



# ***El Ojo del Cóndor***

*una mirada diferente a nuestra geografía*

Número 10  
ISSN: 1853-9505



La revista *El Ojo del Cóndor* es una publicación del Instituto Geográfico Nacional.

## **Puna catamarqueña**

Humedales Altoandinos y Puneños / Volcanismo andino / Microbialitos / Accesibilidad turística /  
Análisis de deslizamientos en la Quebrada El Tala / Peligrosidad y vulnerabilidad / Experiencias de cartografía social /  
Energía renovable para hogares rurales y escuelas.

*Incluye Imagen satelital con interpretación.*

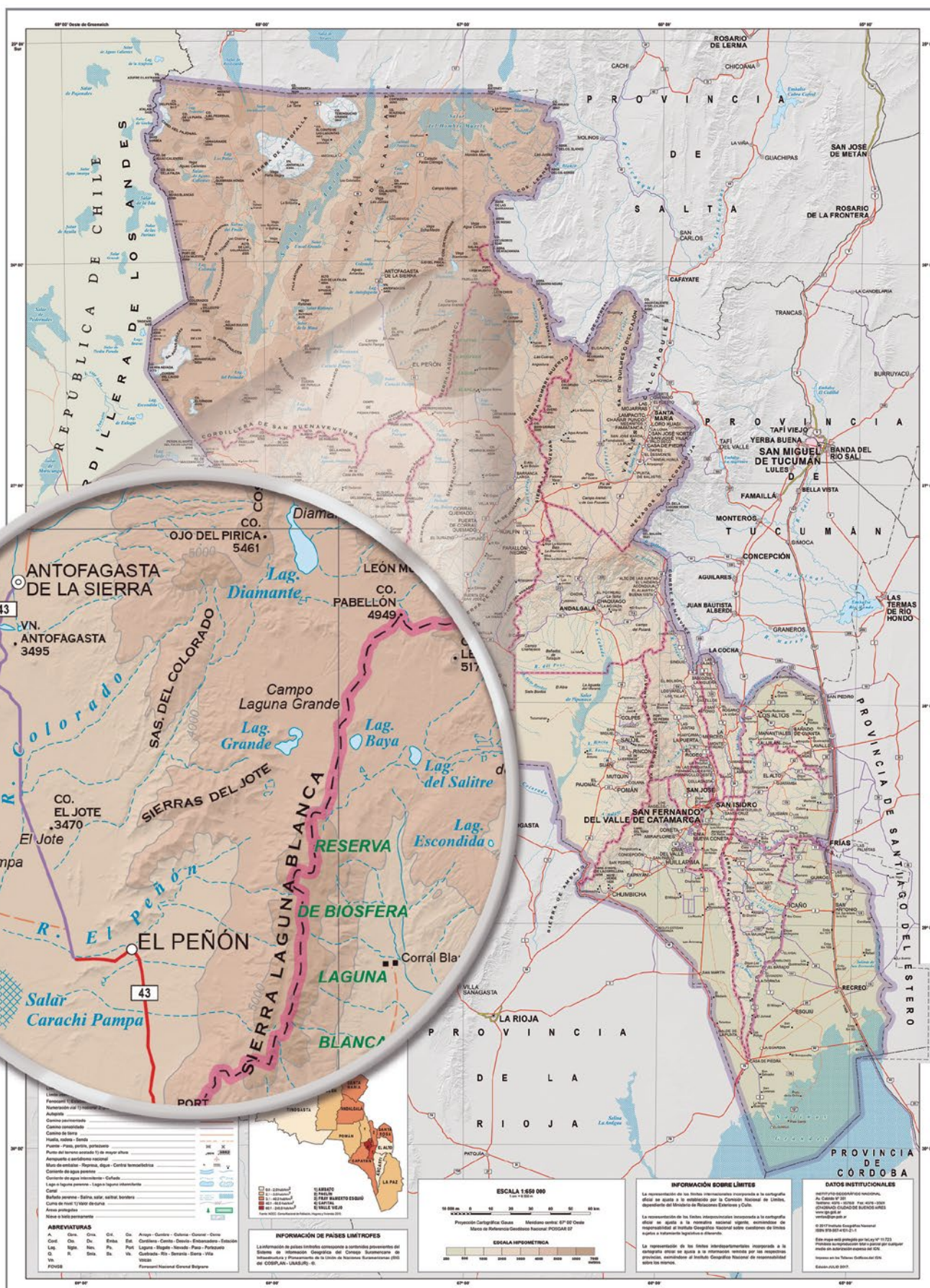
## **Misión SAOCOM**

Además una mirada diferente para la información geoespacial. Antecedentes y  
parámetros que influyen en la información SAR

## **Atlas Nacional Interactivo de Argentina ANIDA**

Una publicación indispensable para conocer nuestro país. / Además: Elaboración de una definición de  
Áreas de Montaña / Línea de tiempo del quehacer del IGN en sus más de 140 años. /  
Atlas de Cartografía Histórica de Argentina y Visualizador de Mapas web.







Agrimensor Sergio Rubén Cimbaro  
Presidente del Instituto Geográfico Nacional

Estimados lectores,

Estamos complacidos en llegar a todos ustedes con una nueva entrega de nuestra revista institucional “El Ojo del Cóndor”. En esta edición número 10, queremos invitarlos a conocer y explorar una zona única y especial de la República Argentina: la Puna Catamarqueña. Una altiplanicie desértica a más de 3000 msnm ubicada en el noroeste de la provincia de Catamarca. El dossier temático, como en todas las ediciones anteriores, está dedicado a realizar una detallada descripción y representación del lugar, desde un amplio abordaje multidisciplinario que hacen visibles diferentes aspectos, de esta fantástica zona de nuestro país.

Hemos realizado un recorrido, en dónde nos encontramos con numerosos volcanes que forman parte del arco volcánico continental andino. Descubrimos la importancia de los ecosistemas microbianos, los micro-bialitos, las impactantes lagunas de altura y humedales, la marcada aridez de los salares y la agresividad de la vegetación xerófila, abordando conceptualmente la peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo de la zona. La experiencia de la cartografía social, que nos da cuenta de la percepción del propio espacio de las comunidades, como es el caso de Laguna Blanca. La apuesta por las energías renovables, la infraestructura energética, vial y la accesibilidad turística.

En la sección institucional compartimos, con todos ustedes, artículos que resultan del trabajo de investigación, profesional y técnico de los miembros del Instituto Geográfico Nacional, con el objetivo de difundir nuestras actividades y exponer los productos que están al alcance del público. Como Instituto Geográfico Nacional ya tenemos más de 140 años de historia que se podrán apreciar en un recorrido histórico, a través de una línea de tiempo con los principales hechos que han marcado nuestra vida institucional.

En esta edición, contamos además con la participación especial de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), que nos invita a conocer la actividad espacial de nuestro país y particularmente las misiones SAOCOM 1A - SAOCOM 1B.

Quiero agradecer, en nombre del IGN, haber contado con el valioso aporte científico-técnico y la dedicación de los autores del ámbito nacional, provincial, local, como así también de los profesionales y técnicos del IGN, que han participado en la confección de los artículos de esta nueva edición.

Espero que este décimo número de la revista institucional sea de agrado de todos ustedes y que disfruten tanto al leerla como nosotros en realizarla.



## 1 Editorial

4



### Una introducción al conocimiento de la puna catamarqueña

*Daniel D. Delfino y Gustavo Pisani*

19

### Modelado de Ruta Óptima:

Análisis GIS para la arqueología internodal

*Diego Zamora*



32

### Experiencias de cartografía social en la región puneña de Laguna Blanca, Catamarca

*Daniel D. Delfino y Gustavo Pisani*



## Dossier: Puna catamarqueña

Incluye lámina central con imagen satelital del área de estudio.

8



### Humedales Altoandinos y Puneños de Catamarca

*Patricia Marconi y Amelia Clark*

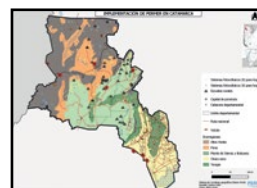
### 22 Accesibilidad turística a la puna catamarqueña

*Fernando Arias y Leticia Dall'Ospedale*



### 35 Energía renovable para los hogares rurales y escuelas de Catamarca

*María Victoria de la Cal*



### 12 Volcanismo andino en la Puna Catamarqueña

*Pablo Grosse, Silvina R. Guzmán y Walter Báez*



### 16 Microbialitos de la Puna de Catamarca

*Agustina Inés Lencina y María Eugenia Farías*



### 25 Análisis de deslizamientos en la Quebrada El Tala a través de Tecnologías de la Información Geográfica

*M. de los Ángeles Luna, Patricia A. Rosell, Leonardo D. Euillades y Pablo A. Euillades*

### 28 Peligrosidad y vulnerabilidad en la puna catamarqueña

*María Cristina Zilio y Gabriela Mariana D'Amico*

## Artículo libre

38

### Misión SAOCOM 1/SIASGE:

Una mirada diferente para la información geoespacial

*Laura Frulla*





## Institucionales

### 40 Definición de áreas de montaña de la República Argentina de la parte continental americana e Islas Georgias del Sur



### 42 Toda una vida al servicio de la geografía argentina

Emiliano Fernández Lascano

### 44 Atlas Nacional Interactivo de Argentina

Analía Almirón, Melina López Calvo y Eugenia Arnodo

### 48 Información Geoespacial

Datos Básicos y Fundamentales para la Gestión Pública  
Alejandro Puchet

### 52 Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016

-Segunda entrega-

Diego Alejandro Piñón y Hernán Javier Guagni

### 56 La Gestión del Riesgo de Desastres en el IGN

Ana Paula Micou y Carolina Rewakowski

### 59 El trámite de Revisión Geográfica del IGN

Leandro Patané, Patricia Pagani y María Dolores Puente

### 64 Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina

María Graciela Borozuki

### 66 El Geoportal y Visualizador de Mapas del IGN

### 68 CuriosaMente

\* foto de tapa: Analía Almirón

Las opiniones expresadas en los artículos son de exclusiva responsabilidad de los autores, y pueden no coincidir con las del Instituto Geográfico Nacional.

La reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes deberán realizarse con la correspondiente referencia.

La revista **El Ojo del Cóndor** es una publicación periódica del Instituto Geográfico Nacional

**Presidente:**  
Dr. Alberto Fernández

**Ministro de Defensa:**  
Ing. Agustín Oscar Rossi

**Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa:**  
Lic. Daniela Castro



**Presidente del Instituto Geográfico Nacional**  
Agrim. Sergio Rubén Cimbaro

#### CONSEJO EDITORIAL

**Coordinadora**  
Mg. María Dolores Puente

**Editores**  
Prof. Analía Almirón  
Ing. Laura Pietrangelo  
Prof. Adriana Vescovo  
Jorge Alba Posse

**Asistente de edición**  
Lic. Carolina E. Rewakowski  
Lic. Clara Cantarelo

**Director de Arte**  
Jorge Alba Posse

**Correctora de estilo**  
Milagros Schroder

**Editor responsable:**  
Instituto Geográfico Nacional

Esta revista se imprimió en los talleres gráficos del Instituto Geográfico Nacional. Avenida Cabildo 381 (C1426AAD) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

Número 10 - Junio de 2021

ISSN: 1853-9505

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

E-mail: [elajodelcondor@ign.gob.ar](mailto:elajodelcondor@ign.gob.ar)

# Una introducción al conocimiento

Daniel D. Delfino\* y Gustavo Pisani\*\*

Sumados al desafío de abordar de manera introductoria la temática de la puna catamarqueña, nos interesa tratar a esta circunstancial “regionalización” desde dos perspectivas complementarias: una, atañe a sus características naturales (fitogeografía, geología, geomorfología, etc.); la otra, a su configuración política y demográfica. Pero, antes que nada, cabe preguntarnos cuál es el origen y el significado de la palabra puna. Se trata de un vocablo en lengua quechua que encontramos, por ejemplo, en la *Relación de las Provincias de Tucumán*, escrita por Pedro Sotelo de Narbáez en 1580, y con la que alude a un espacio geográfico habitado por los indígenas del Valle Calchaquí: “*tienen puna cerca dinde tienen gran suma de caça guanacos vicuñas y tarugas y otras muchas caças*”. Y un escribiente anónimo de la época, anota al margen de aquel párrafo: “*Puna es páramo*” (lo subrayado no obra en el original). En otro escrito de época, Diego González Holguín (2007 [1608]:198), traduce el término puna como “*La sierra o tierra fría o paramo*”. Registros ulteriores más detallados pusieron de manifiesto que su significado varió en consonancia con diferencias dialectales, como queda reflejado en el Vocabulario Políglota Incaico (1905), en los dialectos del Cuzco y Junín fue traducido como “*lugar frío*” (op. cit., 1905:366), aunque también en los del Cuzco, Ayacucho y Junín su acepción fue consignada como “*temperamento frío*” (op. cit., 1905:439). En fin, con el término *puna* parece quererse designar las tierras altas y frías, pero aun pobladas, de la región andina.

\* Director del Instituto Interdisciplinario Puneño, Universidad Nacional de Catamarca. dddelfino@yahoo.com.ar

\*\* Docente-investigador del Instituto Interdisciplinario Puneño, Universidad Nacional de Catamarca. mgustavopisani@yahoo.com.ar

## LA PUNA EN SUS ASPECTOS NATURALES

Yendo ya a sus características naturales específicas, es interesante subrayar la inexistencia de un acuerdo unívoco respecto de los criterios que deberían ser empleados para producir una definición de alcances consensuados para toda la Puna (CÁRDENAS, 1966; TROLL, 1987). La extensa bibliografía relativa a distintas perspectivas disciplinarias pone de manifiesto que en su tratamiento se han jerarquizado diferentes criterios, incluso para sumar desacuerdos. La aplicación de los criterios fluctúa también cuando es mediada por variaciones latitudinales. Desde una aproximación climática regional, Troll (1987:29-32) divide la puna en tres fajas: a una la denomina faja de **puna seca** (400-100 mm/año), semiárida o puna con espinas y plantas suculentas (zona de tola de los botánicos), la cual se extiende desde los 14° de latitud sur hasta el norte de la Provincia de Catamarca; otra es la faja denominada **puna desértica o salada** (<100 mm/año), ubicada al oeste de la primera; y la tercera, ubicada más septentrionalmente, la faja que llama **puna húmeda o normal** (>400 mm/año), la cual no está representada en la provincia de Catamarca (FIGURA 1).

Distintos autores sostienen que “es sobre todo la altura el elemento geográfico que define la Puna” (CÁRDENAS, 1968:4), estableciendo los 3.500 metros sobre el nivel del mar como el límite inferior, aunque en relación con el altiplano boliviano; Difrieri (1958:367), situándose en la geografía argentina sostiene en cambio que el límite inferior de la puna está dado por una altura superior a los 3.200 m.s.n.m. Por su parte, Feruglio (1946) desde un criterio geológico expresa que “*el fondo de cuencas, sembrado de salares y salinas, se mantiene por lo general entre 3.346 m. (Salar de Anto-*

*falla) y 4.000 m. y sólo en dos de ellos (cuencas de Carachipampa al SSW de Antofagasta y el bolsón de Laguna Blanca, en la esquina S.E. de la Puna) baja a 3.200 m.*”

“Desde una perspectiva fitogeográfica el término Puna fue utilizado por primera vez por Weberbauer (1922), para la vegetación ubicada en los Andes peruanos por encima del límite de la agricultura” (CARILLA, et al., 2018:144). Por su parte, Cabrera (1971:29, 32-33) y Cabrera y Willink (1973:87-89) sitúan a las Provincias Puneña y Altoandina en el Dominio Andino-Patagónico. Las variaciones respecto de la temperatura y el grado de aridez inciden en el tipo predominante de ambientes de estas dos provincias, encontrando arbustivas en el puneño y pastizales en el altoandino. Si bien en la puna puede hallarse plantas en cojín, en ningún caso son bromeliáceas. La presencia de saxícolas (y otras especies de bromeliáceas endémicas de diferentes géneros), y su asociación con cactáceas columnares del género *Echinopsis* resulta indicativa de la Provincia de la Prepuna (CABRERA, 1971:21-24) por lo que, en este sentido, la ausencia de esta asociación podría tenerse por rasgo de caracterización de la Provincia Puneña. En esta última, la vegetación dominante es la estepa arbustiva, su composición es bastante uniforme. Es frecuente la presencia de ciénagas, vegas o bodefales con agua proveniente de vertientes, que posibilitan el asentamiento de las poblaciones humanas (y en cierto modo lo restringen), ya que son elegidos como fuente de agua y pastos para el ganado. En la Puna Seca suelen hallarse también zonas sin vegetación; en distintos sectores del departamento Antofagasta de la Sierra cientos de hectáreas están ocupadas por eyecciones volcánicas y salares y, como en Carachipampa, “podría ser que el suelo de grava y arena pierda rápidamente en profun-



# de la puna catamarqueña

didad cualquier agua que pudieran aportar las precipitaciones” (CARILLA et al., 2018:150).

La diversidad faunística del sector puneño de Provincia de Catamarca no es nada desdeñable. Entre los mamíferos se cuentan camélidos, como las vicuñas (silvestres) y llamas (domesticadas); carnívoros, como cánidos (distintas especies de zorros); felinos (puma, gato andino, etc.) y mefitidos (zorrinos); así también mamíferos pequeños, como murciélagos, roedores (entre ellos, la chinchilla o chinchillón), comadrejas y quirquinchos; reptiles, como lagartijas y serpientes, y anfibios, tales como ranas y sapos; aves rapaces y otras que viven en las lagunas, como patos y flamencos rosados o parinas, así como también suris, pequeñas cotorras, colibrí gigante, búhos, etc. (véase, por ejemplo, OSINAGA ACOSTA Y MARTÍN, 2018; PEROVIC et al., 2018; BARRIONUEVO Y ABDALA, 2018; NIETO et al., 2018). Dentro de los mamíferos, la vicuña representa uno de los principales marcadores zoogeográficos puneños, que por lo común no se encuentran en la prepuna.

Por último, nos referiremos al lugar específico que ocupan las características geológicas y geomorfológicas que distinguen a la puna de Catamarca. El entorno está dominado por salares y un paisaje eminentemente volcánico o que muestra rastros contundentes de vulcanismo, todo lo cual se relaciona con el sistema hidrológico y de humedales. Mayormente los límites del ambiente puneño coinciden con un sistema de avenamiento centrípeto, dando lugar a cuencas cerradas de drenaje interior que separa el sistema a partir de la divisoria de aguas. Su única excepción es la cuenca del río Abaucán que se ubica en el departamento Tinogasta y que drena sus aguas hacia la depresión de Pipanaco.

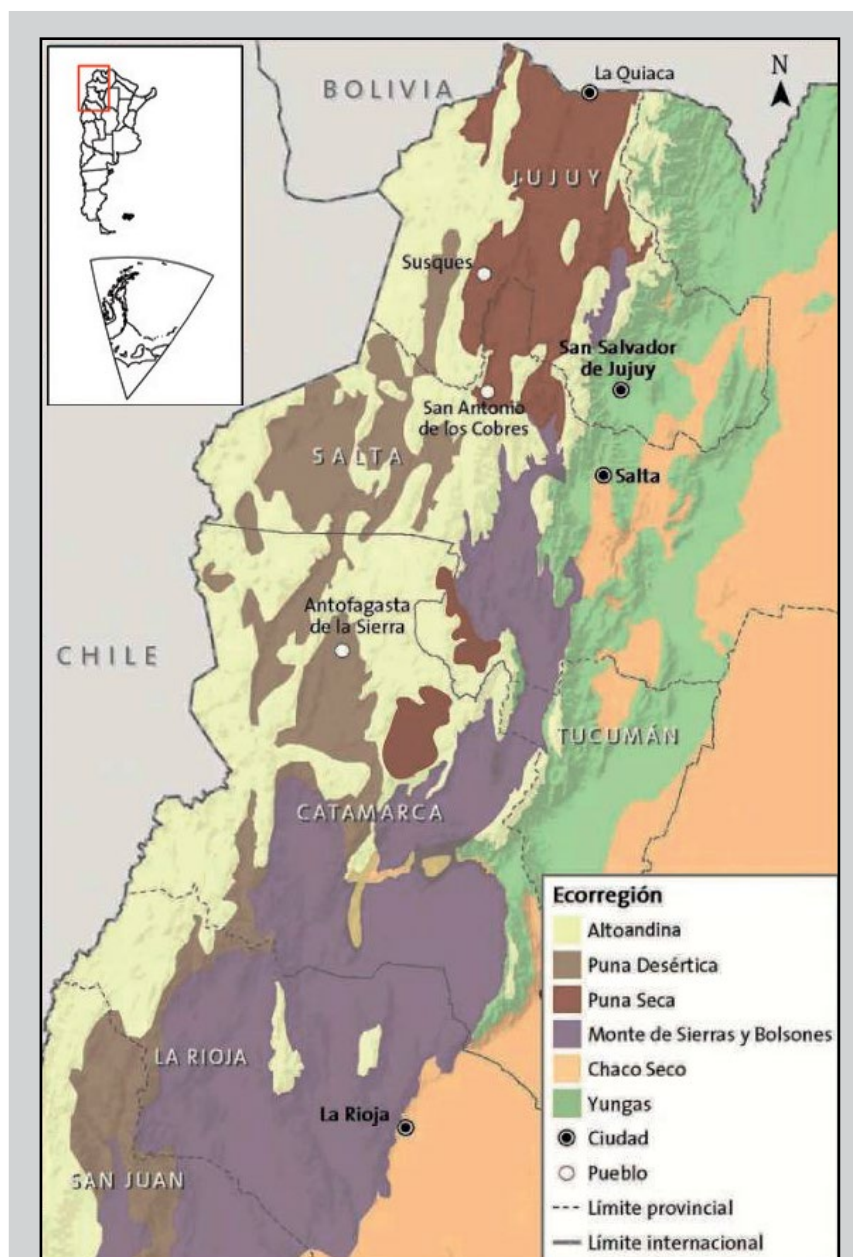


FIGURA 1: “Ecorregiones del noroeste argentino, tomando como base Brown y Pacheco (2006), ajustado en base a observaciones de campo durante la realización de este trabajo”. Tomado de CARILLA et al., 2018:145, con modificaciones.

## CONFORMACIÓN POLÍTICA Y DEMOGRÁFICA DE LA PUNA DE CATAMARCA

Al caracterizar la región puneña de acuerdo con criterios políticos vemos que ocupa el oeste de la provincia de Catamarca, coincidiendo con la totalidad del departamento Antofagasta de la Sierra, continuando por el norte del departamento Tinogasta, discurriendo luego por el tercio norte del departamento Belén y una mínima porción noroeste del departamento Santa María (FIGURA 2). Esta configuración del territorio puneño provincial es, sin embargo, muy reciente. Algo que parece “inmutable” como un mapa escolar, es solo su última expresión de acuerdos político-administrativos internacionales e interprovinciales, una síntesis trazada el 16 de octubre de 1943 (fecha de la posesión provincial, refrendada mediante Decreto Provincial N° 107 del 26 de enero de 1944), cuando se produjo la anexión del departamento de Antofagasta de la Sierra y se terminó de configurar el territorio provincial. De este modo, su “reciente” incorporación, puede ilustrar de manera elocuente las complejidades sobre las que se fueron urdiendo las sociedades puneñas. El departamento Antofagasta de la Sierra en poco más de 100 años formó parte de cinco administraciones diferentes. Reclamada en tiempos coloniales como parte del Marquesado del Valle de Toxo, en 1816 pasó a ser anexada a la Confederación Peruano-Boliviana, y luego a la República de Bolivia. “(...) puesto que el dueño de la merced de Antofagasta, ex gobernador de Catamarca, estaba exiliado en Bolivia y permitió la incorporación de Antofagasta a Atacama” (MOLINA OTÁROLA, 2010). Después de la Guerra del Pacífico pasó a manos chilenas para retornar a la administración argentina mediante un laudo arbitral internacional que desembocó en la creación en 1899 de la Gobernación Nacional de Los Andes. Así el también llamado Territorio Nacional de Los Andes quedó formado por los actuales departamentos de Susques en Jujuy, Los Andes en Salta (originalmente constituido por los departamentos de Pastos Grandes y de San Antonio de los Cobres) y el de Antofagasta de la Sierra en Catamarca. En el epílogo de



FIGURA 2: Área puneña en la provincia de Catamarca.

esta historia el Territorio fue disuelto y los departamentos puneños pasaron a formar parte de cada una de las tres provincias señaladas. Así fue como el mapa de la provincia de Catamarca adquirió el aspecto que hoy nos resulta familiar, un mapa que aún no posee su forma definitiva habida cuenta que, a la fecha, algunas porciones del norte provincial (en los departamentos de Belén y Antofagasta de la Sierra), los diferendos limítrofes con la provincia de Salta no han sido solucionados.

En lo que hace a los aspectos demográficos, la población estimada para la puna catamarqueña actualmente rondaría los 2500 habitantes (el 65% en el departamento Antofagasta de la Sierra y el 35% restante en el departamento Belén). Del total de la población, aproximadamente la mitad está concentrada en la Villa de Antofagasta de la Sierra y en la localidad de Laguna Blanca. El resto, vinculada a actividades rurales, presenta una distribución dispersa por el territorio con un sistema de casas y puestos en atención de las distintas posibilidades del ganado doméstico, lo que termina de configurar sus características definitorias

de diversificación económica. En las concentraciones urbanas, los pobladores mayormente están vinculados al empleo público, mientras que la población dispersa mantiene estrategias centradas en la ganadería de rumiantes menores (llamas, cabras y ovejas). En las franjas altitudinales más bajas, los habitantes puneños recurren a la agricultura para el autoconsumo. De manera creciente se aprecia el fortalecimiento de prácticas de captura y esquila de vicuñas, así en los últimos años se van multiplicando la re-edición de *chakus*<sup>1</sup> como aquellos que en el pasado quedaron plasmados en los grabados de las paredes rocosas. Esta actividad no solo resulta social y económicamente sustentable<sup>2</sup>, sino que resulta un dinamizador de la cohesión comunitaria. Es dable señalar que la conformación poblacional provincial está siendo atravesada por procesos de re-etnización o etnogénesis; en este sentido, en los últimos 20 años en la puna catamarqueña se han declarado 5 comunidades indígenas pertenecientes al pueblo Diaguita y una comunidad perteneciente al pueblo Kolla Atacameño.

Durante los últimos 30 años, desde el modelo económico sostenido por el Estado provincial, la puna ha sido concebida como un mero reservorio de minerales, un paisaje volcánico escasamente poblado destinado a la extracción de sales de litio o metales como oro o cobre, con lo que, en los últimos gobiernos, el departamento de Antofagasta de la Sierra pasó a ocupar la centralidad de las políticas públicas en una provincia dependiente de las regalías mineras. Y es que, como se puede observar en el discurso político urbanocéntrico, persiste aún el imaginario social de la puna como un desierto, como un lugar inhóspito e improductivo. El turismo, por otro lado, resulta aún una actividad muy relegada en comparación a la minería, si bien es cierto que con la “Promoción de Inversiones en Turismo”<sup>3</sup> se han empezado a promo-

1 El término alude al encierro mediante una acción colectiva de animales silvestres, sea tras una finalidad de manejo productivo (como por ejemplo la esquila en el caso de las vicuñas), o con fines de caza.

2 Un kilogramo de fibra de vicuña -sin hilar-, se vende en subastas a precios que superan los \$ 30.000, mientras un poncho que ronda los 300 gramos puede costar \$ 100.000.

3 Algo que puede apreciarse en las modificaciones de la Ley Provincial N° 4.914 de la provincia de Catamarca. “Promoción de Inversiones en Turismo” que garantizan exenciones impositivas del 100% por los próximos 15 años a quienes estén decididos a invertir en la Puna catamarqueña.



cionar algunos lugares como sitios de interés turístico (el Campo de Piedra Pómez, por ejemplo) o la promoción de la Feria de la Puna, no ha habido inversiones estatales significativas en el desarrollo del turismo a excepción de la infraestructura minera que puede ser aprovechada por el turismo (paso internacional San Francisco, pavimento de la ruta provincial 43, construcción de una pista de aterrizaje, etc.). Recientemente se trazó un Plan Estratégico de Turismo Sustentable (CFI, 2014), en el que se definieron 5 polos de desarrollo turístico, con la intención de concentrar inversiones de acuerdo con un proceso tendiente a garantizar los retornos de estas a mediano plazo y facilitar el crecimiento de largo plazo. En este marco se definió un Polo Puna, como territorio que se diseña integralmente y que se corresponde con el Municipio de An-

tofastaga de la Sierra. De este modo el gobierno de Catamarca valida una asociación cerrada que termina jerarquizando posibilidades económicas diferenciales para las poblaciones puneñas y secundariamente refuerzan un estado de cosas que terminan poniendo en segundo lugar a todo otro conjunto de relaciones sociales previas, las que fueron trazadas a lo largo del tiempo y que siguen teniendo plena vigencia (v.g., relaciones familiares, de intercambio de productos y de experiencias, entre otras).

### COMENTARIO FINAL

En este último acápite, queremos subrayar que la puna de Catamarca, lejos de ser un espacio estéril e improductivo, posee una gran biodiversidad y potencialidad productiva agrogana-

dera, además de ser la única región de la provincia en la que se obtiene fibra de vicuña, producto de alto valor comercial y cuya extracción, tal como se la practica tradicionalmente, es una actividad sustentable en términos ecológicos. Sin embargo, una explotación minera intensiva, con lo que supone consumir grandes cantidades de agua en un ambiente semidesértico (y sin ahondar en los múltiples efectos contaminantes), puede llegar a afectar gravemente el frágil ecosistema de la puna. Por sobre estos antiguos y actualizados prejuicios, la puna es un espacio social, con manifestaciones culturales y tradiciones propias, con una gran riqueza patrimonial y muy lejos de ser una geografía estéril e inhabitable, es un espacio que ha sido habitado desde hace miles de años y lo sigue siendo con su sutil y excepcional vitalidad.

### BIBLIOGRAFÍA:

- CABRERA, Á. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Vol. XIV (1-2), 1-50.
- CABRERA, Á. L. y WILLINK, A. (1973). Biogeografía de América Latina. Monografía, 13.
- CÁRDENAS, M. (1968). La Puna boliviana. En Actas y Memorias del XXXVII Congreso Internacional de Americanistas, Vol. II, 13-29.
- CARILLA, J.; GRAU, A.Y CUELLO, S. (2018). Vegetación de la Puna argentina. En GRAU, H. R.; BABOT, M.J., IZQUIERDO, A. E. y GRAU, A. (eds.), La Puna argentina: Naturaleza y Cultura. Serie Conservación de la Naturaleza 24. (Pp. 143-156). San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- CHEBEZ, J. C. y GASPARRI, B. (2011). Ecorregiones de la Argentina VIII: La Prepuna o Ecorregión del Cardonal. Fecha de consulta: 2-9-1019. Recuperado en: <https://www.losquesevan.com/ecorregiones-de-la-argentina-viii-la-prepuna-o-ecorregion-del-cardonal.849c>
- DELFINO, D. D. (1995). Relevamiento y Estudio Etnoarqueológico de Patrones de Asentamiento Tradicionales. Implicancias Actuales (Distrito de Laguna Blanca, Dpto. Belén. Catamarca). Informe Final. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Dirección General de Proyectos de Investigación. Universidad Nacional de Catamarca.
- DIFIRIERI, H. A. (1958). Las regiones naturales. La Argentina. En Suma de Geografía. Buenos Aires: Editorial Peuser.
- FERUGLIO, E. (1946). Los sistemas orográficos de la Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), Tomo IV, 5-42.
- GONZÁLEZ DE HOLGUÍN, D. (2007 [1608]). Vocabulario de la Lengua General de todo el Perv Llamada Lengua Qquichua, o del Inca. Fecha de consulta: 15-9-1019. Recuperado en: <http://www.runasimipi.org>
- KRAPOVICKAS, P. (1968). Subárea de la Puna Argentina. Actas del XXXVII Congreso Internacional de Americanistas, Tomo II, 235-271.
- MALDONES, E. (1899). Catamarca y la Puna de Atacama. Boletín del Instituto Geográfico Argentino, Vol. 20.
- MOLINA OTÁROLA, R. (2010). Collas y atacameños en el desierto y la puna de Atacama y el valle de Fiambalá: sus relaciones transfronterizas. Tesis doctoral inédita. Universidad de Tarapacá y Universidad Católica del Norte. Arica, Chile.
- TROLL, C. (1987). Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. El Eco-Sistema Andino, 1, 7-65.
- VOCABULARIO POLÍGLOTA INCAICO (1905). [s/a]. Comprende más de 12.000 voces castellanas y 100.000 de keshua del Cuzco, Ayacucho, Junín, Ancash y Aymará. Compuesto por algunos religiosos franciscanos de los Colegios Propaganda Fide del Perú. Tipografía del Colegio de Propaganda Fide del Perú. Lima.

# Humedales Altoandinos y Puneños de Catamarca

Patricia Marconi\* y Amelia Clark\*\*



## ALTIPLANO DE CATAMARCA

El Altiplano de la provincia de Catamarca, se ubica en el extremo sur de los Andes Centrales de Sudamérica, en el noroeste de la República Argentina. Es una planicie de altura de más de 30.000 km<sup>2</sup> que se desarrolla entre los 3000 a los 4600 msnm (PEREA *et al.*, 2007), dominada por las ecorregiones de Puna y Altoandina. Está coronada por las cumbreras más altas de América, cercanas a los 6900 m, como el Volcán Ojos del Salado y el Monte Pissis. El clima es riguroso, frío y seco, con temperaturas por debajo de cero grados casi todo el año y precipitaciones inferiores a los 150 mm anuales. La amplitud térmica diaria supera los 30 °C. En esta matriz desértica destacan, como parches de hábitat bien definido, más de 40 humedales que constituyen oasis para la diversidad biológica y las actividades humanas. Los humedales Altoandinos y Puneños de Catamarca conforman un sistema de cuencas endorreicas cuyos depocentros están ocupados por lagunas salinas y salares, frecuentemente asociados a vegas y bofedales de alta productividad primaria (FIGURA 1). Fueron originalmente ocupados por pueblos indígenas y destinados a usos agropastoriles tradicionales (YACOBACCIO Y MORALES, 2011).

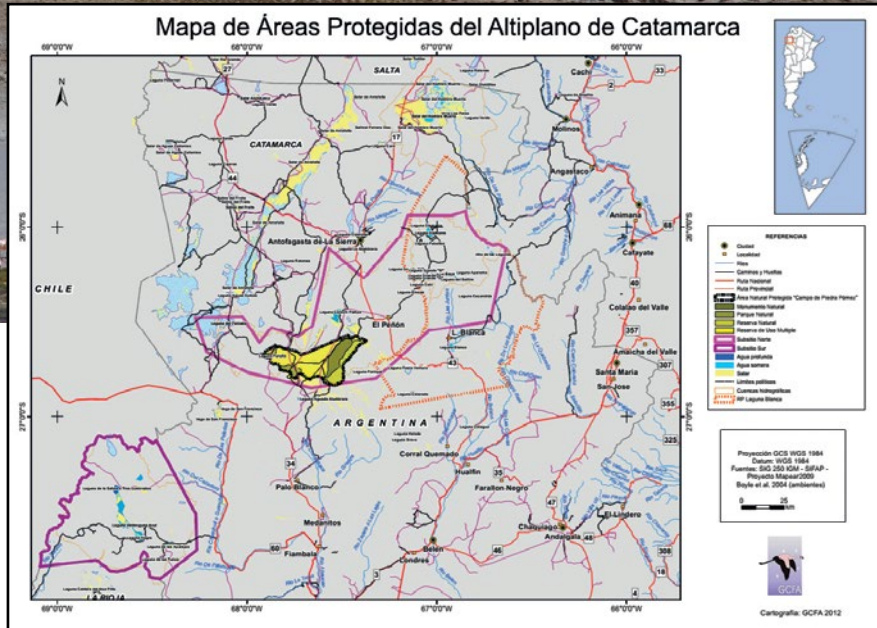


FIGURA 2

En la mayor parte de estos humedales se destaca la presencia de flamencos, las dos especies altoandinas: Flamenco andino o Parina Grande (*Phoenicoparrus andinus*) y el Flamenco Puna o Parina Chica (*Phoenicoparrus jamesi*) y el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*). Desde 1998 el Grupo de Conservación Flamencos Altoandinos (GCFA) ha efectuado relevamientos de humedales y censos de flamencos y otras aves acuáticas en Catamarca (CAZIANI *et al.*, 2007, Marconi *et al.*, 2007, SUREDA 2003), identificando el alto valor de conservación de la zona (MARCONI & SUREDA, 2008) y realizando gestiones (MARCONI *et al.*, 2001; MARCONI, 2007) para su protección efectiva. En mayo de 2008 la Provincia de Catamarca acogió la propuesta de Fundación YUCHAN-GCFA para designar más de un tercio del altiplano catamar-

queño como sitio Ramsar, desarrollando un proceso conjunto de propuesta y gestión que culminó con la inclusión de las "Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca" en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR, 2009) el 2 de febrero de 2009.

## SITIO RAMSAR LAGUNAS ALTOANDINAS Y PUNEÑAS DE CATAMARCA

El Sitio Ramsar Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca (SRLAPCat) comprende dos subsitios: Norte y Sur (FIGURA 2). El subsitio norte, en el sector noroeste y centro-oeste de la provincia incluye una serie de cuencas endorreicas, con depocentros de salares (Carachi Pampa) o lagunas: Grande, Diamante, Baya, del Salitre, Aparoma, Purulla y Peinado. La morfología volcánica es predominante, destacando el inmenso cráter del Volcán Galán. La Laguna Grande es sitio de nidificación y concentración estival de Parina Chica (FIGURA 3 a), hasta 19000 individuos, que representa el 15% de la población total conocida de esta es-

\* Dra. en Ciencias Biológicas, Presidente Fundación YUCHAN. Grupo de Conservación Flamencos Altoandinos -GCFA-, Argentina, Bolivia, Chile y Perú. huaico1709@gmail.com

\*\* Lic. en Psicología. Profesora Universidad Católica de Salta, Argentina. Grupo de Conservación Flamencos Altoandinos -GCFA-, Argentina, Bolivia, Chile y Perú. meliacClark@gmail.com

FIGURA 1





FIGURA 3 a



FIGURA 3 b

pecie; y la Laguna Purulla es sitio de nidificación de la Parina Grande (FIGURA 3 b) (MARCONI & CLARK, 2011). El subsitio sur se ubica en el sudoeste de la provincia y comprende las lagunas, Aparejos, Las Tunas, Azul, Negra, Verde y Tres Quebradas. Además de su gran valor escénico, estos humedales son de alto interés científico, en particular, a nivel regional porque pueden ser utilizados para monitorear cambios climáticos globales (MEEHL *et al.*, 2005).

