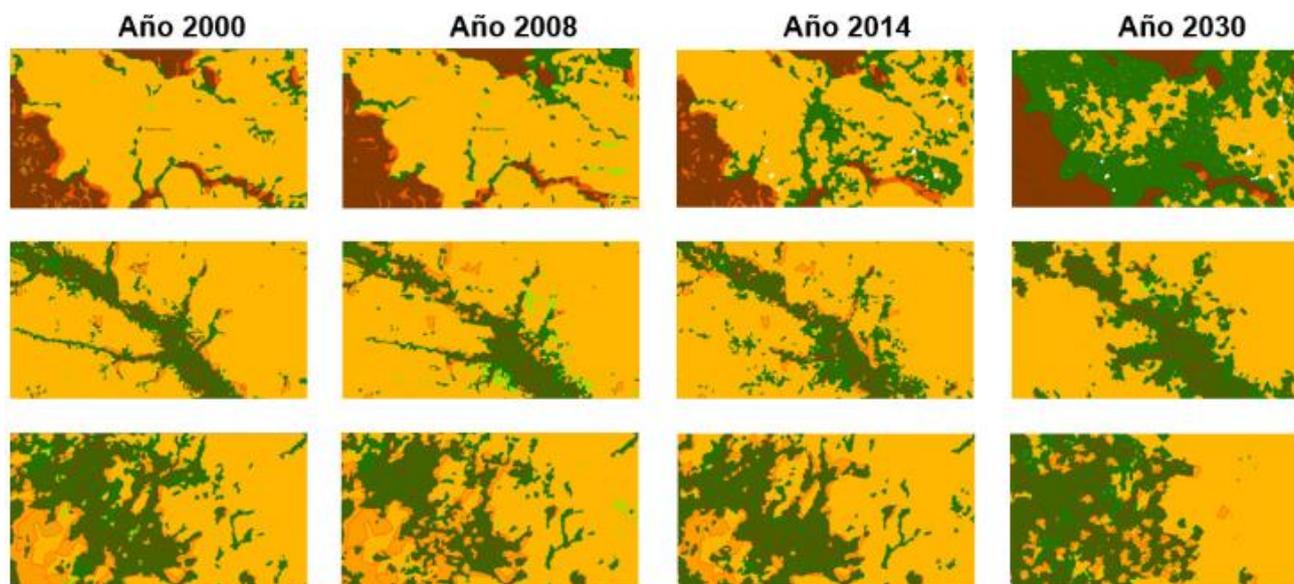


Finalmente, Dinamica EGO ayudó en la detección de procesos de regeneración natural del bosque luego de una perturbación natural como el Huracán Félix, que azotó la Costa Caribe de Nicaragua el 2007 con una categoría 5 (Figura 11).

FIGURA 11.

Procesos de regeneración en el bosque afectado por el huracán Félix en el municipio de Puerto Cabezas, Nicaragua

El color verde oscuro representa a las áreas de bosque, el color amarillo a las áreas de sabanas y el color rojo representa a las áreas afectadas por el huracán.



V.- CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Dinámica EGO es un software gratuito de modelamiento espacial que simula exitosamente proyecciones hacia futuro, de manera sencilla e incluyendo tasas anuales de transición de cambio y los diversos pesos que posee cada una de las variables incluidas en la modelación.

El uso de Dinámica EGO para modelar cambios en la cobertura de suelo se vuelve relevante entre otros puntos porque incluye un valor numérico de la influencia que las variables poseen sobre las transiciones de cobertura, esto muestra de forma clara y sencilla los valores para su posterior interpretación. Además, una de las cualidades del programa es su gran flexibilidad, permitiendo incorporar el conocimiento experto, según los intereses del usuario y pudiendo modificar los parámetros en base a sus conocimientos.

Dinámica EGO, posee una gran variedad de herramientas para elaborar modelos mucho más complejos y sofisticados, ofreciéndole al usuario la posibilidad de crear modelos acordes a sus requerimientos. También brinda la posibilidad de trabajar en conjunto con una amplia gama de software tales como Fragstats, Arc GIS, Maxent y R.

Debemos tomar en cuenta que ningún software de modelamiento puede predecir exactamente lo que sucederá en un corto, mediano o largo plazo, pero sí puede ayudarnos a conocer las tendencias que podrían seguir los cambios bajo distintos escenarios.

Algunos de los datos mostrados en este artículo corresponden a los resultados de tesis de la autora para optar el grado de *Magister Scientiae* en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y

Enseñanza CATIE de Costa Rica. Esta tesis fue financiada por el fondo para investigaciones del CGIAR Consortium Research Centre a través del programa *Forests, Trees and Agroforestry* del ICRAF - World Agroforestry Centre y por la Cátedra de Ecología de CATIE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera Benavente, F. 2006. *Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares*. Geofocus 6: 81-112.
- Bocco, G.; Mendoza, M.; Maser, O.R. 2001. *La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán: Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación*. Investigaciones geográficas (44): 18-36.
- Bonham-Carter, G. 1994. *Geographic information systems for geoscientists: Modelling with GIS*, Elsevier. 398 p. (13).
- Cabido, M.; Zak, M.R.; Cingolani, A.; Cáceres, D.; Díaz, S.; Oesterheld, M.; Aguiar, M.; Ghersa, C.; Paruelo, J. 2005. *Cambios en la cobertura de la vegetación del centro de Argentina ¿Factores directos o causas subyacentes? La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*, Universidad Nacional de Buenos Aires, Buenos Aires: 271-300.
- Cuevas, G. 2008. *Aplicación de un modelo espacial para la elaboración de escenarios de uso/cobertura del suelo en la Huacana, Michoacán. Maestría en Geografía*. Morelia, Michoacán, Mexico., Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Filosofía y Letras. División de estudios de postgrado.
- Chapin III, F.S.; Zavaleta, E.S.; Eviner, V.T.; Naylor, R.L.; Vitousek, P.M.; Reynolds, H.L.; Hooper, D.U.; Lavorel, S.; Sala, O.E.; Hobbie, S.E. 2000. *Consequences of changing biodiversity*. Nature 405(6783): 234-242.
- Eastman, J. 2012. IDRISI selva: guide to GIS and image processing
- Eastman, J.R. 2009. IDRISI Taiga guide to GIS and image processing. Clark Labs Clark University, Worcester, MA.
- Espinoza-Mendoza, V.E. 2016a. *Identificación de ecosistemas de bosque amenazados en el distrito de Padre Abad, utilizando modelos espaciales para el período 2001 – 2014 y simulaciones futuras al año 2030*. In Congreso Nacional Forestal (XII, Lima) 2016a. Universidad Nacional Agraria La Molina, UNALM. p.
- Espinoza-Mendoza, V.E. 2016b. *Impulsores de cambio en el uso de suelo y almacenamiento de carbono sobre un gradiente de modificación humana de Paisajes en Nicaragua*. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 170 p.
- Geist, H.J.; Lambin, E.F. 2002. *Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation* Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. Bioscience 52(2): 143-150.
- González, J.; Cubillos, A.; Arias, M.; Zapata, B. 2014. *Resultados de la simulación de la deforestación para el ajuste del nivel de referencia del área subnacional A8*. Bogotá, Colombia.

- Imbach., P.; Robalino., J.; Brenes., C.; Zamora., J.C.; Cifuentes., M.; Sandoval., C.; Beardsley., M. 2013. *Análisis de cambio de uso de la tierra (1992–2008) y formulación de escenarios de deforestación futura de los bosques de Panamá Turrialba, Costa Rica*, CATIE. 41 p.
- Johnson, B.G.; Zuleta, G.A. 2013. *Land-use land-cover change and ecosystem loss in the Espinal ecoregion, Argentina*. Agriculture, ecosystems & environment 181: 31-40.
- Lambin, E.F. 1994. *Modelling deforestation processes*. FAO.
- Macedo, R.; Almeida, C.; Santos, J.; Rudorff, B. 2013. *Modelagem dinâmica espacial das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira*. Boletim de Ciências Geodésicas 19(2): 313-337.
- Mas, J.-F.; Sandoval, A.F. 2011. *Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México*. GeoTrópico 5(1): 1-24.
- Mas, J.-F.; Pérez-Vega, A.; Clarke, K.C. 2012. *Assessing simulated land use/cover maps using similarity and fragmentation indices*. Ecological Complexity 11: 38-45.
- Mas, J.; Kolb, M.; Houet, T.; Paegelow, M.; Camacho Olmedo, M. 2011. *Una comparación de programas de modelación de cambios de cobertura/uso del suelo*.
- Olmedo, M.T.C.; Melgarejo, E.M.; Paegelow, M. 2010. *Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo. Evaluación del potencial de cambio*. La información geográfica al servicio de los ciudadanos [Recurso electrónico]: de lo global a lo local 2010. Secretariado de Publicaciones. p. 658-678.
- Osorio, L.; Caussel, J.; Mass, J.; Guerra, F.; Maass, M. 2014. *Análisis y modelación de los procesos de deforestación: un caso de estudio en la cuenca del río Coyuquilla, Guerrero, México*. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía: 15. dx.doi.org/10.14350/rig.43853
- Padilla, O.; Pérez, P.; Cruz, M.; Huilcamaigua, S.; Astudillo, S. 2015. *Utilización de autómatas celulares como técnica de modelamiento espacial para determinación el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal*. Ciencias Espaciales 8(1): 310-326.
- Peña, J. 2007. *Efectos ecológicos de los cambios de coberturas y usos del suelo en la Marina Baixa (Alicante)*. University of Alicante, Alicante, Spain. 539 pp. p.
- Piontekowski, V.; da Silva, S.; Mendoza, E.; de Souza Costa, W.; Ribeiro, F.; Ribeiro, C. 2012. *Modelagem do desmatamento para o Estado do Acre utilizando o programa Dinamica EGO*. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal 4: 1064-1075.
- Ramírez-Mejía, D.; Cuevas, G.; Mendoza, E. 2011. *Escenarios de cambio de cobertura y uso del suelo en el Corredor Biológico Mesoamericano-México*.
- Rodrigues, H.; Soares-Filho, B.; Costa, W. 2007. *Dinamica EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 13: 3089-3096.
- Romijn, E.; Lantican, C.; Herold, M.; Lindquist, E.; Ochieng, R.; Wijaya, A.; Murdiyarso, D.; Verchot, L. 2015. *Assessing change in national forest monitoring capacities of 99 tropical countries*. Forest Ecology and Management 352: 109-123.

- Rosseti., L.A.F.G.; Almeida., C.M.d.; Pinto., S.d.A.F. 2013. *Análise de mudancas no uso do solo urbano e rural com aplicacao de modelagem dinamica espacial*. In XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR (Foz do Iguazu, Paraná, Brazil.) 2013. INPE. p.
- Ruiz, V.; Savé, R.; Herrera, A. 2014. *Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en un área protegida de Nicaragua, Centroamérica*. Revista Ecosistemas 22(3): 117-123.
- Sala, O.E.; Chapin, F.S.; Armesto, J.J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber-Sanwald, E.; Huenneke, L.F.; Jackson, R.B.; Kinzig, A. 2000. *Global biodiversity scenarios for the year 2100*. Science 287(5459): 1770-1774.
- Sandoval, V.; Oyarzum, V. 2004. *Modelamiento y prognosis espacial del cambio en el uso del suelo*. Quebracho 11: 9-21.
- Soares-Filho, B.; Coutinho Cerqueira, G.; Lopes Pennachin, C. 2002. *Dinamica-a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier*. Ecological modelling 154(3): 217-235.
- Soares-Filho, B.; Rodríguez, H.; Costa, W. 2009. *Modelamiento de dinámica ambiental con Dinamica EGO*. Giudice, R. trad. Belo Horizonte, Brazil, Centro de Sensoriamento Remoto/Universidade Federal de Minas Gerais. 119 p.
- Tramontina., J.; Pedrali., L.; Alba., E.; Mello., E.; Silva., E.A.; Pereira., R.S. 2015. *Modelagem Dinâmica do uso e cobertura da terra do municipio de Sobradinho-RS*. In XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR (João Pessoa-PB, Brasil) 2015. INPE. p. 4239-4246.
- Turner, B.; Meyer, W.B.; Skole, D.L. 1994. *Global land-use/land-cover change: towards an integrated study*. Allen Press on behalf of Royal Swedish Academy of Sciences 23(1): 91-95.
- Vega, A.P.; Mas, J.-F.; López-Carr, D. 2014. *Modelado de los cambios de uso/cobertura del suelo y conservación de la biodiversidad en Michoacán*.
- Veldkamp, A.; Lambin, E. 2001. *Predicting land-use change*. Agriculture, ecosystems & environment 85(1): 1-6.
- Verburg, P.H.; Kok, K.; Pontius Jr, R.G.; Veldkamp, A. 2006. *Modeling land-use and land-cover change*. In. 2006. Land-use and land-cover change. Springer. p. 117-135.
- Verburg, P.H.; Overmars, K.P. 2009. *Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model*. Landscape Ecology 24(9): 1167-1181.
- Vitousek, P.M. 1994. *Beyond global warming: ecology and global change*. Ecology 75(7): 1861-1876.
- Vitousek, P.M.; Mooney, H.A.; Lubchenco, J.; Melillo, J.M. 1997. *Human domination of Earth's ecosystems*. Science 277(5325): 494-499.



CLASIFICACIÓN DE LAS REGIONES NATURALES DEL PERÚ

John James Beraún Chaca

Helen Shirley Villanueva Fernández

RESUMEN

Los textos de educación básica regular e inclusive de nivel superior, así como muchos estudios de geografía física sobre la clasificación de las regiones naturales del Perú son confusos porque catalogan indistintamente a costa, sierra y selva, así como a quechua o suni, entre otras, como regiones naturales. No obstante, una mirada al pasado nos permite identificar variables que las diferencian, complementan e incluso permiten que dichas clasificaciones coexistan porque son útiles como conceptos que explican la diversidad geográfica del país. Esa necesaria coexistencia exige, no solo con fines didácticos, renombrar la clasificación de las regiones naturales del Perú. El presente estudio permite distinguir entre las macrorregiones naturales, las regiones naturales y las ecorregiones del Perú desde una perspectiva de escalas

PALABRAS CLAVES: *clasificación, macrorregión natural, región natural, ecorregiones.*

DATOS DEL AUTORES

John James Beraún Chaca. Geógrafo con estudios de Maestría en Geografía y de Doctorado en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tiene Diplomado en Relaciones Internacionales. Es Miembro del Colegio de Geógrafos del Perú, Docente de la Pontificia Universidad Católica del Perú y trabaja en la Presidencia del Consejo de Ministros.

jberaun@puccp.pe

Helen Shirley Villanueva Fernández. Geógrafa con estudios de Maestría en Geografía y de Maestría en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tiene Diplomado en Gestión del Riesgo de Desastres en Planificación del Desarrollo Local y Regional y estudios en Guatemala sobre Gestión Integral de los Riesgos Naturales. Es Miembro del Colegio de Geógrafos del Perú.

Ha sido Becaria del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, de la John D. and Catherine MacArthur Foundation y del International Potato Center. Ha publicado el artículo "Mapeando el Futuro Profesional".

helenvillanueva@gmail.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

The texts of regular basic education and even higher level as well as many studies of physical geography, on the classification of natural regions of Peru, are confusing because cataloged indiscriminately Costa, Sierra and Selva as well as Quechua and Suni, among others, as natural regions. However, a look at past allows us to identify variables that differentiate complement and even allow these classifications coexist because they are useful as concepts that explain the geographical diversity of the country. This necessary coexistence requires, not only for teaching purposes, rename the classification of natural regions of Peru. This study allows to distinguish between natural macro regions, natural regions and eco-regions of Peru, from the perspective of scales.

KEYWORDS: *classification, macro natural region, natural region, ecoregions.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INTRODUCCIÓN

La existencia de tres regiones naturales (llano, sierra y montaña) en el Perú está asociada al texto que data de 1550, "*Crónica del Perú*" de Cieza de León (Pease, 1984). Actualmente, con variantes en las palabras utilizadas, no hay texto que aborde la clasificación de las regiones naturales que no mencione a costa, sierra y selva. La tradición de casi medio milenio, aunque aparentemente anacrónica, se sigue imponiendo al referirnos a las regiones naturales en el Perú.

Con el transcurrir de los años, pasados casi cuatro siglos de esa primigenia clasificación, los avances científicos permitieron profundizar en el conocimiento de los recursos naturales de los que dispone el Perú y con ello una nueva clasificación aceptada y asumida por la comunidad geográfica nacional y respetada a nivel internacional. El huanuqueño Javier Pulgar Vidal, en la primera mitad del siglo XX, se inmortalizaba presentando su clasificación de las ocho "*regiones naturales*" del Perú.

Si bien es cierto, entre la clasificación de Cieza y Pulgar se compartía la denominación de "*regiones naturales*", entre ellas distaba no solo cuatro siglos de historia sino también los criterios que sustentaban sus respectivas propuestas, las cuales se desarrollan en el presente artículo.

A inicios del siglo XXI, el pasqueño Antonio Brack Egg y la tarmeña Cecilia Mendiola Vargas, presentaron el resultado de sus investigaciones que concluían con la identificación de once ecorregiones naturales del Perú. La clasificación de Brack y Mendiola no obedece a la suma de las tres regiones naturales señaladas por Cieza, ni a las ocho señaladas por Pulgar, sino que tienen sus propios criterios de identificación con un aporte sustancial a las dos clasificaciones anteriores: la consideración del mar peruano.