Estas lagunas de salinidades muy dispares brindan en conjunto y de manera complementaria una variedad de recursos alternativos a las aves (Frau *et al.*, 2015) y constituyen sitios de concentración estival y nidificación de especies endémicas de la puna como Gallareta Gigante (*Fulica gigantea*), Avoceta Andina (*Recurvirostra andina*), Macá Plateado (*Podiceps occipitalis*) y Pato Crestón (*Anas specularioides*) y sitios de parada de chorlos y playeros migratorios provenientes del Hemisferio Norte. Albergan también comunidades microbianas altamente diversas y adaptadas a estos ambientes extremos (Albarracín *et al.*, 2015; Farías *et al.* 2017).

### IMPLEMENTACIÓN DEL SITIO RAMSAR LAGUNAS ALTOANDINAS Y PUNEÑAS DE CATAMARCA

Luego de la designación del Sitio Ramsar, Fundación YUCHAN continuó traba-

jando estrechamente con la Secretaría de Estado del Ambiente y Desarrollo Sustentable de Catamarca (SEAyDS) en el monitoreo de condiciones ecológicas, la capacitación de técnicos y guardaparques y en actividades de educación ambiental y difusión (FIGURA 4 a y b). A partir de 2012 esta cooperación se formalizó y profundizó sus alcances mediante la suscripción de un convenio de cooperación técnica y científica.

En el aspecto socioeconómico comenzamos por el diagnóstico de las poblaciones humanas dentro y en alrededores del SRLAPCat, que permitió iniciar un trabajo de difusión, educación y conservación participativa con las comunidades locales que continúa hasta el presente.

Los pueblos más importantes del Altiplano de Catamarca son Antofagasta de la Sierra, El Peñón y Antofalla en el Departamento de Antofagasta de la Sierra y Laguna Blanca en el Departamento Belén. Estos pueblos están integrados por criollos y comunidades originarias colla-atacameña y diaguita-calchaquí. Las principales actividades económicas identificadas para la población local fueron ganadería de llamas a pequeña escala, turismo y minería.

En el subsitio norte, ubicado íntegramente dentro del departamento de Antofagasta de la Sierra con 1436 habitantes (INDEC, 2010) se desarrolla agricultura y ganadería a pequeña escala, fundamentalmente orientadas al autoabaste-

cimiento. La cría de llamas tiene escaso desarrollo técnico y las esquilas comunitarias de vicuña muestran un impacto económico limitado en las comunidades por dificultades en la comercialización (MPDCat, 2016).

El subsitio sur no cuenta con población residente, el centro urbano más cercano es la localidad de Fiambalá con 4639 habitantes, departamento de Tinogasta (INDEC, 2010). En ambos departamentos (Antofagasta de la Sierra y Tinogasta) el 60% del empleo es público, provincial y municipal. Esto da un perfil de comunidades vulnerables a los vaivenes económicos estatales y restringidas en su posibilidad de participación comunitaria debido a su dependencia económica del Estado (DNCFP, 2016).

En cuanto a minería, el mapa de catastros mineros al año 2000 ya mostraba que la casi totalidad del Altiplano de Catamarca registraba cateos, minas, canteras y servidumbres para distintas etapas mineras. Sin embargo, al momento de designación del SRLAPCat, el proyecto Fénix (Minera del Altiplano-FMC) de explotación de litio en Salar del Hombre Muerto, era el único emprendimiento minero a escala industrial.

Respecto del turismo registramos que es una actividad productiva con alto potencial, pero incipiente desarrollo en los departamentos de Antofagasta de la Sierra y Tinogasta, que ha generado algunos puestos de trabajo y ha produ-



FIGURA 4 a



FIGURA 4 b



FIGURA 4 c

cido conflictividad específica por falta de regulación y protección de los atractivos naturales y arqueológico-culturales.

En el proceso de implementación del SRLAPCat, algunos hitos destacados han sido la creación del Área Natural Protegida Provincial Campo de Piedra Pómez en octubre de 2012, la producción participativa de una serie de herramientas esenciales para la administración del sitio, tales como el Plan de Conservación, el Reglamento Interno y la propuesta de creación de un Comité Intersectorial de Manejo, todas ellas aún pendientes de aprobación oficial y la capacitación de monitores ambientales de las comunidades locales (FIGURA 4 c).

## ESCENARIO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICA

El Altiplano de Catamarca está incluido en el denominado “Triángulo del Litio”, cuyos límites se han expandido hacia el sur debido a hallazgos recientes, precisamente en la provincia de Catamarca. Esta distribución de la salmuera del Litio coincide con la distribución estival de los flamencos altoandinos, es decir los principales sitios de alimentación y reproducción de las Parinas y por ende con los sitios prioritarios de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos (FIGURA 5).

El Triángulo del Litio también se superpone con los mayores atractivos turísticos de los Altos Andes de Sudamérica en Argentina, Bolivia y Chile, que atraen a cientos de miles de visitantes anualmente y dan trabajo digno y genuino a las comunidades locales en esos tres países.

### Actividades extractivas actuales

A partir de febrero de 2016 registramos un incremento notable de las actividades extractivas en el Altiplano de Catamarca. Mediante relevamientos en terreno, in-

formación oficial (Secretaría de Estado de Minería de Catamarca), fuentes indirectas (sitios web, prensa) y entrevistas, se han identificado quince proyectos mineros vigentes en etapa de exploración (once de Litio y cuatro de Oro y Plata) a la fecha de redacción del presente artículo. Los proyectos en etapa de prospección, dado que sólo requieren de un permiso

de cateo sin requisitos ambientales ni sociales, son difíciles de registrar.

Dentro del SRLAPCat se localizan cuatro proyectos de minería de litio en etapa de exploración, tres de ellos en la cuenca Carachi Pampa y un proyecto de explotación de arenas silíceas destinadas a extracción de hidrocarburos mediante hidrofractura.

Las licencias social y ambiental para desarrollar un proyecto minero se gestionan ante la Secretaría de Minería de cada provincia de acuerdo con la etapa de ejecución, exploración o explotación, mediante la presentación de un Informe de Impacto Ambiental (IIA). Esto implica que un IIA, presentado para etapa de exploración, no contempla los requisitos necesarios para la etapa siguiente, ignorando en primer lugar el incremento de escala en el uso de los recursos (agua, vías de

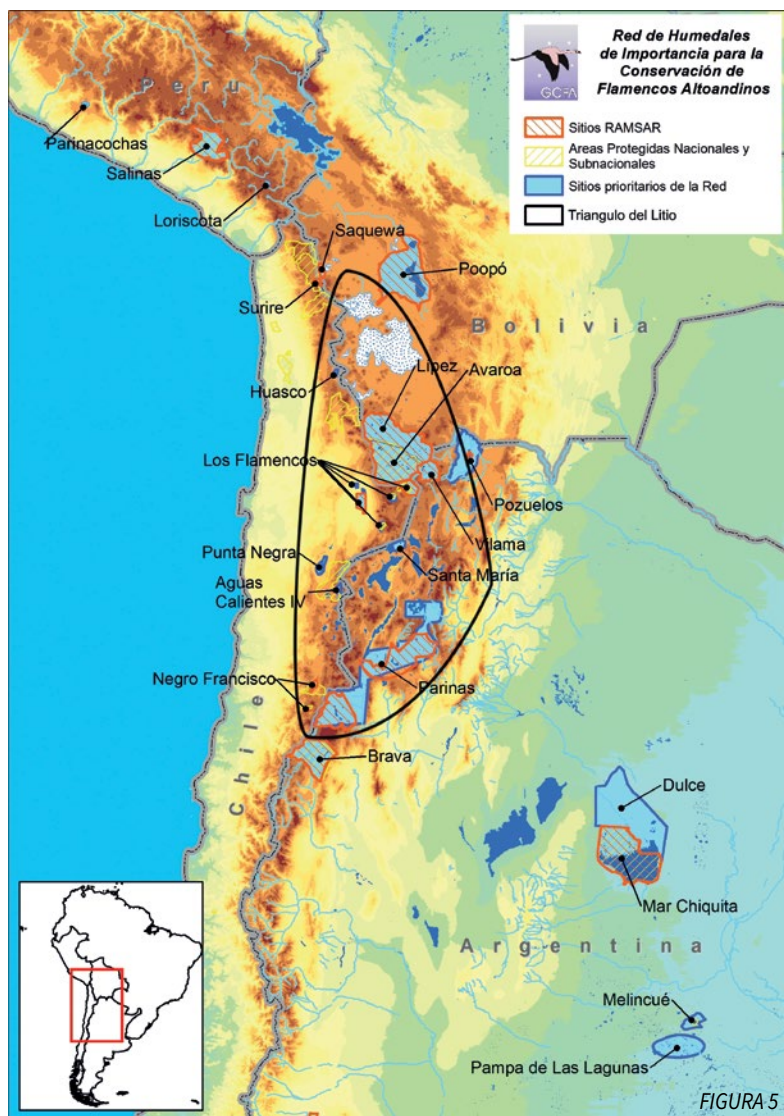


FIGURA 5



comunicación, servicios, etc.), los impactos acumulativos y la integridad de cuencas. Se facilita así el avance de proyectos cuya implementación final, es decir la explotación, no ha sido adecuadamente evaluada.

De nuestra revisión de los IIAs disponibles, hemos determinado que subestiman los aspectos hidrológicos, ya que el agua cuando se valora se computa únicamente como mercancía (*commodity*), no como servicio ambiental; carecen del enfoque ecosistémico y de manejo integrado de cuencas; ignoran la condición de sitio Ramsar y registran enorme disparidad entre IIAs en cuanto a contenidos mínimos, calidad de la información técnica y profundidad de análisis. En las Declaraciones de Impacto Ambiental correspondientes a los IIA revisados, la Secretaría de Minería aplica de manera parcial los instrumentos previstos por la Ley general del Ambiente 25.675 y normas sectoriales (artículos 246 a 268 del Código de Minería) y de participación pública, y subestima los compromisos emanados de las convenciones internacionales, así como las herramientas de planificación y gestión participativa ya elaboradas para el SRLAP-Cat (MARCONI *et al.*, 2017).

## EL DESAFÍO DE LAS “ENERGÍAS VERDES”

El desarrollo de “energías verdes” que sean alternativas a los combustibles fósiles depende actualmente de la producción de baterías de litio recargables, cuyos insumos provendrán de reservas aún no explotadas. Desde nuestra perspectiva, el extraordinario crecimiento de la minería de Litio en el Altiplano de Catamarca no puede ocurrir por fuera de los ecosistemas naturales y de las comunidades locales, por el contrario, hemos comprobado que está ocurriendo dentro de ellos, afectando la diversidad biológica, los procesos naturales y el modo de vida de las comunidades locales. Mientras la transición a las energías verdes sostiene la promesa de mitigar las ineficiencias y los impactos negativos de las fuentes de energía tradicionales, el verdadero desafío es lograr que el ciclo completo de producción de baterías de litio sea sustentable, considerando los impactos ambientales y sociales de la minería y los procesos de retroalimentación a través de los sistemas naturales y humanos. Si se contempla la totalidad del proceso, el Sitio Ramsar Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca podría convertirse en un sitio piloto para ensayar este modelo virtuoso de energías auténticamente “verdes”, además de seguir conservando un ensamble único del patrimonio natural y cultural en el Altiplano de Argentina.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBARRACÍN, V.H., KURTH, D., ORDOÑEZ, O.F., BELFIORE, C., LUCCINI, E., SALUM, G.M., PIACENTINI, R.D., AND FARIAS, M.E. (2015). High-up: a remote reservoir of microbial extremophiles in central Andean wetlands. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1404.
- CAZIANI, S.M., ROCHA OLIVIO, O., RODRÍGUEZ RAMÍREZ, E., ROMANO, M.C., DERLINDATI, E.J., TÁLAMO, A., RICALDE, D., QUIROGA, C., CONTRERAS, J.P., VALQUI, M., AND SOSA, H. (2007). Seasonal distribution, abundance, and nesting of Puna, Andean, and Chilean flamingos. *The Condor*, 109, 276–287.
- CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES. (Ramsar) (2009). Fecha de Consulta: 20-05-2009. Recuperado en: <http://www.ramsar.org/news/argentina-designates-high-altitude-ramsar-site>
- CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2010 Y GEOGRAFÍA Y CÓDIGOS GEOGRÁFICOS DEL SISTEMA ESTADÍSTICO NACIONAL. (INDEC) (2010) Fecha de Consulta: 25-04-2017. Recuperado en [https://www.indec.gov.ar/nivel4\\_default.asp?id\\_tema\\_1=2&id\\_tema\\_2=41&id\\_tema\\_3=135](https://www.indec.gov.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135)
- FARIAS, M.E., RASUK, M.C., GALLAGHER, K.L., CONTRERAS, M., KURTH, D., FERNANDEZ, A.B., POIRÉ, D., NOVOA, F., AND VISSCHER, P.T. (2017). Prokaryotic diversity and biogeochemical characteristics of benthic microbial ecosystems at La Brava, a hypersaline lake at Salar de Atacama, Chile. *PloS ONE*, 12(11), e0186867.
- FRAU, D., BATTAUZ, Y., MAYORA, G., AND MARCONI, P. (2015). Controlling factors in planktonic communities over a salinity gradient in high altitude lakes. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 51, 261–272.
- MARCONI, P. (2007). Proyecto Red de Humedales Altoandinos y Ecosistemas Asociados, basada en la distribución de las dos especies de Flamencos Altoandinos. Grupo de Conservación Flamencos Altoandinos. En CASTRO LUCIC, M. & L. FERNÁNDEZ REYES (Eds.) *Gestión Sostenible de Humedales* (211-226). Santiago de Chile: CYTED.
- MARCONI, P., SUREDA A. L., ROCHA OLIVIO, O., RODRIGUEZ RAMIREZ, E., DERLINDATI, E., ROMANO, M., SOSA, H., AMADO, N. y ARENGO. F. (2007). Network of important wetlands for flamingo conservation: Preliminary results from 2007 monitoring at priority sites. *Flamingo*, 15, 17-20.
- MARCONI, P. y SUREDA, A.L. (2008). High Andean Flamingo Wetland Network: Evaluation of degree of implementation of priority sites preliminary results. *Flamingo*, 16, 36-40.
- MARCONI, P. y CLARK, R.R. (2011). First confirmed nesting record of Andean Flamingo *Phoenicoparrus andinus* in Catamarca, Argentina, and remarks on its breeding ecology. *Cotinga*, 33, 150-151.
- MARCONI, P., CLARK, A., TRUCCO, C., COSTILLA, M., MONTAÑEZ, F., CLARK, R., FRAU, D., BATTAUZ, Y., MOSQUEIRA, M. (2013). *Conservación de chorlos y playeros migratorios en los Humedales Altoandinos de Catamarca. Informe Final.* (Documento inédito). BirdLife International, Cambridge, UK.
- MARCONI, P., CLARK, A., ARENGO, F. y GENOVESE, C.A. (2017). Megaminería en el Altiplano de Catamarca, Argentina. Evaluación preliminar de aspectos ambientales, sociales y jurídicos. En *Libro de Resúmenes V Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad*, pp. 289. Las Grutas, Argentina.
- MEEHL, G.H., ARBLASTER, J. y TEBALDI, C. (2005). Understanding future patterns of increased precipitation intensity in climate model simulations. *Geophysical Research Letters*, 32, 18-19.
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y DESARROLLO PROVINCIA DE CATAMARCA (MPDCAT) (2016) PISEAR “Plan de Implemetanción Provincial” Provincia de Catamarca, Argentina.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA DE LA NACIÓN. DIRECCIÓN NACIONAL DE COORDINACIÓN FISCAL CON LAS PROVINCIAS (DNCFP) (2017). Fecha de consulta: 25-04-2017. Recuperado en: <http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dncfp/index.php>
- PEREA M., PEDRAZA G. y LUCEROS J. (2007). *Relevamiento de la flora arbórea autóctona de la provincia de Catamarca.* Consejo Federal de Inversiones. CABA, Argentina.
- SUREDA, A.L. (2003). *Patrones de diversidad de aves de lagunas altoandinas de Catamarca, noroeste de Argentina.* (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.
- YACOBACCIO, H. y MORALES, M. (2011). Ambientes pleistocénicos y ocupación humana temprana en la Puna argentina. *Boletín de Arqueología PUCP*, 15, 337–356.

# Volcanismo andino en la Puna

Pablo Grosse\*, Silvina R. Guzmán\*\* y Walter Báez\*\*\*

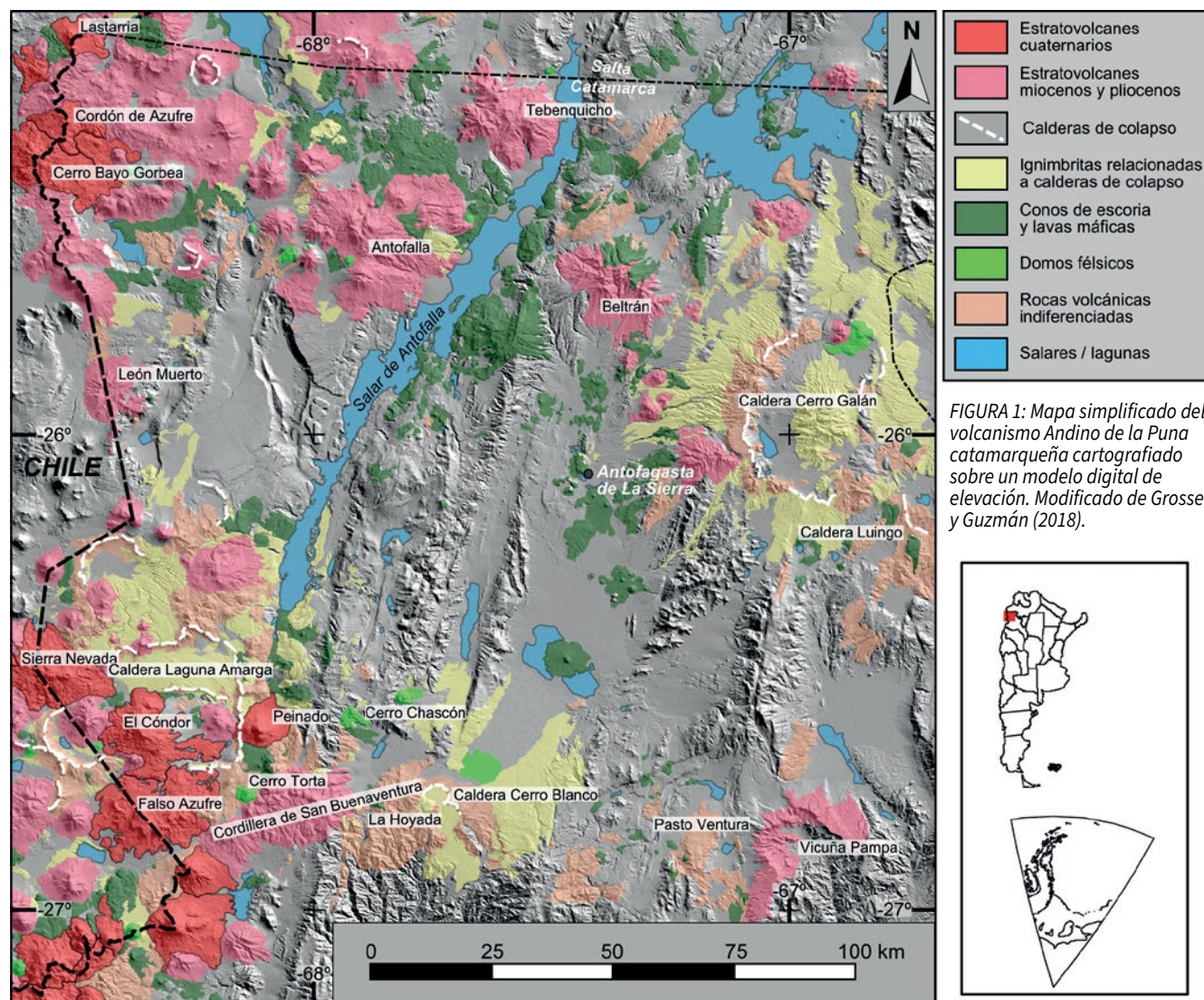


FIGURA 1: Mapa simplificado del volcanismo Andino de la Puna catamarqueña cartografiado sobre un modelo digital de elevación. Modificado de Grosse y Guzmán (2018).

## Distribución del volcanismo andino en la Puna catamarqueña

La Puna catamarqueña aloja numerosos volcanes de edad cenozoica que forman parte del arco volcánico continental andino, relacionado a la subducción de la placa de Nazca por debajo del borde occidental de la placa Sudamericana. Los depósitos volcánicos

se encuentran sobre un basamento ígneo-metamórfico neoproterozoico-paleozoico inferior, como así también sobre secuencias sedimentarias continentales neopaleozoicas, mesozoicas y cenozoicas (HONGN et al., 2018). La Puna catamarqueña registra volcanismo desde el Eoceno-Oligoceno hasta la actualidad, aunque existen escasos registros de volcanismo previos a ~14 Ma debido a que la actividad volcánica estaba concentrada al oeste del arco actual en Chile (PETRINOVIC et al. 2017). Estos consisten mayormente en depósitos volcano-sedimentarios,

\* CONICET e Instituto de Mineralogía y Petrografía, Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán; pgrosse@lillo.org.ar.

\*\* IBIGEO, UNSa, CONICET, Rosario de Lerma, Salta; sguzman@conicet.gov.ar.

\*\*\* Unidad de Recursos Geológicos y Geotérmicos, INENCO (Universidad Nacional de Salta - CONICET), Salta; geowbsalta@gmail.com.



# Catamarqueña

en donde no se reconocen restos de edificios volcánicos. Desde el Mioceno medio-superior y hasta la actualidad se desarrolló un abundante volcanismo tanto a lo largo del arco volcánico principal, sobre el margen occidental de la Puna, como también en el interior de la Puna, mayormente a lo largo de alineaciones volcánicas de rumbo NO-SE, oblicuas al rumbo andino N-S, y en menor medida sobre sus márgenes oriental y austral (PETRINOVIC et al., 2017; GROSSE y GUZMÁN, 2018) (FIGURA 1). Tres tipos principales de volcanes existen en la Puna catamarqueña: (1) estratovolcanes; (2) calderas de colapso; (3) centros monogénéticos.

## Estratovolcanes

Los estratovolcanes o volcanes poligénéticos de la Puna catamarqueña forman edificios con alturas que varían entre unos pocos cientos de metros hasta ~2 km y volúmenes desde ~1 a 300 km<sup>3</sup> (GROSSE et al., 2017). Son mayormente de composición andesítica y/o dacítica y sus productos primarios o constructivos son coladas de lava (de tipo en bloque) y en menor medida

depósitos piroclásticos. Comúnmente, contienen edificios menores, como domos de lava y conos de escoria.

Los estratovolcanes presentan una amplia gama de morfologías desde conos simétricos a macizos complejos (FIGURA 2). Grosse et al. (2017) distinguen tres tipos principales: (1) conos, de simetría radial y con un único foco eruptivo principal (aunque pueden presentar focos eruptivos o domos secundarios sobre sus flancos y/o alrededor de sus bases), por ejemplo Peinado (FIGURA 2A); (2) conos compuestos o sub-conos, con perfil cónico en una dirección, pero no en todas, comúnmente elongados, con más de un foco eruptivo principal debido a una migración de la actividad, evidenciado por la presencia de varios cráteres y/o domos, alineados o con disposición radial sobre los flancos del edificio, por ejemplo Lastarria; y (3) macizos, sin forma cónica, con muchos focos eruptivos, ya sea orientados formando cordones alargados o sierras, por ejemplo Sierra Nevada y Falso Azufre (FIGURA 2B), o sin orientación formando macizos irregulares, por ejemplo Antofalla.

El Cerro León Muerto, del Mioceno inferior (~20 Ma), sobre el límite con Chile (FIGURA 1), consiste en el remanente de estratovolcán más antiguo de la Puna catamarqueña. Numerosos estratovolcanes se generaron durante el Mioceno medio-superior y Plioceno a lo largo del margen occidental de la Puna, como así también en su interior, principalmente a lo largo del lineamiento NO-SE Archibarca, en donde se desarrollaron varios edificios grandes, entre ellos Antofalla, Tebenquicho y Beltrán (KRAEMER et al., 1999; RICHARDS et al., 2006) (FIGURA 1). Durante este tiempo también fue importante la actividad sobre el borde austral de la Puna, con el desarrollo de la cordillera de San Buenaventura y los complejos volcánicos Vicuña Pampa y La Hoyada (GROSSE et al., 2017; GUZMÁN et al., 2017a) (FIGURA 1). Estratovolcanes cuaternarios se restringen a dos sectores del arco principal, sobre el margen occidental de la Puna catamarqueña (GROSSE et al., 2017). La mayor concentración se encuentra en el extremo SO de la Puna catamarqueña y continuando hacia el sur, con el desarrollo de varios estratovolcanes como Falso Azufre, El Cóndor, Peinado y Sierra Nevada (GROSSE et al., 2017, 2018) (FIGURAS 1, 2). El otro sector, en el extremo NO de la Puna catamarqueña, consiste en una cadena N-S a lo largo del límite con Chile conformada por los volcanes Lastarria, Cordón de Azufre y Cerro Bayo Gorbea (FIGURA 1).

## Calderas de colapso

La Puna es conocida mundialmente por sus numerosas calderas de colapso, las cuales se forman mediante grandes erupciones asociadas al vaciamiento parcial o casi total de cámaras magmáticas someras (GUZMÁN et al., 2017b). Las calderas tienen un relieve negativo, con perímetros de forma elíptica a circular; en algunos casos ocurren diversos eventos de colapso relacionados a la migración lateral de las cámaras magmáticas (y de los colapsos) que generan calderas solapadas. Los depósitos de ignimbrita resultantes se pueden encontrar a varias decenas de kilómetros de las calderas, con espesores de cientos de metros. Tienen composiciones principalmente dacíticas a riolíticas (GUZMÁN et al.,



FIGURA 2: Fotografías de estratovolcanes de la Puna catamarqueña. A) Peinado (tipo cono); B) Falso Azufre (tipo macizo).



FIGURA 3: Fotografías de calderas de colapso de la Puna catamarqueña. A) Caldera Cerro Galán; B) Caldera Cerro Blanco.

2017b). Posterior al colapso, se pueden generar domos resurgentes formados por las mismas ignimbritas acumuladas en el interior de la depresión. Además, algunas calderas registran actividad post-caldera, como ser domos de lava que se concentran a lo largo del perímetro del área colapsada.

En la Puna catamarqueña se encuentran cuatro calderas de colapso confirmadas con ignimbritas asociadas (GUZMÁN et al., 2017b) (FIGURAS 1, 3): (1) Luingo (Mioceno medio), sobre el borde oriental de la Puna; (2) Laguna Amarga (Plioceno), sobre el borde occidental, formando parte de un sistema de calderas solapadas que se extienden hacia el oeste, en Chile; (3) Cerro Galán (Plioceno-Pleistoceno) (FIGURA 3A), en la intersección del lineamiento Archibarca y el borde oriental de la puna, la cual generó las ignimbritas de mayor volumen de la región; y (4) Cerro Blanco (Pleistoceno-Holoceno) (FIGURA 3B), sobre el borde austral de la puna y cuya última erupción hace 4000-5000 años es considerado el mayor episodio explosivo holoceno de los Andes Centrales (BÁEZ et al., 2015, BÁEZ et al., 2020 y FERNÁNDEZ TURIEL et al., 2019). Además, existen otras posibles calderas no confirmadas y numerosas ignimbritas sin un centro conocido de erupción (GUZMÁN et al., 2014, 2017b) (FIGURA 1).

## Volcanismo monogenético

El volcanismo monogénético máfico es abundante en el interior de la Puna catamarqueña (MARO et al., 2017) (FIGURA 1). Estos centros máficos consisten usualmente en conos de escoria pequeños (volúmenes < 1 km<sup>3</sup>) y coladas de lava asociadas (FIGURA 4A), principalmente de tipo en bloque o 'a'ā, generados a partir de erupciones efusivas y poco explo-

sivas (i.e. estrombolianas). Pueden encontrarse aislados o agrupados formando campos volcánicos. Los conos de escoria pueden ser simples, con un cráter completo o en herradura, o múltiples, alargados y con varios cráteres solapados. Los centros máficos tienen composiciones mayormente entre andesita basáltica y andesita (MARO et al., 2017).

Los centros máficos se concentran en los alrededores del salar de Antofalla, tanto al este como al oeste (RISSE et al., 2008), hacia el sur del salar a lo largo del lineamiento Peinado (RAMACCIOTTI et al., 2017), en los alrededores de Antofagasta de la Sierra (BÁEZ et al., 2017) y en la zona de Pasto Ventura (FILIPOVICH et al., 2019) (FIGURA 1). Tienen edades desde el Mioceno superior (~7 Ma) al Cuaternario, con picos de actividad a los 5-4 y < 1 Ma (RISSE et al., 2008).

Por su parte, centros monogénéticos félsicos son escasos en la puna catamarqueña. Consisten en domos de lava de composición dacítica o riolítica de similares características a los que se encuentran asociados a estratovolcanes o calderas. Ejemplos son los cerros Torta (FIGURA 4B) y Chascón (cuaternarios), emplazados al norte de la cordillera de San Buenaventura (FIGURA 1). También se reconocen unos pocos centros monogénéticos freato-

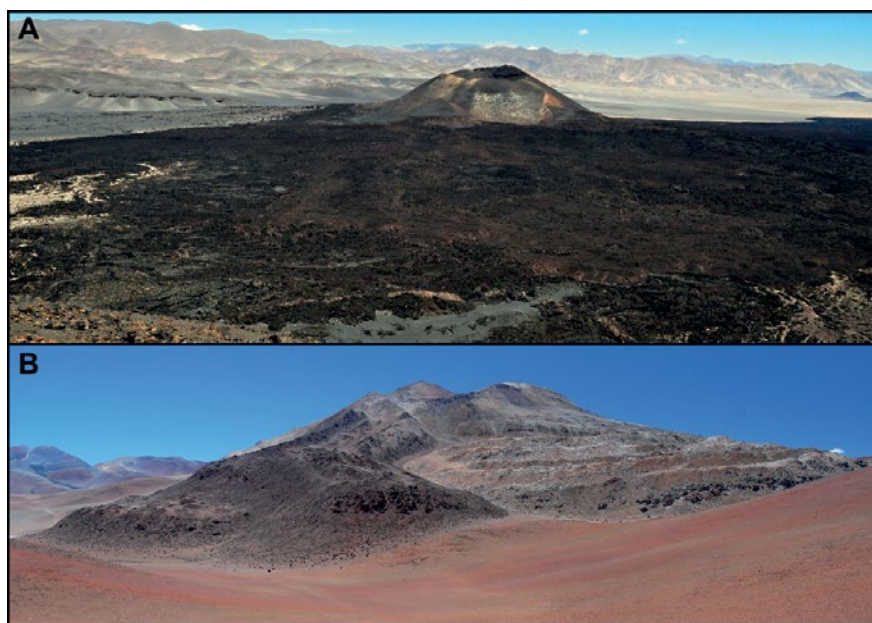


FIGURA 4: Fotografías de volcanes monogenéticos máficos y félsicos de la Puna catamarqueña. A) Cono de escoria Alumbra y su colada de lava máfica, al sur de Antofagasta de la Sierra; B) Domo félsico Cerro Torta, al norte de la cordillera de San Buenaventura.



magmáticos formados por maares o anillos de tobas.

## Volcanismo activo en la Puna catamarqueña

El volcanismo en la región sigue teniendo vigencia en la actualidad. Aunque no se registran erupciones históricas probadas, la ocurrencia de actividad volcánica durante los últimos 10.000 años (Holoceno) permite definir a algunos volcanes de la Puna Catamarqueña como activos desde el punto de vista geológico. Un ejemplo de esta situación es la Caldera

del Cerro Blanco, la cual como se mencionó anteriormente tuvo una importante erupción explosiva hace 4200 años (FERNÁNDEZ TURIEL et al., 2019; BÁEZ et al., 2020). Este evento volcánico que generó más de 100 km<sup>3</sup> de material volcánico distribuido en un área de aproximadamente ~500,000 km<sup>2</sup> (FERNÁNDEZ TURIEL et al., 2019) probablemente tuvo un fuerte impacto en las ocupaciones humanas de esta región durante el Holoceno medio (RATTO et al., 2013). Existen otros indicios de volcanismo activo en la región como por ejemplo la actividad fumarólica en el volcán Lastarria. Además, varios estratovolcanes cuaternarios son considerados potencialmente activos debido a su juventud (SIEBERT et al., 2010; GROSSE et al., 2018).

Asimismo, estudios de interferometría radar han detectado dos centros volcánicos con deformación superficial: la zona del volcán Lastarria y el Cordón de Azufre registra levantamiento posiblemente relacionado con el crecimiento de una cámara magmática, mientras que la caldera de Cerro Blanco registra subsidencia (PRITCHARD Y SIMONS, 2002). Debido a la escasa actividad y densidad poblacional, el riesgo volcánico en la región es de poca relevancia. Las mayores amenazas asociadas a futuras erupciones pueden considerarse aquellas relacionadas a la caída de cenizas, con posible impacto en centros poblados y en rutas aéreas.

### BIBLIOGRAFÍA

- BÁEZ, W., ARNOSIO, M., CHIOLDI, A., YAÑEZ-ORTIZ, A., VIRAMONTE, J., BUSTOS, E., GUIDO, G. y LÓPEZ, F. (2015). Estratigrafía y evolución del Complejo Volcánico Cerro Blanco, Puna Austral, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 31, 29-49.
- BÁEZ, W., BUSTOS, E., CHIOLDI, A., RECKZIEGEL, F., ARNOSIO, M., DE SILVA, S., GIORDANO, G., VIRAMONTE, J.G., SAMPIETRO-VATTUONE, M.M. AND PEÑAMONNÉ, J. L. (2020). Eruptive style and flow dynamics of the pyroclastic density currents related to the Holocene Cerro Blanco eruption (Southern Puna plateau, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, 98, 102482.
- FERNÁNDEZ-TURIEL, J. L., PEREZ-TORRADO, F. J., RODRIGUEZ-GONZALEZ, A., SAAVEDRA, J., CARRACEDO, J. C., REJAS, M., LOBO, A., OSTERRIETH, M., CARRIZO, J.I. ESTEBAN, G., GALLARDO, J. AND RATTO, N. (2019). The large eruption 4.2 ka cal BP in Cerro Blanco, Central Volcanic Zone, Andes: Insights to the Holocene eruptive deposits in the southern Puna and adjacent regions. *Estudios*
- BÁEZ, W., CARRASCO-NÚÑEZ, G., GIORDANO, G., VIRAMONTE, J. y CHIOLDI, A. (2017). Polycyclic scoria cones of the Antofagasta de la Sierra basin, Southern Puna plateau, Argentina. En: NÉMETH, K., CARRASCO-NÚÑEZ, G., ARANDA-GÓMEZ, J., SMITH, I. (Eds.), *Monogenetic volcanism. Geological Society of London, Special Publications* 446, 311-336.
- FILIPOVICH, R., BÁEZ, W., BUSTOS, E., VILLAGRÁN, A., CHIOLDI, A., VIRAMONTE, J., (2019). Eruptive styles related to the monogenetic mafic volcanism of Pasto Ventura region, Southern Puna, Argentina. *Andean Geology* 46 (2), 300-335.
- GROSSE, P. y GUZMÁN, S. (2018). Volcanismo. En: GRAU, R., BABOT, J., IZQUIERDO, A. y GRAU, A. (Eds.), *La Puna argentina: naturaleza y cultura. Serie Conservación de la Naturaleza*, Fundación Miguel Lillo, 24, Tucumán, pp. 32-51.
- GROSSE, P., GUZMÁN, S. y PETRINOVIC, I.A. (2017). Volcanes compuestos cenozoicos del noroeste argentino. En: MURUAGA, C.M. y GROSSE, P. (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán: 484-517.
- GROSSE, P., ORIHASHI, Y., GUZMÁN, S. R., SUMINO, H. y NAGAO, K. (2018). Eruptive history of Incahuasi, Falso Azufre and El Cóndor Quaternary composite volcanoes, southern Central Andes. *Bulletin of Volcanology* 80(5), 44.
- GUZMÁN, S., GROSSE, P., MONTERO-LÓPEZ, C., HONGN, F., PILGER, R., PETRINOVIC, I., SEGGIARO, R. y ARAMAYO, A. (2014). Spatial-temporal distribution of explosive volcanism in the 25-28°S segment of the Andean Central Volcanic Zone. *Tectonophysics* 636, 170-189.
- GUZMÁN, S., STRECKER, M., MARTÍ, J., PETRINOVIC, I.A., SCHILDGEN, T. A., GROSSE, P., MONTERO-LÓPEZ, C., NERI, M., CARNIEL, R., HONGN, F.D., MURUAGA, C. y SUDO, M. (2017a). Construction and degradation of a broad volcanic massif: The Vicuña Pampa Volcanic Complex, southern Central Andes, NW Argentina. *Geological Society of America Bulletin* 129, 750-766.
- GUZMÁN, S., GROSSE, P., MARTÍ, J., PETRINOVIC, I.A. y SEGGIARO, R. (2017b). Calderas cenozoicas argentinas de la Zona Volcánica Central de los Andes – procesos eruptivos y dinámica: una revisión. En: MURUAGA, C.M. y GROSSE, P. (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán, 518-547.
- HONGN, F., MONTERO-LÓPEZ, C., GUZMÁN, S. y ARAMAYO, A. (2018). Geología. En: GRAU, R., BABOT, J., IZQUIERDO, A. y GRAU, A. (Eds.), *La Puna argentina: naturaleza y cultura. Serie Conservación de la Naturaleza*, Fundación Miguel Lillo, 24, Tucumán, en prensa.
- KRAEMER, B., ADELMANN, D., ALTEN, M., SCHNURR, W., ERPENSTEIN, K., KIEFER, E., VAN DEN BOGAARD, P. y GÖRLER, K. (1999). Incorporation of the Paleogene foreland into the Neogene Puna plateau, the Salar de Antofalla area, NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 12, 157-182.
- MARO, G., CAFFE, P.J. y BÁEZ, W. 2017. Volcanismo monogenético máfico cenozoico de la Puna. En: MURUAGA, C.M. y GROSSE, P. (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán, 548-577.
- OCHI RAMACCIOTTI, M.L., ESCALANTE FOCHI, F. y GROSSE, P. (2017). Volcanismo monogenético máfico cuaternario sobre el lineamiento Peinado, Puna Sur. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán. *Actas ST8*, 144-149.
- PETRINOVIC, I.A., GROSSE, P., GUZMÁN, S. y CAFFE, P.J. (2017). Evolución del volcanismo cenozoico en la Puna argentina. En: MURUAGA, C.M. y GROSSE, P. (Eds.), *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán, 469-483.
- PRITCHARD, M.E. y SIMONS, M. (2002). A satellite geodetic survey of large-scale deformation of volcanic centres in the central Andes. *Nature* 418, 167-171.
- RATTO, N., MONTERO, C. y HONGN, F. (2013). Environmental instability in western Tinogasta (Catamarca) during the Mid-Holocene and its relation to the regional cultural development. *Quaternary International* 307, 58-65.
- RICHARDS, J., ULLRICH, T. y KERRICH, R. (2006). The Late Miocene-Quaternary Antofalla volcanic complex, southern Puna, NW Argentina: protracted history, diverse petrology, and economic potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 152, 197-239.
- RISSE, A., TRUMBULL, R., COIRA, B., KAY, S. y VAN DEN BOGAARD, P. (2008). 40Ar/39Ar geochronology of basaltic volcanism in the back-arc region of the southern Puna plateau, Argentina. *Journal of South America Earth Science*, 26, 1-15.
- SIEBERT L., SIMKIN T. y KIMBERLY P. (2010). *Volcanoes of the world*. Berkeley: University of California Press.