Cada una de las clasificaciones se caracteriza por poseer distintos niveles de complejidad que se sustentan en las variables utilizadas, así como en las escalas de aplicación práctica de las mismas. Nuestro propósito es detallarlas a efectos de lograr una comprensión integral y diferenciada de las mismas.

De este modo, para conocer las características y la diversidad geográfica que dispone el país, este artículo se propone explicitar las variables explicativas utilizadas por cada uno de los autores, en sus respectivas clasificaciones, y a partir de ello, proponer -con fines didácticos- un necesario cambio de nombre de las clasificaciones existentes, sin modificar la esencia de cada una de ellas.

ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Ningún texto dentro o fuera del Perú aborda la confusión que genera en la formación académica de niños, adolescentes y jóvenes en el sistema educativo peruano, cuando se hace referencia a las regiones naturales que presenta indistintamente las tres propuestas señaladas por Cieza como las ocho propuestas presentadas por Pulgar. ¿Cuántas regiones naturales reconocidas tiene realmente el Perú? Esta es una de las tantas preguntas que genera la confusión anterior.

En este tema es menester mencionar que Luis Sifuentes De La Cruz, profesor de la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle (La Cantuta), tiene un artículo en internet titulado "*Las regiones geográficas del Perú, evolución de criterios para su clasificación*" (Sifuentes, s/f) que presenta la clasificación de las tres regiones naturales de Cieza, así como las ocho regiones naturales de Pulgar e incluso aborda las once ecorregiones de Brack y Mendiola. Aunque no propone una alternativa

concreta que ordene al menos didácticamente dichas clasificaciones, Sifuentes pone en evidencia el anacronismo de dichas clasificaciones en el contexto internacional y plantea la necesidad y la urgencia de ordenar las nomenclaturas a efecto de formar adecuadamente sobre esta materia en el país. En su artículo, Sifuentes concluye que *“es de necesidad realizar un deslinde y establecer adecuadamente una clasificación regional que explique nuestra realidad geográfica de manera objetiva y con lenguaje científico.”* (Sifuentes, s/f)

Otros libros como los de Pulgar Vidal, Peñaherrera Del Águila, Brack Egg, Olivier Dollfus, abordan temas en geografía física, biogeografía o antropogeografía, sin siquiera poner en discusión la necesidad de ordenar estas clasificaciones.

Del mismo modo, estudios posteriores de geografía física o biogeografía no han trascendido en la discusión de las clasificaciones presentadas; por ello, para hacer didáctica y comprensible la formación académica sobre las regiones naturales es pertinente entender las variables que las diferencian y diferenciar las tres de las ocho regiones naturales con una nomenclatura distinta.

MARCO TEÓRICO

Las clasificaciones de Cieza, Pulgar y Brack y Mendiola, tienen sus propios sustentos teóricos que le otorgan validez a cada una de sus propuestas. De la Crónica del Perú de Cieza se extrae que las regiones geográficas utilizadas por él se sustentan en la diferenciación ecológica que las caracteriza (Pease, 1984). Tal como está relatado en su crónica se evidencia una diferenciación de la ecología desde la costa norte del Perú mientras avanza progresivamente hacia el sur y hacia el este peruano, esto le permitió diferenciar tres grandes regiones en el Perú.

En un artículo publicado el 2014 por Terra Brasilis se señala que el propio Pulgar Vidal, por su parte, definía que la *“Región Natural es un área continua o discontinua, en la cual son comunes o similares el mayor número de factores del medio ambiente natural; y que, dentro de dichos factores, el hombre juega papel principalísimo como el más activo agente modificador de la naturaleza”* (Pulgar, 2014).

Antonio Brack, por su parte, define la ecorregión como un área geográfica que se caracteriza por contar con similares condiciones climáticas, de suelo, hidrológicas, florísticas y faunísticas, en estrecha interdependencia, perfectamente delimitable y distinguible de otra, además de gran utilidad práctica (Brack, 2000).

METODOLOGÍA

El artículo es analítico, comparativo, explicativo y propositivo. La metodología se concentra en desarrollar cada de una de las clasificaciones presentadas por Cieza, Pulgar y Brack y Mendiola para evidenciar las confusiones que genera la nomenclatura actual en el sistema educativo nacional y la necesidad de un ordenamiento taxonómico de dichas clasificaciones.

ANÁLISIS, DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Desde el siglo XVI hasta principios del siglo XXI, la necesidad de conocer el país ha conllevado a recorrerlo y estudiarlo, en ese proceso se identificó una amplia diversidad biológica, geográfica, edáfica, climática, lingüística y cultural, en distintas latitudes y longitudes del territorio peruano. Esta

diversidad, a partir de sus particularidades permitió clasificarlas en regiones, inicialmente en tres, luego en ocho y posteriormente en once. Cada una de estas clasificaciones es analizada a efecto de evaluar la pertinencia de su vigencia y la coherencia objetiva para explicar la diversidad geográfica del país.

LAS TRES REGIONES NATURALES DEL PERÚ

La clasificación descrita por Cieza permite identificar tres grandes espacios naturales conocidos como costas, sierras y montañas. Respecto a las costas, Cieza contrasta con elegancia los exuberantes manglares de la costa ecuatoriana con los desiertos de la región costera norteña del Perú actual, llamó la atención a Cieza la diferenciación de la ecología conforme se avanzaba hacia el sur de la línea ecuatorial; precisó entonces la sequedad de la costa norte del Perú, anotando la ausencia de lluvias y la consiguiente necesidad de recurrir al riego (Pease, 1984).

También debemos precisar como señala Pease, que la noción de “costa”, tal como la entendemos hoy, y que era vigente al momento de la residencia de Cieza de León en los Andes Centrales, no era conocida por los pobladores andinos antes de la invasión española. Entre estos, era más vigente la diferenciación entre urcu (seco) y uma (húmedo); la costa como ribera del mar o de un lago, es otra cosa (Pease, 1984).

De lo anterior, se puede extraer que los pobladores de la época diferenciaban los espacios, entre otras variables, de acuerdo a sus características climáticas como lo seco y lo húmedo. No debe obviarse que Cieza ya hacía mención de la existencia de las yungas y la serranía nevada que posteriormente ha sido muy bien utilizada por Pulgar.

Respecto a la “sierra”, Cieza dice que es un lugar por donde van los ríos; siendo muy altas, las llanuras son abrigadas y cálidas, tanto que en muchas partes hace calor como en estos llanos (refiriéndose a la costa); los moradores que viven en ellos, aunque estén en la sierra, se llaman yungas (Pease, 1984). Cieza describe a la sierra como un lugar altísimo con valles profundos. También indica que son lugares que se fueron descubriendo y conquistando. Asimismo, indica que los ríos son tantos y tan grandes y de crecida hondura. Del mismo modo, describe a las poblaciones existentes, señalando que hay gentes y pueblos con diversas costumbres, ritos y ceremonias extrañas, así como aves, animales, árboles y peces tan indiferentes e ignotos (Cieza, 1553).

De lo anterior, se puede evidenciar que la clasificación de “sierra”, así como de “costa”, no es arbitraria, sino que por el contrario tenía sustento científico y mucha rigurosidad para la época porque se basaba en la diversidad climática, biológica y cultural, entre otros factores.

Respecto a las montañas, Cieza dice que están constituidas de muchos ríos grandes, entre ellos, el mayor y el más poderoso es el río de San Juan que está poblado por gente bárbara que tiene casas armadas en grandes horcones a manera de barbacoas o tablados, *“allí viven muchos moradores, por ser los caneyes o casas largas y muy anchas son muy riquísimos estos indios de oro, y la tierra que tienen muy fértil y los ríos llevan abundancia y llena de paludes o lagunas, que por ninguna manera se puede conquistar, sino es a costa de mucha gente, y con gran trabajo”*. Asimismo, señala que hay arroyos de buena agua y muy dulce, y en los árboles hay muchas pavas, faisanes, y gatos pintados y grandes culebras, y otras aves nocturnas. Parece que nunca fue poblada. *“Aquí estuvo el marqués don Francisco Pizarro con trece cristianos españoles compañeros suyos, que fueron los descubridores de esta tierra que llamamos Perú”*.

Del mismo modo, enfatiza líneas abajo que los pobladores de la zona dormían y duermen en hamacas. No tienen, ni usan otras camas. La tierra es fértil, abundante de mantenimientos y de raíces gustosas para ellos, y también para los que usaren comerlas. Hay grandes anadas de puercos zainos pequeños, que son de buena carne sabrosa, y muchas dantas ligeras y grandes, algunos quieren decir que eran de linaje o forma de cebras. Hay muchos pavos, y otra diversidad de aves, mucha cantidad de pescado por los ríos. Hay muchos tigres grandes, los cuales matan a algunos indios, y hacían daño en los ganados. También hay culebras muy grandes, y otras alimañas por las montañas y espesuras que no sabemos los nombres, entre los cuales hay los que llamamos pericos ligeros, que no es poco de ver su talle tan fiero, y con la flojedad y torpeza que andan (Cieza, 1553).