# Microbialitos de la Puna de Catamarca

Agustina Inés Lencina\* y María Eugenia Farías\*\*

## Microbialitos: ¿Qué son?

Los microbialitos han sido definidos como “estructuras organosedimentarias formadas como resultado de la interacción de las Comunidades Microbianas Bénticas (CMB) (bacterias, cianobacterias, diatomeas) que atrapan y unen los sedimentos detríticos y/o forman el lugar para la precipitación mineral” (BURNE Y MOORE, 1987:241). De acuerdo con Moore (1993) se pueden describir tres clases principales de estructuras organosedimentarias: *biofilms* o delgados velos en los cuales las CMB están dispersas en un sedimento poco consolidado, pudiendo encontrarse cubriendo la superficie de rocas y microbialitos (FIGURA 1); *tapetes microbianos* donde la relación de cohesión entre las CMB y los sedimentos detríticos es más estrecha, estos por lo general presentan tres capas típicas de diferentes colores que representan comunidades microbianas distintas. De la superficie hacia el sustrato se diferencian: una capa rosada amarilla o blanca donde dominan los microorganismos más resistentes a la radiación solar; capa de color verde encontramos a los microorganismos que hacen fotosíntesis con O<sub>2</sub>; capa de color púrpura veremos a los microorganismos que hacen fotosíntesis sin O<sub>2</sub> principalmente usando azufre; capa negra, la podemos encontrar a veces, y corresponde a microorganismos que viven sin O<sub>2</sub> y precipitan minerales de hierro y azufre (FIGURA 2); *masas endurecidas* (comúnmente calcáreas) son estructuras consolidadas producidas por la litificación de los sedimentos y mineralización asociada a las CMB (FI-



FIGURA 1: Biofilms de *Haloarquea* del género *Halorubrum* en la base de los microbialitos. Laguna Diamante, Caldera del Volcán Galán. Antofagasta de la Sierra.

GURA 3). Nos referiremos a todos estos depósitos como *Microbialitos* (SENSU BURNE Y MOORE, 1987).

Debido a que las CMB participan influyendo o induciendo la precipitación de minerales, se las ha denominado también como Ecosistemas Microbianos Andinos Asociados a Minerales (EMAM). (FARÍAS et al., 2020, en prensa).

## Microbialitos modernos de la Puna catamarqueña

Los microbialitos han dominado la vida en la Tierra desde los 3500 millo-

nes de años, fijando CO<sub>2</sub> y produciendo grandes cantidades de O<sub>2</sub> a través de la fotosíntesis liberando el oxígeno a los mares, a la atmósfera y creando la capa de ozono. Los microbialitos han permitido así, la expansión de la vida en nuestro planeta.

En la actualidad, existen diversos ejemplos de microbialitos modernos vivos en distintas partes del mundo, en Argentina los mejores representantes se encuentran en la puna catamarqueña. La puna se caracteriza por su elevación de 3 km promedio sobre el nivel del mar, vulcanismo y actividad hidrotermal asociada, cuencas endorreicas que culminan en salares de diferentes tamaños, la baja presión de oxígeno, intensa radiación UV y fuertes vientos.

\* Licenciada en Geología, becaria doctoral CONICET, agustinalencina@gmail.com

\*\* Doctora en Cs. Biológicas, Investigadora Principal CONICET, mefarias2009@gmail.com



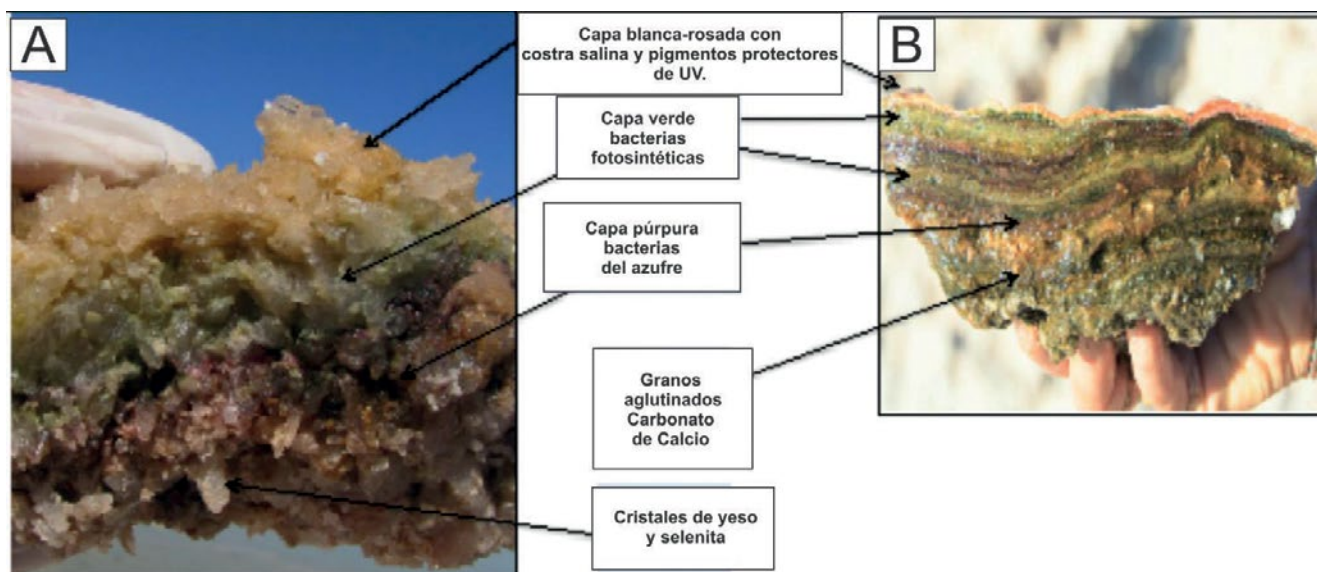


FIGURA 2: A y B. **Tapetes Microbianos**. Estratos de colores: Capa rosada-amarilla o blanca: microorganismos más resistentes a la radiación solar; Capa verde: microorganismos fotosintéticos con  $O_2$  (por ejemplo: cianobacterias); Capa púrpura: microorganismos fotosintéticos que utilizan y reciclan el azufre.

Características análogas a la Tierra primitiva.

En Catamarca se han relevado veintidós (21) humedales y salares distribuidos en los departamentos Tinogasta y Antofagasta de la Sierra y en dieciocho (18) de ellos se han registrado microbialitos modernos vivos (TABLA 1, FIGURA 3).

### Microbialitos: importancia

Los microbialitos son vitales para mantener el equilibrio en los ecosistemas.

**Producen  $O_2$ :** son sumideros de  $CO_2$  y productores de  $O_2$ .

**Mantienen la humedad del suelo:** tienen la capacidad de retener la humedad y por ende la diversidad microbiológica durante la época seca (verano) permitiendo que el sistema se recupere en la época húmeda.

**Evitan la salinización de zonas agrícolas:** al mantener el suelo húmedo evitan que el viento arrastre la sal de los salares y la deposite en zonas aptas para agricultura.

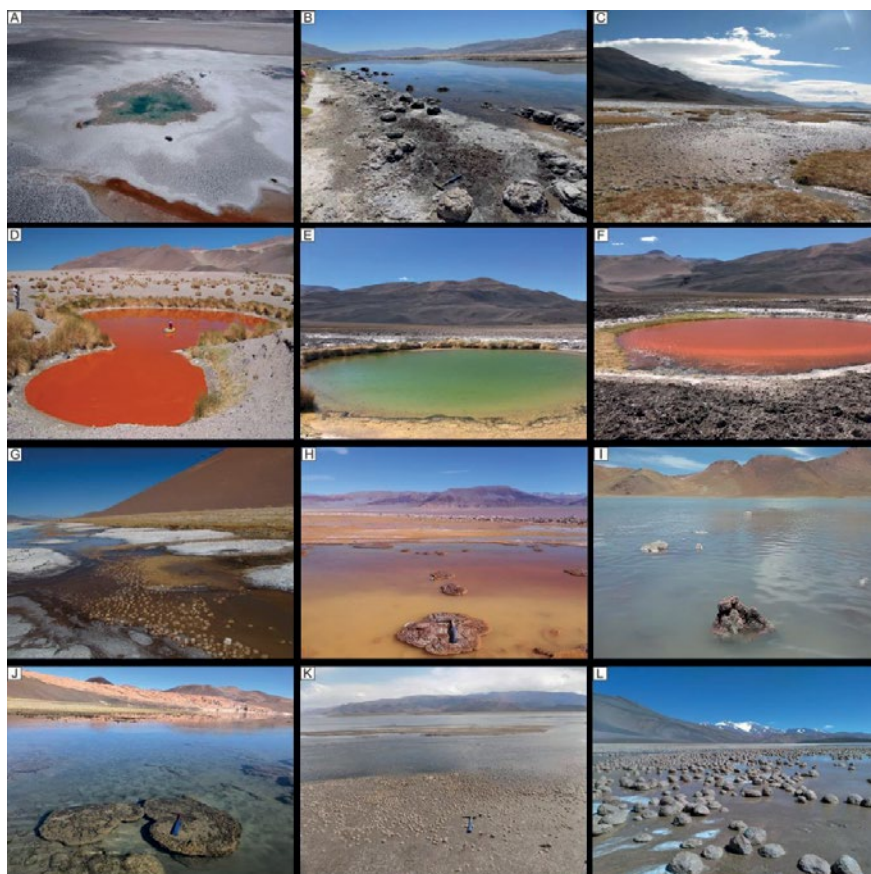


FIGURA 3: **Microbialitos Modernos de la Puna de Catamarca**. Depto. Antofagasta de la Sierra: A. Laguna Verde, B. Laguna Pozo Bravo, C-F. Complejo de Puquios "Ojos de Campo", G. Las Quinoas, H. Laguna Carachipampa, I. Laguna Diamante, J. Laguna El Peinado; Depto. Tinogasta: K. Río Salado-Laguna Tres Quebradas, L. Laguna Negra (registrados por GÓMEZ et al., 2014). A-G. Salar de Antofalla; K-L. Complejo Salar de la Laguna Verde.

**Son la base de la cadena alimenticia:** en un ambiente extremo donde la vegetación es escasa, los sistemas microbianos albergan el desarrollo de invertebrados que son la base del alimento de los vertebrados, principalmente aves.

A estos beneficios los ecosistemas microbianos pueden ser de gran importancia en el desarrollo económico de las zonas ya que los EMAM de la puna se encuentran asociados a humedales y salares donde existen posibles recursos minerales como el litio, cobre, boratos, entre otros. Su estudio permite la reconstrucción paleoambiental y la identificación de indicadores ambientales que conducen al entendimiento de la evolución natural de estos ambientes.

Por otro lado, por su relevancia científica, patrimonial y su particular belleza dan un valor agregado al paisaje aumentando el interés turístico de los salares y humedales de la puna ■

Salar/ Volcán	Humedal (sensu lato)	Coordenadas Geográficas	Altitud (msnm)	Max Cond (mS/cm)	pH	T (°C)	O <sub>2</sub> (%)	As (mg/ L)	Ecosistemas	Mineralogía
Galán	Laguna Diamante	26° 0'49.75"S 67° 2'10.08"W	4595	217.3	11	14	1.02	354	Mi, BF	Carbonatos
	Fuente hidrotermal	26° 1'57.91"S 66° 59'9.98"W	4828	ND	6.5	85	ND	0.05	MM, BF	-
	Laguna Farallón	26° 5'7.16"S 67° 2'23.82"W	4596	ND	ND	ND	ND	ND	NsI	-
	Carachi-pampa	26° 2'22.29"S 67° 30'39.38"W	3018	87.31	7.8	31.3	3.8	ND	MM, Oc, Mi, BF, ML	Carbonatos
Antofalla	Complejo de Puquios "Ojos de Campo"	25° 30'49.63"S 67° 34'39.20"W	4081	256.1	8.5	18	5.18	18	Mi, MM	Carbonatos
	Laguna Pozo Bravo	25° 30'48.55"S 67° 34'37.18"W	3338	148	7.8	14	17.1	15.5	Mi, MM, BF	Carbonatos
	Las Quinoas	25° 52'15.50"S 67° 54'25.56"W	3338	256.1	8.5	18	5.18	18	Oc, TM	Carbonatos
	Laguna Verde "Bosques del Salar"	25° 28'45.73"S 67° 33'17.72"W	3343	222	7.44	11.4	7.1	-	EV, MM	Yeso Halita
	Fuente Hidrotermal	25° 44'26.60"S 67° 49'22.68"W	3500	-	-	-	-	-	MM	-
	Botijuelas	25° 42'23.19"S 67° 38'16.85"W	3335	-	-	-	-	-	MM	-
	Agua Negra	25° 55'0.62"S 67° 55'56.89"W	3343	-	-	-	-	-	MM	-
	Vega Loro Huasi	26° 30'46.16"S 68° 5'50.09"W	3748	16.28	7.9	22.5	5.3	-	Mi, Oc, MM	Carbonatos
El Peinado	Laguna El Peinado	26° 37'52.12"S 67° 50'44.52"W	3600	-	-	-	-	-	NsI	-
Parulla	Laguna Parulla	27° 22'20.15"S 68° 40'37.43"W	3100	13.24	8.23	33.4	36.3	-	Mi, Oc	Carbonatos
	Rio Salado -Laguna Tres Quebradas	27° 34'9.90"S 68° 38'9.37"W	4243	-	6.5	ND	ND	2.5	NsI	-
	Laguna Verde	27° 38'34.82"S 68° 33'53.00"W	4101	103.8	7.5	15	1.32	3	MM, Mi Oc	Carbonatos
	Laguna Negra	27° 40'3.31"S 68° 24'22.37"W	4243	-	6.5	ND	ND	2.5	NsI	-
	Laguna Aparejos	27° 40'3.31"S 68° 24'22.37"W	4243	-	6.5	ND	ND	2.5	NsI	-

TABLA 1: Ambientes prospectados en la Puna de Catamarca. BF: Biofilms, MM: Matas Microbianas, EM: Matas Evaporíticas, ML: Matas Litificadas, Mi: Microbialitos, Oc: Oncolitos, Ev: Endoevaporitas. NsI: No se Identificaron. Max. Cond.: Máxima Conductividad; T°: Temperatura; O<sub>2</sub>: Oxígeno Disuelto; As: Arsénico.

## Agradecimiento:

Agradecemos a la Comunidad Kolla Atacameña por su constante apoyo para el desarrollo de nuestras investigaciones y por su compañía durante las campañas al Salar de Antofalla. Al señor Zoltan Czekus, fundador del Museo Mineralógico de la Puna, por presentarnos a laguna Pozo Bravo y al guía turístico Luis Ahumada por la logística y colaboración en las campañas de campo. El relevamiento de los diferentes sistemas se llevó a cabo en el marco del proyecto

PIO-UNCa-CONICET "Diseños de líneas de base e indicadores biológicos para monitoreo ambiental de ecosistemas microbianos asociados a minerales en zonas de interés minero en Catamarca. Estudios de Resiliencia". El procesamiento y análisis de los datos fueron realizados en el Centro de Investigación y Transferencia de Catamarca (CITCa, Catamarca) y en la Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI, Tucumán). Las actividades de in-

vestigación del mencionado proyecto PIO-UNCa-CONICET, fueron autorizadas por la Secretaría de Estado del Ambiente y Desarrollo Sustentable, conforme Resolución S.E.A. y D.S. N°: 053; asimismo la autoridad competente en materia ambiental, ejerce las funciones de contralor de nuestras investigaciones por medio de la Dirección Provincial de Biodiversidad. Se agradece a todo el personal de la misma por la eficiencia y eficacia en su labor.

## BIBLIOGRAFÍA:

- BURNE, R. V., AND MOORE, L. S. (1987). Microbialites: Organosedimentary Deposits of Benthic Microbial Communities. *Palaos* 2, 241.
- FARIAS, M. E., LENCINA, A. I., SORIA, M. N., SAONA, L. A., STEPANENKO, T. M., KURTH, D., GUZMAN, D. M., FOSTER, J., POIRE, D., AND CONTRERAS, M. (2020). Lithifying and non-lithifying microbial ecosystems in the wetlands and salt flats of the Central Andes. Manuscrito presentado para su publicación.
- GOMEZ, F. J., KAH, L. C., BARTLEY, J. K., AND ASTINI, R. A. (2014). Microbialites in a high-altitude andean lake: multiple controls on carbonate precipitation and lamina accretion. *Palaos*. 29, 233-249.
- MOORE, L. S. (1993). *The Modern Microbialites of Lake Clifton, South-Western Australia*. PhD Thesis. Australia: Department of Microbiology, University of Western Australia.



# Modelado de Ruta Óptima: Análisis GIS para la arqueología internodal

Diego Zamora\*

## ANTECEDENTES

La organización y realización de viajes de interacción social a larga distancia formó parte íntima de la manera de vivir en los Andes (caracterizada por relaciones de reciprocidad social y económica) desde momentos prehispanicos hasta bien entrado el siglo XX.

Tradicionalmente, el estudio de esta interacción se enfocó en los sitios “nodales”, es decir, las áreas pobladas/productivas que funcionaban como nodos entre las rutas de interacción andinas. La evidencia de interacción en estos sitios consiste en productos y bienes alóctonos, provenientes de regiones ecológicas distantes (ej. endocarpos de chañar, semillas de tuna, semillas de calabaza, porotos, achira, maderas y cañas de diferentes especies, obsidiana, cerámica).

Sin embargo, el estudio de las áreas “internodales”, es decir, las áreas entre los nodos, en “...las que las actividades e interacciones humanas son menos diversas, poco frecuentes, efímeras o inexistentes.” (NIELSEN 2017), dentro de las cuales se encontrarían las vías o rutas recorridas por los viajeros y por los productos que éstos acarrearían, ha sido escasamente abordado.

En el 2014 comenzamos en la zona de Antofagasta de la Sierra, El Peñón y la vertiente norte del Volcán Galán (en la puna norte de Catamarca) una investigación arqueológica enfocada en las actividades y la cultura material generadas en contextos de tránsito: sendas, ramales de rutas troperas, estructuras relacionadas (rituales, demarcatorias y de reparo), y evidencia de consumo de recursos durante el viaje, es decir, una arqueología “internodal”.

En el caso de la vertiente norte del Volcán Galán, se realizó una prospección parcial tomando como referencia el derrotero que el geógrafo chileno Alejandro Bertrand tomó para viajar desde Antofagasta de la Sierra hasta Molinos (BERTRAND 1885). Este itinerario describe con detalle los lugares visitados y algunas toponimias, con las que se señalaron puntos de interés para realizar la prospección.

En este trabajo propondremos una herramienta que pueda facilitar y acotar los espacios a prospectar a futuro, teniendo en cuenta en este caso en particular, las variables que facilitan/dificultan el tránsito.

*\*Becario Doctoral de CONICET, Instituto de Arqueología y Museo, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán.*

*Instituto Superior de Estudios Sociales, CONICET/Universidad Nacional de Tucumán.*

*dzamorasca@gmail.com*

## El uso de SIG en arqueología

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS) permiten el trabajo y análisis georreferenciado de grandes volúmenes de datos, tanto los recolectados en el campo por los grupos de investigación particulares como los disponibles en inmensos repositorios de recursos puestos a disposición por organismos estatales o privados.

El uso de SIG en Arqueología no se limita a funcionar como una herramienta compilatoria o de producción cartográfica, utilizándose para elaborar bases de datos que organicen la cuantiosa información espacial que caracteriza a esta ciencia, o bien para generar cartografía para ser utilizada en publicaciones científicas, labores de extensión y educación (LÓPEZ ROMERO 2005), sino que puede utilizarse como una herramienta para realizar análisis de investigación arqueológica. (LÓPEZ ROMERO 2005, PARCERO OUBIÑA et al. 2013)

## MODELO DE RUTA OPTIMA

Para generar un mapa que nos permita acotar las áreas a prospectar en la zona de Antofagasta de la Sierra y la vertiente Norte del Volcán Galán, y que pudiera contrastarse con datos conocidos de rutas, vías y sendas, se realizó un análisis multivariante con el fin de generar un **Modelo de Ruta Óptima**. Este es una capa ráster generada como resultado de una suma ponderada de tres (o más) variables, en la que los valores de “fricción”, o dificultad de paso por X espacio se manifiestan gráficamente en los píxeles que componen la capa. De esta manera, aparecen expresadas las áreas de mayor “transitabilidad” (LÓPEZ ROMERO 2005).

En este caso puntual, se tomaron tres variables que consideramos (por el momento) como las más significativas e influyentes para el tránsito humano y animal por un territorio. A continuación se describe y justifica la elección de cada variable.

### 1ª Variable: Pendiente

Si bien la explicación del paisaje en arqueología ha sufrido profundos cambios teóricos y metodológicos, con un reemplazo de los enfoques caracterizados por un determinismo ambiental (el ambiente y sus cambios como la fuerza principal de transformación y expresión social) por enfoques que tienen en cuenta los elementos ideológicos, identitarios y vivenciales de la vida humana en su territorio (CRIAADO BOADO 1999, HAMILAKIS et al 2005, THOMAS 2001 en LÓPEZ RO-

MERO 2005), se consideró a la pendiente para este trabajo como un elemento condicionante de la transitabilidad, basándonos en el trabajo de Llobera (1999, tomado de LÓPEZ ROMERO 2005), en el que el autor determinó una relación entre esfuerzo/pendiente. Desde una pendiente del 0% hasta una del 15%, el tránsito humano y animal ocurre de manera espontánea/instintiva, pero siempre con una fuerte preferencia por recorridos paralelos a la cota y con pocos ascensos pronunciados (MARTEL, com. Pers.).

Tendiendo esto en cuenta, se utilizó un modelo de elevación digital (DEM) de la zona del Vn. Galán. Posteriormente, se generó un mapa de pendientes a partir del DEM. Se descartaron las pendientes mayores a 15%, ya que quedan fuera del análisis en cuestión.

## 2ª Variable: Disponibilidad de Agua/Pasturas

La región de la Puna Salada catamarqueña, y más aún la zona de abras de la caldera del Vn. Galán son ecorregiones de extrema aridez, y cobertura vegetal muy escasa a nula. La disponibilidad de pasturas depende casi exclusivamente de las vegas que los ríos permanentes de deshielo mantie-

nen, de igual manera con el agua. Asimismo, trabajos etnográficos realizados con caravaneros del sur de Bolivia, así como entrevistas hechas a pastores de la zona de la puna demuestran que en la planificación de un itinerario, los viajeros preveían intervalos no mayores a 30 km entre fuentes de agua/pasturas (NIELSEN 1998). Para elaborar el ráster se tomó un archivo vectorial .shp de cuerpos de agua del repositorio online del IGN.

## 3ª Variable: Ubicación de nodos conocidos

La última variable que se utilizó es la de nodos conocidos (en este caso localidades). Esta variable es fácilmente explicable: Como las rutas/vías (que se dan en los espacios inter-nodales) conectan a los lugares residenciales y productivos (los nodos), es fundamental observar la manera en que la ubicación de éstos influye sobre las otras variables. Para el armado del ráster que luego se utilizó en la suma ponderada, se utilizó un .shp de localidades obtenido del repositorio online del IGN.

## Suma ponderada lineal

El cálculo de la suma ponderada implica establecer un valor de ponderación, es decir, establecer cuál variable se considera más importante. Se podría comparar con el podio de un evento deportivo: hay un primer lugar (la variable más importante), un segundo y un tercero. Utilizando una matriz



Geógrafo chileno  
Alejandro Bertrand  
foto: Archivo General  
Histórico de Chile

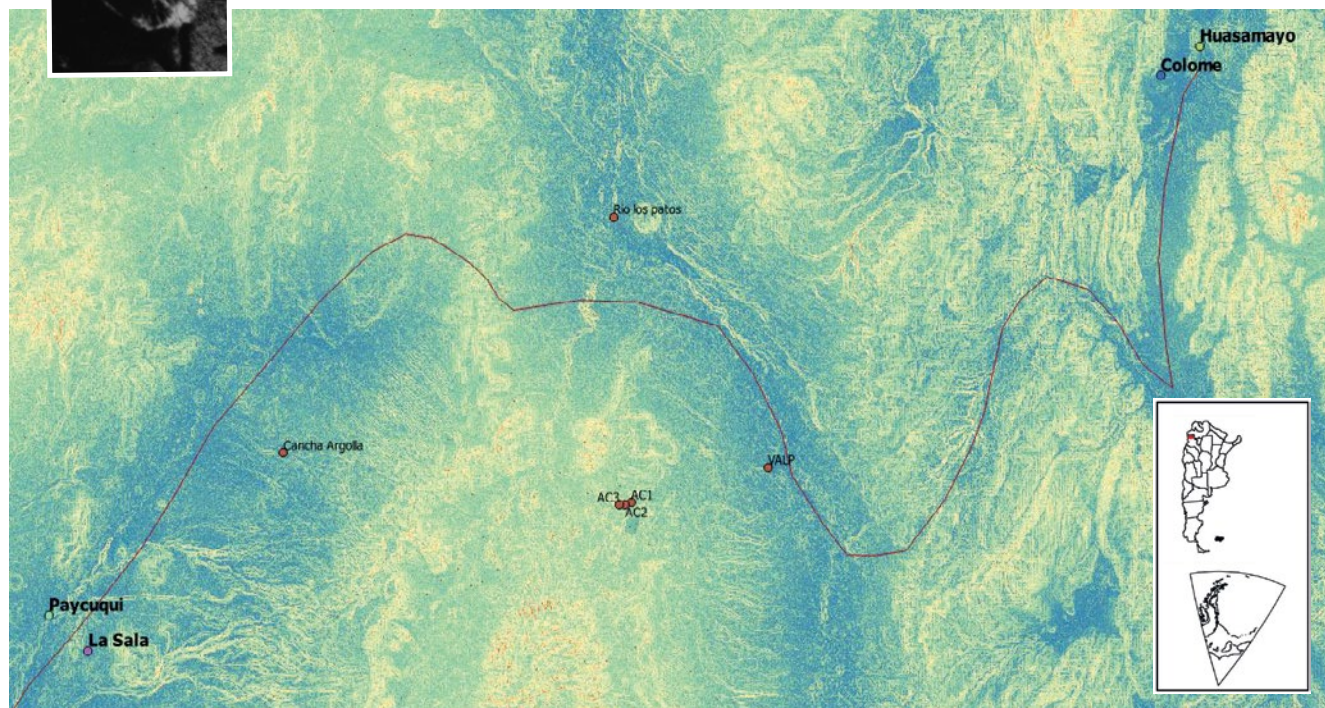


FIGURA 1. Mapa resultado del análisis. En azul, los lugares de tránsito óptimo. La línea roja representa el itinerario de Alejandro Bertrand y los puntos naranja son sitios arqueológicos relevados en el año 2014.



de ponderación se establecen los valores que cada variable tiene respecto a las otras dos al atribuirles un “peso”.

Para aclarar: Teniendo la variable Pendiente un peso de 1, la variable F. Agua tendría un peso de 0,80 y la de Poblaciones de 0,69. El valor final es el resultado de las tres filas sumadas y divididas en 1, lo que da como resultado el valor que la calculadora ráster debe ponderar.

El resultado del cálculo realizado con estos valores es una capa ráster a la que se le dio un renderizado pseudocolor (FIGURA 1), de manera de que los valores mayores (es decir, las áreas con mayor facilidad para el tránsito de acuerdo a las variables elegidas) sea de color verde, pasando por el azul, amarillo y rojo a medida que se dificulta el tránsito.

## CONCLUSIONES

El resultado del análisis generó un producto cartográfico muy elocuente: Se puede observar una suerte de corredor de entre 5 y 10 km de ancho que recorre la vertiente norte del Vn. Galán, va hacia el sur por el río los Patos, y sigue hacia Colomé y Huasamayo coincidiendo perfectamente con el itinerario realizado por Alejandro Bertrand en 1885. Muy probablemente, las condiciones naturales de pendiente poco pronunciada y presencia de agua determinaron el paso y la elección de ésta vía de tránsito hacia los valles mesotérmicos por parte de los habitantes de la Puna, y viceversa. Sin embargo, es evidente que con un afinamiento de la escala y de las posibles variables (por ejemplo, sitios arqueológicos con arte rupestre caravanero, minas históricas o prehispánicas, formaciones geológicas con presencia de minerales aprovechables en superficie, estructuras rituales conocidas, cuencas visuales desde puntos estratégicos del paisaje) se podrían lograr resultados muy provechosos que puedan utilizarse tanto para planificar prospecciones como para análisis más complejos ■

## BIBLIOGRAFÍA

BERTRAND, ALEJANDRO. 1885. Memoria sobre las cordilleras del desierto de Atacama i rejiones limítrofes. Santiago de Chile. Imprenta Nacional.

LÓPEZ ROMERO, RAÚL. 2005.- Cálculo de rutas óptimas mediante SIG en el territorio de la ciudad celtibérica de Segeda. Propuesta metodológica. En Saldvie N.º 5- 2005. pp. 99-111

NIELSEN, AXEL. 1999. Trafico de caravanas en el sur de Bolivia: observaciones etnográficas e implicancias arqueológicas. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXII-XXIII, 1997-1998. Buenos Aires. Pp 139-178

NIELSEN, AXEL, 2017. Actualidad y potencial de la Arqueología Internodal Surandina. Estudios Atacameños N° 56/2017. pp. 299-317.

MARTEL, A.; ZAMORA, D. y LEPORI, M. (2017). Tráfico y movilidad caravanera en la puna catamarqueña. Una mirada internodal. *Estudios Atacameños* 56, 197-223.

Página web del IGN - Sección de Capas SIG. Fecha de ingreso: 10/03/2018 <http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>

Página web del USGS (Servicio geológico de los EEUU). Repositorio de datos. Fecha de ingreso: 10/03/2018 <https://earthexplorer.usgs.gov>

PARCERO OUBIÑA, CÉSAR, PASTOR FÁBREGA-ALVAREZ, ALEJANDRO GÜIMIL-FARIÑA, JOAO FONTE Y JOANA VALDEZ-TULLET. 2013. “Castros, caminos, rutas y ocupación del espacio. Modelización y análisis de las formas de movilidad asociadas a los asentamientos de la Edad de Hierro a través de herramientas SIG.”

ZAMORA, D. (2019). *La Memoria y los Senderos: Investigación internodal de las vías de circulación en las áreas de Antofagasta de la Sierra y El Peñón, entre mediados del S. XIX y finales del S. XX* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

# Accesibilidad turística a la puna catamarqueña

Fernando Arias\* y Leticia Dall'Ospedale\*\*



Aeronave Fairchild Metro III de la Dirección Provincial de Aeronáutica en Antofagasta de la Sierra. Fuente: <https://informatecatamarca.com>

## ACCESIBILIDAD TURÍSTICA A LA PUNA CATAMARQUEÑA

La Puna catamarqueña (FIGURA 1), definida por el organismo oficial de turismo de la Provincia, es una región conformada por el Departamento de Antofagasta de la Sierra y por el sector norte del Departamento de Belén. Sus características ambientales y su lejanía respecto a otros centros urbanos de la provincia hicieron que durante mucho tiempo esta región fuera considerada inaccesible en el colectivo imaginario.

Sin embargo, desde hace algunos años tanto el Estado provincial con accio-

nes de fomento (estrategias y planificación), como diversas publicaciones (revistas, diarios, sitios en internet) se han encargado de divulgar sus recursos turísticos, entendiéndose por ello al conjunto de atractivos del territorio, el patrimonio natural y cultural. Algunos de ellos son:

- **Reserva de la Biósfera Laguna Blanca**, declarada Reserva provincial de vida silvestre, posee un gran valor arqueológico e histórico. Allí se realiza el “Chaku”, método ancestral de la esquila de la vicuña.
- **Campo de Piedra Pómez**, área natural protegida caracterizada por la extensa acumulación de piedra pómez que, por la gran intensidad de los vientos, presenta formaciones rocosas de singulares formas.

- **Mina Incahuasi**, antigua explotación de oro abandonada por los jesuitas en la época colonial cuyas ruinas y socavones fueron declarados Monumento Histórico Nacional.

- **Antofalla**, pequeña localidad de habitantes kollas declarado Pueblo Auténtico por el Ministerio de Turismo de la Nación en 2017.

A los mencionados se suman numerosos sitios arqueológicos, salares, lagunas y montañas, como el cerro Galán y el volcán Antofagasta, que permiten el conocimiento de culturas originarias, la práctica de montañismo y la contemplación de su fauna autóctona compuesta principalmente por vicuñas y parinas entre otros.

\* Licenciado en Geografía.  
fernandoarias04@yahoo.com.ar

\*\* Licenciada en Geografía.  
geoleti@gmail.com



En este sentido, la disponibilidad de estos atractivos y su transformación en “productos” (aquellos recursos que se pueden visitar, adquirir, disfrutar de servicios varios, adquirir conocimiento de su historia, etc.) permitirían generar nuevos puestos de trabajo vinculados a la actividad turística y consolidar los ya existentes, porque el turismo es considerado uno de los motores más importantes de crecimiento desde la segunda mitad del siglo XX, siendo además un fenómeno social que genera múltiples impactos, como que sirve de herramienta para la distribución de ingresos económicos. Al respecto Urbano y Saéz Cala (2006) señalan que “el turismo permite generar oportunidades de diversificar la economía local, fomenta la creación de empleo, contribuye a promover la igualdad de género al emplear a un alto porcentaje de mujeres y ofrece oportunidades para la creación de microemprendimientos y PyMES”.

Sin embargo, el acceso actual a estos recursos turísticos puneños se ve obstaculizado no sólo por la escasa infraestructura vial, sino también por su calidad. Una sola ruta provincial (N° 43) está asfaltada en casi su totalidad y la une con el Departamento de Belén, en el sudeste de la región. Este camino asciende desde el valle hacia la puna mediante un recorrido bastante sinuoso por tramos. Hacia el norte, desde Antofagasta de la Sierra, capital del departamento homónimo, la misma ruta, pero con un consolidado de tierra, se dirige hacia la provincia de Salta. El resto de la red vial puneña se conforma por varias huellas de tierra y piedra que recorren el territorio aprovechando planicies comprendidas entre cordones serranos y conos volcánicos. Además, las inclemencias del clima puneño suelen atentar contra la circulación por estos caminos debido a los cortes de rutas producidos por nevadas invernales y crecidas de arroyos y derrumbes durante el verano. Estas condiciones de la infraestructura vial contribuyen a la posición marginal

de la puna catamarqueña en lo que a turismo receptivo se refiere y en relación con otros lugares de la provincia.

Ante tal situación, se propone el transporte aéreo como una vía alternativa que puede contribuir a mejorar la accesibilidad de la región teniendo en cuenta que entre turismo y aviación comercial existe una madura interdependencia desde la década de 1960. En palabras de Gámir y Ramos (2002: 87), “la dependencia del turismo respecto a la aviación es aún más signifi-

cativa en aquellos países (...) que carecen de una red de transporte terrestre alternativa o en lugares muy alejados de los grandes centros emisores”. Asimismo, Antofagasta de la Sierra, cabecera del departamento homónimo y principal localidad de la puna, dista 588 kilómetros de la capital provincial, 411 de Tinogasta y 259 de Belén. Si bien estas distancias pueden parecer poco significativas, no lo son los tiempos de viaje de 10, 7 y 5 horas como mínimo respectivamente. Si se agrega que existe un único servicio regular de

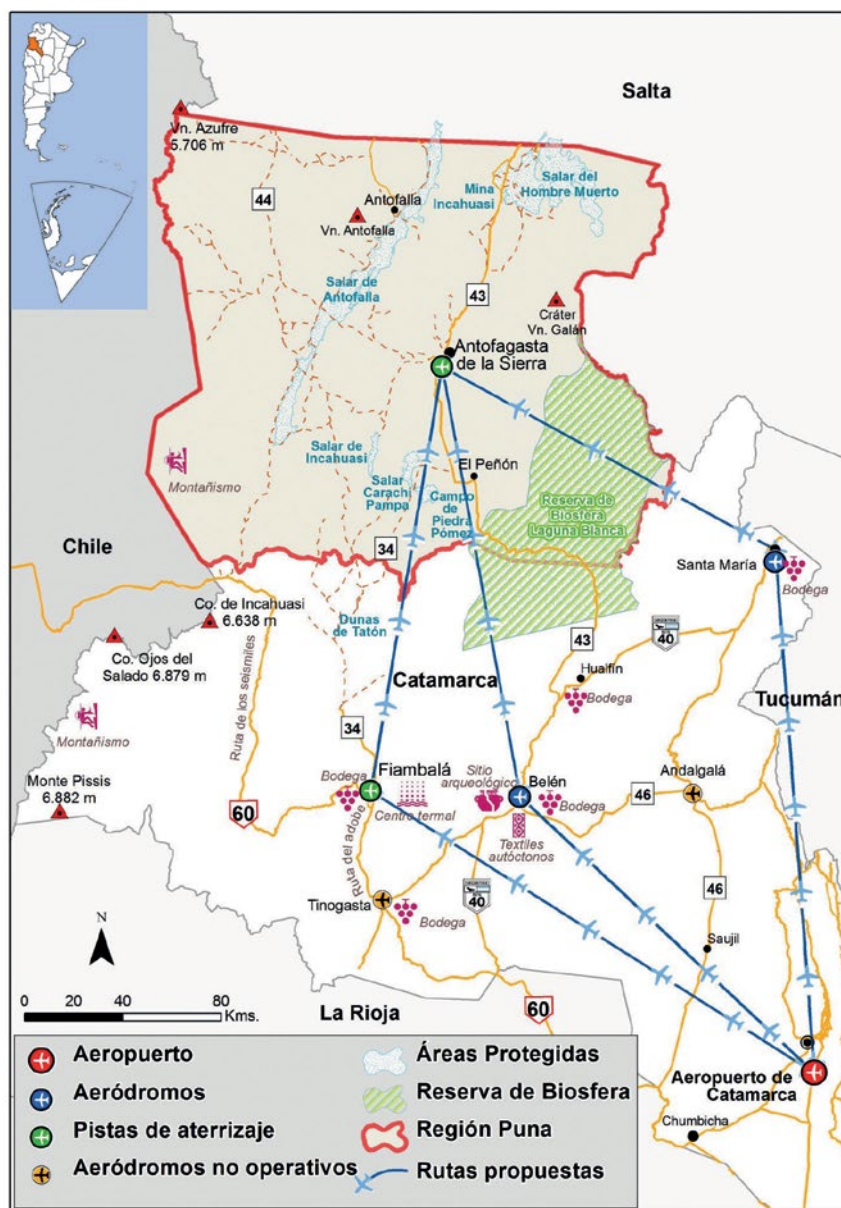


FIGURA 1: Accesibilidad en la puna catamarqueña. Elaboración propia en base a <http://www.turismo.catamarca.gob.ar>

transporte automotor de pasajeros desde Catamarca capital, que opera un solo servicio semanal, se hace evidente que existe una gran dependencia del vehículo particular o de alquiler como modo de viaje a dicha región.

La provincia de Catamarca cuenta en su territorio, además del aeropuerto de la capital provincial, con 6 aeródromos de los cuales 4 están habilitados, en condiciones operativas y que sólo reciben aviación general, principalmente vuelos oficiales de la gobernación y sanitarios (ver FIGURA 1). Todos ellos requieren mejoras en la provisión de infraestructura para la atención de pasajeros y aeronaves pero también para brindar operaciones seguras. El único aeropuerto que recibe vuelos regulares comerciales es el de San Fernando del Valle de Catamarca.

La pista de aterrizaje de Antofagasta de la Sierra con 2000 metros de longitud, es uno de los aeródromos que, con la inversión adecuada en infraestructura, podría recibir servicios aéreos de tipo “regional” desde el aeropuerto de Catamarca y otras localidades de la provincia. Esos vuelos deberían ser prestados con aeronaves de pequeño

porte (turbohélices de hasta 20 pasajeros), ideales para rutas de baja demanda. El “regional” es un tipo de servicio aéreo muy difundido en varios países, pero que en Argentina ha tenido un desempeño errático durante décadas por causas cuya explicación excede el objetivo de este artículo.

Para ello es necesario llevar a cabo la puesta en valor de algunos de esos aeródromos y pistas de aterrizaje y también realizar acciones de diversa índole para la mejora de los servicios turísticos en la puna y otras áreas turísticas de Catamarca.

Dicha valorización de las estaciones aéreas, sumada a la operación de algún prestador de los servicios aéreos, permitiría conectar la capital provincial con otras localidades del interior catamarqueño, como así también lograr la integración aérea de dichas localidades entre sí. En este sentido se propone la operación de las siguientes rutas aéreas: Catamarca-Santa María-Antofagasta de la Sierra; Catamarca-Belén-Antofagasta de la Sierra y Catamarca-Fiambalá-Antofagasta de la Sierra.

Esta provisión de servicios aéreos permitiría mejorar la conectividad y la accesibilidad a la puna de Catamarca y, de este modo, ofrecer nuevas oportunidades de empleo no solo vinculado a la provisión de servicios turísticos, sino también a las muy variadas tareas que normalmente deben llevarse a cabo en un aeródromo. Que dichos vuelos sean prestados con aeronaves de pocas plazas permitirá a su vez una mayor llegada de turistas a la región de manera “no masiva” a fin de no atentar contra la sustentabilidad ambiental y cultural de la región.

Por todo lo expuesto puede concluirse que los servicios aéreos serían el modo de transporte más adecuado para concretar el objetivo de integrar el territorio provincial, promoviendo la actividad turística de pequeñas localidades, lo que redundaría en un incremento de las actividades económicas relacionadas y el empleo en el interior provincial.

## BIBLIOGRAFÍA

ANAC (ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AVIACIÓN CIVIL). Manual de Aeródromos y Helipuertos, Fecha de consulta: 18-9-2019. Recuperado en: <http://ais.anac.gob.ar/madhel/>

GÁMIR, A. GUSTÍN y RAMOS, D. (2002). Transporte aéreo y territorio. Barcelona, España. Editorial Ariel.

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA (2013). Plan Estratégico de Turismo Sustentable 2014 – 2024, Fecha de consulta: 10-9-2019. Recuperado en <http://www.turismocatamarca.gob.ar/wp-content/uploads/2014/11/Plan-Estrategico-de-Turismo-Sustentable-de-Catamarca-2014-2024.pdf>

SITIO OFICIAL DE TURISMO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA. Fecha de consulta: 10-9-2019. Recuperado en: [www.turismo.catamarca.gob.ar](http://www.turismo.catamarca.gob.ar)

URBANO, P. y SÁEZ CALA, A. (2006). Turismo y desarrollo económico. En SÁEZ A., MARTÍN P. y PULIDO J. (Coords.) Estructura económica del turismo, (p. 93 – 140). Madrid: Editorial Síntesis



# Análisis de deslizamientos en la Quebrada El Tala a través de Tecnologías de la Información Geográfica

M. de los Ángeles Luna\* Patricia A. Rosell \*\* Leonardo D. Euillades \*\*\* y Pablo A. Euillades \*\*\*\*

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la región de los valles de Catamarca y las sierras que lo circundan ha sido sometida a diversas acciones degradatorias. Son frecuentes los incendios espontáneos que afectan la flora y la fauna local, dejando los suelos desprovistos de vegetación y regolito suelto. En el periodo húmedo ocurren precipitaciones torrenciales, concentradas, de alta intensidad y corta duración, frente a las cuales las cuencas responden diferencialmente, ya sea con flujos de barro, lodo, aluviones, flujos densos o con carga de bloques.

La sierra de Ambato, en los Valles de Catamarca (FIGURA 1), presenta un delicado equilibrio entre los eventos naturales que afectan a las comunidades, de manera tal que una variación brusca en uno de ellos se traduce en eventos geológicos-geomorfológicos de riesgo que afectan las condiciones socio-económicas de las comunidades que moran en esos valles. Estos eventos naturales suceden espontáneamente afectando las comunidades cercanas tales como

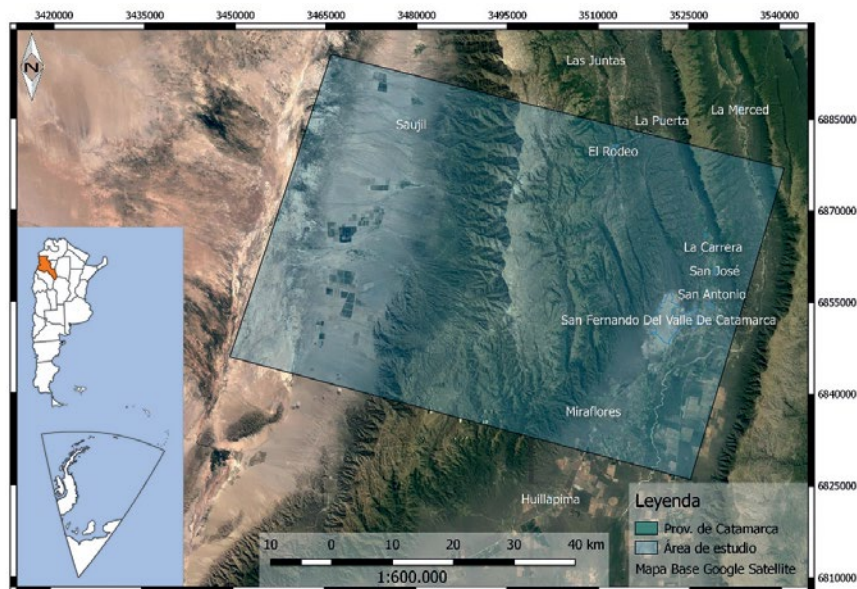


FIGURA 1: Área de estudio, en la sierra de Ambato, Provincia de Catamarca.

Andalgalá, El Rodeo, Siján, Pomán, Balcozna, La Cébila, y Chumbicha.

Las nuevas tecnologías satelitales han permitido la realización de investigaciones multi-temporales de los fenómenos que ocurren en nuestro planeta gracias a la gran extensión espacial y temporal de sus datos. Este trabajo presenta el uso de interferometría satelital por medio de la creación de series temporales y mapas de velocidad media de deformación, con el objetivo de generar una herramienta de monitoreo que ayude a la toma de decisiones para la gestión de riesgo de deslizamientos.

En el transcurso de esta investigación se ha podido individualizar una zona de deformación relacionada con deslizamientos del orden de los 5 centímetros por año, con comportamiento estacional y picos de máxima deformación durante fines de épocas estivales.

## TECNOLOGÍAS SATELITALES

La teledetección ha demostrado ser una herramienta útil como complemento a la medición clásica para la localización exacta de dispersores y el monitoreo de desplazamientos (BERNARDINO *et al.*, 2002). La alta precisión y densidad espacial de las mediciones hacen que estas técnicas sean provechosas en comparación con las técnicas geodésicas clásicas normalmente utilizadas en el monitoreo de riesgo ambiental (REALE *et al.*, 2011).

Una técnica para la detección de estos fenómenos se basa en el procesamiento de imágenes satelitales obtenidas por un Radar de Apertura Sintética. Dichas imágenes se generan por la emisión de energía electromagnética hacia la superficie de la tierra y por la recepción del eco. La energía retrodispersada es detectada por el sistema, y su objetivo final no

\* Ing. Agrimensora. Becaria CONAE en la Maestría en Aplicaciones Espaciales. Docente en la Universidad Nacional de Córdoba. mariangeluna3325@gmail.com

\*\* Ing. Agrimensora. Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería UNCuyo. CONICET. Docente en Universidad Juan Agustín Maza. iapatriciarosell@gmail.com.

\*\*\* Dr. en Ingeniería. CONICET. Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería UNCuyo. Docentes en UNCuyo. leonardo.euillades@ingenieria.uncuyo.edu.ar

\*\*\*\* Dr. en Ingeniería. CONICET. Instituto CEDIAC. Facultad de Ingeniería UNCuyo. Docentes en UNCuyo. pablo.euillades@ingenieria.uncuyo.edu.ar.

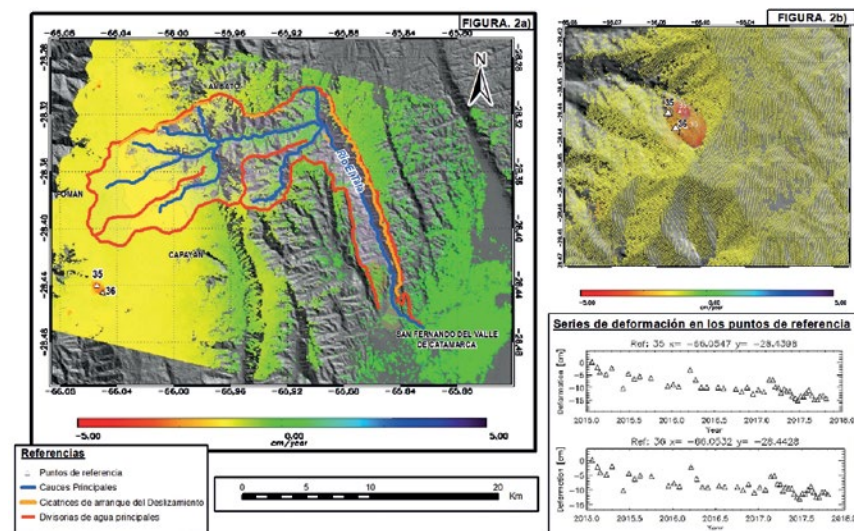


FIGURA 2A

FIGURA 2B

es medir distancias, sino constituir una imagen de la porción de terreno observado. Estos sensores adquieren la información por vista lateral, es decir, observando la superficie desde el este (dirección de órbita ascendente) u oeste (descendente), con un determinado ángulo de inclinación (un satélite puede obtener información de la superficie desde dos puntos de vista distintos).

La Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) es una técnica para medir cambios del terreno y consiste fundamentalmente en el estudio y explotación de la información proporcionada por dos imágenes SAR de una misma área obtenidas en fechas distintas (HANSEN, 2002). La diferencia de fase entre ambas imágenes, recibe el nombre de interferograma y es el medio por el cual se ponen de manifiesto los desplazamientos ocurridos en la superficie.

Las diferencias de fase entre imágenes puede darse por varios motivos, de los cuales nos centraremos en los principales: en primer lugar, a distintas posiciones entre las dos trayectorias del satélite, hecho que permite medir la topografía del terreno desde vistas con ángulos diferentes; y, en segundo lugar, a un desplazamiento

de la zona observada, que puede ser causado por varios fenómenos, como por ejemplo, un terremoto o subsidencia del terreno. Se han desarrollado varias técnicas avanzadas de InSAR, donde es posible monitorear la evolución temporal de los desplazamientos creando series de deformación y estimando parámetros tales como la velocidad a la que ellos ocurren. Si la topografía del terreno del área de estudio es conocida, esta puede ser sustraída quedando como resultado la componente relacionada con la deformación de la superficie. Esta técnica recibe el nombre de interferometría diferencial (DInSAR) y permite estimar desplazamientos de unos pocos centímetros al año (MASONNET Y FEIGL, 1998).

## METODOLOGÍA

Para este estudio se utilizó una serie de 33 imágenes desde junio 2015 hasta noviembre 2017, órbita descendente, del sensor Sentinel 1A y 1B de la Agencia Espacial Europea, con las cuales se generaron 136 interferogramas con una resolución espacial de 30 metros. Se utilizó el modelo digital de elevaciones STRM30 (JARVIS *et al*, 2006), necesario para contrarrestar la topografía y poner de manifiesto las

deformaciones en dirección de la vista del sensor. Se realizó la inversión de interferogramas mediante la técnica DInSAR-SBAS (BERNARDINO *et al*, 2002). Los resultados obtenidos son las series temporales de deformación para cada pixel coherente, y la velocidad media de deformación. En la FIGURA 2 puede observarse un mapa de velocidades de deformación del período abarcado. Si bien en la zona de interés no se presentan deformaciones, fuera de ella (sobre la ladera Oeste de las Sierras), se pudo observar un fenómeno de deformación de importantes magnitudes, con movimientos de aproximadamente -15 cm en toda la época de estudio.

## RESULTADOS

Si bien la investigación original se centró en la ladera este de las Sierras de Ambato, se pudo observar que, durante el período de estudio, se produjeron deformaciones en la ladera oeste. Estas deformaciones, observables en la FIGURA 2a, alcanzan sus picos máximos entre los meses de marzo-abril, y su magnitud es de aproximadamente -8 cm al año. El signo de este valor indica que el movimiento se aleja de la vista del sensor y, por lo tanto, si se proyectan las componentes del desplazamiento sobre la ladera de las Sierras, se establece que el movimiento es en sentido descendente. A la resolución espacial trabajada, fue posible identificar la formación de dos lenguas de desplazamiento de sedimentos. Por medio del análisis del mapa de velocidades (FIGURA 2b), se pudo determinar que los desplazamientos son de carácter estacional y coincidentes con los períodos de mayores precipitaciones. Por otro lado, la época de estiaje corresponde a temporadas de temperaturas bajas, durante las cuales se generan periglaciares de régimen no permanente. En las épocas cálidas, el agua aflora y favorece la formación de vegetación baja (vegas). La FIGURA 3, muestra una vista en 3D del desplazamiento detectado.



## CONCLUSIONES

Poco se conoce sobre los fenómenos de deslizamientos que se generan en esta zona, aunque se podría decir que estos están relacionados a las altas pendientes y el tipo de sedimento presente en la ladera oriental de la quebrada de El Tala.

Este caso de estudio muestra la posibilidad de realizar un monitoreo

de los fenómenos de deslizamiento, que llevaría a evitar pérdidas socio-económicas mediante la toma de acciones de prevención. Si bien esta técnica no reemplaza las mediciones geodésicas convencionales, es necesario comprender los procesos geomorfológicos y estacionales de la zona (cambios en la cobertura del suelo, por ejemplo) para lograr una

interpretación correcta de los resultados que se obtienen. Este estudio, actualmente en curso, y las futuras investigaciones, podrán utilizar esta herramienta como base, ya que la información sobre estos fenómenos es escasa y es necesario un estudio permanente que permita evitar las pérdidas generadas en cada evento.

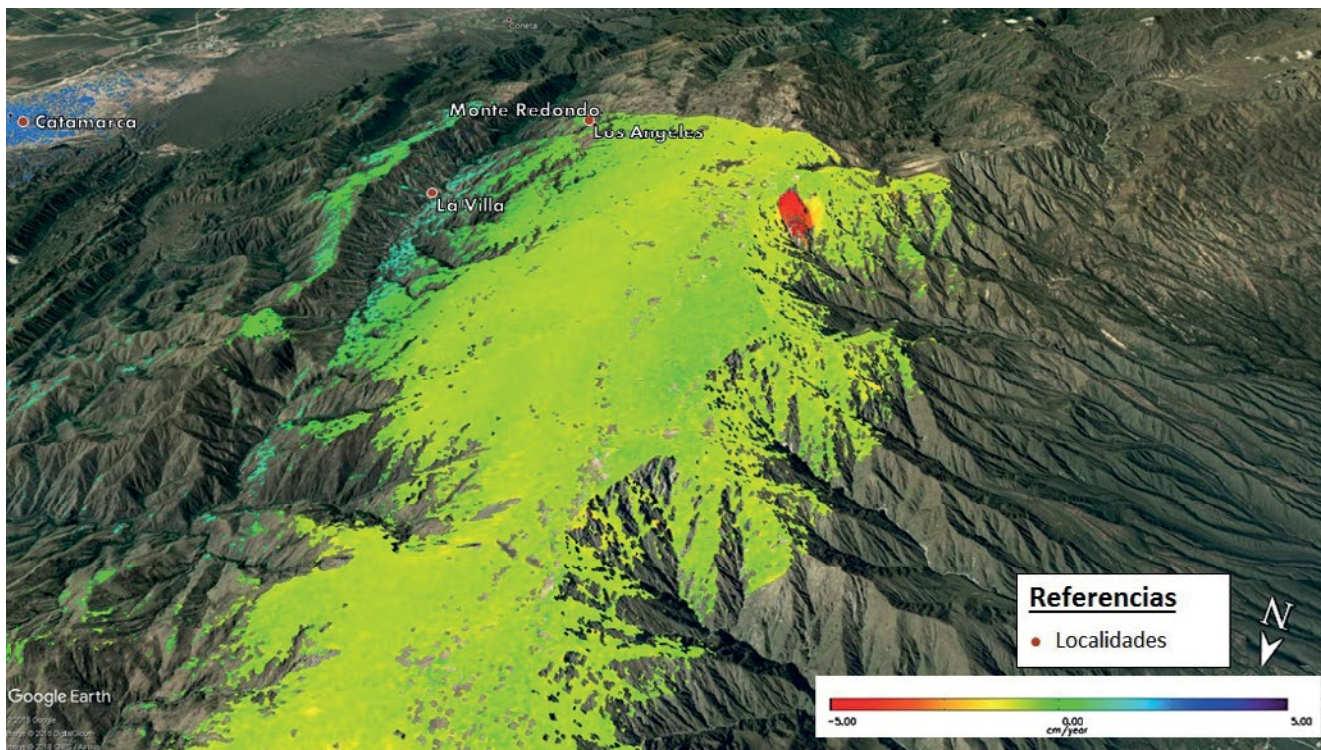


FIGURA 3: Vista 3D del desplazamiento detectado.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERNARDINO, P., GIANFRANCO, F., LANARI, R., SANSOSTI, E. (2002). A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 40(11), 2375-2383.
- HANSEN, R. (2002). *Radar Interferometry: Volume 2: Data Interpretation and Error Analysis*. London: Reino Unido: Kluwer Academic Publishers.
- JARVIS, A., REUTER, H. I., NELSON, A., GUEVARA, E. (2006). *Hole-filled SRTM for the globe Version 3*, CGIAR-CSI SRTM 30m Database: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
- MASSONNET, D. y FEIGL, K (1998). Radar Interferometry and its Application to Changes in the Earth's Surface, *Reviews of Geophysics*, 36(4), 441-500.
- REALE, D., FORNARO, G., PAUCIULLO, A., BAMLER, R. (2011). Tomographic imaging and Monitoring of Buildings with Very High Resolution SAR Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 8(4), 661-665

# Peligrosidad y vulnerabilidad en la

María Cristina Zilio\* y Gabriela Mariana D'Amico\*\*

La puna catamarqueña constituye el sector austral de la puna, una región que excede los límites de la Argentina y se prolonga en el altiplano boliviano y en la puna de Atacama chilena. Nuestra área de estudio coincide jurisdiccionalmente con el departamento de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca.

La puna en su conjunto se caracteriza por su elevada altura, la marcada aridez, la presencia de volcanes, salares y vegetación xerófila. En ese medio hostil habita una población escasa, dispersa y vulnerable (ver FIGURA 1).

Sobre un basamento precámbrico, ha sufrido una compleja historia geológica de ascensos y descensos, deposición de sedimentos y plegamientos. Su sobreelevación actual es una consecuencia del levantamiento de los Andes (RAMOS, 1999). Rodeada de elevadas montañas, es considerada una verdadera depresión en altura (IGLESIAS DE CUELLO, 1981), con una elevación promedio de 3800 msnm. Imposibilitadas de salir al exterior, las aguas confluyen en las zonas más bajas, dando origen a la formación de salares (ver FIGURA 2), entre los que se destacan el salar de Antofalla, uno de los más largos del mundo, y del Hombre Muerto (rico yacimiento de litio y sales de bórax en general).

Presenta un importante vulcanismo cenozoico y diversas manifestaciones volcánicas como aguas termales, fumarolas y solfataras. Se destacan dos grandes áreas volcánicas, una al norte y otra al sur. En la primera se encuentran algunos volcanes que son hitos fronterizos como los volcanes Lastarria, Cordón del Azufre y Cerro Bayo Gorbea. Más al este, se localiza el volcán Antofalla, atractivo turístico por su fácil acceso. Hacia el sur, se ubican un grupo de volcanes que por su altura forman parte del subsitio norte de los Seismiles, como los cerros Peinado y Cóndor, la Cumbre del Laudo y el Galán. Este último es una gigantesca caldera volcánica de unos 30 km de diámetro (ver FIGURA 3).

\* Profesora Adjunta de la cátedra Geografía Física 2 del Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Investigadora en el Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). [criszilio@yahoo.com.ar](mailto:criszilio@yahoo.com.ar)

\*\* Ayudante Diplomado de la cátedra Geografía Física 2 del Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Centro de Investigaciones Geográficas / Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP - CONICET). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Centro de Estudios Integrales de la dinámica Exógena (UNLP-CIC). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). [gabrieladamico@live.com.ar](mailto:gabrieladamico@live.com.ar)

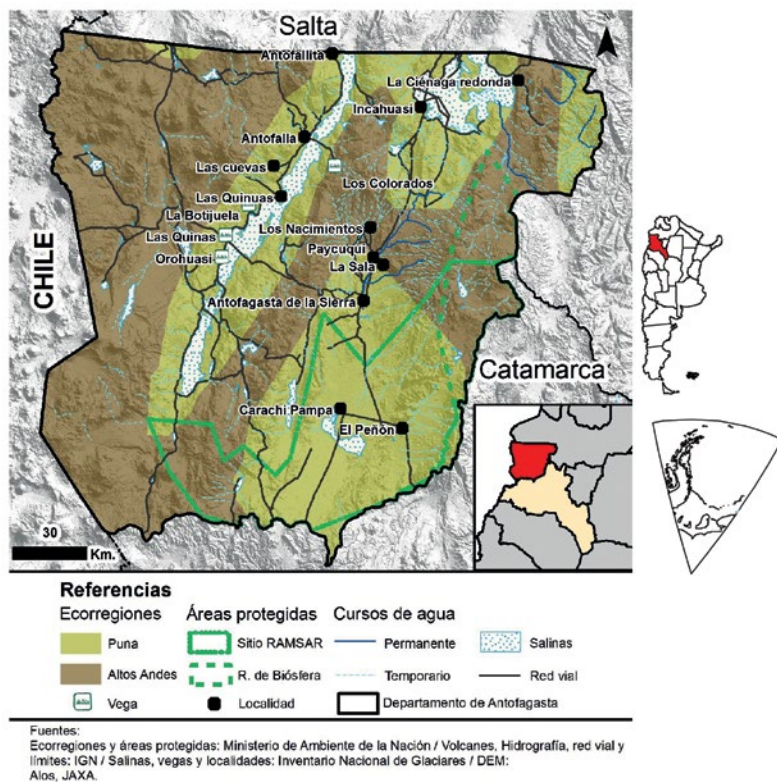


FIGURA 1: La ecorregión de la puna catamarqueña se localiza en áreas de altiplano, rodeada de cordones montañosos que componen la ecorregión de Altos Andes.

Parte de esta zona se ha declarado sitio Ramsar en 2009. Cabe aclarar que la zona promocionada turísticamente como Los Seismiles, y que posee siete de los ocho volcanes más altos del mundo, está al sur de la puna. Si bien muchos de estos volcanes son considerados activos, no registran actividad volcánica histórica. Otra área protegida complementa, y se superpone en parte a la anterior, hacia el este del departamento: la Reserva de Biosfera Laguna Blanca, conformada en 1982 para proteger las poblaciones de vicuña que se encontraban en riesgo de desaparición, como también a los humedales de altura y las ecorregiones de puna y Alto Andino (ver FIGURA 1).

El departamento se caracteriza por presentar un clima árido andino puneño, con grandes amplitudes térmicas diarias y una precipitación media inferior a los 200 mm, con máximos en verano. La presión y la humedad atmosféricas disminuyen con la altura e influyen en la aparición de un malestar conocido como apunamiento. Es común la acción del Zonda, viento seco que, luego de atravesar la Cordillera de los Andes, ingresa a la provincia haciendo subir la temperatura a valores exagerados. Muchas veces sus ráfagas



# puna catamarqueña

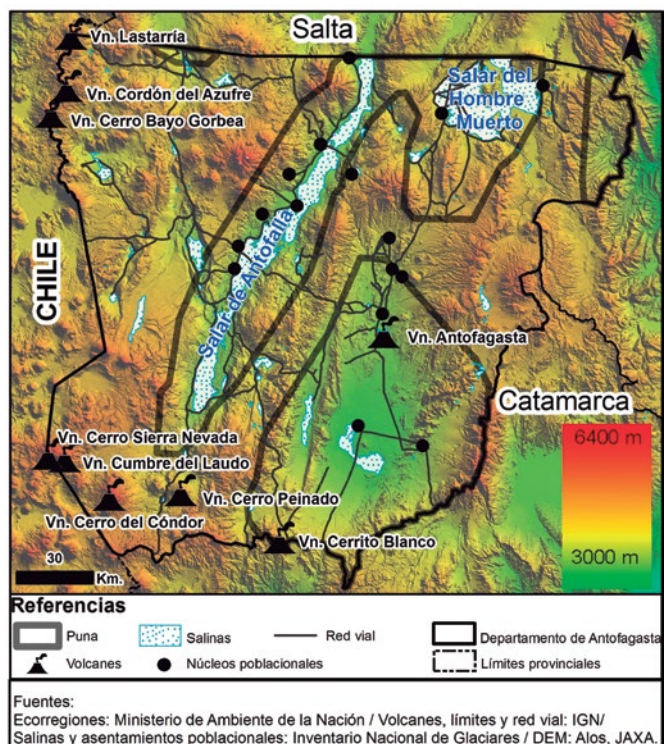


FIGURA 2: Los núcleos poblacionales se localizan en dos ejes paralelos, en torno a los salares y las vías de comunicación.

superan los 100 km/h, afectando a la población.

Antofagasta es el departamento con menor población de la provincia. Hacia 2010 contaba con 1436 habitantes (INDEC, 2010), concentrados en la cabecera y otras tres localidades.

## ¿SON PELIGROSOS LOS FENÓMENOS NATURALES?

Como vemos, el departamento está afectado por diferentes fenómenos naturales. A los volcanes y el viento Zonda sumamos los deslizamientos de tierra, los sismos y las sequías, entre otros. Nos preguntamos: ¿son peligrosos los fenómenos naturales?, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de peligro? Según como entendamos este concepto va a ser nuestra interpretación. Por ejemplo, una erupción muy violenta puede ser considerada por algunos científicos como un peligro en sí mismo. En cambio, para otros

constituye un peligro si afecta a la población o a sus bienes. Desde esa segunda mirada, la Teoría Social del Riesgo, propuesta por Natenzon (1995), es una herramienta que nos permite identificar los riesgos a los que está expuesta la puna catamarqueña a través del análisis de cuatro dimensiones. Éstas han sido trabajadas también por otros autores. En particular, nos han enriquecido los aportes de investigadores agrupados en La Red (La Red de Estudios Sociales de Prevención de Desastres en América Latina).

1) La peligrosidad o potencial de peligro: hace referencia a los fenómenos naturales y/o sociales, que por su ocurrencia, frecuencia y severidad pueden afectar de manera adversa a la población y a sus actividades (NATENZON, 1995). Estos eventos se pueden clasificar, según Lavell (1996), en amenazas o peligros naturales, socio-naturales, antrópico-contaminantes y antrópico-tecnológicos. En el área de estudio, se registran especialmente las dos primeras. Entre las naturales, se presentan eventos geológico-geomorfológicos (sismos, actividad volcánica, deslizamientos de tierras, erosión hídrica y eólica) e hidrometeorológicos (sequías). Las amenazas socio-naturales tienen un desencadenante natural, pero es potenciado por causas antrópicas, como desertificación, incendios forestales y pérdida de biodiversidad.

2) La exposición se refiere a la distribución de construcciones materiales y de la población en el territorio. Cardona (1993) propuso eliminar esta variable por considerarla implícita en la de vulnerabilidad. El análisis cartográfico y estadístico permite identificar una escasa población ubicada, con núcleos dispersos, en dos ejes: 1) hacia el oeste, desde



FIGURA 3: En algunos sectores de la puna catamarqueña el paisaje combina antiguos volcanes, salares y oasis de regadío. Fotografía: Patricia Eleta.



FIGURA 4: El árido paisaje de la puna contrasta con los oasis conformados por las vegas. Fotografía: Patricia Eleta.

Antofallita hasta Las Quinquas, asociado al salar de Antofalla: allí los parajes se localizan en torno a vegas (ver FIGURA 4) y a pequeños valles de cursos semipermanentes que desaguan en el salar, y 2) hacia el este, vinculado principalmente a la ruta provincial N° 43, entre los parajes de Incahuasi y El Peñón, donde Antofagasta de la Sierra, cabecera del departamento localizada al pie del volcán homónimo, es la localidad que presenta mayor cantidad de población. Constituye un oasis de regadío, caracterizado por el desarrollo de una agricultura ligada a la actividad ganadera y la presencia de quintas de subsistencia. Muchos parajes dispersos están vinculados a la cría de ovejas, cabras y llamas. La presencia volcánica y de salares son la base de un potencial desarrollo minero, asociado a la sales de litio, y turístico, como la visita al Campo de Piedra Pómez, donde el viento ha ido modelando toda clase de geoformas y grandes espacios planos a partir de una antiquísima erupción del volcán Blanco.

3) Para Blaikie *et al.* (1996) la vulnerabilidad tiene que ver con las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Teniendo en cuenta estos conceptos, los grupos más vulnerables son aquellos que tienen mayor dificultad para reconstruir sus medios de subsistencia después del desastre. Si bien el nivel de detalle de la información es escaso, el análisis de estadísticas del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda (INDEC, 2010) permite inferir la existencia de un doble marco de vulnerabilidad, que hace referencia a la precariedad de gran parte de las viviendas y la carencia de obras básicas de abastecimiento. El 51% de las viviendas son ranchos y el 48%, casas. Prácticamente, la totalidad de las viviendas es precaria. El 93% posee techos de paja, madera o caña, sin cielorraso. Un 56% posee pisos de cemento o ladrillo fijo y un 33% solo tierra o ladrillo suelto. El 60% recibe agua por cañerías dentro de su vivienda y otro 26%, fuera de esta. En ambos casos proviene, en su mayor parte, de la red pública. Solo el 27% de los hogares está conectado a sistema de cloacas. Casi un 60% utiliza pozos ciegos (menos de la mitad con cámara séptica) y el

resto utiliza directamente hoyos excavados en la tierra. El 12% carece de retrete. No existe distribución de gas natural, el 63% utiliza gas en garrafa y el 36%, leña como combustible.

4) El significativo aporte de la Teoría Social del Riesgo al estudio de los desastres es la incorporación de la incertidumbre como dimensión de análisis. Natenzon (1995) la define como las limitaciones en el estado de conocimiento y las indeterminaciones jurisdiccionales, administrativas y normativas en el manejo de los desastres. Respecto del conocimiento, la provincia de Catamarca ha identificado las principales amenazas y vulnerabilidades a nivel provincial (Dirección Provincial de Planificación, 2007). En relación con el segundo aspecto, algunas de las normativas vigentes tienen que ver con la gestión de Defensa Civil, la preservación del sistema hídrico, prevención de contaminación y de degradación ambiental, prevención de incendios forestales, prevención sísmica, entre otras.

El riesgo es una construcción social producto de la interacción de las cuatro dimensiones mencionadas. Su conocimiento nos permite avanzar sobre la prevención de los desastres y la mitigación de sus efectos.

## PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD EN LA PUNA CATAMARQUEÑA

A partir del análisis de las cuatro dimensiones, se observa que los principales riesgos están asociados a fenómenos hidrometeorológicos y geológico-geomorfológicos, pero también se registran algunos eventos socio-naturales.

Entre los primeros, la Dirección Provincial de Planificación (2007) identifica un grado elevado de sequías y la ausencia de crecidas, aludes y tormentas. Sin embargo, diferentes noticias periodísticas evidencian la presencia de tormentas eléctricas y lluvias torrenciales, como la muerte de una mujer por la caída de un rayo en El Peñón (Todo Noticias, 2015) o las casas de adobe afectadas por el agua, que empezaron a ceder y a humedecerse en su interior (Diario El Esquiú, 2017).

Las características áridas del clima son detonantes de amenazas de distinto origen. Las escasas precipitaciones determinan el riesgo severo de sequías, potencialmente peligrosas para la producción agrícola relacionada a la actividad ganadera. Los fuertes vientos favorecen la erosión eólica y afectan a la población. El viento Zonda suele provocar numerosos problemas cardio-respiratorios. Ráfagas de hasta 75 o 100 km/h pueden producir caída de postes de tendido eléctrico y desabastecer de energía a la población. La extrema sequedad del aire y el viento, actuando sobre arbustos xerófilos, favorecen los incendios forestales. Cuando a las condiciones anteriores se suma el manejo inadecuado de los recursos (so-



brepastoreo, desmonte de arbustos, la falta de rotación de cultivos, etc.) estamos hablando de desertificación.

En cuanto a las amenazas de tipo geológico-geomorfológico, en primer lugar, nos referimos a las relacionadas con los sismos. Si bien el Instituto Nacional de prevención Sísmica ha catalogado el área como zona de grado II, con menos número de temblores y menor intensidad que las áreas próximas, la vulnerabilidad es alta debido a la precariedad de las construcciones.

La actividad volcánica no fue considerada dentro de la lista propuesta por la Dirección Provincial de Planificación (2007). Pese a la extensión de los paisajes generados por el vulcanismo, la antigüedad de las erupciones les resta aparentemente peligrosidad. Sin embargo, no se descarta totalmente la posibilidad de ocurrencia de una erupción, ya que los volcanes se encuentran asociados a la actividad tectónica y magmática de la Cordillera de los Andes, en constante proceso de formación. En ese hipotético caso, la peligrosidad sería muy distinta si se tratara de una erupción lávica o una erupción de cenizas (Diario La Gaceta, 2015).

Asociado a la actividad sísmica y/o volcánica, se encuentra el peligro de deslizamientos de tierra. Como en el paisaje predominan las laderas empinadas, cualquier movimiento puede favorecer las avalanchas de sedimentos.

La explotación minera de las sales del litio puede traer problemáticas derivadas del uso intensivo del recurso agua, de por sí escaso en la región, potenciando los efectos de la sequía. Según una denuncia campesina, el yacimiento asociado al Salar del Hombre Muerto, con una vida útil de 70 años, contamina los arroyos de donde obtienen agua para consumo humano, animal y riego (OCMAL, s/f).

En síntesis, aunque los peligros son múltiples, Antofagasta de la Sierra es un área prácticamente deshabitada (baja exposición a las amenazas). No obstante, la alta vulnerabilidad de la población determina que el riesgo sea elevado. Es de esperar que las políticas relacionadas con la prevención y mitigación de los desastres no queden sólo planteadas en papel, sino puestas en práctica ■

## BIBLIOGRAFÍA

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. (1996). *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*. Bogotá: La Red. Red de Estudios Sociales de prevención de Desastres en América Latina.

CARDONA, O. (1993). Gestión ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. En Maskrey, A. *Los desastres no son naturales*. La Red. Bogotá: Tercer Mundo Editores.

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PLANIFICACIÓN (2007). *Informe de Avance. Provincia de Catamarca. Programa Nacional. Prevención, reducción de riesgos y desastres y desarrollo territorial (PNUD-ARG-05/020)*. Catamarca: Secretaría General de la Gobernación. Subsecretaría de Planificación. Gobierno de Catamarca.

ELESQUI.COM (2017). *Defensa Civil asiste a familias afectadas por las lluvias en Antofagasta de la Sierra*. Publicada: 26/2/2017. Fecha de consulta: 16-05-2018. Recuperado en: <http://www.elesqui.com/sociedad/2017/2/26/lluvia-genero-problemas-varios-lugares-provincia-240472.html>

FIGUEIRA, R. (directores). Atlas Total de la República Argentina. *Atlas Físico de la República Argentina*. Vol. 1, pp. 109-111.

IGLESIAS DE CUELLO, A. (1981). Provincia de Catamarca. En: CHIOZZA, E. y FIGUEIRA, R. (dir.) *Atlas total de la República Argentina* (pp. 109-111). Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

INDEC. *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010*. Fecha de consulta: 15-05-2018. Recuperado en: [www.indec.gov.ar/](http://www.indec.gov.ar/)

LA GACETA (2015). *Catamarca no está exenta de sufrir erupciones volcánicas, según un geólogo*. Publicada: 24/4/2015. Fecha de consulta: 15-05-2018. Recuperado en: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/634889/sociedad/catamarca-no-esta-exenta-sufrir-erupciones-volcanicas-segun-geologo.html>

LAVELL, A. (1996) Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. En: FERNÁNDEZ, M. (compiladora). *Ciudades en riesgo degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*. (pp. 2-27). Lima: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

NATENZON, C. (1995). *Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre*. FLACSO. Serie Documentos e Informes de Investigación N° 197; 19 pp.

OCMAL. *Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. Conflicto minero: extracción de litio en Salar del Hombre Muerto*. Fecha de consulta: 15-05-2018. Recuperado en: [https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal\\_db/conflicto/view/63](https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal_db/conflicto/view/63)

RAMOS, V. (1999). Las provincias geológicas del territorio argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Geología Argentina. Capítulo 3, Anales 29, pp. 41 – 96.