De lo anterior, se evidencia que el recorrido de Cieza le permite describir con certera objetividad las particularidades de la Amazonía peruana. Dichas características, casi cinco siglos después, aún son distinguibles.

Las tres regiones naturales desarrolladas en la obra de Cieza no han perdido vigencia y son de fácil identificación en la actual particularidad geográfica del país. Con el transcurrir de los años esta denominación ancló en los textos escolares y académicos y se popularizó como las tres regiones naturales del Perú con una variante de montaña por selva, quedando así costa, sierra y selva. Estas tres regiones naturales siguen siendo referidas con mucha frecuencia en los ámbitos académicos, políticos y económicos del país.

LAS OCHO REGIONES NATURALES DEL PERÚ

Esta propuesta corresponde al huanuqueño Javier Pulgar Vidal, quien utiliza datos del folklore, toponimia, clima, flora, fauna, productos límite, obras del hombre y datos del paisaje, a partir de los cuales identifica en el Perú lo que él denomina "*ocho regiones naturales*" (Pugar, 2014), que también han sido ampliamente difundidos en el currículo educativo nacional y asumidos plenamente por la comunidad académica nacional.

No obstante, aunque la propuesta de Pulgar utiliza una serie de variables explicativas, que permiten argumentar dicha clasificación, es innegable que la diferencia altitudinal y las toponimias identificadas marcan el hilo conductor de la clasificación del Perú en ocho regiones naturales de Pulgar. Por ello, todos los textos que abordan estas ocho regiones naturales señalan los rangos altitudinales a partir de los cuales aparentemente encontraríamos patrones comunes de flora, fauna, clima, entre otras variables señalados por Pulgar.

Según Pulgar (Pulgar, 2014) las regiones naturales son:

1. Costa o chala

Región natural que se localiza entre 0 – 500 metros sobre el nivel del mar. Tiene tierras que lindan con el mar en el lado occidental del declive andino.

2. Yunga

Región natural que se localiza entre 500 – 2500 metros sobre el nivel del mar. Son tierras de clima cálido de valles y quebradas que trepan al ande inmediatamente después de la chala, y a los valles y quebradas de igual clima que se extienden en el declive oriental andino.

3. Quechua

Región natural que se localiza entre 2500 – 3500 metros sobre el nivel del mar. Son tierras templadas que se extienden en ambos declives del ande.

4. Suni o jalca

Región natural que se localiza entre 3500 – 4000 metros sobre el nivel del mar. y de tierras frías.

5. Puna

Región natural que se localiza entre 4000 – 4800 metros sobre el nivel del mar. Tiene altiplanos y riscos muy fríos.

6. Janca o cordillera

Región natural que se localiza entre 4800 – 6768 metros sobre el nivel del mar. Aquí se ubican las cumbres nevadas o regiones blancas del país.

7. Rupa Rupa o selva alta

Región natural que se localiza entre 400 – 1000 metros sobre el nivel del mar. Hay porciones de cerros y valles andinos cubiertos de vegetación boscosa, que se ubican en el declive oriental de los Andes.

8. Omagua o selva baja

Región natural que se localiza entre 80 – 400 metros sobre el nivel del mar. En esta inmensa llanura selvática discurre el Amazonas y sus afluentes, cuyas aguas desembocan en el Atlántico.

Estas clasificaciones realizadas por Pulgar, si bien corresponden a patrones comunes existentes al interior del país, aunque no claramente delimitables o identificables, al ser denominadas regiones naturales crean confusión en el ámbito académico nacional puesto que se contradice con las tres regiones naturales ya existentes y de las cuales se tiene conocimiento desde el siglo XVI.

Al respecto y hasta la fecha, desde el Ministerio de Educación, pasando por las universidades, que forman profesionales geógrafos en el país, hasta las autoridades académicas en materia geográfica, no han existido precisiones necesarias respecto a si las ocho regiones naturales de Pulgar reemplazaban a las tres regiones naturales señalados por Cieza o si ambas coexisten con dicha denominación.

Del mismo modo, esta confusión ha trascendido todos los espacios académicos, políticos, sociales y económicos, de tal modo que hoy se habla indistintamente de regiones naturales y se hace referencia a tres u ocho sin mayores variables que expliquen una distinción entre ellas.

LAS ONCE ECORREGIONES NATURALES DEL PERÚ

Pedro Cieza de León describe tres regiones naturales del Perú en el siglo XVI. Posteriormente, el huanuqueño Javier Pulgar Vidal identifica ocho regiones naturales del Perú en el siglo XX. Por su parte, a inicios del siglo XXI, el pasqueño Antonio Brack Egg y la tarmeña Cecilia Mendiola Vargas desarrollan la teoría de las once ecorregiones naturales del Perú.

A efecto de identificar las ecorregiones, Brack y Mendiola toman en cuenta características similares en materia de clima, suelos, condiciones hidrográficas, flora y fauna, considerando una estrecha interdependencia entre las variables, con lo cual se evidencia un enfoque geosistémico en su clasificación.

El aporte sustancial en la propuesta de las once ecorregiones es la consideración explícita del territorio marítimo del Perú. Por ello, dicha clasificación abarca desde el océano hasta la selva tropical pasando por desiertos, valles, cordilleras y bosques andinos. A partir de la referida clasificación, algunas zonas podrían ser consideradas carentes de gran diversidad, pero el análisis integrado evidencia un enorme potencial natural.

Las once ecorregiones naturales del Perú que postulan Brack y Mendiola tienen las siguientes características:

1. Mar Tropical

Es la corriente de aguas cálidas presente en la costa norte del Perú (Piura y Tumbes). La temperatura de las aguas varía entre 19 °C en invierno, hasta 23 °C en verano. Una característica de la flora es la presencia de algas y mangles. Mientras que la fauna se caracteriza por la existencia de tiburón bonito, tortugas, cocodrilo de Tumbes, Langosta, Concha negra, entre otros.

2. Mar Frío

Es la ecorregión delimitada por la corriente peruana o corriente de Humboldt. Se extiende desde la costa central de Chile hasta la costa norte del Perú (Piura y Tumbes). La temperatura de las aguas oscila en invierno entre los 13 y 14 grados y en verano entre los 15 a 17 grados. Su litoral es rocoso, tiene mucho plancton, principalmente fitoplancton y se puede encontrar mamíferos como ballenas, lobos, delfines y cachalotes; amplia variedad de peces como anchoveta, corvina, lenguado, pejerrey, bonito y jurel, entre otros.

3. Desierto del Pacífico

Comprende la costa peruana y limita con el bosque seco. Se ubica a nivel del mar y raramente supera los 700 metros sobre el nivel del mar hasta llegar a los 1000 metros de altitud. Tiene relieve llano y ondulado, con suelos desérticos y temperatura promedio de 18 a 19 grados. Se caracteriza por tener lomas costeras, totorales, murciélagos, lagartijas, camarones, entre otros.

4. Bosque Seco Ecuatorial

Es una ecorregión que tiene entre 100 y 150 kilómetros de ancho. Se ubica en territorios de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad, llegando hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar. Tiene relieve llano con ondulaciones y zonas montañosas. La temperatura oscila entre 23 y 24 grados. En esta ecorregión se ha identificado la presencia de ardillas, osos hormigueros, picaflor, ceibo, sauce, zapote, caña brava, entre otros.

5. Bosque Tropical del Pacífico

Esta ecorregión es una pequeña zona en la costa norte del Perú (en el departamento de Tumbes) que se caracteriza por tener relieve de colinas y montañas con altitudes que llegan

hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar. Tiene clima tropical y lluvioso. Posee flora y fauna propia de bosques tropicales.

6. Serranía Esteparia

Esta ecorregión comprende las vertientes occidentales de los Andes desde La Libertad hasta el extremo sur del Perú. Posee relieves abruptos con valles estrechos y laderas empinadas con escasas planicies. Su altitud oscila entre 1000 y 3800 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por tener plantas xerófitas, pajonales y bosques relictos, así como guanacos, venados, gatos andinos, cóndores, entre otros.

7. Puna

Esta ecorregión abarca altitudes que van desde los 3800 hasta los 6768 metros sobre el nivel del mar. Aquí se aprecian picos nevados, mesetas, zonas onduladas y escarpadas. Tiene clima muy frío con abundantes precipitaciones. Además, se caracteriza por tener pajonales, queeñuales y fauna de origen andino.