TODO NOTICIAS (2015). *Dos personas murieron en Catamarca al ser alcanzadas por rayos*. Publicada: 07/02/2015. Fecha de consulta: 15-05-2018. Recuperado en: [https://tn.com.ar/sociedad/dos-personas-murieron-en-catamarca-al-ser-alcanzadas-por-rayos\\_569058](https://tn.com.ar/sociedad/dos-personas-murieron-en-catamarca-al-ser-alcanzadas-por-rayos_569058)

# Experiencias de cartografía la región puneña de Laguna

Daniel D. Delfino\* y Gustavo Pisani\*\*



Desde el equipo de investigación del Instituto Interdisciplinario Puneño de la Universidad Nacional de Catamarca hace ya más de 20 años que venimos trabajando, en el marco de una ciencia socialmente útil (DELFINO Y RODRÍGUEZ, 1991) y conforme una metodología de Investigación-Acción Participativa, en forma conjunta con las familias campesinas indígenas de la región de Laguna Blanca que se encuentra en la puna catamarqueña (Departamento Belén, Provincia de Catamarca). Sintéticamente, se trata de familias que producen y han producido tradicionalmente sus medios de vida sobre la base del pastoreo de ovejas, llamas y cabras, la cría y/o arriería de burros y mulas (y, secundariamente, de vacas), la horticultura (principalmente, el cultivo de habas y papas), el hilado de la lana con huso y la producción artesanal de tejidos, la recolección y uso de elementos naturales (leña, barro, sal, hierbas, etc.) y la captura y esquila de vicuñas. Ahora bien, en los últimos años, estas familias se han ido organizando comunitariamente, afirmando su condición de

pueblos originarios, proceso de subjetivación cultural y política que puede conceptualizarse como un fenómeno de *reetnización* o *etnogénesis*, con el objeto de reivindicar sus derechos territoriales. Esto dado que las tierras en las que habitan la mayoría de estas familias han sido usurpadas por familias latifundistas o terratenientes, tenedoras de supuestos títulos de propiedad, que obligaron a los comuneros a pagar “arriendos” y “derechos de pastaje” por el uso de los espacios en los que ya habitaban desde tiempos prehispánicos, como hemos podido dar cuenta a través de estudios históricos y arqueológicos (DELFINO *et. al.*, 2019). Luego, este proceso de reetnización y organización comunitaria ha dado lugar a la conformación de cinco comunidades en la región, todas ellas pertenecientes a la Nación Diaguita: la Comunidad Indígena de Corral Blanco, la Comunidad Indígena La Angostura, la Comunidad Indígena de Aguas Calientes, la Comunidad Indígena de Carachi y la Comunidad Indígena de Laguna Blanca.

\*Licenciado en Antropología y Magíster en Arqueología Social. Director del Instituto Interdisciplinario Puneño, Universidad Nacional de Catamarca. dddelfino@yahoo.com.ar

\*\*Licenciado en Arqueología. Miembro del Instituto Interdisciplinario Puneño, Universidad Nacional de Catamarca. mgustavopisani@yahoo.com.ar

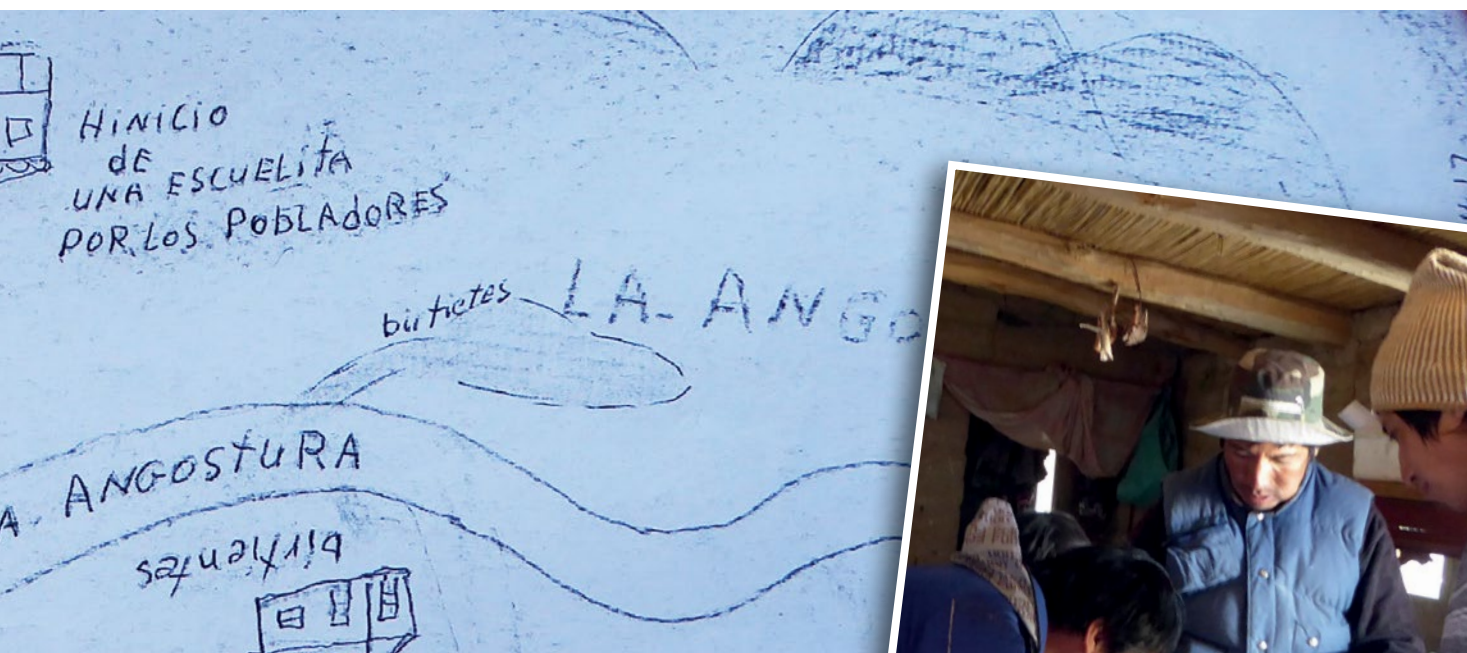
## EMERGENCIA INDÍGENA Y RELEVAMIENTOS TERRITORIALES

Los procesos de emergencia indígena encontraron sustento legal en la Ley Nacional 26160 de emergencia territorial indígena del 2006, junto con otros instrumentos jurídicos nacionales e internacionales (Art. 75, inc.17 de la Constitución Nacional; Convenio





# social en Blanca, Catamarca



169 de la OIT; Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas; etc.), lo que permitió establecer un paréntesis durante el que se suspendieron los procesos judiciales y los desalojos y se encauzaron los reclamos comunitarios, al tiempo que se iba gestionando la tramitación de las personerías jurídicas en el Registro Nacional de Comunidades Indígenas del Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (Re.Na.C.I. – INAI). Ahora bien, el objeto explícito de la Ley N° 26.160 y sus sucesivas prórrogas (prorrogada por última vez en la Ley N° 27.400 hasta el día 23/11/2021) era que se realice el “relevamiento técnico-jurídico-catastral de la situación dominial de las tierras ocupadas por las comunidades indígenas”, en vistas al reconocimiento de la posesión y propiedad comunitarias. Es así que, en función de los lineamientos del Programa Nacional de Relevamiento Territorial de Comunidades Indígenas (Re.Te.C.I.) y urgidos por la necesidad de las comunidades por contar con este estudio, nos vimos solicitados, desde nuestro lugar de científicos sociales y en razón de nuestro trabajo en la región y al pedido de los y las caciques, dado el ajuste de personal y la falta de presupuesto y aún voluntad política del INAI para llevar a cabo el relevamiento, de ir realizándolo en forma conjunta y consensuada con los comuneros. Y, en este sentido, una de estas tareas que supone el relevamiento es la cartografía participativa de los territorios comunitarios, que es justamente el tema que nos convoca en este artículo.

## CARTOGRAFÍA SOCIAL O PARTICIPATIVA CON LAS COMUNIDADES

La cartografía social (también denominada cartografía participativa, cartografía comunitaria o mapeo comunitario), como herramienta propia de una metodología de Investigación-Acción Participativa, permitiría una articulación horizontal entre el saber local comunitario y las técnicas cartográficas para tratar de representar otras formas culturales de percibir el espacio geográfico, así como el uso que estas comunidades hacen de este en su modo tradicional de vida (es decir, en términos de la geografía crítica, se trata



de entender el espacio como una producción social). Concretamente en nuestro caso, respondiendo a los considerandos del INAI, se trata, en primer lugar, de un croquis que los miembros de una comunidad realizan de su territorio, representando no sólo los elementos cartográficos convencionales (puntos cardinales, topónimos, cursos de agua, rutas, etc.), sino también los usos tradicionales del espacio (por ej., la verticalidad andina, que se ve reflejada a través de la lógica de casas y puestos, o bien, los caminos de herradura que dan cuenta de circuitos del intercambio tradicional, el cultivo y riego de las vegas, los campos y salinas de uso común, los campos y mangas donde se llevan a cabo la captura y esquila de vicuñas, etc.), la distribución y localización de los seres naturales con los que conviven (por ej., las múltiples especies vegetales de las que hacen uso, los lugares donde hachar el barro o “barrerros”, donde cosechar “colpa”, sal, etc.) y elementos simbólicos y rituales (por ej., apachetas, bocas de cerro, salamancas, peñas escritas, ojos malos, peñas del agua, etc.) dando cuenta justamente de que, más allá de lo representado, se trata de otra forma cosmovisional de representar las cosas (etnocategorías) y el espacio mismo, en una palabra, de *otra representación del espacio*, que remite, consiguientemente, a otra concepción del mundo (piénsese, por ejemplo, en la comunicación entre el mundo de acá y el mundo de abajo a través de aberturas naturales como cuevas, pozos de agua, bocas de los cerros, etc.). En esta tarea específica hemos articulado junto con la Escuela de Gobernanza Indígena de Amaicha del Valle, en la que miembros de distintas comunidades se forman en Derecho indígena, para ir elaborando en el último módulo propositivamente los croquis de los territorios de las comunidades indígenas (a excepción del de la Comunidad Indígena La Angostura, que ya lo habíamos realizado con los miembros de dicha comunidad). Por otro lado, en segundo lugar, se trata de recorrer el territorio acompañado por los comuneros que “ampan” los respectivos sectores del territorio y que son, por consiguiente, los que “más conocen”, llevando a través de fichas de relevamiento territorial, un registro tanto de hitos geográficos y topónimos, como de elementos topológicos que hacen al habitar del espacio, marcas territoriales, estructuras vinculadas al pastoreo de altura o al caravaneo, lugares sagrados y sitios de memoria, etc. El registro territorial implica el levantamiento de las coordenadas geográficas de todos los ítems para la ulterior elaboración de un sistema de información geográfico (SIG) participativo en el que se representa gráficamente la territorialidad indígena (denominado Sistema Jaguar en el Re.Te.C.I.) y que, junto con el informe histórico-antropológico, pasa a formar parte de la carpeta técnica que queda en manos de las comunidades.

## COMENTARIO FINAL

En el contexto de la reetnización y reivindicación territorial de las comunidades campesinas diaguitas de la puna catamarqueña, la cartografía social o participativa resulta una herramienta metodológica que, por un lado, coadyuva al empoderamiento comunitario, en tanto acto colectivo de representación y delimitación de sus territorios, acordando los “linderos” intercomunitarios (superando con ello el estado de dispersión y la fragmentación en “arriendos” a la que han sido históricamente sujetos por parte de los latifundistas), en el que las familias comuneras reafirman su derechos sobre la tierra, su patrimonio y sus medios de subsistencia. Al mismo tiempo la proyección de los ítems territoriales en un SIG permite responder a los requerimientos del Estado, lo cual tiene que ser leído en el marco de la lucha política de los comuneros por el efectivo reconocimiento jurídico estatal de la posesión comunitaria y el otorgamiento de títulos de propiedad comunal indígena.

## BIBLIOGRAFÍA

DELFINO, D. Y ROGRÍQUEZ, P. G. (1991). *Crítica de la arqueología ‘pura’: De la defensa del patrimonio hacia una arqueología socialmente útil*. Pp.1-113. Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos (CEEA). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil.

DELFINO, D. D., BARALE, A., PISANI, G., DUPUY, S., DÍAZ, A., ESPIRO, V., MOREYRA, L., ROCA, L., CUELLO BULACIO, C., MORALES, M., VARGAS, P., VILLAGRA, P. Y GONZÁLEZ, C. (2019). Memoria y temporalidad de los territorios indígenas en Laguna Blanca (dpto. Belén, Catamarca). En LAGUENS, A., BONNIN, M., MARCONETTO, B., COSTA DE SILVA, T. (comp.) *Libro de Resúmenes XX Congreso Nacional de Arqueología Argentina: 50 años de arqueologías* (pp.1626-1630). Fecha de consulta: 27-9-2019. Recuperado en: <https://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/3487>



# Energía renovable para los hogares rurales y escuelas de Catamarca

M. Victoria de la Cal \*

Uno de los rasgos más destacados del paisaje catamarqueño es el relieve accidentado, alternado por valles y bolsones, con altitudes que sobrepasan los 6.000 msnm en el oeste hasta los 200 msnm en el sursudeste en las Salinas Grandes. Por ello, la orografía en la provincia es la determinante de los factores físicos, ya que condiciona el ambiente en general, como también el asentamiento de su población y el desarrollo de la infraestructura energética, vial, entre otras. En cuanto a su población, 139.996 habitantes se localizan en el ámbito rural de manera agrupada o dispersa, de los cuales 1.900 hogares rurales no cuenta con energía o se abastecen con generación propia (generador) u otros medios. Sin embargo, esta situación se está revertiendo en la provincia gracias a la ejecución del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), que tiene como objetivo el acceso universal a la energía.

## LA INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA DE LA PROVINCIA

En materia energética, la Provincia de Catamarca se abastece casi exclusivamente del Sistema Interconectado Nacional, sin embargo la actual matriz no satisface la demanda total de energía eléctrica provincial, sobre todo para los hogares rurales. Por ello, el objetivo principal de la provincia ha sido la elaboración de un Plan Energético Provincial para dotar a la población de la infraestructura necesaria, que está estructurado en programas de electrificación, obras de transmisión y el abastecimiento de energía eléctrica para la población rural.

Por su parte, la gran mayoría de los hogares rurales pertenecen a segmentos de bajos ingresos y utilizan para la iluminación de sus viviendas mecheros a kerosén o gasoil, velas, linternas a pila y, en una proporción menor, garrafas de gas, pilas para radios y cargan sus teléfonos celulares cuando se trasladan a las ciudades. Estos recursos, costosos, ineficientes y peligrosos, los lleva a una situación de indigencia energética por falta de acceso a la energía eléctrica moderna, limpia y accesible, lo que genera impactos negativos, como riesgo de quemaduras o incendios por velas o mecheros, im-

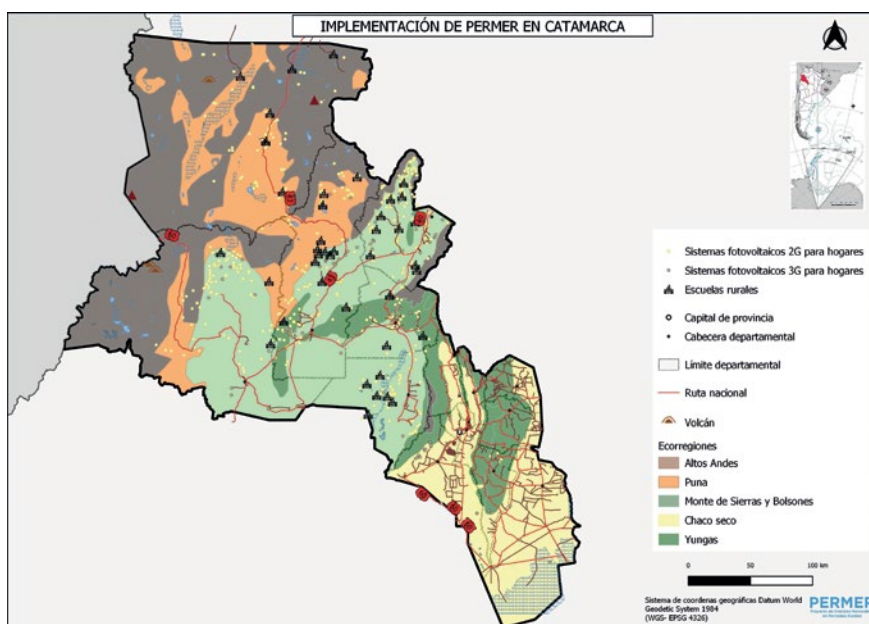


FIGURA 1: Implementación del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales en la Provincia de Catamarca.

posibilidad de realizar actividades de noche, y emanaciones tóxicas, entre otros, provocando un incremento en la vulnerabilidad de las familias.

Sin embargo, esta situación se está revertiendo en la provincia gracias a la ejecución del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) (FIGURA 1), que tiene como objetivo el acceso universal a la energía a través de la:

- **Provisión de energía eléctrica:** para acceso a la electricidad destinada a viviendas individuales aisladas; escuelas; otros edificios públicos, como puestos de salud; y, bombeo de agua y otros usos productivos.

- **Provisión de energía térmica:** instalación y provisión de termotanques solares para edificios públicos (escuelas y puestos de salud).

El Proyecto se inscribe en el marco de una política pública que apunta a solucionar un servicio eléctrico que satisfaga las necesidades básicas de iluminación y alimentación de artefactos de bajo consumo para los hogares, a partir de la utilización de fuentes de generación renovables. Se trata de un proyecto de energización rural cuyo objetivo amplio es brindar un suministro de energía eléctrica en forma sostenida a las zonas rurales, a partir de la utilización de fuentes de generación

\*Geógrafa, Responsable del Área de Monitoreo, Información, SIG y del Área Ambiental y Social, Secretaría de Energía, Ministerio de Desarrollo Productivo. mdelacal@energia.gob.ar

renovable. De esta manera, contribuye a mejorar la calidad de vida y el arraigo de las comunidades y a la mitigación de la migración rural, a través de un servicio eléctrico que satisfaga sus necesidades básicas de iluminación y comunicación. Asimismo, es clave para lograr el acceso universal a los servicios modernos de energía, diversificando la matriz energética nacional y reduciendo el impacto ambiental. Todas las actividades llevadas adelante por PERMER se inscriben en el ODS7, suscripto por nuestro país en el marco de la Organización de las Nacio-

nes Unidas, que establece garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. A saber:

- **Asequible:** porque se debe poder adquirir a un precio razonable (o sin costo) por razones de justicia social;
- **Fiable o segura:** teniendo en cuenta que no ponga en peligro otro derecho humano;
- **Renovable o sostenible:** sin poner en peligro el derecho al ambiente

sano y el desarrollo sostenible de los pueblos; y

- **Moderna:** porque ha de asegurarse que las tecnologías utilizadas no pongan en peligro a la población.

El Proyecto es de alcance nacional y la participación de las provincias se concreta por adhesión y está compuesto por una Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP) y las Unidades Ejecutoras Provinciales (UEPs), que en el caso de Catamarca depende del Ministerio de Servicios Públicos.

## PERMER EN CATAMARCA

En la Provincia de Catamarca se vienen ejecutando diferentes componentes del Proyecto (FIGURA 2), que se detallan a continuación:

### • Sistemas fotovoltaicos para hogares

Se instalaron hasta el momento, 1.077 sistemas fotovoltaicos 2G. Esta cobertura alcanza aproximadamente el 50% de la totalidad de familias que, según el CNPHV 2010, no tenían acceso a la

red convencional de energía eléctrica.

Asimismo, se avanzó en la instalación de 450 kits solares de Tercera Generación (3G), con el objetivo de alcanzar el 100 % de Energía Básica.

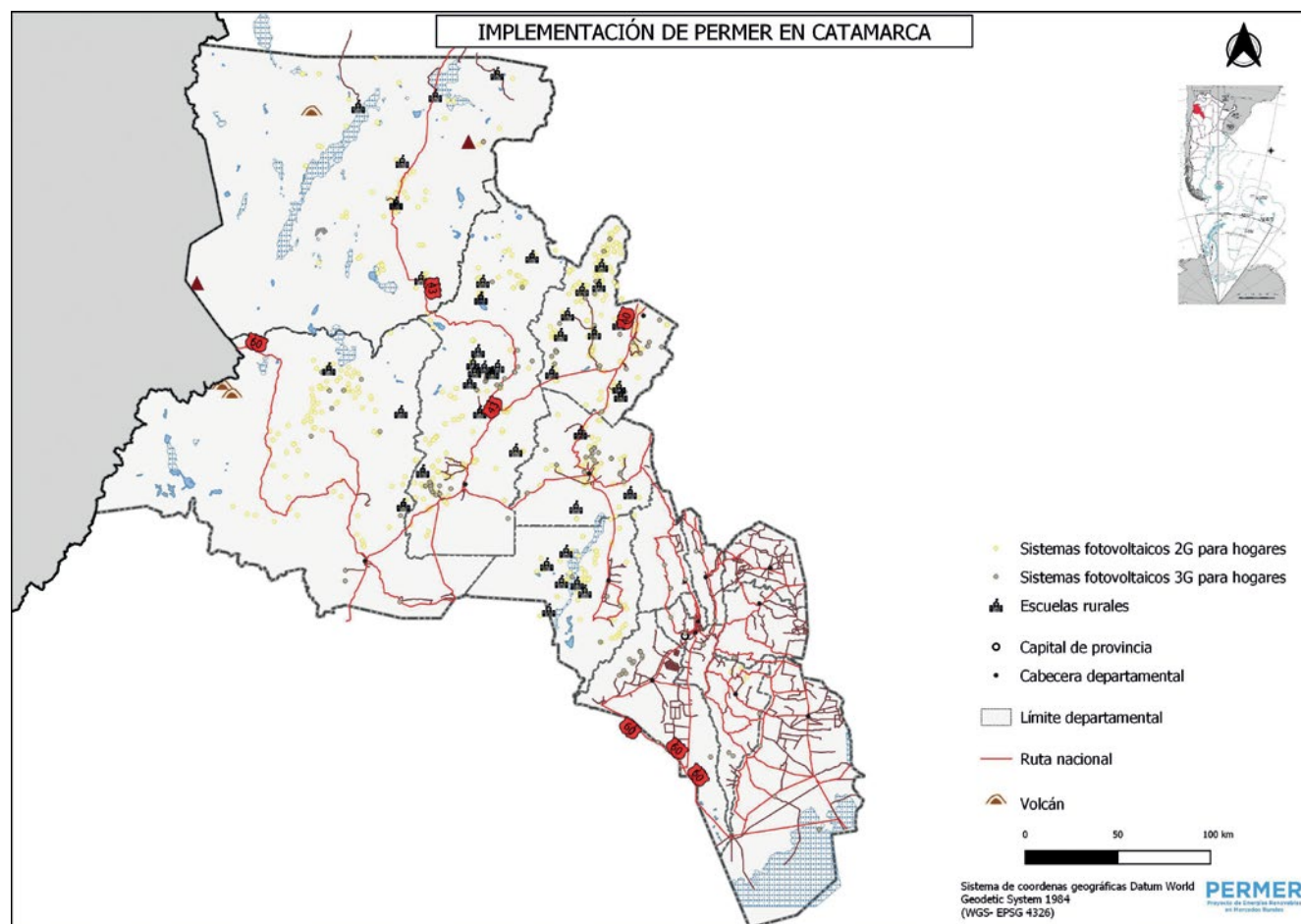


FIGURA 2: Implementación de PERMER en la Provincia de Catamarca



#### • Escuelas

Se harán obras en 46 escuelas rurales, beneficiando a más de 1.200 alumnos y su comunidad escolar. En algunos de estos establecimientos educativos ya cuentan con sistemas fotovoltaicos instalados, por lo que allí se hará el recambio de las instalaciones, mientras que otras escuelas, recibirán los sistemas por primera vez. Los componentes de los equipos desinstalados que aun tengan vida útil serán reaprovechados por la provincia, en diversas alternativas, entre las que se mencionan equipos de generación para la extracción de agua potable y cesión de equipos con fines didácticos y de aprendizaje para instituciones educativas del nivel Secundario y Terciario con materias en utilización de energías renovables.

#### • Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS)

Se prevé instalar sistemas fotovoltaicos y proveer heladeras para vacunas en 39 Centros de Atención Primaria de Salud. El proyecto permitirá el acceso a energía eléctrica para luz y para equipamientos médicos de bajo requerimiento energético.

#### • Termotanques solares

Se prevé la instalación de termotanques en las escuelas donde se están instalando los sistemas fotovoltaicos para iluminación.

#### • Usos productivos: boyeros y bombeo solar

Se está realizando un relevamiento, en conjunto con INTA, para que pequeños productores de la agricultura familiar puedan acceder a los boyeros solares para uso productivo. Esto permitirá la electrificación de cercas que contienen al ganado en las zonas rurales del país que no cuentan con acceso a la red de electricidad. De esta manera, se fortalece la capacidad productiva de los trabajadores rurales y se fomenta su arraigo territorial.

#### • Mini redes

Se evalúa la necesidad de parajes rurales aislados que están conectados a generadores diésel o sistemas auxiliares para el abastecimiento eléctrico,

para poder ser reemplazarlos por la instalación de una micro red (consta de una planta de generación de fuente renovable (solar, eólica, etc.) y el almacenamiento de energía mediante un banco de baterías, con sus respectivas líneas de transmisión y distribución).

### CONSIDERACIONES FINALES

De esta manera, a partir de los diferentes componentes del PERMER, tanto en la provincia como a nivel nacional, se pretende garantizar el **derecho a la energía** considerando la energía eléctrica como un derecho humano o un derecho para el desarrollo del bienestar común, ya que las personas pueden tener una mejor calidad de vida, lo que brinda al ser humano dignidad e igualdad. Además, el derecho a la energía permite el ejercicio de otros derechos fundamentales, como el derecho a la salud, a la educación, a la alimentación, entre otros.

Asimismo, el acceso a **energía limpia** tiene gran valor social, al elevar el nivel de vida de las poblaciones rurales y evitar la migración las zonas marginales de las ciudades, donde los servicios públicos son elevados.

Como se ha analizado, la provisión de energía a partir de fuentes renovables para la población rural, es una solución, que si bien implica complejidades financieras y elevados costos, nuestro país cuenta con potenciales ventajas para la introducción de estas tecnologías, teniendo en cuenta la eficiencia energética y el cuidado del ambiente.

Por ello, es importante la generación de políticas públicas enfocadas a llegar a un mayor alcance poblacional e inclusión social, teniendo en cuenta las necesidades de sus habitantes. Se debe seguir profundizando en el debate obligatorio que debemos darnos en torno al rol de los servicios públicos, la energía y su relación con los derechos humanos.

### BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, J. (2007), *Catamarca, Todo por Descubrir*, Polo Rossi Casa Editorial. 1ra edición, Buenos Aires.

Atlas de Catamarca, disponible en <http://www.atlas.catamarca.gov.ar>

ESMAP (2019), *Mini Grids for Half a Billion People: Market Outlook and Handbook for Decision Makers. Executive Summary. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP) Technical Report 014/19*, Washington, DC: World Bank.

Instituto Nacional de Estadística y Censo de Argentina, Censo 2010. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>

Manual Operativo Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (2015), Permer II, Buenos Aires.

Plan Estratégico Territorial de la Provincia de Catamarca (2011): Informe de Avance II.

Para mayor información sobre el PERMER: <https://www.argentina.gob.ar/energia/permer>

# Misión SAOCOM 1/SIASGE:

## Una mirada diferente para la información geoespacial

Laura Frulla\*

### Antecedentes

El 7 de octubre de 2018 fue puesto en órbita el satélite SAOCOM 1A, cuyo diseño y desarrollo estuvo a cargo de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), organismo del Estado Nacional que tiene la competencia para proponer las políticas que permiten promover y ejecutar en la Argentina actividades en el área espacial. Por tal motivo, la CONAE es responsable de proponer e implementar un Plan Nacional Espacial, siendo uno de sus objetivos generar información para los sectores económicos, sociales y productivos de nuestro país.

El lanzamiento del satélite SAOCOM 1B el 30 de agosto de 2020 completó la misión SAOCOM 1 (Satélite Argentino de Observación con Microondas, en adelante SAOCOM), diseñada y desarrollada por la CONAE. Dicha misión consta de satélites gemelos, que al ser dos permiten obtener la revisión adecuada de la superficie terrestre monitoreada. Los objetivos generales de esta misión son, por un lado, satisfacer lo planteado en el Plan Nacional Espacial de la CONAE y, por otro, integrar el SIASGE (Sistema Ítalo-Argentino de Satélites para Gestión de Emergencias). Dicho Sistema está compuesto por los 2 SAOCOM y 4 satélites llamados COSMO-SkyMed que fueron desarrollados por la Agencia Espacial Italiana (ASI), cuya información ya está disponible para Argentina para usos académicos y gubernamentales gracias a la coo-



FIGURA 1. Diferencias en la capacidad de penetración según la banda de microondas, banda X (a la izquierda), banda L (a la derecha).

peración existente entre la CONAE y la ASI. Si bien los instrumentos de ambos tipos de satélites generan información en las microondas del espectro electromagnético, los instrumentos del SAOCOM generan información en la banda L polarimétrica (con capacidad de penetrar por debajo de la superficie terrestre) y los del COSMO-SkyMed generan información en la banda X (que capta la información de lo que encuentra directamente sobre superficie terrestre) (FIGURA 1).

Por lo tanto, tal como está conformado el SIASGE es un sistema único en el mundo ya que posee 6 satélites captando información coordinadamente, de día y de noche, en cualquier circunstancia meteorológica y con una gran capacidad para identificar las formas y las estructuras geométricas, característica típica de este tipo de instrumentos. A lo que se le debe agregar que es posible obtener imágenes del mismo lugar adquiridas en dos bandas (X y L-polarimétrica) en algunos casos casi-simultánea (con sólo 10 minutos de diferencia entre un SAOCOM y un COSMO-SkyMed, con diferentes resoluciones espaciales de 1 a 100 m, con diferentes tamaños de coberturas, abarcando franjas de 10 a 350 km y con una revisita de entre 12 horas

a 8 días). Todas estas características hacen que esta información sea novedosa en cuanto a la riqueza de su contenido, transversal a todas las disciplinas y de gran impacto en los aspectos sociales, económicos y productivos de nuestro país. SAOCOM genera información útil para todas las disciplinas del sistema productivo tales como aspectos agropecuarios, hidrológicos, de emergencias, de pesca, de silvicultura, climáticos, de recursos naturales de la tierra y del mar, de medioambiente, costeros y oceánicos, geológicos y mineros, de planificación territorial, de salud humana y vegetal, de seguridad y de turismo.

En particular, la misión SAOCOM marca un hito tecnológico en el mundo y es la misión más importante llevada a cabo por la CONAE hasta el presente. El satélite SAOCOM tiene más de tres toneladas de peso, con casi 5 metros de altura y 1,2 metros de ancho y lleva a bordo como instrumento principal una antena de 35 m<sup>2</sup> (10 m de largo por 3,5 de ancho). El objetivo principal de la misión SAOCOM es generar mapas de humedad del suelo a una resolución espacial no menor a los 100 m, pudiendo identificar pequeñas variaciones de dicho parámetro. Conocer la humedad en el suelo es fundamental,

\* Doctora En Cs. Físicas, Inv. Principal de la Misión SAOCOM, Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), lfrulla@conae.gov.ar





por ejemplo para una correcta gestión del agua, para la identificación de ambientes aptos para el agro en donde la humedad en el suelo es un limitante, para la identificación de suelos y vegetación seca, lo que se puede derivar en un riesgo de incendios, y para el monitoreo y seguimiento de la recuperación de áreas afectadas por incendios. Por otra parte, el rango dinámico del instrumento, que va desde los -35 decibeles a 5 decibeles, le permite a su vez identificar con buen detalle distintos parámetros sobre las ciudades. Esto hace posible la generación de máscaras urbanas, monitoreo e identificación de diferentes estructuras urbanas, cuantificación de la expansión urbana, identificación de diferentes patrones de desarrollo urbano, identificación de los límites urbano-rural, cartografía de infraestructuras lineales tales como calles, vías férreas y cableado, entre otras aplicaciones de utilidad.

Adicionalmente, hay dos aspectos que suman al contenido de información que poseen los datos de Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés). Uno, es la polarimetría, mediante la cual se aprovecha la otra característica de la luz. Es decir, el pulso emitido por un instrumento SAR es una onda electromagnética que viaja en el espacio y que, como

tal, se la identifica por su característica espectral y por su característica polarimétrica. Esta última es la que le da a la información la posibilidad de identificar texturas y estructuras del paisaje observado. Las técnicas que se utilizan para sacar información de la polarimetría de las imágenes mejoran las estadísticas y las estimaciones de los distintos parámetros biogeofísicos.

El otro aspecto fundamental es la oportunidad que dan las observaciones realizadas con instrumentos SAR de aplicar a las imágenes técnicas tales como radargrametría, interferometría, interferometría diferencial y dispersores permanentes. Mediante estas técnicas es posible identificar variaciones de alturas y desplazamientos del terreno, lo que le permite generar información de utilidad para, por ejemplo, la visualización tridimensional del terreno, mapas de pendientes, puntos de acumulación de agua, perfiles altimétricos, mapas de curvas de nivel, modelado de recursos hidrológicos, monitoreo de volcanes, monitoreo de deformaciones, control de subsidencias en zonas urbanas, estudios de la explotación de recursos acuíferos, actividades mineras, construcciones bajo tierra, inestabilidad de infraestructuras urbanas, monitoreo de los movimientos de hielo, impacto en los desplazamientos de la superficie debidos a un terremoto y deslizamientos, entre otras líneas de aplicación.

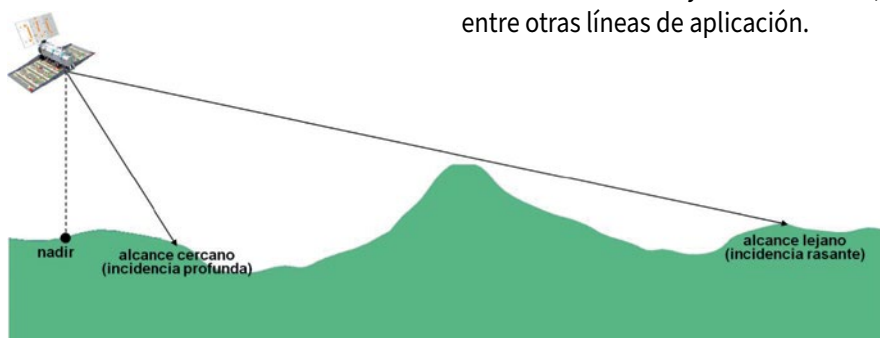


FIGURA 2. Variación del ángulo de observación según la incidencia profunda o alcance cercano (izquierda), o incidencia rasante o alcance lejano (derecha).

## Parámetros que influyen en la información SAR

Las imágenes adquiridas con instrumentos SAR son extremadamente ricas en cantidad de información, pero eso implica que son muchos los parámetros para considerar a la hora de hacer interpretaciones, ya sean visuales o analíticas. La información depende de los siguientes parámetros:

- **propios del radar:** longitud de onda, polarización, dirección de observación (izquierda o derecha), modo de observación (ascendente/descendente) y ángulo de incidencia (profundo/rasante) (FIGURA 2). En la FIGURA 2 se muestran estos ángulos que son parte de los que conforman la geometría de observación de un SAR.
- **propios del paisaje:** tipos de superficie (con vegetación dispersa/densa, suelo desnudo, hielo, etc.), densidad, volumen y distribución de los objetos, contenido de humedad del suelo, rugosidad de la superficie, relieve del terreno, formas geométricas y orientaciones de las estructuras y objetos metálicos y/o artificiales, entre otros.
- **climáticos y antrópicos:** temperatura, lluvia, viento, rocío, niebla, heladas, nevadas, uso de la tierra, laboreo, construcciones, etc.

La combinación de todos ellos al momento de la adquisición se traduce finalmente en una imagen muy rica en información, útil para el gran abanico de aplicaciones existentes y que, sin duda, SAOCOM puede generar.

# Definición de áreas de montaña de la República Argentina de la parte continental americana e Islas Georgias del Sur

Las montañas constituyen un ecosistema frágil que ocupa un 22% de la superficie terrestre y alberga un 13% de la población mundial<sup>1</sup>. Los procesos naturales de la Tierra y el cambio climático afectan estas regiones, como así también, las costumbres y supervivencia de sus habitantes. En Argentina, las regiones montañosas ocupan alrededor de un tercio de su territorio y los habitantes de estas regiones rurales conviven con peligros naturales y antrópicos que modifican su entorno permanentemente.

El desarrollo de políticas regionales y programas de asistencia a la población en regiones montañosas tiene complicaciones particulares. En este contexto, la entonces Dirección de Políticas Regionales de la Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Provincial del Ministerio del Interior, solicitó al Servicio Geológico Minero Argentino – SEGEMAR elaborar una definición y delimitación de las áreas con desniveles topográficos o áreas de montaña. Se acordó elaborar una definición genética y geográfica del término montaña conjuntamente con el Instituto Geográfico Nacional – IGN.

Estas tres instituciones integran el Comité para el Desarrollo Sostenible de las Regiones Montañosas de la República Argentina<sup>2</sup>, en el marco del cual también se trató el tema como una necesidad, teniendo en cuenta la diversidad de variables consideradas por distintas organizaciones internacionales para delimitar áreas montañosas. Uno de los pocos países que cuentan con una definición de montaña es España,

pero la gran mayoría no la tiene.

La definición de montaña es muy importante para elaborar y acotar el alcance de los planes de contingencia y ayuda en regiones afectadas por procesos catastróficos naturales o producidos por actividades humanas. Es importante también definir un área de incumbencia mayor a la de la definición geográfica y genética, que incluya a todas las poblaciones y ciudades que se desarrollan al pie de las montañas, como por ejemplo Ushuaia, San Carlos de Bariloche y San Rafael, entre otras.

## Definiciones

El término **montaña** (*del latín montanea, mons, montis, monte; éstos del griego men, sobresalir*) se define como una elevación natural del terreno, con cima de superficie relativamente pequeña que domina el territorio circundante.

Desde el punto de vista geográfico, las condiciones necesarias para calificar de montaña a una prominencia varían según los lugares. Dada la gran diversidad de zonas montañosas no es posible ni deseable establecer una definición universal, debiéndose tomar distintos elementos para definir las montañas y sus límites, tanto características naturales como factores humanos. Entre los criterios más comunes utilizados en distintas definiciones se encuentra la altura y la pendiente.

La clasificación recomendada por la FAO<sup>3</sup> y utilizada en el marco del Comité de Montaña<sup>4</sup> previo a la realización de esta publicación es la utilizada por UNEP-WCMC<sup>5</sup>, en donde por encima de los 2.500 metros de altitud la masa continental siempre se clasifica como zona montañosa, indepen-

dientemente de la pendiente; por debajo de los 2.500 metros y por encima de los 300 metros, se considera zona montañosa si el territorio tiene cierto grado de pendiente y una morfología local variable.