8. Páramo

Esta ecorregión abarca algunas zonas de Piura y Cajamarca. Tiene un relieve plano, ondulado y escarpado en las cumbres, con altitudes que superan los 3500 metros sobre el nivel del mar. En el páramo hay orquídeas, musgos, lianas, perdices, águilas, colibríes, entre otros.

9. Selva Alta

Esta ecorregión se ubica en la zona oriental de los Andes a lo largo de los piedemontes. Tiene valles estrechos y su altitud oscila entre los 600 a 3800 metros sobre el nivel del mar. La flora se caracteriza por la presencia de arrayán, molle y cedro, mientras que en su fauna hay gallinazos, monos, bagres, entre otros.

10. Selva Baja

Esta ecorregión se ubica por debajo de los 800 metros sobre el nivel del mar, abarcando casi toda la Amazonía. El relieve es poco agreste con colinas que no superan los 500 metros de altitud y con temperatura máxima de 36°C y mínima de 18°C. Posee una diversidad florística incalculable y en materia de su amplísima fauna destacan la anaconda, el tigrillo, el colibrí, el paiche, entre otros.

11. Sabana de Palmeras

Esta ecorregión abarca el sureste peruano, específicamente el extremo oriental del departamento de Madre de Dios en la frontera con Bolivia. Presenta un relieve plano, clima tropical con abundantes lluvias durante el verano y la temperatura oscila entre 20 y 23 grados. En sus territorios destaca la presencia del oso hormiguero, lobo crin, palmeras, aguajales, entre otros.

Si bien la clasificación de las ecorregiones no genera confusión con las tres propuestas de Cieza o las ocho de Pulgar, denominadas "regiones naturales", hay un aporte sustancial que rescatamos de la propuesta de Brack y Mendiola. La referencia explícita al mar peruano que comprende dos de sus once ecorregiones nos indican indiscutiblemente que no podemos obviar este territorio peruano al momento de realizar una clasificación de las regiones o ecorregiones naturales del Perú.

Tanto Cieza como Pulgar omitieron en sus propuestas la consideración del territorio marítimo. El primero porque en esa fecha aún no estaba configurado lo que hoy es el Perú como Estado, y el segundo porque al considerar la variable altitud como columna vertebral de su clasificación no permitió la posibilidad de incluir ese amplísimo territorio peruano como una de sus regiones naturales.

DE LA NOMENCLATURA DE LAS REGIONES NATURALES

Considerando que Cieza De León desarrolla las categorías de costas, sierras y montañas, hoy conocidas como regiones naturales de costa, sierra y selva, a efecto de lograr una distinción objetiva de las también denominadas regiones naturales de Javier Pulgar Vidal, es pertinente incluir la escala como una variable concreta que nos permita diferenciarlas.

El análisis escalar es sustancial en la geografía a efecto de comprender muchas propuestas teóricas y su vínculo con la realidad objetiva. Muchos de los análisis y propuestas desarrollados a una escala específica pueden no ser aplicables a otras escalas de análisis y por ello, es pertinente incluir esta variable para distinguir las regiones naturales de Cieza con las de Pulgar.

Es innegable que, al hacer referencia a costa, sierra y selva, rápidamente asociemos estos conceptos a grandes espacios concretos de nuestro territorio nacional. Para nadie es lejano relacionar nuestra costa peruana de anchura pequeña con playas, desiertos, calor y escasez de lluvias. Asimismo, si hacemos referencia a la sierra podemos asociarla con facilidad a espacios de mayor altitud, temperaturas bajas, riqueza geomorfológica, cordilleras, lluvias por estaciones y mayor superficie que la costa, pero menos que la selva. Finalmente, al referirnos a la selva, nuestra mente la asocia directamente a una gran superficie boscosa del territorio peruano con clima tropical, abundante lluvia, ríos meándricos y diversidad biológica incalculable.

Los casi cinco siglos de referencia a estas tres regiones naturales nos permitieron distinguir con facilidad variables generales de nivel macro como relieve, clima, flora y fauna que objetivamente existen a lo largo del territorio nacional. Por ello, tenemos la costa que va desde Tumbes hasta Tacna, la sierra que va desde Piura hasta Tacna y la selva que va desde Loreto hasta Puno. En todos los casos, dichas regiones naturales se extienden a lo largo del territorio nacional, desde sus límites internacionales actuales en el norte con Ecuador y Colombia hasta los límites internacionales actuales por el sur con Chile y Bolivia; por tanto, corresponde denominarlas correctamente como macrorregiones naturales del Perú.

Respecto a lo anterior, es pertinente que en pleno siglo XXI, transcurrido casi dos siglos de existencia como república se pueda rescatar los aportes de Brack y Mendiola respecto al mar peruano. Si bien ambos distinguen dos ecorregiones naturales en el mar peruano es innegable también que nuestro territorio marítimo es único y se extiende desde los límites acordados con Ecuador por el norte hasta los límites acordados con Chile por el sur y hasta las 200 millas por el oeste en el océano Pacífico.

Esta particularidad de acuerdo a su dimensión y escala también corresponde a una macrorregión natural, y proponemos considerarla en adelante en dicha categoría.

En la actualidad, es imposible dejar de incluir en esta clasificación de grandes regiones naturales al mar peruano que tiene características físicas y climáticas propias, así como recursos y un enorme potencial en materia de biodiversidad.

Respecto a la mención de sierra y selva, el caso peruano tiene particularidades biogeográficas que permiten una denominación que se corresponde mejor con la realidad nacional. Para Cieza, la referencia a las sierras está asociada a lugares que se localizan a lo largo de la cordillera de los Andes. Asimismo, la denominación de las montañas, hoy conocidas como selva se corresponde plenamente y de mejor manera con el ámbito que forma parte de la cuenca del río más grande del planeta, es decir, el río Amazonas. Por lo anterior, la denominación de sierra debe ser reemplazada por Andes, porque hace referencia directa a esta. Del mismo modo, la denominación de selva de manera apropiada debe ser reemplazada por Amazonía, porque hace referencia directa a esta.

LAS CUATRO MACRORREGIONES NATURALES DEL PERÚ

Sintetizando los aportes de Cieza, y apoyados en el análisis escalar, concluimos que todo el espacio delimitado por características comunes *generales* como clima, relieve, flora y fauna, que cubre la superficie de un territorio constituye una macrorregión natural.

A partir de ello, estamos convencidos que las macrorregiones naturales son el reflejo objetivo de un análisis general, sin dejar de ser riguroso, de las variables que caracterizan y distinguen al país sin dejar de tener actualidad. A partir de ello, hoy podemos hablar con mucha solvencia y de manera apropiada de cuatro macrorregiones naturales en el Perú: Mar Peruano, Costa, Andes y Amazonía, las cuales son plenamente identificables en cualquier imagen de satélite del país.

De lo anterior, podemos concluir que actualmente el Perú está dividido en cuatro grandes regiones naturales conocidas como macrorregiones naturales:

1. Mar peruano

El territorio marítimo del Perú -reconocido constitucionalmente- es una macrorregión natural que comprende desde el litoral hasta las 200 millas o 322 km en el océano Pacífico y limita con Ecuador por el norte y Chile por el sur de acuerdo a los tratados marítimos vigentes. Aquí se identifican dos grandes corrientes marinas (la corriente peruana o de Humboldt hacia el sur y hacia el norte la corriente de El Niño). Se caracteriza por su gran biodiversidad, abundantes recursos y localización estratégica.

2. Costa peruana

Esta macrorregión natural comprende desde el litoral marítimo hasta la parte baja de la cordillera de los Andes. Abarca todos los departamentos ubicados entre Tumbes y Tacna con altitudes que llegan aproximadamente hasta los 500 metros sobre el nivel del mar (siguiendo la clasificación de Pulgar). Se caracteriza por tener espacios desérticos, escasez de lluvias, altas temperaturas y humedad, así como la mayor concentración de la población nacional.

3. Andes peruanos

Macrorregión natural que comprende desde la parte baja de la cordillera de los Andes y la parte occidental de la misma hasta parte de la vertiente oriental, (donde inicia la ceja de selva). Comprende parte de todos los departamentos ubicados entre Piura y Tacna, incluyendo Puno y Cusco. Se caracteriza por poseer variados pisos altitudinales que permitieron la aparición de microclimas y por tanto de gran biodiversidad, un hecho inimaginable en estas latitudes. En esta macrorregión natural se ubican las cabeceras de cuenca, las cordilleras peruanas y los nevados. Gran parte de la superficie se caracteriza por tener bajas temperaturas, lluvias estacionales, riqueza geomorfológica y recursos mineros, entre otros.

4. Amazonía peruana

Es una macrorregión natural que comprende la parte oriental de la cordillera de los Andes desde la ceja de selva hasta los límites internacionales del país. Esta macrorregión natural abarca la mayor parte de la superficie territorial terrestre del Perú comprende todos los departamentos ubicados entre Cajamarca y Puno hasta los límites internacionales con Bolivia, Brasil, Colombia y Ecuador. Se caracteriza por tener gran biodiversidad, superficie boscosa, clima tropical, abundante precipitación, ríos meándricos, entre otros.

Lo señalado, aunque con variantes a la denominación utilizada por Cieza y con un añadido importante extraído de los aportes de Brack y Mendiola permite ordenar didácticamente las clasificaciones existentes sobre las regiones naturales, sin objetar su vigencia, pero precisando una nomenclatura que consideramos apropiada.

A partir de lo anterior, podemos hablar con propiedad de cuatro macrorregiones naturales, ocho regiones naturales y once ecorregiones las cuales han sido concisamente descritas. Estas regiones naturales sustentan su vigencia en una diferencia escalar objetivamente aplicable, a esto se suman las variables desarrolladas para cada clasificación que refuerzan las respectivas propuestas.

CONCLUSIONES

El Perú cuenta con cuatro macrorregiones naturales, así como ocho regiones naturales planteadas por Javier Pulgar Vidal y once ecorregiones naturales presentadas por Antonio Brack y Cecilia Mendiola.

La distinción entre las regiones naturales planteadas por Cieza y Pulgar se encuentra en la escalaridad de sus propuestas, por ello, es fundamental clarificarlas para mejorar la enseñanza básica y la toma de decisiones en el país. Tanto las macrorregiones como las regiones y ecorregiones naturales coexisten y sus características biogeográficas son identificables en el país.

RECOMENDACIONES

Es importante incluir en el currículo educativo la clasificación de las cuatro macrorregiones, ocho regiones y once ecorregiones naturales, para clarificar la enseñanza

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brack Egg, Antonio y Mendiola, Cecilia. (2000). *Ecología del Perú*. Editorial Bruño/PNUD, Lima, Perú.
- Pease García Yrigoyen, Franklin. (1984). *Cieza De León Pedro, Crónica del Perú*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Pulgar Vidal, Javier. (2014). *Las ocho regiones naturales del Perú*. En Terra Brasilis (Nova Serie), tercer número.
- Sifuentes De La Cruz, Luis. (s/f). *Las regiones geográficas del Perú, evolución de criterios para su clasificación*. Disponible en <<http://peru.inka.free.fr/peru/pdf/reggp.pdf>>.



Image © 2

Cercado de Lima

GEOGRAFÍA Y LITERATURA: EL LUGAR DE LA BARRIADA EN UN RELATO DE CONGRAINS. UN ESPACIO REAL EN UN TEXTO FICCIONAL

Iván Delgado Pugley

DATOS DEL AUTOR

Economista. Actualmente es estudiante de geografía como segunda carrera en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Docente del Centro Preuniversitario de la Pontificia Universidad Católica del Perú (CEPREPUC).

Dentro de sus áreas de interés se encuentran la geografía cultural e interdisciplinariedad entre geografía, literatura e historia.

idelgadop@yahoo.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

RESEÑA

No una, sino muchas muertes es de Enrique Congrains es la primera novela o acaso una de las primeras novelas que, junto con el famoso relato de Julio Ramón Ribeyro *Gallinazos sin plumas*, y otros más, tiene como protagonistas a los nuevos sujetos migrantes que llegaron a Lima en los cincuenta: jóvenes impetuosos y con ganas de salir de la pobreza.

Pero, lo que distingue entre otras cosas a *No una, sino muchas muertes* es que el héroe del relato no es solo un sujeto subalterno, sino que además es una mujer, un hecho que no por ser excepcional (considerando las acciones que lleva a cabo en la novela) deja de tener un grado más de subalternidad. Todo esto es válido si tenemos en cuenta el horizonte temporal en el que está situada la novela: la Lima paternalista y discriminadora de los cincuenta. No obstante, lo que más nos ocupa en estas líneas es el espacio urbano en el que se desarrollan los hechos de esta novela de subalternos.

Como se puede constatar, para un limeño nacido alrededor de la Segunda Guerra Mundial, la pobreza extrema urbana de los cincuenta se localiza en lo que antes se conocía con el nombre de barriada. Sin embargo, la barriada de esta novela es un sitio singular porque no se sitúa en las faldas de un cerro, ni en su ladera (lugares donde se ubicaron las primeras y clásicas barriadas como El Agustino, Cerro San Cristóbal o Cerro el Pino), ni tampoco en un arenal, como fue el caso de Ciudad de Dios o Villa El Salvador, sino que se localiza en un basural ubicado en la margen izquierda del río

Rímac, colindante con el barrio de Mirones Bajo. José Matos Mar, en su clásico estudio sobre las barriadas de Lima, registra a esta barriada con el nombre de Basurales, y a su lado, Chancherías, cerca del Puente del Ejército.

Ahora conviene hacer una pequeña digresión. El lector debe recordar algo importante: estamos analizando el espacio urbano de una barriada extraída de una ficción. Entonces, cabe preguntarnos, ¿es un lugar real? La respuesta es afirmativa, puesto que a pesar de que los personajes sean réplicas ficcionales de posibles sujetos reales (porque de eso se trata una ficción), esta novela escenifica sitios que existieron y todavía existen, aunque hayan sido modificados por el paso del tiempo.

Como el mismo Vargas Llosa reconoce en su prólogo a la novela de Congrains de 1958, esta novela es de corte “realista”, es decir, a pesar de ser una invención artificial (dado que es creada a partir del lenguaje) hunde sus raíces en lugares reales. Y tan es así, que los sitios nombrados (avenidas, distritos, etc.) remiten a territorios conocidos y reales cercanos al centro de Lima. Entre otros paisajes y lugares limeños citados en la novela, por donde los personajes circulan aparecen: la urbanización 27 de Octubre (hoy San Martín de Porres), el mercado de Piñonate, el barrio de Mirones, puente del Ejército, la plaza Dos de Mayo, las chimeneas del barrio industrial de la avenida Argentina, la avenida Tingo María, una ladrillera abandonada de la avenida Venezuela, los chanchos y gallinazos del basural, chozas de adobe y estera, chacras de verduras de zapallos, acequias, covachas con polvo, humedad, insectos, etc.

No es materia de este artículo tratar el argumento de la novela en detalle, pero es necesario saber un par de cosas fundamentales. El relato tiene como asunto principal los esfuerzos de una joven marginal (Maruja, cocinera de 17 años) por ganar la jefatura de una pandilla de muchachos con el propósito de conducirlos a apoderarse de un negocio ajeno que consiste en el lavado y reciclaje de pomos y botellas que luego son vendidos a laboratorios farmacéuticos cercanos. Este negocio es dirigido por una vieja y su guardián en medio de un conocido basural del centro de Lima. La particularidad de este negocio radica en que la mano de obra para el lavado es realizada por un grupo de diez locos extraídos de la calle, encerrados y alimentados con residuos de comida obtenidos del mercado de Piñonate.

Como es evidente, la mano de obra conformada por esos orates representa el escalón más bajo de lo que hasta no hace mucho se llamaba el “proletariado”. Esta mano de obra servil no asalariada fue capturada en la calle por un muchacho pandillero, ex amante de Maruja, que cobró por realizar este “servicio”. Maruja desea destronar al actual cabecilla de la pandilla y capitanear la empresa reubicando y ampliando el negocio de la vieja (secuestrando más orates de la calle). Para eso planea comenzar la nueva empresa con el robo de la mano de obra gratuita, los locos, y trasladarlos a otra barriada de Lima que ofrezca las mismas ventajas de la anterior, entre otras cosas: ocultamiento.

La idea fundamental que queremos transmitir en estas líneas tiene que ver con lo que en geografía económica se conoce como la “*división espacial del trabajo*”. Debido a la naturaleza de la “mano de obra”, su bajísimo coste (los locos solo requieren ser alimentados con restos de verduras podridas sazoadas con cáscaras de naranja), su peligrosidad (casi violan a Maruja y sus amigas), su caótico comportamiento (gritan, lloran, rompen cosas), y su ilegal encerramiento, el terreno adecuado para tal fin solo es ubicable en una barriada con muy baja densidad poblacional con aprovisionamiento de agua constante, cerca de fábricas (para conseguir potasa, barriles y otros insumos de limpieza), próximo al mercado (para conseguir alimentos baratos) y no muy lejano de los laboratorios farmacéuticos. Solo un basural cerca al centro de Lima ofrece tales “*ventajas comparativas*”, está cerca

al mercado de Piñonate, cerca de las fábricas de la avenida Argentina e integrado a la ciudad, lo que facilita el abastecimiento de locos. Se trata de la barriada Basurales y Chancherías, el lugar adecuado para tal fin. Además, este lugar es apropiado para esconder a un muerto (la vieja propietaria ha sido asesinada por su guardián quien le ha robado sus ahorros y ha huido), sin causar algún alboroto que llame la atención de la policía.