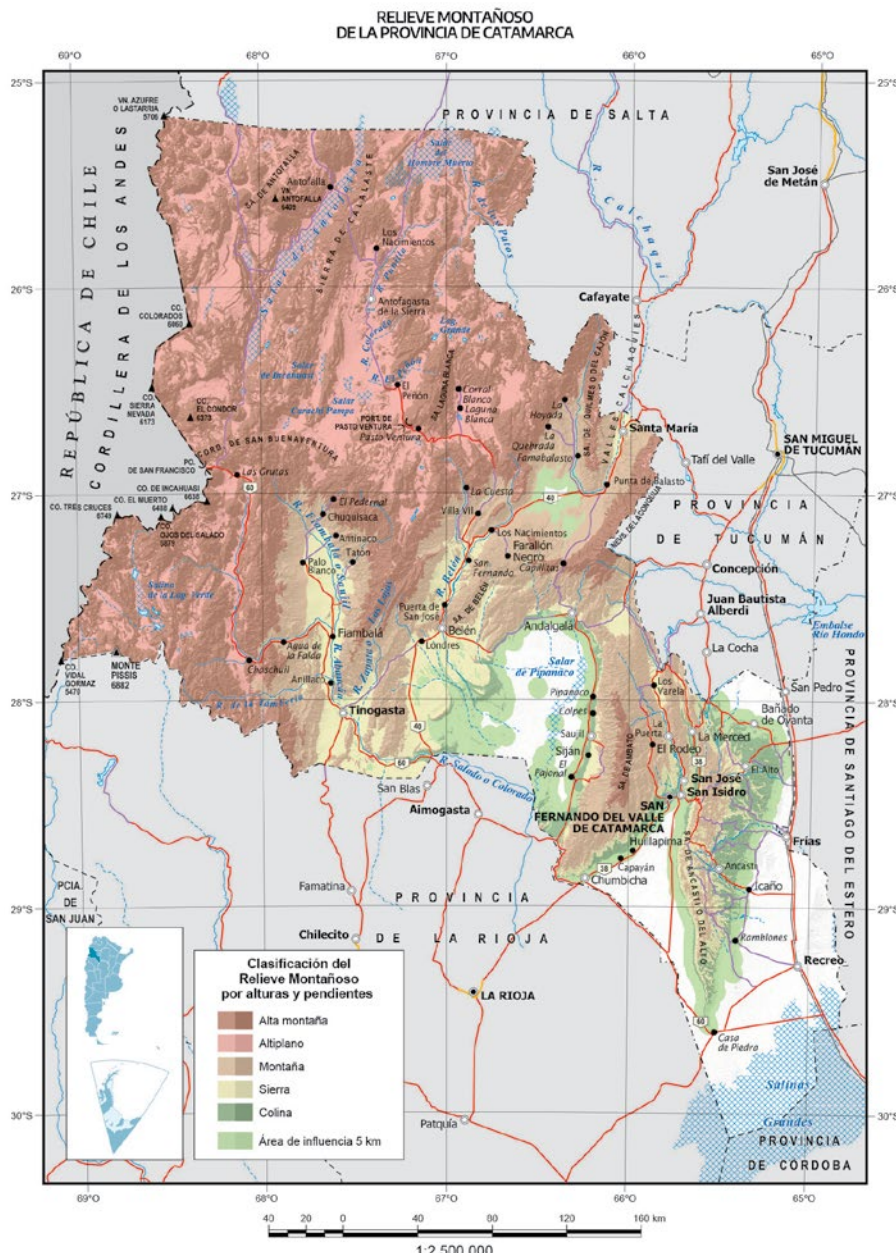
Desde el punto de vista geológico, la montaña es una geoforma compleja, debida a la interacción entre tectónica y procesos superficiales condicionados por el clima. Un conjunto de montañas constituye un Sistema Montañoso que se considera una unidad en cuanto a su edad y génesis; estos sistemas incluyen las planicies de altura.

Los sistemas montañosos suelen presentar las siguientes características:

- Procesos erosivos activos vinculados con la tectónica y el clima: cambios del nivel de base, acción de los ríos, vientos, precipitaciones, glaciares, etc.
- Según su altura, constituyen barreras para los vientos, promoviendo la descarga de precipitaciones.
- Pisos de vegetación asociados al suelo, al clima y a la altura.
- Alto potencial en recursos naturales no renovables (minería, hidrocarburos, geotermia).
- Cambios dinámicos en los sistemas ecológicos y en la biodiversidad en general.
- Ocurrencia de eventos catastróficos episódicos (terremotos, erupciones volcánicas, deslizamiento de laderas, caída de rocas, aluviones, etc.).
- Las poblaciones que habitan en estas zonas en muchos casos realizan actividades de tipo trashumante, como la ganadería extensiva, con utilización estacional de los diferentes ambientes montañosos.
- Atractivo escénico y alto potencial turístico.

1 Alianza para las Montañas - FAO (2016) | 2 El Comité de Montañas Argentino se conformó a través de un Acta Constitutiva el día 2 de mayo de 2005 y Resolución 439/2020 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Constituido inicialmente por 8 organismos públicos que tienen vinculación con las montañas, actualmente está representado por 29 Instituciones del Estado Nacional. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene a su cargo la Presidencia, la Secretaría de Agricultura Familiar, Coordinación y Desarrollo Territorial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la Vicepresidencia y la Dirección de Asuntos Ambientales (DIGMA) del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto es el punto focal internacional. | 3 FAO (Food and Agriculture Organization) | 4 (FAO, 2011) Diagnóstico Nacional de zonas montañosas de la República Argentina | 5 UNEP-WCMC (United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre) | 6 NGA (National Geointelligence Agency, Estados Unidos de América)





Clasificación	Altura (msnm)	Pendiente (%)
Alta Montaña	>3.000	>10
Altiplano	>3.000	<10
Montaña	2.000 - 3.000 1.000 - 2.000	>2 >10
Sierra	1.000 - 2.000 500 - 1.000	1-10 >10
Colina	500 - 1.000 300 - 500	2-10 >10
Área de influencia	5 km	

TABLA. Clasificación del Relieve Montañoso en la Parte Continental Americana de la República Argentina.

- Importante valor cultural.
- Son sistemas particularmente vulnerables ante el impacto producido por las actividades humanas.

La República Argentina tiene un extenso territorio con un 30% de su superficie caracterizado por sistemas montañosos, donde se han radicado poblaciones de diferente magnitud, historia y cultura. Esas poblaciones dependen de las montañas tanto para la provisión de recursos (agua, energía, minerales) como para la realización de actividades productivas y recreativas. Por ello, es importante que la población, las autoridades responsables y tomadores de decisión tengan conocimiento y comprendan cómo se formaron y evolucionaron las montañas, y los diferentes procesos naturales que las modifican. De este modo, se podrán establecer formas de interrelación de los habitantes con su entorno montañoso, facilitar la implementación de políticas públicas de ordenamiento territorial, de desarrollo y de gestión y reducción del riesgo de desastres.

### Criterios de delimitación de las áreas montañosas

Sobre la base de las consideraciones expuestas y la clasificación utilizada por UNEP-WCMC, descrita en el apartado anterior, se ha establecido una clasificación teniendo en cuenta los datos de alturas y pendientes del Modelo Digital de Elevaciones (MDE), obtenido a partir de la Misión Topográfica Radar Shuttle - SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Este MDE fue mejorado en el área que abarca nuestro país a través de un procesamiento realizado por personal del IGN, generando una versión actualizada con una resolución de píxel de 45 metros (NGA<sup>6</sup> -IGN Argentina).

La clasificación utilizada aquí, a diferencia de la UNEP, es más detallada con respecto a la pendiente en las zonas con alturas menores a 2.500 msnm. Además de las características físico naturales del terreno, se incorporó a la clasificación un área de influencia de 5 km con el fin de incluir a los asentamientos que se sitúan al pie de las montañas, que si bien no entran dentro de la clasificación, mantienen una relación estrecha con las mismas.

**Documentación y acceso a la capa vectorial:**

<https://www.ign.gov.ar/AreaServicios/Publicaciones>

# Toda una vida al servicio de la

Emiliano Fernández Lascano \*

“Sentir que veinte años no es nada”, cantaba Gardel en su inolvidable tango Volver... pero ¿qué opinaría de cumplir más de 140 años? Para un organismo técnico como lo es el Instituto Geográfico Nacional el relevamiento del terreno es moneda común pero ¿cómo medir la calidad del tiempo desde su fundación? El 05 de diciembre de 2019 el Instituto Geográfico Nacional no sólo celebró más de un siglo al servicio de la geografía argentina, también honró a las mujeres y hombres que brindaron miles de jornadas de trabajo desarrollando una infraestructura de conocimiento y tecnología en la que se desenvuelve el quehacer geográfico del país. ....¿pero cuándo comenzó todo?

El nacimiento del Instituto Geográfico se identifica con la creación de la Oficina Topográfica Militar, en 1879. En aquel tiempo

Julio Argentino Roca, entonces Ministro de Guerra y Marina del Presidente Nicolás Avellaneda, creó la mencionada Oficina y puso a cargo de la misma al Tcnl. Manuel J. Olascoaga.

Durante algún tiempo fue sólo una oficina pero en el año 1904, adoptó la denominación de Instituto Geográfico Militar. Unos años después, en 1919, el Gobierno Nacional le asignó la tarea de elaborar la cartografía oficial del territorio argentino así como los trabajos geodésicos para apoyar la actividad civil.

Pero si tenemos que marcar un hito en su historia, sin lugar a dudas es el año 1941. El 03 de Octubre de ese año se sancionó La Ley de la Carta donde comenzó de forma sistemática y regular la realización de trabajos geodésicos y levantamientos

topográficos en todo el territorio nacional. De este modo se oficializó la labor a lo largo y ancho del país cortando maleza en lo profundo de la selva o haciendo una bajada al río para el carro aguatero. Aquel antiguo esfuerzo y sudor humano sellaron los cimientos del trabajo de campo.

En el año 1965 la Ley N° 16.828 extendió sus tareas al cubrimiento fotográfico del país, sumergiendo al Organismo en la era de la fotogrametría.

En 1983 la antigua Ley de la Carta se reemplazó con la Ley N° 22.963 y ensanchó las tareas del Instituto Geográfico hasta las gélidas tierras del continente blanco con el fin de obtener la cartografía básica en el territorio continental, insular y antártico de la República Argentina, a la vez que descentralizó el organismo.







# geografía argentina

Con la llegada de nuevas tecnologías se pudo observar, comprender y enseñar las características del territorio argentino con mayor celeridad, por eso en 1992 se inició el Sistema de Información Geográfica (SIG) confeccionado a partir de la cartografía básica oficial del país a escala 1:250.000 cuyo origen fueron las cartas topográficas.

Un tiempo después, en el año 1998 mediante la Ley N° 24.943, se le asignó la fiscalización de las publicaciones cartográficas, tarea que tradicionalmente estuvo en sus manos.

Finalmente en 2009 se dio inicio a una nueva etapa institucional con el cambio de denominación de Instituto Geográfico Militar a Instituto Geográfico Nacional. De este modo se materializó un nuevo hito

mirando al futuro pero con la esencia del camino trazado por sus antecesores.

Entrado ya el siglo XXI y con el auge de las redes sociales, nuestro Organismo encontró nuevas herramientas para difundir las actividades, proyectos, productos o servicios. Los mapas interactivos o los atlas multimedia reforzaron nuestra llegada a la educación inicial y construimos puentes de comunicación con docentes y alumnos de todo el país.

Durante la última década, la adquisición de una cámara fotogramétrica digital de 5 bandas y la paulatina incorporación de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) permitió realizar relevamientos aerofotogramétrico en menor tiempo y con mayor calidad. Por ultimo, en el año 2016 se ofi-

cializó el nuevo Sistema de Referencia Vertical Nacional (SRVN16), producto del reajuste de la red de nivelación de Alta Precisión, que considera los efectos del campo gravitatorio terrestre en la determinación de alturas.

Más allá de años, leyes, tecnologías o denominaciones, la historia del organismo se asienta en el empeño del trabajador anónimo que, desplegando sus actividades por todos los rincones del país, estudiando regiones tan dispares, desde la selva paranaense o la Cordillera de los Andes hasta la Puna o los glaciares de la Antártida, trazó el camino a recorrer desde 1879.



# Atlas Nacional Interactivo de

## Una publicación indispensable

Anaía Almirón\*, Melina López Calvo\*\* y Eugenia Arnodo\*\*\*



*El Atlas Nacional Interactivo de Argentina (ANIDA) es una publicación en desarrollo del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Su elaboración se lleva adelante en el marco de la Coordinación de Investigación y Desarrollo dependiente de la Dirección de Planificación, Investigación y Desarrollo.*

*ANIDA es el primer atlas nacional de la República Argentina disponible en internet y de acceso público y gratuito. Esta publicación presenta una recapitulación y generalización de conocimientos científicos e información geográfica actualizada, confiable e integrada en diversos campos de la geografía de nuestro país.*

\* Profesora de Geografía, UBA. Coordinadora del ANIDA, Dirección de Planificación, Investigación y Desarrollo. Instituto Geográfico Nacional. [aalmiron@ign.gob.ar](mailto:aalmiron@ign.gob.ar)

\*\* Licenciada en Geografía, UBA. Asesora técnica, Dirección de Planificación, Investigación y Desarrollo. Instituto Geográfico Nacional. [mlopezcalvo@ign.gob.ar](mailto:mlopezcalvo@ign.gob.ar)

\*\*\* Diseñadora gráfica, UBA. Asesora técnica, Dirección de Planificación, Investigación y Desarrollo. Instituto Geográfico Nacional. [earnodo@ign.gob.ar](mailto:earnodo@ign.gob.ar)

### Principales objetivos

- Construir una herramienta de visualización, consulta y acceso a información que permita describir, analizar y explicar la realidad geográfica de la República Argentina sobre la base de una colección de mapas y de contenidos en distintos formatos adecuados a cada una de las temáticas que son objeto de estudio.
- Constituirse en una obra que describa con sustento científico la geografía de Argentina mediante la recapitulación de conocimientos e información generada por distintos especialistas en las temáticas abordadas, sean ellos productores formales, analistas y/o investigadores, pertenecientes a organismos públicos, como así también a ámbitos académicos y de investigación.
- Proveer una visión lo más coherente, completa y actualizada posible de la rica y compleja geografía de Argentina, que despierte y satisfaga el interés por conocer las manifestaciones de los fenómenos y procesos que caracterizan al territorio argentino y las complejas interrelaciones e interdependencias entre los distintos elementos que lo conforman.
- Contribuir a reducir la inevitable tensión entre la profundidad del tratamiento de los temas y los alcances de la difusión, a través de la selección rigurosa de los indicadores más significativos, por una parte, y de la posibilidad de acceder a distintos niveles de información y tratamiento, por la otra.





# Argentina

## para conocer nuestro país

El conocimiento y la información geográfica se presentan mediante una estructura temática organizada en secciones. Las secciones temáticas surgen a partir del agrupamiento de contenidos cuya información presenta características comunes y se organizan en temas particulares o parciales que se despliegan de un asunto general.



### ARGENTINA Y EL MUNDO

Presenta a Argentina en su condición de Estado desde la óptica de la geografía política, proporcionando la información básica necesaria para conocer y comprender la realidad internacional del país, en el pasado y en la actualidad.



### ARGENTINA FÍSICO-NATURAL

Argentina presenta una amplia diversidad en sus condiciones físicas y naturales. Esta sección describe las características de los elementos y procesos físico-naturales del territorio argentino.



### ARGENTINA SOCIO-DEMOGRÁFICA

Describe las características socio-demográficas más destacadas de los habitantes de Argentina, brindando información detallada y actualizada de la población y la sociedad del país de modo que el usuario pueda comprender su situación y realizar un análisis crítico de la temática.



### ARGENTINA ECONÓMICA

Describe las características cuantitativas, cualitativas y territoriales de la economía argentina, proporcionando la información necesaria para la comprensión y análisis crítico de su enorme potencial, alcances y limitaciones.



### ARGENTINA AMBIENTAL

Realiza una aproximación al carácter complejo e interrelacionado del ambiente en el que viven los habitantes de Argentina, dado por las múltiples dimensiones que abarca, tanto en el plano de la realidad social como del sistema natural, y las múltiples combinaciones entre estas dos dimensiones, variables en cada momento y lugar de nuestro país.

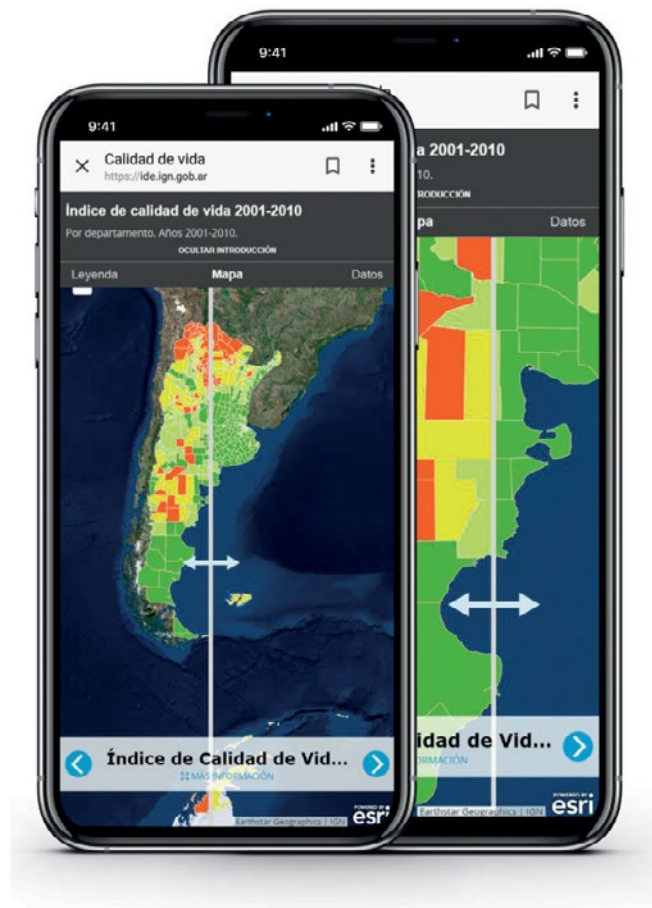


### ARGENTINA POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Describe el sistema político-administrativo del país y las provincias, proporcionando la información necesaria para la comprensión del sistema de gobierno nacional y provincial y sus principales políticas.

## Contenidos de ANIDA

ANIDA reúne cartografía temática, información geoespacial y textos explicativos enriquecidos con diversos recursos gráficos y multimedia (gráficos y tablas estadísticas, esquemas y dibujos, fotografías, videos, entre otros). Cada uno de estos elementos se interrelaciona con el resto para desarrollar los contenidos temáticos de un modo integrado que contribuyan a un tratamiento de los temas lo más completo posible.



## Formas de aprovechamiento

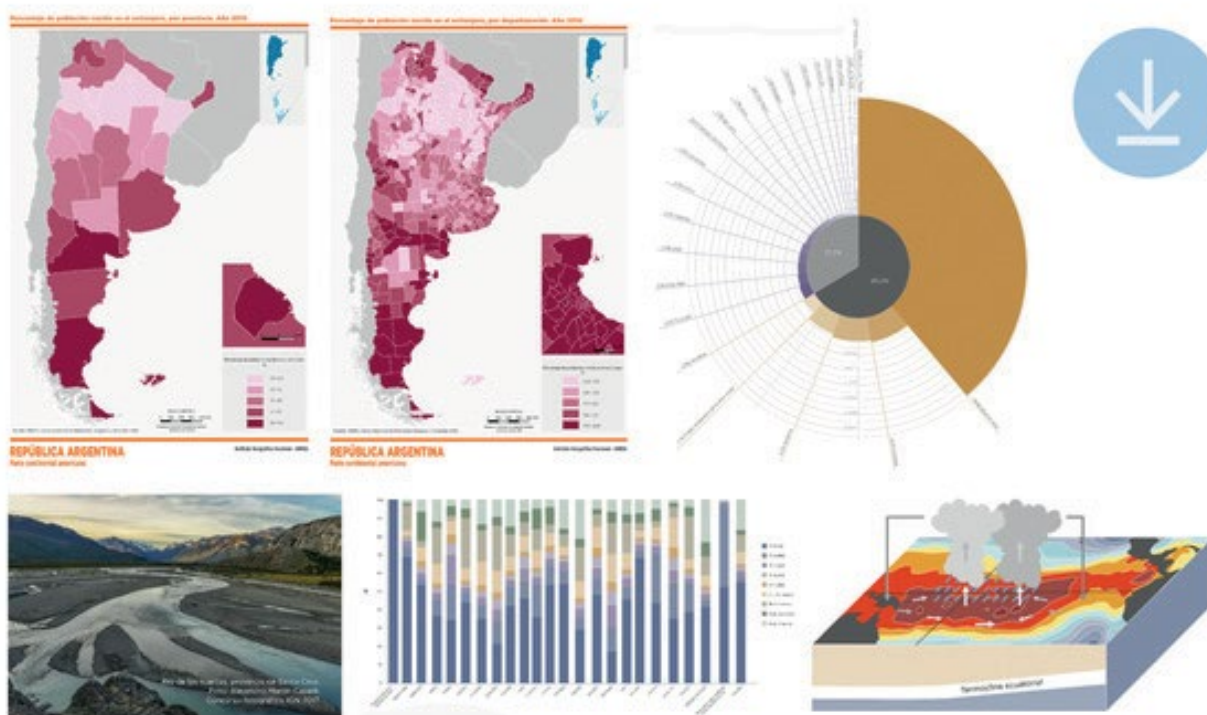
Todo el contenido de ANIDA es aprovechable gracias a herramientas interactivas visualmente amigables y atractivas. Los usuarios pueden aprovechar los contenidos a través de la visualización, la consulta y el acceso a la información y los conocimientos de la publicación. Así por ejemplo, pueden emplear mapas interactivos para visualizar información geoespacial, consultar información oficial actualizada y definiciones de los principales conceptos y, además, realizar descargas de mapas, tablas de datos y toda la diversidad de recursos de textos y gráficos disponibles.

Estas formas de aprovechamiento se adaptan a distintos tipos de usuarios ya que ANIDA permite el acceso a variados niveles de lectura, análisis e interpretación, de manera profunda pero accesible.

Además, la publicación se adecua a las características de distintos dispositivos gracias a su diseño adaptable, por ejemplo notebook, celulares, tablet y en monitores de diferentes tamaños.







## Metodología de trabajo

ANIDA es uno de los desarrollos más complejos y ambiciosos del IGN que se destaca por el trabajo conjunto de profesionales e investigadores de instituciones públicas, tanto del sector gubernamental como del sector universitario, especialmente del sistema científico-tecnológico nacional, como responsables técnicos de los contenidos. Por otra parte, los organismos gubernamentales participan asistiendo en la provisión de información para nutrir las bases de datos del Atlas. Este trabajo conjunto no podría llevarse adelante sin la participación y colaboración de personal de otras áreas del IGN, como de Producción cartográfica; Información geoespacial, Tecnologías de la información y Relaciones institucionales.

## Comunidad de usuarios

ANIDA responde a las inquietudes, intereses y necesidades de docentes, estudiantes, investigadores, profesionales y todas aquellas personas que quieran tener una visión sintética y explicativa de la geografía de Argentina, sirviendo a la vez al ámbito de gobierno para la toma de decisiones sobre el territorio.

De esta manera, ANIDA se integra en el conjunto de productos y servicios que el IGN ofrece a la comunidad, en cumplimiento de uno de sus principales objetivos institucionales de promover la difusión de conocimientos y publicar información geográfica

y geoespacial en distintos formatos, que contribuyan con su aporte a los distintos niveles estatales, comunidad científica, educativa y pública en general.

## Continuidad de ANIDA

La elaboración de nuevas publicaciones, la actualización de información y la mejora de todos los procesos de diseño, producción y publicación, hacen de ANIDA un desarrollo continuo. Este desarrollo es a la vez una invitación a profesionales e investigadores del ámbito gubernamental y académico-científico a integrarse al equipo de colaboradores.

ANIDA logró construir una herramienta en línea interactiva que permite conocer diversos fenómenos y procesos que caracterizan al territorio argentino. El sitio web de ANIDA se ha lanzado oficialmente en abril de 2019 y consecuentemente se lo ha puesto a conocimiento público a través de las redes sociales y presentaciones en eventos institucionales y académicos de interés.

Todos estos logros que suponen un avance en la concreción del ANIDA confluyen en un objetivo más superador aún, de gran aporte a la Defensa Nacional, que es mejorar el conocimiento del territorio argentino.

acceso directo [anida.ign.gov.ar](http://anida.ign.gov.ar)

# INFORMACIÓN GEOESPACIAL

## Datos Básicos y Fundamentales para la Gestión Pública

Alejandro Puchet\*

La determinación de los Datos Básicos y Fundamentales (DByF) resulta de suma importancia para los organismos que vayan a conformar una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), ya que dichos datos son considerados esenciales para la realización de proyectos que involucren información geoespacial en el abordaje de diferentes campos temáticos (desarrollo urbano, educación, salud, defensa, energía, entre otros).

Las IDE publican numerosas capas de información geoespacial agrupadas en clases y subclases, algunas de las cuales son imprescindibles como insumo en los procesos de construcción de mapas temáticos, como los límites político-administrativos, la red vial y las localidades, por ejemplo. Estas capas, consideradas fundamentales, representan el contenido mínimo y necesario para conformar un mapa base sobre el cual construir y visualizar otros datos espaciales específicos, denominados temáticos.

En este sentido, consideramos que los DByF constituyen un insumo esencial tanto para el diseño de políticas públicas en general, como para el desarrollo de una planificación estratégica territorial por parte de diversos niveles de gobierno y en diferentes escalas (nacional, regional, provincial y local).

### DATOS BASICOS

### Y FUNDAMENTALES

Para poder establecer cuáles son los datos fundamentales (también denominados “de referencia”, “principales”, “de base” o “datos marco”) que permitan generar proyectos de intercambio de información entre diferentes instituciones, es preciso tener una visión unificada entre los productores y usuarios sobre la información geoespacial. Esta armonización de opiniones es muy relevante para garantizar la interoperabilidad en una IDE, al mismo tiempo que permiten ahorrar tiempo y recursos.

La construcción de los DByF representa el esfuerzo de todos los actores involucrados para crear una fuente amplia y consistente de objetos geográficos básicos. Para lograr este objetivo es indispensable definir con precisión lo que constituye un conjunto de datos fundamentales, teniendo siempre presente que la información geográfica es dinámica. Existen distintos métodos para decidir cuáles serán las capas consideradas como fundamentales. Tal como lo expresa el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), esta decisión puede estar a cargo de la Oficina Cartográfica Nacional, decidirse en conjunto con los proveedores de datos, o bien ser fruto del consenso con la comunidad.

Los datos considerados como básicos deben estar normalizados, disponibles, actualizados constantemente y ser fuente fiable para la generación

de nuevos datos. Además, son considerados como datos fundamentales si dentro de sus características se identifican las siguientes:

- Son la base sobre la cual se construyen otros datos espaciales.
- Permiten la localización espacial de datos, la consolidación de los mapas base de referencia y el mejor análisis de datos estadísticos.
- Sirven como datos base para la resolución de problemas.
- Son complementados con los datos específicos de los usuarios.
- Proveen una base para que los usuarios puedan superponer y compartir sus datos, además de proveer datos geográficos básicos en un formato común y accesible, de tal manera que las organizaciones puedan enfocar sus esfuerzos en sus propias aplicaciones y actividades.

### MARCO INTERNACIONAL

*Comité de Expertos de Naciones Unidas sobre Gestión Global de la Información Geoespacial*

La necesidad de un conjunto de temas fundamentales a escala global para respaldar la información geoespacial ha sido reconocida y reiterada por el Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM) en sus reuniones a partir de 2014.

\* Licenciado en Geografía (UBA). Director de Información Geoespacial / Instituto Geográfico Nacional. apuchet@ign.gob.ar.  
Con la colaboración de Florencia Manduca, Geógrafa (UNCuyo).



En la quinta sesión del Comité de Expertos, llevada a cabo en Nueva York en agosto de 2015, se acordó que existía "una necesidad urgente de un conjunto de temas de datos geoespaciales fundamentales globales que puedan armonizarse para permitir la medición, el monitoreo y la gestión del desarrollo sostenible de manera coherente en el tiempo y para facilitar la toma de decisiones y la formulación de políticas basadas en evidencia" (UN-GGIM, 2017: 2. Traducido por el autor).

Más adelante, en la séptima sesión del Comité de Expertos celebrada en la misma ciudad en agosto de 2017, se aprobó el proyecto presentado por el Comité Regional Europeo (UN-GGIM: Europa) referido a la lista mínima de temas de datos geoespaciales fundamentales a nivel mundial. También se expresó el apoyo a Europa para que continúe desarrollando más detalles de cada tema y elabore planes para promoverlos. Los catorce temas que se consideran fundamentales son: Marco de Referencia Geodésico Global, Direcciones, Edificios y Asentamientos, Elevación y Profundidad, Áreas Funcionales, Nombres Geográficos, Geología y Suelos, Cobertura y Uso del Suelo, Catastro, Ortoimágenes, Infraestructura Física, Distribución de la Población, Red de Transporte e Hidrografía.

Por último, en la octava sesión llevada a cabo en Nueva York en agosto de 2018, el Comité de Expertos aprobó la descripción de cada uno de esos temas referida, al siguiente contenido: título, descripción, motivo de que cada tema se considere como fundamental, vinculación con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que ayudará a cumplir, características, posibles fuentes y estándares.

## Instituto Panamericano de Geografía e Historia

En el ámbito regional, el IPGH denomina a los DByF como "datos geoespaciales fundamentales" y los define como "datos geográficos producidos con el propósito de servir para georreferenciar cualquier otro conjunto de datos temáticos. Proporcionan un modelo neutro y abstracto de la realidad, que sirve como base para generar modelos temáticos o particularizados en diferentes campos de aplicación" (IPGH, 2017: 7).

Este organismo propone once temas a considerar como datos fundamentales: Marco de Referencia Geodésico, Relieve, Unidades Administrativas, Hidrología, Redes de Transporte, Poblaciones, Catastro, Direcciones, Nombres Geográficos, Imágenes y Cobertura del suelo.

## DATOS BASICOS Y FUNDAMENTALES EN ARGENTINA

En el caso nacional, desde la comunidad de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina


 <b>IDERA</b> Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina		DATOS BÁSICO Y FUNDAMENTALES DEL CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS
CÓDIGO	CLASE	OBJETO
01	INDUSTRIA Y SERVICIOS	Área de explotación hidrocarburífera
		Área de fabricación y procesamiento
		Central eléctrica
		Línea de transmisión eléctrica
		Planta transformadora
		Torre de comunicación
		Ducto
02	GEOGRAFÍA SOCIAL	Planta de tratamiento de residuos
		Asentamiento humano
		Planta urbana
		Registro del estado civil y capacidad de las personas
		Establecimiento educativo
03	TRANSPORTE	Institución universitaria
		Edificio de salud
		Ferrocarril
		Estación ferroviaria
		Red vial
		Calle
		Estación de ómnibus
		Puerto
		Vía navegable
		Hidrovia
		Aeródromo
		Puesto de control
		Puente
04	HIDROGRAFÍA Y OCEANOGRAFÍA	Túnel
		Isla
		Curva batimétrica
		Corriente de agua
		Dique
05	GEOGRAFÍA FÍSICA	Espejo de agua
		Curva de nivel
		Cerro
		Volcán
		Área protegida
		Reserva de la Biosfera
		Sitio Ramsar

Figura 1: Datos Básicos y Fundamentales del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Parte 1.

na (IDERA) se define como prioritario la identificación, producción, integración, publicación y actualización de los DByF, lo cual queda reflejado en los objetivos específicos del Plan Estratégico Anual definido por la Asamblea de IDERA.

De hecho, en el marco de los estándares de IDERA, se considera como fundamentales a los datos geoespaciales básicos de cobertura nacional, provincial o local que representan los objetos geográficos más relevantes y que son utilizados como insumo por organismos e instituciones involucradas en la toma de decisiones sobre diversos ámbitos de la gestión pública y privada, especialmente en la planificación estratégica territorial, el desarrollo urbano y el diseño de las políticas públicas con clivaje en el territorio tendientes a lograr el desarrollo sostenible del país (IDERA, 2016).

Durante 2018, con el fin de alcanzar el objetivo específico de publicar y actualizar los DByF, desde la Coordinación Ejecutiva (C.E.) de IDERA, dependiente del Instituto Geográfico Nacional, se convocó en una primera instancia a los organismos nacionales productores de información geoespacial susceptible de ser catalogada como básica y fundamental.

Cabe destacar que la institución encargada de proporcionar cada DByF es aquella cuya competencia orgánico-funcional establece que es responsable de producir, integrar, publicar y/o actualizar el dato geográfico.

En el caso en que alguna institución no cuente coyunturalmente con normativa en la materia o con tecnología específica, desde la C.E. de IDERA se ha recomendado que los datos sean generados por el organismo con mayor capacidad técnica o por aquel que los ha comenzado a producirlos primero ante la necesidad de contar con esa información.

En el marco de la mencionada convocatoria a los organismos nacionales, se trabajó junto a funcionarios y técnicos para analizar el estado de situación de los DByF y alcanzar la meta de lograr la publicación de la mayor can-


 <b>IDERA</b> Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina		DATOS BÁSICO Y FUNDAMENTALES DEL CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS
CÓDIGO	CLASE	OBJETO
07	DEMARCACIÓN	Línea de base normal
		Línea de base recta
		Línea de costa
		Límite del lecho y subsuelo
		Límite lateral marítimo
		Límite del Mar Territorial Argentino
		Mar Territorial Argentino
		Límite de la Zona Contigua Argentina
		Zona Contigua Argentina
		Límite de la Zona Económica Exclusiva Argentina
		Zona Económica Exclusiva Argentina
		Límite de la Plataforma Continental
		Plataforma Continental
		Límite de gobierno local
		Límite interdepartamental o de partido
		Límite interprovincial
		Límite internacional
		Límite de Zona de Frontera
		Zona de Frontera
		Municipio
		Departamento
		Provincia
		País
11	CATASTRO	Red RAMSAC
		Red Geocéntrica
		Red Altimétrica
12	UNIDADES GEOESTADÍSTICAS	Red gravimétrica
		Parcela
		Manzana
		Sección
		Fracción censal
		Radio censal

Figura 2: Datos Básicos y Fundamentales del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Parte 2.

tividad de datos geográficos bajo los estándares de IDERA.

A partir de los resultados del diagnóstico, se determinó la necesidad de ampliar el listado de **Datos Básicos y Fundamentales a 69 objetos geográficos**, organizados en ocho clases: Industria y Servicios, Geografía Social, Transporte, Hidrografía y Oceanografía, Geografía Física, Demarcación, Catastro y Unidades Geoestadísticas (ver Figuras 1 y 2). Asimismo, se acordó identificar a los organismos de acuerdo a su responsabilidad (producción, integración, publicación), realizar un monitoreo periódico del estado de publicación de los DByF desde la C.E. y brindar apoyo técnico a los organismos que lo requieran.

Los DByF publicados por los organismos miembros de IDERA pueden ser visualizados en el Visor de Mapas (<https://mapa.idera.gob.ar>), que permite consultar las capas de información geoespacial y sus atributos, utilizando como mapa base el Argenmap, desarrollado por el IGN. Este tipo de servicio permite que la comunidad técnica que maneja herramientas SIG o cualquier usuario puedan acceder a información geoespacial para visualizarla, editarla o gestionarla de acuerdo a sus necesidades.

En la actualidad, se está desarrollando un proceso de revisión del listado de DByF, sumando los aportes de las jurisdicciones provinciales y muni-



cipales a los ya realizados por los organismos nacionales; con el fin de identificar nuevos objetos geográficos y definir responsabilidades sobre la producción, integración y publicación de la información geoespacial en función de las competencias y posibilidades técnicas de cada jurisdicción.

## A MODO DE CONCLUSIÓN

Enmarcada en la tendencia internacional de mejora de las condiciones de producción, integración, publicación e interoperabilidad de la información geoespacial, la Argentina tiene la oportunidad de consolidar el lugar destacado que ocupa en el escenario regional. Para ello, la publicación oportuna de los Datos Básicos y Fundamentales, cumpliendo estándares de procesos y de calidad, es prioritaria para el fortalecimiento de una IDE como herramienta esencial de la gestión pública en general, y la planificación estratégica territorial en particular.

En suma, consideramos que el acceso libre a la información geoespacial, precisa y oportuna, permite fortalecer y optimizar los procesos de diagnóstico, diseño e implementación de políticas públicas y, en definitiva, permite acceder a mejor información para la toma de decisiones en todos los niveles y ámbitos de gobierno.

## BIBLIOGRAFÍA

INICIATIVA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA GESTIÓN GLOBAL DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (UN-GGIM) (2013). Tendencias a futuro en la gestión de información geoespacial: La visión de cinco a diez años. Primera edición. Nueva York: UN-GGIM. ISBN: 978-0-319-08792-3. Fecha de consulta: 2019-07-05. Recuperado en:

<http://ggim.un.org/documents/UN-GGIM%20Tendencias%20a%20futuro-%20DEF.pdf>

COMITÉ DE EXPERTOS DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA GESTIÓN GLOBAL DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (UN-GGIM) (2017). Seventh session: Determination of global fundamental geospatial data themes. Nueva York: UN-GGIM. Fecha de consulta: 2019-07-06. Recuperado en:

<http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/7th-Session/documents/E-C20-2017-5%20Fundamental%20Data%20Themes%20Report.pdf>

COMITÉ DE EXPERTOS DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA GESTIÓN GLOBAL DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (UN-GGIM) (2018). Eighth session: Determination of global fundamental geospatial data themes. Nueva York: UN-GGIM. Fecha de consulta: 2019-07-06. Recuperado en:

[http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/E-C20-2018-7-Add\\_1-Global-fundamental-geospatial-data-themes.pdf](http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/E-C20-2018-7-Add_1-Global-fundamental-geospatial-data-themes.pdf)

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA (IPGH) (2017). Datos Geoespaciales Fundamentales. Versión 2. México. Fecha de consulta: 2019-07-09. Recuperado en:

<https://www.ipgh.org/assets/dgf.pdf>

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (IDERA) (2016). Descripción de datos básicos y fundamentales. Versión 2.0. Argentina: IDERA. Fecha de consulta: 2019-07-04. Recuperado en:

[https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/DescripcinDByF\\_V2.0\\_IDERA.pdf](https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/DescripcinDByF_V2.0_IDERA.pdf)

## Argentina tiene su Infraestructura de Datos Espaciales



# IDERA

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

La IDERA, es una red federal constituida por instituciones de diversas jurisdicciones que trabajan de forma coordinada y colaborativa, con el objetivo de poner a disposición y democratizar el acceso de la comunidad a la información geoespacial del país.

## Visualizador

Visualizador interactivo de capas, organizadas por temática y por organismos productores de información.

## Geoservicios

Servicios WMS y WFS que facilitan la inclusión de capas e información geoespacial en los proyectos propios de escritorio o web.

## Catálogo de búsqueda

Servicio de búsqueda de información geoespacial de acuerdo al catálogo de metadatos de la IDERA.

## Comunidad IDERA

Jornadas de actualización nacionales y regionales, publicaciones, cursos y capacitaciones, campus virtual.