Si seguimos los lineamientos de la geografía económica en cuanto a factores de producción y su localización, tal vez sería exagerado hablar de la formación de una red de “empresas”, si consideramos al lavadero de pomos como un “negocio” como cualquier otro. Pero, de alguna forma sí lo es dado que este “negocio”, como todos, requiere de un espacio adecuado para su buen funcionamiento, y no hay mejor lugar que la barriada-basural para generar una “barrera a la entrada”, dada su naturaleza ilegal: la explotación inhumana contra los locos. Otro factor de producción necesario es tener mano de obra, y justamente este tipo de labor genera un “mercado de trabajo” con una mano de obra “coaccionada” a lavar pomos a cambio de comida.

Los locos sucios y desvestidos (como lo sabe cualquier limeño nacido alrededor de la Segunda Guerra Mundial) andaban libremente por las calles de Lima en notorias cantidades en los cincuenta y sesentas, siendo presa fácil de negociantes de su subproletarización, a cambio de una cantidad monetaria por el servicio de captura y traslado al basural. Esta empresa sui generis aparece al final de la novela, y es representada en la novela por los hermanos Manuel y Miguel con su camión.

Para comprar los pomos sucios, lavarlos y venderlos era necesario un pequeño capital. Esos insumos llegaban al basural a través de proveedores conocidos del lugar. Finalmente, una vez lavados en toneles empleando potasa, eran trasladados hacia las empresas legales que estaban al final de la cadena de negocios: las farmacéuticas. Todos estos negocios son complementarios, y aprovechan de su aglomeración para reducir sus costes de transacción al ubicarse una cerca a los otros.

Para terminar, queremos enfatizar la especialización espacial que ha ocurrido en la barriada Basurales en la ficción de Congrains. Tal lugar, a pesar de encontrarse rodeado de chacras fértiles (como nos informa la novela), puesto que está ubicado en un territorio perteneciente al tramo final de la cuenca baja del río Rímac, ha sido transformado en lugar de depósito de residuos sólidos sobre terreno con vocación agrícola.

El desordenado crecimiento de la capital que se hace crónico en los cincuenta comienza a transformar los mejores suelos agrícolas que bordean el centro de la capital en lugares degradados debido a una falta de planificación que genera una desorganizada ocupación del suelo. Los sectores populares limeños que huían de la pobreza extrema en el Ande invadieron lugares inhabitables como estos como única opción de vivienda, sin servicios, pero no privatizados o abandonados. Entre los lugares disponibles, el basural es el más terrible, y se utiliza generalmente para habitación y crianza de chanchos.

La barrera “artificial” que genera tal ocupación del suelo (contaminación y pestilencia del basural que mantiene alejada a la gente) convierte a dicho espacio en un lugar especial para Congrains. Le posibilita imaginar un mundo de “antropoides” como los bautiza Vargas Llosa en el prólogo de la novela, secuestrados y proletarizados en dicho espacio, y especializados en lavar pomos. Solo con la protección que ofrece esta “barrera” espacial es posible el empleo intensivo de mano de obra de costo cero, haciendo rentable el negocio por la complementariedad ventajosa de ambos factores de producción: el suelo de un basural y la mano de obra de “antropoides”.

Este caso podría servir de ejemplo de cómo un espacio singular en la ciudad determina y limita el tipo de actividad económica que se realiza. Nótese la ironía implícita que nos ofrece el novelista: un grupo de locos, malolientes y andrajosos, limpiando receptáculos de medicamentos que luego serán vendidos a quienes desean curar sus enfermedades.

MAPA DEL LUGAR LAVADERO DE POMOS Y AVENIDAS RECORRIDAS POR LOS PERSONAJES



Fuente: imagen satelital de Google Maps. Elaborado por el autor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Congrains, Enrique. (1988): *No una, sino muchas muertes*. Prólogo de Mario Vargas Llosa. PEISA, Lima, Perú, pp. 203.



Volcán Misti

ASCENSO AL VOLCÁN MISTI

Pablo Yovan Aguilar Barriga

RESUMEN

En agosto del año 2006 un grupo de colaboradores de la Unidad de Cartografía y Geografía (UCG) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), emprendió el ascenso al volcán tutelar de la ciudad de Arequipa: "El Misti". La travesía se inició en el cementerio de San Luis en la parte alta del distrito de Alto Selva Alegre con la participación de seis personas. El recorrido se realizó a pie y cada expedicionario asumió sus gastos. Esto permitió conocer y recorrer el ambiente semidesértico de Pampa de Pastores, el inicio de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (RNSAB) en el Cerro Buena Vista, el pastizal y las yaretas antes de llegar a Nido de Águilas, los cenizales y coladas de lava, la estación sismológica, La Cruz de la cima y el cráter de la montaña-volcán.

PALABRAS CLAVES: *volcán, montaña, puna seca, ascenso, árido, valle del Chili.*

DATOS DEL AUTOR

Licenciado en Geografía por la Universidad de Panamá; con estudios en Zonificación Ecológica Económica (ZEE) para el Ordenamiento Territorial (OT), Demarcación Territorial (DT), Catastro Multifuncional, Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), Gestión Sostenible de Ciudades, Censos y Encuestas, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección. Con experiencia en bases de datos geoespaciales de Censos de Población y Vivienda, Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos, Saneamiento de Límites Político-Administrativos, Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial, Gestión de Áreas Naturales Protegidas, Formalización y Registro de Derechos de Uso de Agua, Gestión de Información Geoespacial para los Inventarios Forestales y de Fauna Silvestre. Trabajos desarrollados en el Istmo de Panamá y el sureste peruano en el espacio urbano y rural.

paguilarb@outlook.com

© Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de *Creative Commons*. No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas. Para más información, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ABSTRACT

In August of the year 2006 by a group of collaborators of the Unit of Cartography and Geography (UCG) of the National Institute of Statistics and Informatics (INEI), undertook the ascent to the volcano to protect the City of Arequipa: The Misti. The journey will start in the Cemetery of Saint Luis in the high part of the District of High Selva Alegre with the participation of six members. The entire tour is

conducted on foot, assuming each expeditionary their expenses, allowed to know the semidesertic environment of Pampa Pastores, the start of the "Salinas and Aguada Blanca National Reserve" (RNSAB) in the Buena Vista Hill, pasture and the yaretas before reaching "Nido de Aguilas", the cenizales and lava flows, the seismological station, the Cross of the summit and the crater of the Mountain-Volcan.

KEYWORDS: *volcano, mountain, dry puna, ascent, arid, Chili valley.*

© This article is of open access to the public and subject to the Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. The commercial use of this original work and the production of derived works from this article is not allowed. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

INTRODUCCIÓN

Los días 27, 28 y 29 de agosto del 2006 un grupo de seis valientes expedicionarios emprendimos un reto: ascender al volcán Misti. La expedición estuvo compuesta por dos mujeres y cuatro varones provenientes de la Unidad de Cartografía y Geografía (UCG) de la Oficina de Estadística e Informática (ODEI) de Arequipa del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)¹. La meta fue coronar la cima del volcán tutelar de la ciudad de Arequipa cuya cota máxima es de 5822 m s.n.m.², lugar donde se encuentra una cruz de metal de tres metros de alto aproximadamente y es un punto de triangulación geodésica. Los integrantes del grupo expedicionario fueron el geólogo Moisés F. Paucar Quispe, Gloria N. Apasa Tacco, la economista Luz Marina Lavilla, el geólogo José Luis Núñez, el técnico Augusto Chávez y el geógrafo Pablo Y. Aguilar Barriga.

DATOS DEL VOLCÁN MISTI

El Misti es un volcán ubicado al sur del Perú, cerca de la ciudad de Arequipa, la segunda más grande del país. Arequipa está localizada a los pies del valle del río Chili a 2400 m s.n.m. que se ha convertido en uno de los mayores símbolos de esta ciudad. Durante la época colonial la mayor parte de las casas fueron construidas con el sillar, que es una piedra blanca proveniente de este volcán y de sus pares Chachani y Pichu Pichu. La última vez que el Misti demostró algún tipo de actividad resaltante, como por ejemplo grandes fumarolas, fue en 1870. Con su cono de nieve perfecto, el Misti se eleva a 5822 m s.n.m. entre las montañas Chachani (6075 m s.n.m.) y Pichu Pichu (5669 m s.n.m.). Estas impresionantes montañas son visibles todo el año, pero especialmente durante la época invernal (Wikipedia, 2016).

La diferencia de altura entre el Valle del Chili, emplazamiento de la ciudad de Arequipa, con respecto a la cota más elevada del cono volcánico es de 3422 m s.n.m. El equipo debió superar más de 3 km de diferencia de altura para lograr coronar la cumbre del Misti. De igual forma, tuvo que superar cerca de 16 km de distancia entre el Valle del Chili y la cima del volcán³ o montaña.