**Conocé la información y herramientas que IDERA pone a tu disposición**

[www.idera.gob.ar](http://www.idera.gob.ar)

# Sistema de Referencia Vertical

Diego Alejandro Piñón \* y Hernán Javier Guagni \*\*

## Situación de la red de nivelación

En la actualidad, la red de nivelación está compuesta por 2022 líneas de nivelación y 33.891 pilares localizados a la vera de rutas, caminos y vías férreas. Las líneas se clasifican de acuerdo al siguiente criterio:

- Alta precisión (393 líneas, 17.916 pilares y ~59.630 km): Estas líneas dividen al territorio nacional en polígonos cerrados o mallas y en polígonos abiertos o periféricos (sobre el litoral marítimo o límites internacionales). Tienen su punto de arranque y cierre sobre puntos nodales o de primer orden. La precisión de estas líneas expresada en milímetros es igual a la raíz cuadrada de la longitud kilométrica multiplicada por un factor igual a 3, ver ecuación (1).
- Precisión (329 líneas, 7.908 pilares y ~32.240 km): Estas líneas se desarrollan en el interior de las mallas generadas por las líneas de alta precisión y dividen a cada polígono en seis u ocho partes. Tienen su punto de arranque y cierre sobre pilares de las líneas de alta precisión (FIGURA 7) o nodales (FIGURA 8). La precisión de estas líneas expresada en milímetros es igual a la raíz cuadrada de la longitud kilométrica multiplicada por un factor igual a 5, ver ecuación (1).
- Topográficas (1.298 líneas, 8.068 pilares y ~52.260 km): Estas líneas densifican las mallas. Tienen su punto de arranque y cierre sobre pilares de las líneas de alta precisión o Precisión. La precisión de estas líneas expresada en milímetros es igual a la raíz cuadrada de la longitud kilométrica multiplicada por un factor igual a 7, ver ecuación (1).



FIGURA 7: Punto altimétrico.



FIGURA 8: Nodal.

## Determinación de las alturas de los puntos de nivelación

A continuación se describen los procedimientos empleados para realizar la compensación de la red de nivelación de alta precisión en términos de números geopotenciales, la determinación de las alturas ortométricas de los pilares altimétricos de la red de alta precisión y el cálculo de las alturas de los pilares pertenecientes a las redes de nivelación de ordenes inferiores, es decir, de Precisión y Topográficas.

### Digitalización de las planillas de nivelación

En el año 2010, el IGN inició el proceso de búsqueda, organización, puesta en valor y digitalización de todas las planillas de nivelación que contenían las observaciones realizadas en el terreno (FIGURA 9). Estas libretas, mayormente manuscritas, se volcaron en planillas de cálculo digitales, con el propósito de determinar los desniveles geopotenciales.

Además de digitalizar los desniveles geométricos observados, se volcaron las distancias lineales que separan a pilares altimétricos consecutivos y que derivan indirectamente de la lectura de los hilos estadimétricos sobre las miras.

### Coordenadas de los pilares altimétricos

En sus orígenes, la red de nivelación fue concebida para brindar información al-

timétrica precisa de los puntos que la componen, y la ubicación de los pilares respondía a los siguientes criterios: a) capacidad de optimizar la compensación de la red; b) uniformidad en la distribución de los puntos en la cartografía; c) estabilidad del terreno; d) accesibilidad a la zona de trabajo; y e) perdurabilidad en el tiempo.

Debido a que los puntos altimétricos carecían (hasta hace algunos años atrás) de coordenadas, la localización de los mismos sobre el terreno se llevaba a cabo a partir de la siguiente documentación: a) monografías o croquis con la localización relativa de los puntos (FIGURA 10), b) gráficos del recorrido de las líneas de nivelación (FIGURA 11); y c) cartas topográficas.

Sin embargo, el advenimiento de la tecnología de posicionamiento satelital (GPS) favoreció considerablemente la determinación de las coordenadas de los pilares altimétricos. En el año 2010, el IGN inició un nuevo proyecto con el propósito de sistematizar el reconocimien-



FIGURA 9: Libretas de campo de la red de nivelación de alta precisión

\* M.Sc. Agrim., Director Nacional de Servicios Geográficos. [dpinon@ign.gob.ar](mailto:dpinon@ign.gob.ar)

\*\* Ing. Agrim., Responsable del Departamento Marcos de Referencia, Dirección de Geodesia, Dirección Nacional de Servicios Geográficos. [hguagni@ign.gob.ar](mailto:hguagni@ign.gob.ar)



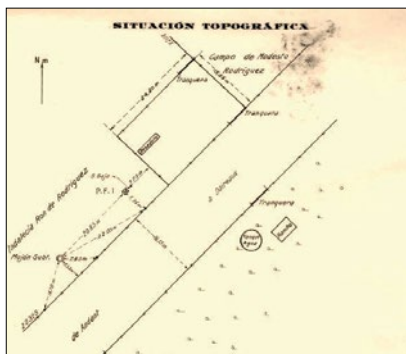


FIGURA 10: Fragmento de una monografía de un pilar altimétrico de la red de nivelación de alta precisión

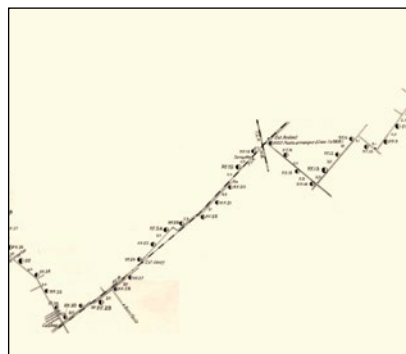


FIGURA 11: Fragmento de un gráfico de recorrido de una línea de nivelación de la red de alta precisión a escala 1:200 000

to de todas las líneas de nivelación que componen la red de alta precisión. Los objetivos principales del proyecto fueron los siguientes: a) determinar las coordenadas absolutas de los pilares altimétricos mediante el uso de navegadores GPS (precisión de las coordenadas 5-15 m); b) determinar el estado constructivo de los pilares; y c) generar un plan de acción para medir los pilares reconocidos en forma precisa mediante el uso de equipos GPS diferenciales de doble frecuencia. A

la fecha, se ha reconocido aproximadamente el 88% de las líneas de alta precisión existentes (FIGURA 12).

Por otra parte, en el año 2011, el IGN abordó un nuevo proyecto tendiente a la generación de un modelo de geoide para la República Argentina: la determinación de coordenadas precisas (en el marco de referencia geodésico oficial POSGAR07) de pilares altimétricos pertenecientes a la red de nivelación de alta precisión. Para ello, se definió una estrategia de

medición basada en el uso de 5-6 equipos GPS de doble frecuencia que operan en forma simultánea (en modo estático). A la fecha de la redacción de este informe, el proceso de medición y cálculo descripto anteriormente permitió obtener coordenadas con precisiones centimétricas de ~2.000 pilares altimétricos (FIGURA 13), que sumados a otras mediciones realizadas con anterioridad por el IGN y otras agencias, arroja un total de 2.253 puntos.

Por último, con respecto a los pilares que no pudieron ser medidos o reconocidos con GPS, sus coordenadas (aproximadas) fueron determinadas a partir de un trabajo de interpretación de monografías, gráficos de línea, cartografía histórica e imágenes satelitales. Mediante esta técnica, se ha logrado obtener precisiones de una o dos centenas de metros.

## Determinación de desniveles geopotenciales

A partir de los desniveles geométricos correspondientes a las 393 líneas de nivelación de alta precisión y los valores de la aceleración de la gravedad correspondientes a los pilares que componen dicha red, se aplicó la siguiente ecuación para determinar las diferencias de potencial entre los nodos de la red (HEISKANEN & MORITZ, 1967):

$$C_B = W_A - W_B = \sum_A^B g_{\text{promedio}} \delta H_i \quad (2)$$

donde el número geopotencial ( $C_B$ ) es la diferencia en unidades de potencial (es decir,  $\text{m}^2\text{s}^{-2}$ ) entre la superficie geopotencial  $W_A$  y la superficie geopotencial de interés, es decir,  $W_B$ .

## Elección del punto Datum

Los datums verticales seleccionados para ajustar la red de alta precisión son los siguientes: a) el Nodal 71, localizado en la ciudad de Mar del Plata (latitud  $37^\circ 59' 32,2''\text{S}$  y longitud  $57^\circ 33' 28,3''\text{O}$ ) y cuyo número geopotencial es  $121.64978 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , se utilizó para ajustar el sector



FIGURA 12: Líneas de la red de nivelación de alta precisión que han sido reconocidas



FIGURA 13: Puntos altimétricos medidos con GPS diferencial doble frecuencia

continental; y b) el PF1N(383), localizado en la ciudad de Ushuaia (latitud  $54^{\circ}48'27,4''S$  y longitud  $68^{\circ}18'16,6''O$ ) y cuyo número geopotencial es  $38.42700 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , dio origen a la red localizada en la Isla Grande de Tierra del Fuego. La elección de los puntos datums verticales y sus números geopotenciales corresponden a los valores históricos.

De acuerdo a Tocho et al. (2015), el valor del potencial  $W_0$  al cual están referidos los puntos datums de la red de alta precisión [es decir, el Nodal 71 y el PF1N(383)] es  $62.636.853,8 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ . Mientras que el  $W_0$  global propuesto por la IAG mediante la resolución número 1 del año 2015 es  $62.636.853,4 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ . Esta diferencia se traduce en un desplazamiento vertical de  $\sim 4 \text{ cm}$ .

### Ajustes por el método de mínimos cuadrados

El ajuste de la red se llevó a cabo a través del método de mínimos cuadrados, que propone minimizar la suma de todos los residuos de las observaciones al cuadrado. El sistema de ecuaciones que fue utilizado para armar las ecuaciones normales tiene la siguiente forma (WOLF & GHILANI, 2006):

$$H_i - H_j = \Delta h_{ij} + v_{\Delta h_{ij}} \quad (3)$$

donde  $H_i$  y  $H_j$  representan las alturas geopotenciales de dos nodos que han sido nivelados, y  $\Delta h_{ij}$  y  $v_{\Delta h_{ij}}$  son el desnivel potencial entre los nodos y su desvío respectivamente.

El sistema de ecuaciones resultante se expresó matricialmente de la siguiente forma:

$$\mathbf{AX} + \mathbf{B} = \mathbf{L}' + \mathbf{V} \quad (4)$$

donde  $\mathbf{X}$  y  $\mathbf{A}$  son las matrices con las incógnitas y sus coeficientes (también denominada "de diseño") respectivamente; y  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{L}'$  y  $\mathbf{V}$  son las matrices que contienen los valores geopotenciales conocidos (en este caso el del Nodal 71), las diferencias de potencial entre nodos, y los residuos de las observaciones respectivamente.

Luego, el sistema de ecuaciones normales se resolvió mediante un ajuste por mínimos cuadrados a partir de la siguiente ecuación matricial (WOLF & GHILANI, 2006):

$$\mathbf{X} = (\mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{L} \quad (5)$$

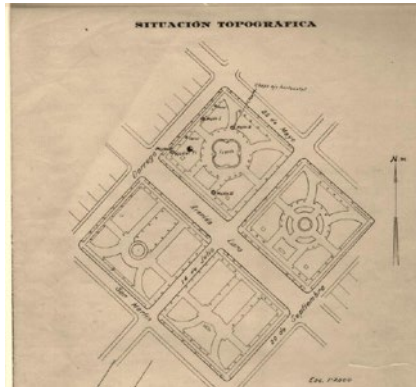


FIGURA 14: Fragmento de la monografía del Nodal 71 localizado en la Plaza Luro de la ciudad de Mar del Plata

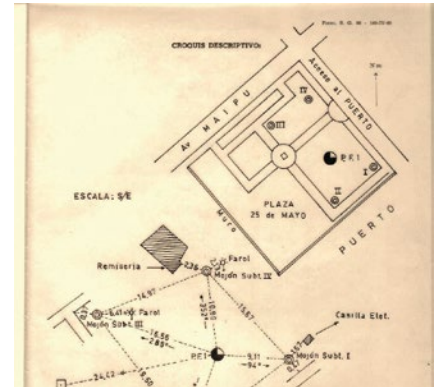


FIGURA 15: Fragmento de la monografía del PF1N(383) localizado en las proximidades del puerto de Ushuaia

donde "P" es la matriz diagonal que contiene los pesos de cada una de las diferencias de potencial, que provienen de la siguiente ecuación:

$$p_i = \frac{1}{\text{distancia}} \quad (6)$$

### Determinación de las alturas ortométricas de los puntos de la red de nivelación de alta precisión

A partir de los números geopotenciales de los nodos de la red de alta precisión determinados mediante el método de mínimos cuadrados, se calcularon los

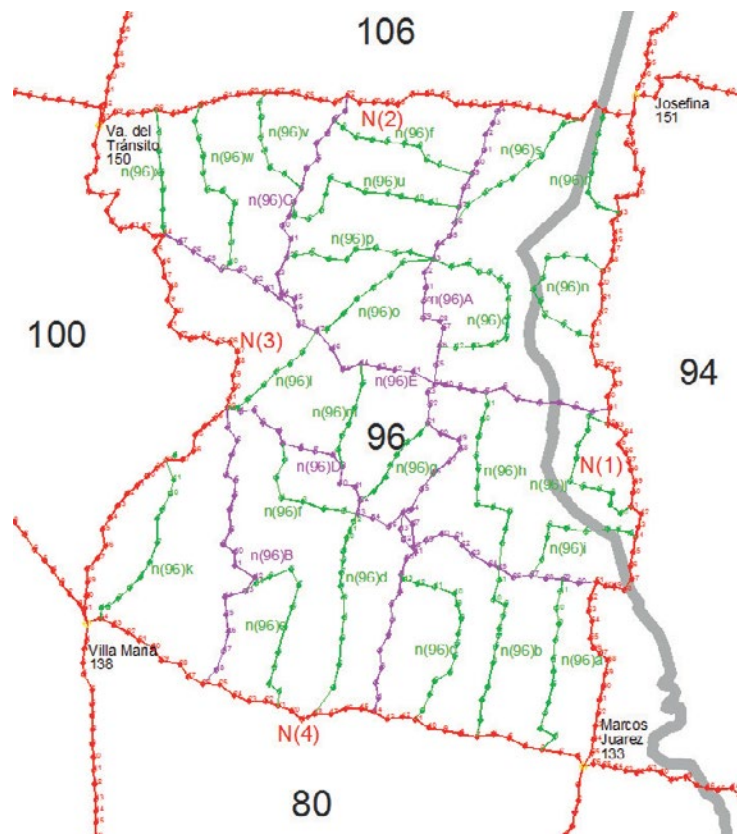


FIGURA 16: Líneas de alta precisión (color rojo), de Precisión (color violeta) y Topográficas (color verde) correspondientes al polígono 96 en la provincia de Córdoba



números geopotenciales de los pilares altimétricos intermedios, es decir, los puntos que componen cada una de las líneas de nivelación.

Luego, se procedió a determinar las alturas ortométricas de los pilares aplicando la siguiente expresión (MADER, 1954):

$$H^{\text{Mader}} = \frac{C}{\bar{g}^{\text{Mader}}} = \frac{C}{g + 0.0424 H + \frac{C_T}{2}} \quad (7)$$

donde  $\bar{g}$  es la gravedad media a lo largo de la línea de la plomada,  $g$  es la gravedad observada y  $C_T$  es la corrección topográfica.

### Determinación de las alturas ortométricas de los puntos de las redes de precisión y topográfica

Para llevar a cabo el ajuste de las líneas de órdenes inferiores se realizó un procedimiento similar al descrito anteriormente. Primeramente se ajustaron las líneas de Precisión de cada uno de los polígonos mediante el método de mínimos cuadrados, utilizando como alturas ortométricas conocidas a aquellas que corresponden a los pilares altimétricos de la red de alta precisión.

A continuación, se realizó un proceso idéntico con las líneas Topográficas, pero en este caso, las alturas conocidas correspondían tanto a puntos de la red de alta precisión como a puntos de la red de Precisión. En la FIGURA 16 se puede observar un ejemplo de un polígono que contiene líneas de nivelación de las redes de Precisión y Topográfica.

### DIFERENCIAS RESPECTO A LOS ANTIGUOS VALORES DE LA RED

Las nuevas alturas ortométricas de los pilares que componen RN-Ar presentaron diferencias significativas respecto a las antiguas alturas oficiales, especialmente en las zonas cordilleranas. Las máximas diferencias se encuentran en la Puna (-2,258 m) y en la Patagonia (+0,785 m). La FIGURA 17 muestra la distribución de las diferencias a partir de las alturas de los nodos.

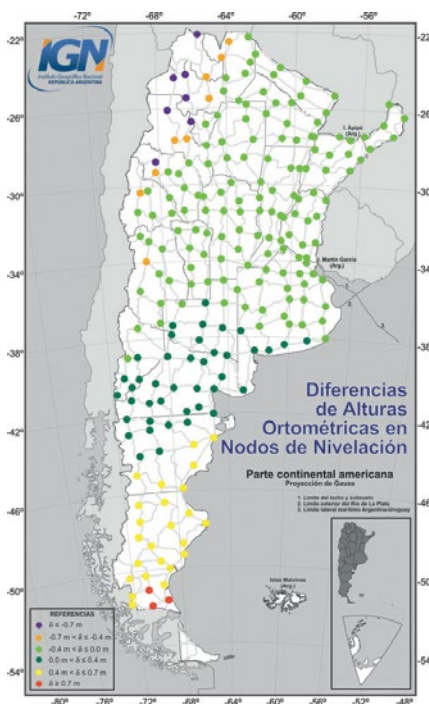


FIGURA 17: Diferencias entre el viejo y nuevo sistema vertical Nacional determinadas sobre los nodos de la red de alta precisión

## CONCLUSIONES

Se ha determinado un nuevo sistema de alturas para la República Argentina a partir del ajuste de la red de nivelación de alta precisión en función de números geopotenciales, la determinación de alturas ortométricas mediante el método propuesto por Mader (1954) y el posterior ajuste de las líneas de órdenes inferiores (es decir, Precisión y Topográficas).

Esta red altimétrica conforma parte de la infraestructura geodésica básica necesaria para avanzar hacia el desarrollo de la Nación, resultando vital para diversas aplicaciones tales como el aprovechamiento de las aguas (en todos sus aspectos), la construcción de vías de comunicación (terrestres o fluviales), la generación de cartografía, la explotación científica de las industrias madres, el conocimiento del geoide, y la investigación aplicada dentro de las ciencias de la Tierra.

Las nuevas alturas ortométricas de los pilares presentan diferencias significativas respecto a las antiguas alturas oficiales, especialmente en las zonas cordilleranas. Las máximas diferencias se encuentran en la Puna (-2,258 m) y en la Patagonia (+0,785 m).

## BIBLIOGRAFÍA:

D'ONOFRIO, E., FIORE, M., MAYER, F., PERDOMO, R., & RAMOS, R. (1999). La referencia vertical. *Contribuciones a la Geodesia en la Argentina de fines del siglo XX*. Universidad Nacional de Rosario, 99-127.

HEISKANEN, W. A., & MORITZ, H. (1967). *Physical geodesy*. San Francisco: W.H. Freeman.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1912). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1912* (Vol. I). Buenos Aires, Argentina: Estado Mayor del Ejército.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1922). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1915-1919* (Vol. IV). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Guerra.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1928). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1920-1926* (Vol. V). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Guerra.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1946). *Instrucciones técnicas para la ejecución de los trabajos geodésicos (I.T.6a.)*. Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1949). *Anuario de la Dirección General del Instituto Geográfico Militar, 1944-1946* (Vol. X). Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1951). *Anuario de la Dirección General del Instituto Geográfico Militar, 1950* (Vol. XII). Buenos Aires, Argentina: Ejército Argentino.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1976). *Anuario del Instituto Geográfico Militar, 1963-1975* (Vol. XVII). Buenos Aires, Argentina: Comando en Jefe del Ejército.

MADER, K. (1954). Die orthometrische Schwerekorrektur des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern. *Wien, Österreichischer Verein für Vermessungswesen*, 1954., 1.

MOIRANO, J., BRUNINI, C., FONT, G., LAURIA, E. A., & RAMOS, R. (2002). Hacia una nueva referencia vertical en Argentina. *Actas XXI Reunión Científica de Geofísica y Geodesia*. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. Rosario. Argentina.

PACINO, M. C., COGLIANO, D., FONT, G., MOIRANO, J., NATALI, P., LAURIA, E. A., RAMOS, R., & MIRANDA, S. (2007). Activities Related to the Materialization of a New Vertical System for Argentina. In P. Tregoning & C. Rizos (Eds.), *Dynamic Planet* (Vol. 130, pp. 671-676): Springer Berlin Heidelberg.

PIÑÓN, D. A., GUAGNI, H. J., & CIMBARO, S. R. (2014). *Nuevo ajuste de la red de nivelación de alta precisión de la República Argentina*. Presentado en la XXVII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, San Juan, Argentina.

PIÑÓN, D. A., SÁNCHEZ, R., & CIMBARO, S. R. (2012). *Nueva compensación de la Red de Nivelación Argentina*. Presentado en la XXVI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, San Miguel de Tucumán, Argentina.

TOCHO, C. N., VERGOS, G. S., & PIÑÓN, D. A. (2015). *WO determination for Argentinean height system unification*. Presentado en 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, Praga, República Checa.

WOLF, P. R., & GHILANI, C. D. (2006). *Adjustment Computations: Spatial Data Analysis* (4th ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

# La Gestión del Riesgo de Desastres en el IGN

Ana Paula Micou\* y Carolina Rewakowski\*\*



FIGURA 1. Una de las secciones del visualizador del IGN/Gestión de Riesgo, con información del taller realizado en Gregorio de Laferrere, provincia de Buenos Aires.

El Instituto Geográfico Nacional es integrante del Consejo Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres según la Ley N° 27.287 del SINAGIR y participa activamente de la Red GIRCyT, creada por la misma ley, la cual tiene por objeto atender los requerimientos de información específica del Consejo y poner a disposición las capacidades, conocimientos e información desarrollados en el ámbito científico y técnico en lo referente a la gestión de riesgos.

En este contexto institucional, la Coordinación de I+D participa en una serie de proyectos, en conjunto con otros organismos nacionales de ciencia y técnica, así como también universidades

y centros de investigación. Este artículo tiene como meta informar sobre los avances logrados en dos proyectos: Anticipando la crecida y los Protocolos de Gestión de la Información para el Riesgo de Desastres.

## Anticipando la crecida

Anticipando la crecida (Revista El Ojo del Cóndor N° 7, pág 57) es un proyecto interdisciplinario e interinstitucional, cuyo objetivo es contribuir en la comprensión de la gestión de riesgos ante desastres asociados a eventos hidrometeorológicos en el Área Metropolitana de Buenos Aires mayormente. Mediante talleres participativos, se busca poner al mismo nivel de diálogo conocimientos comunitarios locales sobre inundaciones e información técnica específica sobre monitoreo, alertas y pronósticos.

El IGN participa en este proyecto desde el año 2016, facilitando las fotografías aéreas de alta resolución sobre las cuales la comunidad local expresa el conocimiento que tiene del territorio y su

percepción del riesgo de inundaciones. En una segunda etapa, es el responsable de procesar la información geoespacial relevada en campo.

Actualmente y como un nuevo aporte desde el organismo tendiente a la difusión de resultados de iniciativas de mapeo colectivo, se está llevando a cabo la actualización del modo de presentación y difusión de los resultados de los mapas colaborativos generados en los talleres, para lo cual se ha diseñado una aplicación con el fin de visualizar de forma amigable la información geoespacial relevada en cada uno de los talleres (FIGURA 1).

Para poder llevar a cabo esta tarea, se realizó un control de la información contenida en cada una de las tablas asociadas a los puntos relevados. Algunos de los aspectos del territorio identificados por vecinos y alumnos fueron lugares relevantes o estratégicos (según los informantes) en su vida cotidiana, como centros de reunión o donde podrían recurrir en caso de una inundación. Se observó que no siempre el nombre que le adjudicaron los veci-

\* Doctora en Geografía, Coordinadora de Investigación y Desarrollo del IGN.  
pmicou@ign.gob.ar

\*\* Licenciada en Sistemas de Información Geográfica.  
Técnica profesional de la Dirección de Planificación, I+D. IGN.  
crewakowski@ign.gob.ar



nos era el identificado por la cartografía oficial. Se optó por sumar un campo detallando el nombre oficial, en aquellos casos donde existiera, con el fin de normalizar los datos.

Además de la información relevada durante el mapeo participativo, se compiló información de relevancia que se encuentra en la Base de Datos del IGN, como estructuras operativas y defensivas, edificios de salud, puntos de ciencia y educación, aguas continentales, divisiones departamentales, entre otras, así como también los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de hasta 5m de resolución según la región; además todas estas capas se presentan sobre la base Argenmap desarrollada por el Instituto.

Siguiendo el Catálogo de Objetos de IDERA (2019) se asignaron los nombres de cada capa de información,

mientras que se tomó de base el visualizador del IGN para adoptar la simbología. Asimismo, se sumó información específica provista por otros organismos públicos: población por radio censal (INDEC 2010), Índice de Vulnerabilidad Social frente a Desastres (IVSD) realizado por el PIRNA y recursos hídricos, límite de cuenca y subcuencas Matanza-Riachuelo (ACUMAR). Esta plataforma es pública y gratuita y puede ser consultada desde el Geoportal de Gestión de Riesgo del IGN (<http://geoportal.ign.gob.ar/#riesgo>).

### Protocolos de Gestión de la Información para la Gestión de Riesgos

Otra línea de trabajo enmarcada dentro de la Gestión del Riesgo de Desastres es

el trabajo interdisciplinario que se realiza con la redacción y testeo de Protocolos Interinstitucionales de Gestión de la Información en Etapa de Preparación ante Emergencias (GI-P).

**Finalización del protocolo de Actividad Volcánica:** Se ha revisado de forma exhaustiva el documento aplicando la experiencia obtenida durante la ocurrencia de la erupción del volcán Calbuco en el año 2015. Además de generar la información de base en situaciones normales de alerta, el IGN, en el caso de que exista un cambio en el nivel de alerta, tiene como responsabilidad compilar la información cartográfica de base y aquella provista por los participantes de la reunión y compartirla en el Geoportal de Riesgo (Revista El Ojo del Cóndor 9, pág. 58). Durante el proceso de revisión se enfatizó en la necesidad de que los distintos organismos participantes proporcionen la información co-

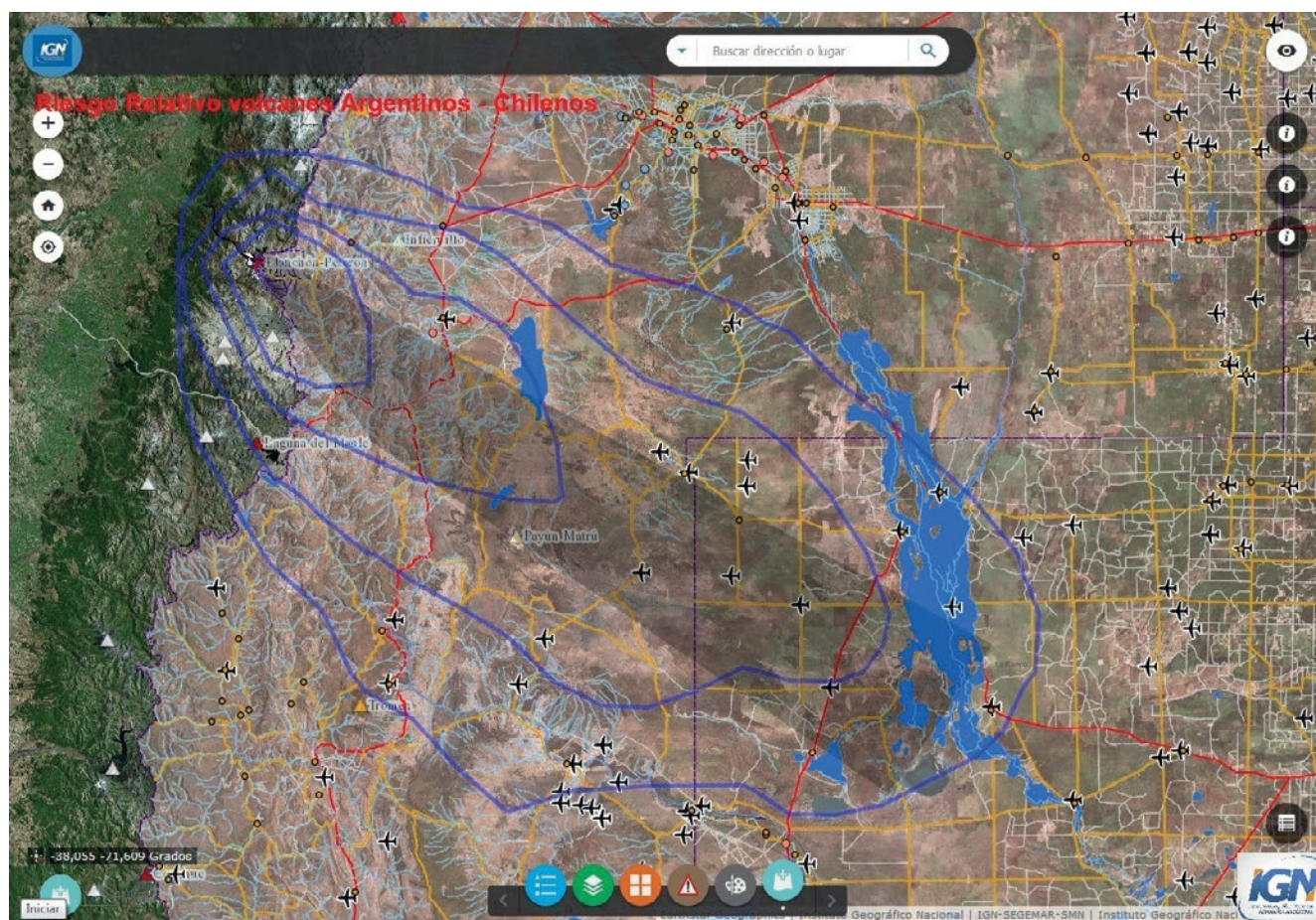


FIGURA 2: Sobre la imagen satelital del Geoportal se logró articular el Modelo de dispersión fall3 de carga de masa (experimental del SMN) y la cantidad de elementos expuestos en la zona.



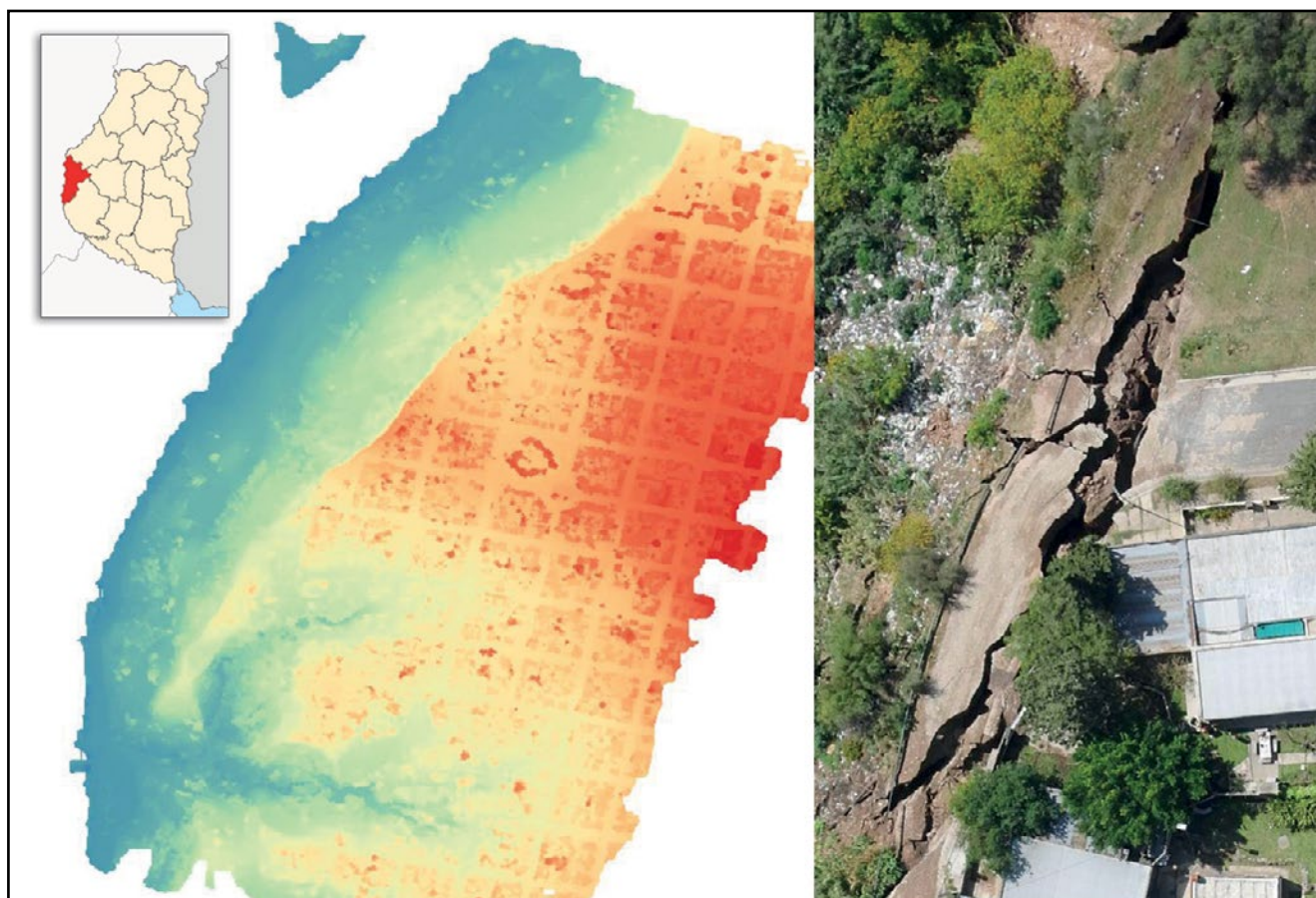


FIGURA 3: Fractura observada en la barranca del río Paraná. Fotografía obtenida por el VANT eBee Plus y MDE generado a partir de la misma. Diamante. Entre Ríos. Octubre 2018.

respondiente de forma interoperable. Con este fin el IGN participó de un taller intensivo junto con otros organismos de la RED GIRCyT, donde, mediante la integración de información geográfica interoperable, se desplegó sobre el Geoportal de Gestión de Riesgo un ensayo de erupción del Volcán Planchón Peteroa (FIGURA 2).

**Activación del protocolo de Remoción en masa en octubre 2018:** En la localidad de Diamante (provincia de Entre Ríos), se produjo un deslizamiento del terreno, que provocó una grieta de más de 100 metros de longitud. El IGN voló la zona con el Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) e-Bee Plus, adquirido ese mismo año, y se obtuvieron imágenes de alta precisión (FIGURA 3) para su posterior análisis y generación de MDE.

En caso de activación de estos protocolos la Dirección de Planificación, Investigación y Desarrollo coordina la selección y envío de la información

base detallada en estos, así como también los MDE/MDT o fotografías aéreas en acuerdo con otras áreas del IGN. En la actualidad se está trabajando en el diseño de una sección dentro del Geoportal de Riesgos que reúna los casos de activación de protocolos en los cuales el IGN ha participado, de manera de mantener un registro de eventos y geoinformación relacionada.

Enmarcado en el objetivo del Plan de Gestión del IGN que se propone promover la difusión de conocimiento y publicar información geográfica para la toma de decisiones y para la ciudadanía en general, los servicios mencionados en este artículo son un intento de colaborar con un uso eficiente de los recursos ante eventos de desastres recurrentes, así como también una valiosa herramienta para fines académicos, educativos y para el público en general.

## BIBLIOGRAFÍA

GATTI, I. (2016) "Proyecto Anticipando La Crecida, un enfoque interdisciplinario para la gestión de riesgo de desastres". El Ojo del Cóndor (7). pp. 57.

GATTI, I., ROBLEDO F., HURTADO S., CANNEVA J., MOREIRA D., REM., BRICHE E., FALCO M., KAZIMIERSKI L., MICOU A. (2019) *Anticipating the Flood. Community-based cartography for disaster flood events in Argentina*. 29th International Cartographic Conference. International Cartography Association. Tokyo. Japan. 15 al 21 de julio. 2019. En: <https://www.proc-int-cartogr-assoc.net/2/36/2019/>. Acceso: 13/8/2019.

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina - IDERA (2019). Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 3. Grupo de Trabajo de Información Geoespacial.

Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente (2013-2015) Proyecto PDTs - PF01 De Desarrollo Tecnológico y Social "Pensando en el futuro, actuando hoy. El uso de información sobre vulnerabilidad social para la gestión de riesgos de desastres".



# El trámite de revisión geográfica del Instituto Geográfico Nacional

Leandro Patané \*, Patricia Pagani \*\* y María Dolores Puente\*\*\*

De acuerdo al Art. 1 de la Ley N° 22.963 (Ley de la Carta), “la representación del territorio continental, insular y antártico de la República Argentina, editada en el país en forma literaria o gráfica con cualquier formato y finalidad, así como la proveniente del extranjero destinada a ser distribuida en el país, deberá ajustarse estrictamente a la cartografía oficial establecida por el Poder Ejecutivo Nacional a través del Instituto Geográfico Nacional”. En este sentido, el Instituto Geográfico Nacional tiene a su cargo la fiscalización y aprobación de publicaciones en las que se describa o represente en forma total o parcial el territorio de la República Argentina (Art. 16).

A su vez, el Art. 18 establece la prohibición de “publicación de cualquier tipo que describa o represente, en forma total o parcial, el territorio de la República Argentina, sea en forma aislada o integrando una obra mayor, sin la aprobación previa del Instituto Geográfico Nacional”.

Conjuntamente, el Art.1 de la Ley N° 24.943 determina que “la publicación de cualquier documento cartográfico, folleto o mapa que haya sido aprobado por el Instituto Geográfico Nacional [...] deberá llevar una inscripción al pie del mismo, en forma visible y clara, que exprese que ha sido aprobado por el Instituto Geográfico Nacional con su correspondiente número de expediente de aprobación”.

Por último, el Art. 4 de la Ley N° 26.651 indica que “las editoriales deberán incluir el mapa bicontinental de la República Argentina [...] en las nuevas ediciones de los libros de texto. Los textos editados con

anterioridad deberán incorporar el mapa bicontinental en caso de reimpresión o reedición”.

Recientemente se ha incorporado la Ley N° 27.557 que modifica el Art. 6° de la Ley N° 23.968 sobre Espacios Marítimos estableciendo la demarcación del límite exterior de la Plataforma Continental Argentina.

## Realización del trámite a distancia

A partir del año 2019 el IGN puso en marcha una nueva forma de realizar y gestionar los trámites de revisión geográfica. En primer lugar, se implementó el sistema de Trámites a Distancia (TAD), que es una plataforma que permite al ciudadano realizar trámites ante la Administración Pública de manera virtual desde una computadora, pudiendo gestionar y realizar el seguimiento de los mismos sin la necesidad de tener que acercarse a la mesa de entrada de un Organismo, y que facilita el proceso de gestión de expedientes y la comunicación con el usuario. En segundo lugar, se confeccionó y se puso a disposición de los usuarios un instructivo cuyo objetivo es agilizar y transparentar el proceso de revisión.