FIGURA 1.

Vista del Misti desde Sachaca



Fuente: *weather.com*.

¹ Por disposición de la alta dirección del INEI la UCG es trasladada a la Ciudad de Arequipa.

² Metros sobre el nivel medio del mar.

³ Término geológico ampliamente utilizado.

FIGURA 1.
Vista del Misti desde Sachaca



Fuente: Mapa base Google Physical

EL RECORRIDO DE ASCENSO AL CONO VOLCÁNICO⁴

El ascenso al Misti se inicia el sábado 27 de agosto del 2006, cerca de las siete de la mañana. El punto de encuentro del grupo de ascenso es el cementerio de San Luís en la parte más alta del distrito de Alto Selva.

El ascenso al Misti comienza el sábado 27 de agosto del 2006, cerca de las siete de la mañana. El punto de encuentro del grupo fue el cementerio de San Luís en la parte más alta del distrito de Alto Selva Alegre. Emprendimos el recorrido con la ausencia de Augusto Chávez quien pasado el mediodía nos alcanzaría en el área denominada Nido de Águilas.

La caminata empieza en un sector de lomas disectadas por cárcavas que muestran la huella de las lluvias estacionales. Luego, seguimos un camino de arrieros que nos conduce hacia donde empieza Pampa de Pastores y que nos llevará hasta un punto llamado "Pastores". Cerca de las nueve de la mañana el sol se hace sentir y nos muestra un paisaje plagado de cactus, vegetación leñosa y espinas que se prenden en las vestimentas.

En el trayecto, rara vez notamos la presencia de avifauna, y lo que más se notaba eran las cárcavas generadas por la escorrentía que generan las lluvias torrenciales cíclicas. Todo el recorrido de Pampa de Pastores muestra el mismo espectáculo: vegetación leñosa, cactus y espinos. Recorrimos una parte de este sector por un camino de herradura para acortar distancia y por una trocha carrozable que nos llevó exactamente hasta el punto conocido como **"Pastores"**.

En **"Pastores"** tomamos un descanso antes de empezar el ascenso. En este punto existe un monumento que indica el inicio de la "Reserva de Salinas y Aguada Blanca" y el inicio del ascenso al volcán Misti. Pastores se encuentra aproximadamente en los 3376 m s.n.m. Aun no llegamos al

⁴ Montaña de origen volcánico.

descanso obligado en Nido de Águilas que es un punto de cambio brusco de pendiente. al que subimos por el Cerro Buena Vista. Era mediodía y el sol se mostraba inclemente.

Subimos el cerro por un camino serpenteante, cortando la pendiente. Al llegar apreciamos otro tipo de vegetación: aparece el icchu asociado con la yareta y otros arbustos adaptados al ambiente gélido y seco de la puna. Hacemos una pausa antes de llegar al descanso en Nido de Águilas. Eran casi las tres de la tarde y algunos miembros de la expedición empiezan a mostrar cansancio producto de la falta de oxígeno y de la caminata por las inclinadas pendientes al sector de Nido de Águilas encontramos pircas de piedras para descansar y arroparse; y aprovechar la frescura de la mañana (o, mejor dicho, el frío penetrante) para ascender con mayor rapidez y coronar la cumbre. Cerca de las seis de la tarde, arribamos al refugio en Nido de Águilas. Consultamos la imagen satelital del visor Google Earth y nos revela que este punto de descanso en las laderas del Misti se encuentra a 4572 m s.n.m.

El grupo pernoctó en un pircado improvisado que encontró Augusto Chávez en Nido de Águilas. Fue una noche con mucho frío, pero finalmente logramos conciliar el sueño gracias a Chávez que recolectó leña y yareta para calentarnos un poco. Antes de llegar a este punto de descanso notamos que el icchu y la yareta asociados llegan hasta los 4200 m s.n.m. Después solo hay ceniza volcánica y otros materiales de origen volcánico.

FIGURAS 3 Y 4.

Imágenes del grupo de exploradores en la cima del Volcán-Montaña Misti



Fuente: Unidad de Cartografía y Geografía (UCG) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Al día siguiente, muy temprano, (cerca de las 4 y30 de la mañana) reiniciamos el ascenso. El frío nos hacía temblar y tiritar, pero aún había que superar cerca de 1.3 km de altura. Esta fue la parte más extenuante. Conforme íbamos ascendiendo luchamos contra el frío, la ceniza volcánica que no deja ascender rápidamente y las bruscas pendientes, además del viento helado y las coladas de lava que hacían notar que la cima estaba cada vez más cerca.

Después de escalar unas rocas atravesamos nuevamente un trecho empinado de ceniza y material volcánico que no facilitaba el ascenso. Entonces, lo mejor era caminar por las rocas. El frío entumeció mis pies. No los sentía. Parecían anestesiados. La inercia me hacía seguir subiendo. Inconscientemente buscaba calor y sabía que lo iba a encontrar al llegar a la cima.

Chávez y yo íbamos adelante Luego Chávez me sacó ventaja, aunque fue temporalmente porque luego de subir lo encontré durmiendo en el camino próximo a la cruz. Antes de llegar a la cruz hay

como 380 metros de distancia y 200 metros de altura que superar en un camino plagado de ceniza volcánica. Ver la cruz de cerca nos incitaba a seguir avanzando. Chávez y yo llegamos a la parte más alta del Misti cerca de las 9y 30 de la mañana. Junto con nosotros arribaron una pareja de españoles y sus guías. Los demás integrantes de nuestro grupo fueron llegando uno tras otro. Todos estaban haciendo su mejor esfuerzo. Mientras tanto, Chávez y yo disfrutábamos de un poco de calor. Estábamos exhaustos y con temor al gélido viento que soplaba proveniente del Chachani. Tiempo después arribaron Luz Marina Lavilla, José Luis Núñez, Moisés Paucar y Gloria Nilda Apasa.

Finalmente, pudimos apreciar los paisajes tanto hacia el Chachani, el Pichu Pichu como hacia el Valle del Chili asiento de la ciudad de Arequipa, así como la "Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca". Desde la cumbre del Misti se observa la campiña y el área urbana de Arequipa, cubierta por una neblina que podría ser polvo o contaminación. A lo lejos apreciamos las fumarolas del Ubinas, las represas de El Frayle y Aguada Blanca y la laguna de Salinas en un tono blanquecino. A lo lejos logré percibir una especie de bahía, aparentemente era el mar. Había una fuerte bruma que me impedía apreciarla con claridad.

Cerca de las tres de la tarde, después de observar los paisajes en todas direcciones descendimos, pero esta vez no fuimos por las áreas rocosas, sino por donde estaban materiales deleznable como la ceniza volcánica. Avanzábamos a grandes zancadas. Chávez iba adelante del grupo y descendió sumamente rápido por lo que llegó primero al sitio de descanso; luego arribé yo, Luz Marina, José Luis, y al final llegaron Moisés y Gloria Nilda. Tardamos mucho en alistar todo, pero tuvimos que apresurar la bajada o nos agarraría la noche antes de llegar al punto de inflexión llamado Pastores. Sin linternas y en medio de la oscuridad no quedaba otra alternativa que pasar la noche a orillas del camino. La oscuridad cubrió todo con su manto. Fue difícil ubicarse. Sin embargo, decidimos acampar y llegar el lunes al mediodía. Se tuvo que aguantar mucho frío en el descampado.

Luego de aguantar mucho frío en el descampado, continuamos nuestro camino muy temprano por la mañana. Descendimos por la ladera del cerro Buena Vista hasta Pastores. Luego de transitar por esta pampa disectada por numerosas cárcavas y plagada por vegetación xerófitas arribamos al cementerio de San Luis cerca de las 11 y 30 de la mañana. Al llegar estábamos cansados, con sed y hambre, así que lo primero que hicimos fue buscar un establecimiento comercial que nos brinde una bebida para saciar nuestra agobiante sed.

CONCLUSIÓN

Las expediciones de campo permiten conocer la realidad del medio geográfico, así como poner en práctica conocimientos adquiridos en las aulas universitarias y vivir una experiencia extrema que implica sacrificio y esfuerzo, especialmente, al ascender una unidad topográfica de las dimensiones de la montaña-volcán Misti.

El recorrido altitudinal ha permitido observar el punto de inflexión del matorral desértico y la puna seca. El primero se caracteriza por su vegetación leñosa y la presencia de cactáceas. Mientras que en la puna seca encontramos paja altoandina (icchu) y yareta, así como la zona nival donde es evidente la ausencia de vegetación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva, W. (2005): Geografía General del Perú. Editorial San Marcos, Lima, Perú, pp. 522.



COLEGIO DE GEÓGRAFOS DEL PERÚ

www.cgp.org.pe