Los cambios implican, por un lado, la digitalización de todo el circuito del expediente, reduciendo la necesidad de acercarse de manera presencial al IGN; y por otro, se simplifican y subsumen los trámites vigentes hasta el momento en dos nuevos mecanismos: **autorización de impresión y aprobación final de obra**.

La autorización de impresión finaliza con la emisión de un certificado que autoriza la producción de la obra, pero incluye también el proceso de revisión geográfica que anteriormente se realizaba de manera separada. En cuanto a la aprobación final de obra, el solicitante obtiene un certificado que le permite comercializar el producto en el país, así como importarlo o exportarlo. En este sentido, funciona como un

certificado de aduana como se lo conocía anteriormente. Este nuevo documento tiene una duración de un año y puede utilizarse reiteradas veces para distintas operaciones de comercio exterior mientras se encuentre vigente.

Toda la información sobre cómo realizar la tramitación, así como las normas y aspectos que el IGN tiene en cuenta al momento de realizar el proceso de revisión fueron puestos a disposición de los usuarios en la página web del IGN (<http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geografia/Publicaciones>). Allí es posible descargar también, el nuevo instructivo que explica de manera detallada, no solo cómo utilizar el sistema TAD, sino fundamentalmente qué aspectos los productores de obras cartográficas deben considerar al momento de presentarse ante el IGN: ([http://www.ign.gob.ar/descargas/geografia/instructivo\\_revision.pdf](http://www.ign.gob.ar/descargas/geografia/instructivo_revision.pdf)).

## Aspectos y errores principales en el proceso de revisión geográfica

El proceso de revisión geográfica realizado por el IGN presta especial atención a determinados aspectos que, en base al marco normativo desarrollado más arriba, están directamente relacionados con la soberanía territorial de la República Argentina.

Por ello, se observan principalmente los errores u omisiones relacionados con:

- Trazado de los límites internacionales e interprovinciales
- Ubicación de elementos geográficos localizados sobre los límites internacionales
- Ubicación de asentamientos humanos correspondientes a la Capital de Nación, Capitales Provinciales y Cabeceras de Departamentos o Partidos.

\* Estudiante de Geografía, Departamento Revisión Geográfica, Dirección de Geografía, Dirección Nacional de Servicios Geográficos, Instituto Geográfico Nacional. [lpatane@ign.gob.ar](mailto:lpatane@ign.gob.ar).

\*\* Estudiante de Geografía, Departamento Revisión Geográfica, Dirección de Geografía, Dirección Nacional de Servicios Geográficos, Instituto Geográfico Nacional. [ppagani@ign.gob.ar](mailto:ppagani@ign.gob.ar).

\*\*\* Lic. en Geografía, Dirección de Geografía, Dirección General de Servicios Geográficos, Instituto Geográfico Nacional. [dpuente@ign.gob.ar](mailto:dpuente@ign.gob.ar).

- d. Empleo de topónimos
- e. Falta de ubicación relativa y uso del mapa completo de la República Argentina (bicontinental en cuarterón)

En este sentido, se consideran diferentes niveles de gravedad que pueden generar el rechazo u aprobación de una obra.

1. No aprobación de obra:

- Topónimos y aclaraciones de pertenencia utilizados por terceros países sobre accidentes geográficos pertenecientes al territorio nacional, específicamente sobre aquellos accidentes que se encuentran sobre límites internacionales en el caso de la parte continental, así como los graficados sobre islas y demás entidades situadas en la parte insular y en el Sector Antártico Argentino. En ningún caso se aprobará cartografía que contenga topónimos extranjeros sobre territorio argentino, por ejemplo denominación británica sobre las Islas Malvinas o denominaciones chilenas sobre lagos u otros accidentes dados en el límite internacional.
- Trazado de límite con errores significativos, ya sea sobre la parte continental, insular o del Sector Antártico Argentino.

2. Aprobación de obra con fe de erratas:

- Representación parcial del territorio argentino (no utilización del mapa bicontinental, ni del mapa de situación relativa que exprese dicha dimensión).
- Trazado del límite internacional impreciso, ya sea sobre la parte continental, insular o del Sector Antártico Argentino.
- Trazado incorrecto de la línea de costa del litoral marítimo argentino.
- Ubicación, trazado y toponimia incorrecta de entidades geográficas situadas sobre límites internacionales, así como accidentes insulares y aquellos situados en el Sector Antártico Argentino.
- Utilización incorrecta de abreviaturas en estos casos.
- Errores significativos en la graficación de límites interprovinciales.
- Errores significativos en el empleo de los nombres de provincias y capitales (por ejemplo, que figure “Capital Federal” en lugar de “Ciudad de Buenos Aires”).

3. Aprobación de obra con observaciones:

- Utilización imprecisa de nombres de provincias y capitales provinciales (ej. “Provincia de Neuquén” por “Provincia del Neuquén”).
- Trazado impreciso de los límites interprovinciales.
- Utilización incorrecta de abreviaturas en la descripción de entidades geográficas graficadas al interior del territorio nacional.

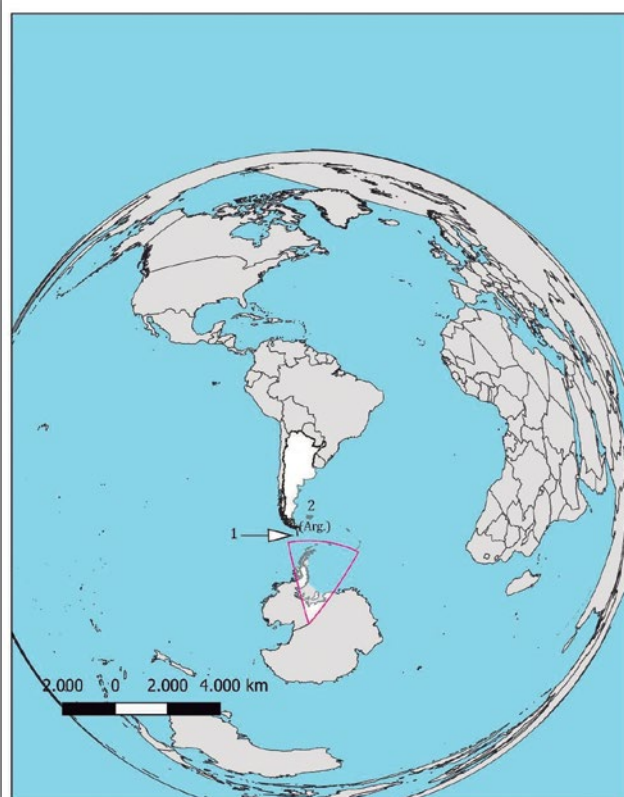
Representación de elementos geográficos y topónimos según la escala

A continuación se identifican las trazas de límites y elementos geográficos de consideración especial que deberán ser representados en la cartografía de acuerdo a la escala de la misma ■

Escala	Elemento	Observaciones
1:300.000.000 y mayores (con más detalle)	Límite del Sector Antártico Argentino (ver Ilustración 1)	Cuando el mapa consigne división política. El mismo debe representarse con un signo diferente al del límite internacional.
	Límite marítimo argentino-chileno (ver Ilustración 1)	Cuando el mapa consigne división política.
	Islas Malvinas (ver Ilustración 1)	
1:100.000.000 y mayores (con más detalle)	Isla de Los Estados (ver Ilustración 2)	
	Islas Georgias del Sur (ver Ilustración 2)	
	Islas Sandwich del Sur (ver Ilustración 2)	
1:60.000.000 y mayores (con más detalle)	Límite lecho y subsuelo del Río de la Plata (ver Ilustración 3)	Cuando el mapa consigne división política.
	Límite exterior del Río de La Plata (ver Ilustración 3)	Cuando el mapa consigne división política. El mismo debe representarse con un signo diferente al del límite internacional.
	Límite lateral marítimo argentino-uruguayo (ver Ilustración 3)	Cuando el mapa consigne división política.
1:12.500.000 y mayores (con más detalle)	Isla Apipé (ver Ilustración 4)	
1:5.000.000 y mayores (con más detalle)	Isla Martín García (ver Ilustración 5)	
	El ángulo del paralelo de 22° Sur generado por la localidad Yacuiba, Bolivia (ver Ilustración 6)	Cuando el mapa consigne división política

Tabla 1: Representaciones de límites y elementos geográficos de acuerdo a la escala utilizada.





# Mapa de la República Argentina con indicación de límite austral marítimo e Islas Malvinas Escala aproximada 1:300.000.000

**Límites**  
 ---- Límite internacional  
 --- Sector Antártico Argentino

1. Límite marítimo austral argentino - chileno
2. Islas Malvinas

Los datos de referencia no deben ser modificados para respetar la normalización



Ilustración 1: Mapa de la República Argentina con indicación de límite marítimo austral e Islas Malvinas



# Mapa de la República Argentina con indicación de pertenencia en Islas Malvinas, Islas Georgias del Sur e Islas Sandwich del Sur Escala aproximada 1:90.000.000

**Límites**  
 ---- Límite internacional  
 --- Límite interprovincial  
 --- Sector Antártico Argentino  
 - - Límite exterior de la Zona Económica Exclusiva  
 --- 200 Millas desde el Sector Antártico Argentino  
 --- Límite exterior presentado ante CLPC pendiente de análisis  
 --- Límite exterior sobre la base de las recomendaciones de CLPC

Los datos de referencia no deben ser modificados para respetar la normalización



Ilustración 2: Mapa de la República Argentina representando las Islas de los Estados, Georgias y Sandwich del Sur



Ilustración 3: Mapa de la República Argentina representando los tres límites del Río de la Plata

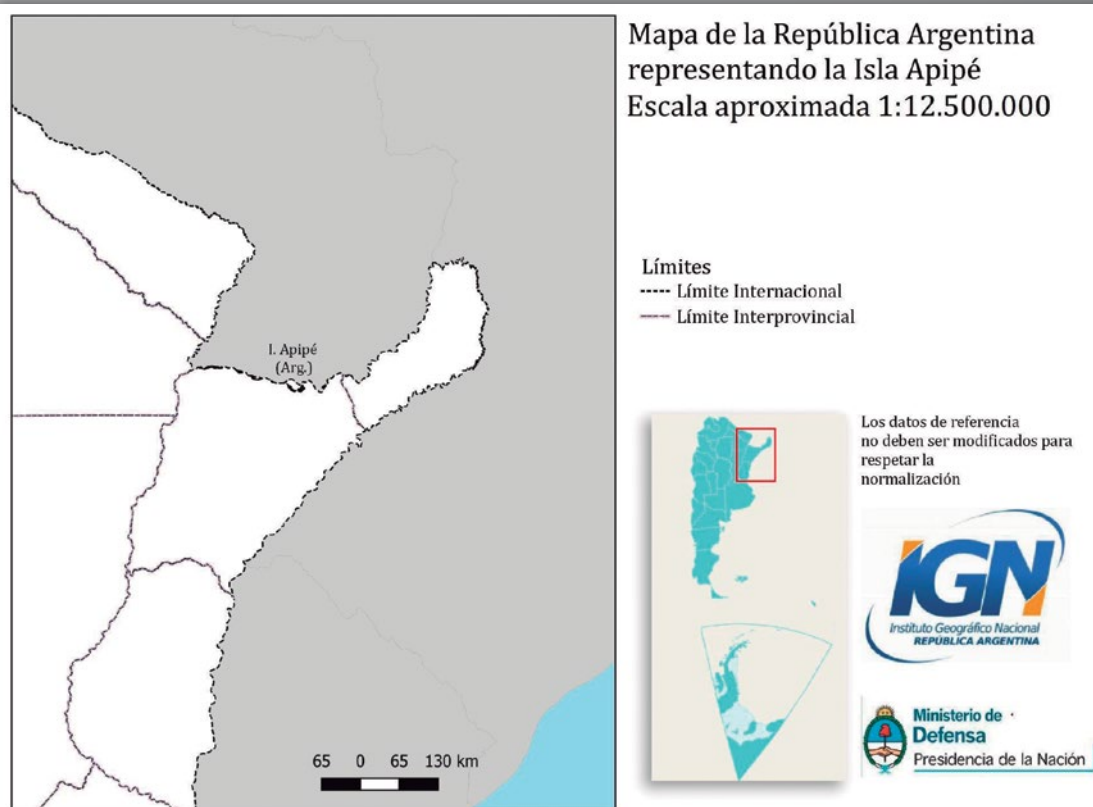


Ilustración 4: Mapa de la República Argentina representando la Isla Apipé



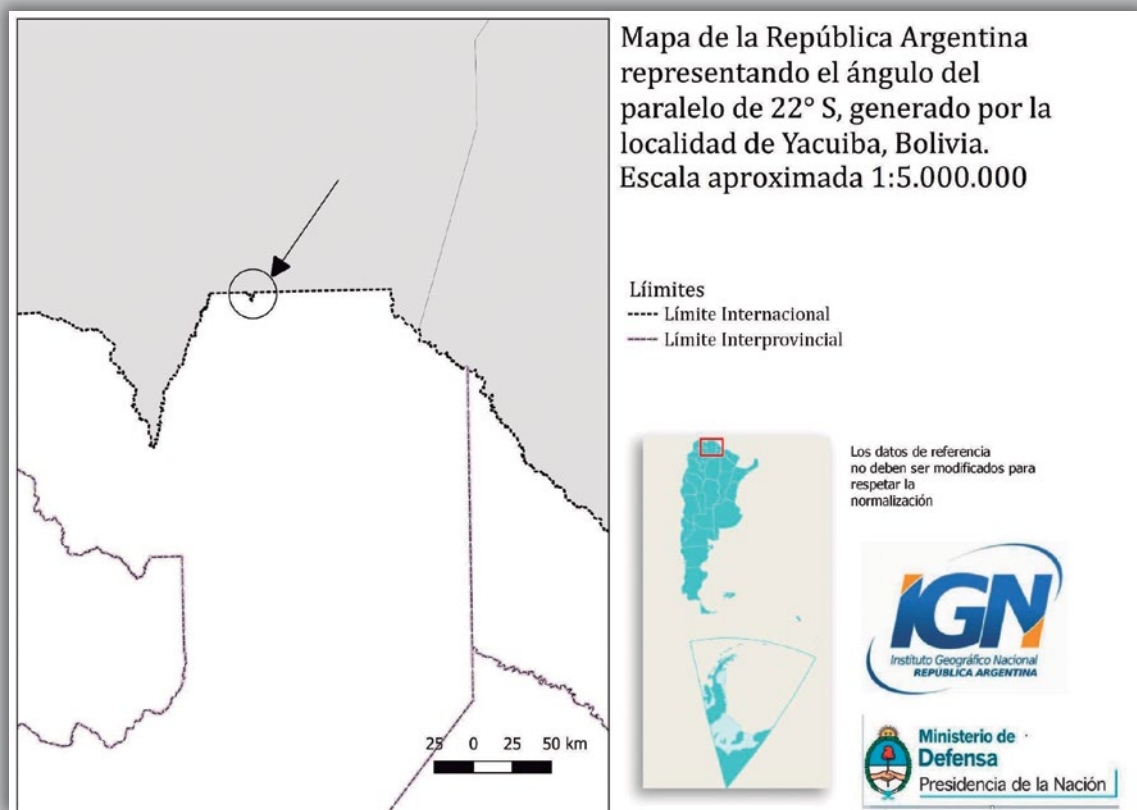


Ilustración 5: Mapa de la República Argentina representando la Isla Martín García

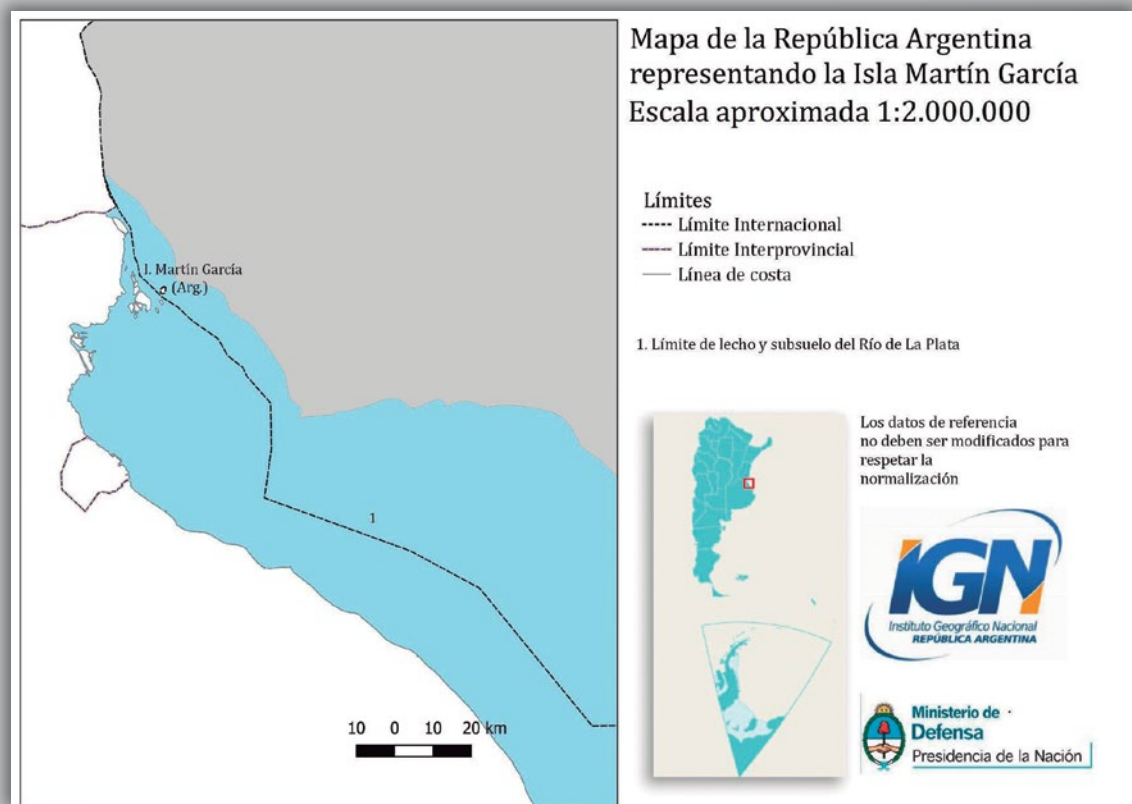


Ilustración 6: Mapa de la República Argentina representando el ángulo del paralelo de 22° Sur generado por la localidad Yacuiba, Bolivia

# Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina

María Graciela Borozuki \*

## LA INSPIRACIÓN: LOS ATLAS MEDIEVALES

Como todo proyecto, el Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina, desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional, reconoce una fuente de inspiración: aquellas primeras selecciones de mapas del siglo XVI. Y es así como no es posible dejar de pensar en esas obras que conmovieron y facilitaron la construcción del andamiaje de este Atlas.

Las primeras colecciones integrales de mapas que mantienen un estilo similar y un tamaño uniforme al ser impresas fueron las de Abraham Ortelius y Gerhard Kremer, más conocido por todos como Mercator. Quizás nunca se sepa si es real la creencia de que Mercator aplazó la publicación de su propio Atlas a fin de que su amigo Ortelius presentara su fabulosa obra *"Theatrum Orbis Terrarum"* en el año 1570. Pero sí es real que ambos tienen mucho que ver en la historia de los Atlas. La publicación de Abraham Ortelius es considerada como el primer Atlas verdadero de la historia, ya que fue la primera colección sistemática de mapas de tamaño y estilo semejante. Pero fue Mercator quien estuvo gran parte de su vida recopilando mapas para agruparlos y el que utilizó la expresión Atlas por primera vez para identificar estas obras. Hasta la primera parte del siglo XVI, lo único que podía compararse con un Atlas era la nueva edición de *"Geographiae"* de Ptolomeo publicada en 1513 por Martin Waldseemüller. El *"Theatrum Orbis Terrarum"* tuvo una gran aprobación ya que satisfacía la demanda de la época. Hasta ese momento, los nuevos descubrimientos habían sido detallados en forma de pergaminos individuales decorados y con bordes adornados, pero con un formato muy difícil de utilizar. Sin embargo, es cierto que algunos descubrimientos ya se habían documentado en mapas manuscritos cosidos en tomos, pero esas obras no integraban totalmente texto e imagen, tal como concierne a un Atlas.

Los mapas antiguos fueron durante mucho tiempo reservados a archivos y bibliotecas a los que solamente accedían expertos. Posiblemente esto tenía que ver con cuestiones vinculadas al tamaño y a la fragilidad de los documentos que no hacían posible su divulgación. Felizmente, en los últimos años, las Sociedades Geográficas y los Organismos y Entidades que poseen mapas antiguos han iniciado un proceso de publicación digital de su información en forma de imágenes de alta calidad perfeccionadas con notas y metadatos. La accesibilidad que propone

dicha iniciativa hace que las obras lleguen a quienes tienen distintos intereses. Existen diferentes aspectos por los que un mapa antiguo es objeto de estudio, ya sea para reconstruir organizaciones sociales, políticas y económicas pasadas, o para analizar la habilidad y capacidad artística del período y sus autores. Lo importante aquí es la divulgación de estos documentos en la web, la visualización de estos tesoros de la cartografía antigua para ser utilizados como fuente de investigación.

## EL PROYECTO: LA PUBLICACIÓN Y LA DIVULGACIÓN EN LA RED

El Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina fue publicado en forma digital con un claro propósito: que estos mapas antiguos, documentos sumamente valiosos que pertenecen a la mapoteca del Instituto Geográfico Nacional, puedan ser conocidos, apreciados y consultados. La tecnología funcionó como facilitadora en todo el proyecto ya que permite la visualización de una manera simple, ágil y amigable.

El proyecto Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina se inició en el año 2014 con un proceso de digitalización de los mapas. Posteriormente, estos fueron cuidadosamente intervenidos permitiendo así apreciar las obras con más detalle, pero sin condicionar su carácter histórico. Un exhaustivo trabajo de investigación y catalogación completó la publicación. Es así, como cada uno de los mapas cuenta con una ficha de catalogación con datos del autor, las dimensiones reales, el año de publicación, su escala y además una nota con información significativa que permite interiorizarse sobre las características del mapa.

En esta primera etapa se seleccionaron más de 100 mapas que fueron agrupados de acuerdo con una clasificación sencilla en cuatro secciones: Argentina, Provincias, Territorios y Ciudades. El período abarcado, entre los años 1880 a 1953, invita a realizar un recorrido interesante en la conformación del Territorio Nacional.

El interés revelado y la gran aceptación del público visible a través de las consultas realizadas alientan a continuar con la publicación de estas maravillosas obras de la mapoteca del Instituto Geográfico Nacional.

\* Agrimensora. Magister en Políticas Públicas. Secretaria Académica  
Centro de Capacitación en Ciencias Geográficas en Instituto Geográfico  
Nacional.  
gborozuki@ign.gob.ar



## RECORRIENDO EL ATLAS CON TRES MAPAS

Se exponen a continuación tres mapas significativos del Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina acompañados de una breve descripción.

**FIGURA 1: Mapa de los ferrocarriles en explotación.** Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Ferrocarriles del año 1924. Identificado con el CIGN: 22902. (Corresponde al mapa 6 de la sección Argentina).

El mapa fue impreso en los Talleres Gráficos del Ministerio de Obras Públicas. En el mismo es posible apreciar ferrocarriles -de trocha ancha, media y angosta, diferenciados con trazos de color rojo, verde y marrón- y secundarios y tranvía a vapor -identificados con tinta negra. Se aprecia en el detalle un sector de la provincia de Buenos Aires donde se divisan parte de las líneas férreas.

**FIGURA 2: Plano de la Ciudad de Buenos Aires: Capital de la República Argentina del año 1882.** Identificado con el CIGN: 11799. (Corresponde al mapa 1 de la sección Ciudades).

Editado por la Librería Internacional Eloy-Aloy. El mapa es una "Publicación hecha expresamente para la exposición continental de 1882". En el ángulo inferior, del lado derecho, se lee: "Este plano se halla en venta en la librería Internacional a donde se puede ocurrir por detalles de nuevas construcciones o modificaciones". La obra incluye referencias cartográficas para indicar: vías de comunicación, líneas de ferrocarriles y tranvías, propiedades y casas comerciales. Como detalle revelador se observa la cercanía del Río de La Plata a la actual Avenida Paseo Colón.

**FIGURA 3: Mapa del Territorio Nacional del Tierra de Fuego del año 1925.** Identificado con el CIGN: 04530. (Corresponde al mapa 40 de la sección Territorios).

Elaborado por el Instituto Geográfico Militar. La obra incluye referencias para indicar: hidrografía natural, suelos, centros poblados, capital del territorio, poblaciones y parajes con población rural diseminada, límites políticos (internacionales y departamentales diferenciados con colores), vías de comunicación. El relieve del terreno se encuentra representado mediante la técnica del sfumaje. En el ángulo superior del lado derecho, se visualiza el escudo de la República Argentina. El material se encuentra deteriorado, pero se ha respetado el mismo no interviniendo digitalmente la obra.

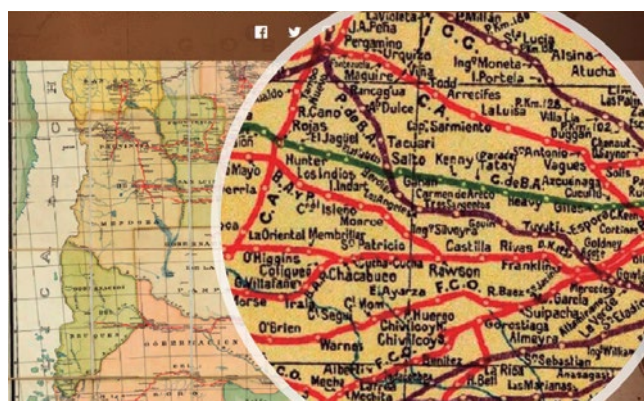


FIGURA 1

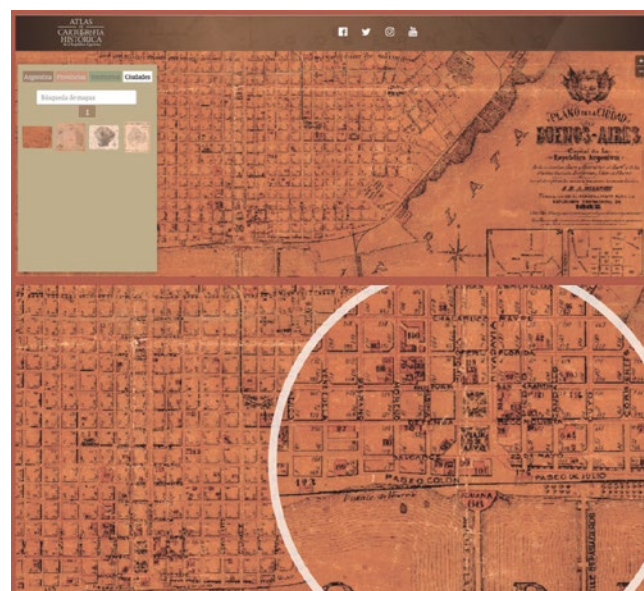


FIGURA 2

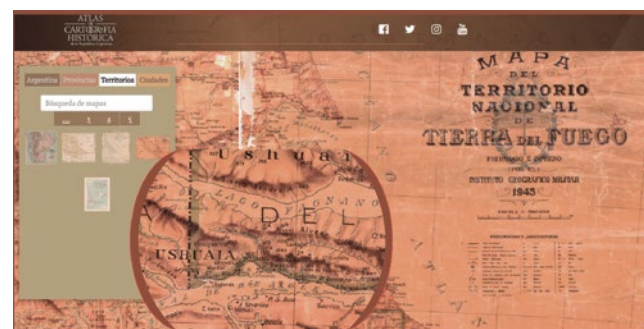


FIGURA 3

### BIBLIOGRAFÍA:

ALLEN, P. (2005). *The Atlas of Atlases*. London, UK: Bounty Books Octopus Publishing Group LTD.

BARBER, P. (2006). *The Map Book*. London, UK: Frank R Walker Co.

BROWN L. A. (1979). *The story of maps*. Boston, EEUU: Little, Brown and Company.

CRONE, G. R. (2000). *Historia de los mapas*. Madrid, España: Fondo de Cultura Económica.

HARLEY, J. B., Y WOODWARD, D. (1987). *History of Cartography. Vol 1: Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago, EEUU: The University of Chicago Press.

HARLEY, J. B. (2002). *The New Nature of Maps: New Nature of Maps: Essays in the History of Cartography (Revised)*. Baltimore Maryland, EEUU: The Johns Hopkins University Press.

HERNANDO, A. (1995). *El mapa de España. Siglos XV a XVIII*. Madrid, España: Centro Nacional de Información Geográfica.

International Cartographic Association. Commission on the History of Cartography. (2010). *History of Cartography International Symposium of the ICA Commission*. Berlín, Alemania: Springer.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. (2018). *Atlas de Cartografía Histórica de la República Argentina*. <https://www.ign.gob.ar/cartografia-historica/>

GARTNER, G. (2011). *Web Mapping 2.0*. En Dodge M., Kitchin R. y Perkins C. (Ed.), *Rethinking Maps: New Frontiers in Cartographic Theory* (pp. 68-82). New York, EEUU: Routledge Taylor & Francis Group.

# El Geoportal y Visualizador de



Con el propósito de poner a disposición de la ciudadanía la Información Geográfica Oficial de la Nación, el Organismo desarrolló un **Geoportal**, imprescindible para la planificación territorial y el desarrollo sostenible de la República Argentina.

Dicha plataforma web, facilita a los usuarios el acceso a la **información geoespacial y a los servicios geográficos que produce y desarrolla el IGN**, tales como visualizadores de mapas web, servicios geodésicos, cartografía temática para gestión de riesgo de desastres, Atlas Nacional Interactivo de Argentina (ANIDA), Mapas escolares, Atlas Digital de Cartografía Histórica, Nomenclador geográfico, geoservicios, capas de información geoespacial en formato vectorial de libre descarga, entre otros.

El Geoportal viene acompañado además por un **Visualizador de mapas web**, desarrollado enteramente por la Dirección de Tecnología de la Información, mediante un software libre, que implicó la instalación de una nueva base de datos geoespacial (Postgres, junto con su complemento PostGis), un nuevo servidor de mapas (Geoserver) y el uso de una librería basada en JavaScript (Leaflet).

Este servicio de mapas, requirió además la definición e implementación de una serie de representaciones cartográficas que le permiten al usuario recorrer el territorio nacional y superponer capas de información geoespacial, tales como industrias y servicios, hábitat e infraestructura social, transporte, hidrografía y oceanografía, relieve y suelo, límites y

unidades territoriales, redes geodésicas, defensa y seguridad, fotogrametría y cartografía.

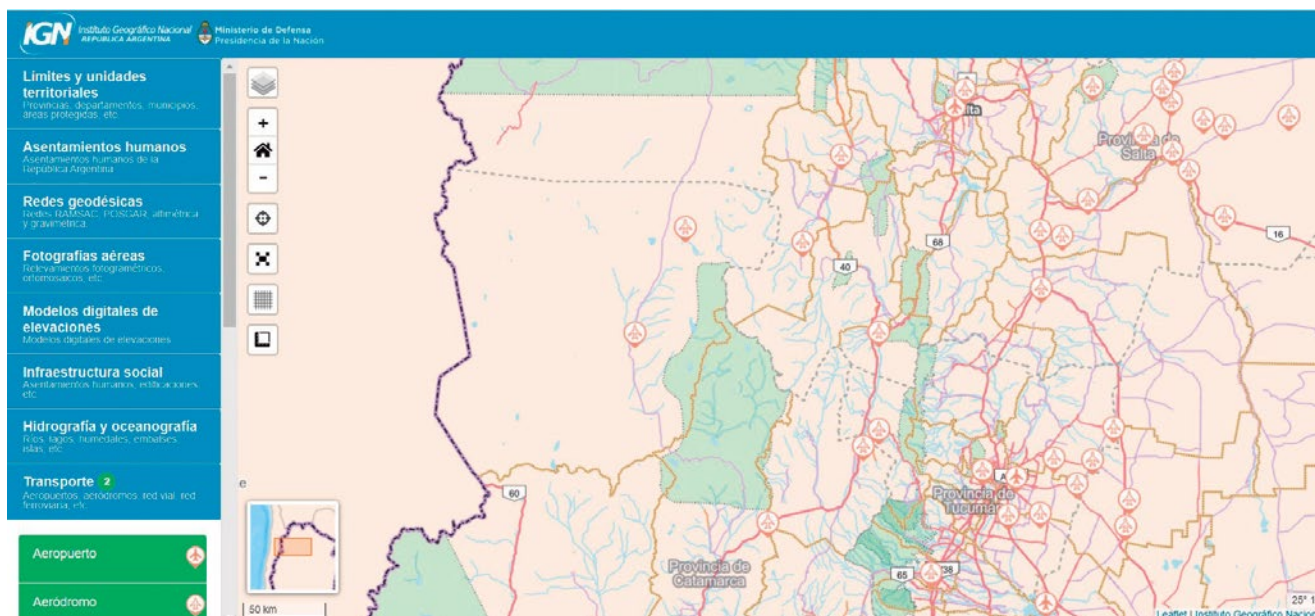
Otro de los aspectos destacados del visualizador, es la integración con los **productos elaborados** por el IGN. Entre ellos se destacan: Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), Cartografía antecedente a escala 1:250 000 y el Nuevo Modelo Digital de Elevaciones para la República Argentina (MDE-Ar v2.0).

En el marco de la producción y publicación de información geográfica oficial de la República Argentina, el IGN elaboró una nueva línea de trabajo para producir **Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) a partir de relevamientos aerofotogramétricos realizados con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT)**. Diseñados con fines cartográficos y topográficos, cuentan con una resolución espacial de 50 cm y precisión altimétrica del orden decimétrico. De este modo, la publicación de los modelos digitales, representan una contribución del Organismo para la generación de cartografía Nacional, la ejecución de obras civiles e hidráulicas, el desarrollo de los catastros provinciales, la prospección de hidrocarburos y la investigación aplicada dentro de las ciencias de la Tierra.

Por otro lado, el **Modelo Digital de Elevaciones (MDE-Ar v2.0)** fue desarrollado por la Dirección de Geodesia y surge a partir de datos capturados durante las misiones satelitales *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM<sup>1</sup>) y *Advanced Land Observing Satellite "DAICHI"* (ALOS<sup>2</sup>). Cubre la totalidad del



# Mapas del IGN



territorio continental, con una resolución espacial de 30 metros y cuya referencia vertical coincide con el **Sistema de Referencia Vertical Nacional (SRVN16)**. Asimismo, el proceso de validación del modelo, se realizó utilizando más de 20.000 puntos distribuidos en forma homogénea a lo largo del territorio nacional.

Otro de los productos disponibles en el visualizador para su **libre descarga**, son las **cartas topográficas antecedentes en todas las escalas**, publicadas por el Organismo. La digitalización de las cartas en formato papel, se realizó utilizando un escáner rotativo de alta resolución, y se llevaron adelante trabajos de edición fotográfica digital, para reducir las deformaciones que pudiera haber sufrido la cartografía papel. Posteriormente se procedió a la georreferenciación de las cartas y confección del mosaico cartográfico para su publicación ■

#### Acceso al nuevo Geoportal:

<https://geoportal.ign.gob.ar>

#### Visualizador de mapas web:

<http://mapa.ign.gob.ar/>

#### Descarga MDE-Ar v2.0 en forma libre y gratuita:

<http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Introduccion>

#### Características técnicas MDE-Ar v2.0:

<http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Documentacion>

<sup>1</sup> La misión SRTM fue un proyecto internacional llevado a adelante en el año 2000 por la National Aeronautics and Space Administration (NASA) en cooperación con el Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), la Agenzia Spaziale Italiana (ASI) y el National Geospatial Intelligence Agency (NGA), con el propósito de obtener un modelo digital de elevaciones global de alta resolución y calidad uniforme a partir de datos recolectados con la técnica de interferometría radar de apertura sintética (InSAR, por sus siglas en inglés).

<sup>2</sup> A partir de los datos de la misión ALOS, llevada adelante por la Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), en el año 2014 dicha agencia comenzó el proyecto "ALOS World 3D" (AW3D), con el fin de desarrollar un modelo digital de elevaciones a escala global a partir de la utilización de aproximadamente 3 millones de imágenes adquiridas mediante un instrumento pancromático de teledetección para mapeo estéreo (PRISM, por sus siglas en inglés) instalado en el satélite japonés de observación terrestre "DAICHI".

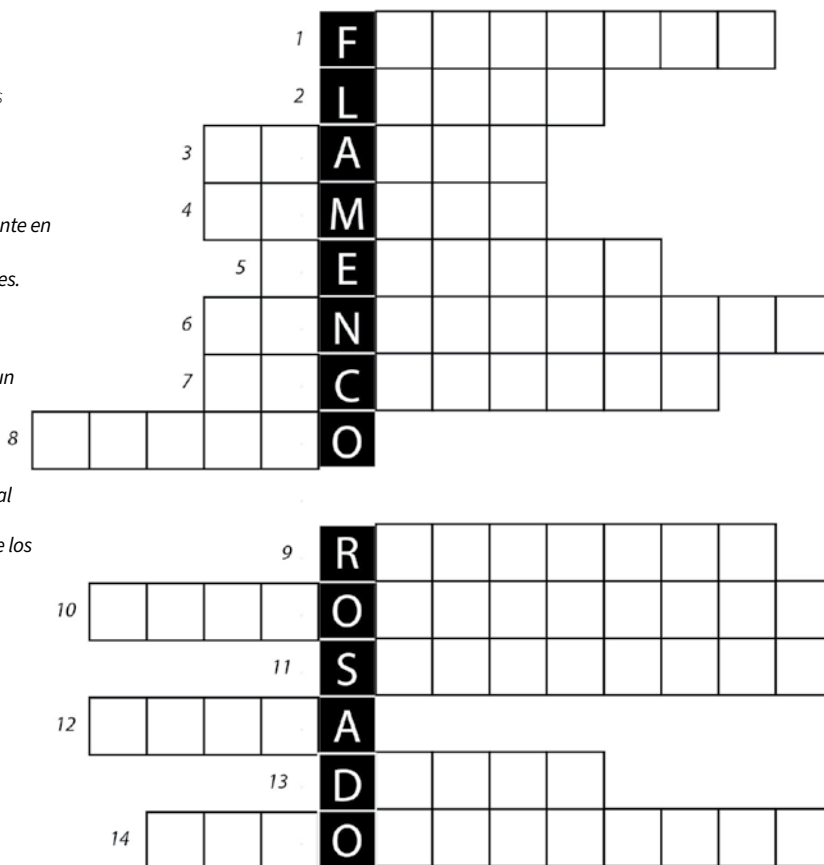
# Curiosamente #10

Jorge Alba Posse

## Crucilectura:

Si leíste la revista, te resultará sencillo encontrar las respuestas de esta crucilectura. Igualmente estarán en: [www.ign.gob.ar/revista](http://www.ign.gob.ar/revista)

1. Ave de destacada presencia en los humedales puneños
2. Mineral de gran valor minero, que se encuentra principalmente en los salares
3. Encierro mediante una acción colectiva de animales silvestres.
4. Convenio internacional de protección de humedales
5. Ejemplo de estratovolcán de conos de simetría radial y con un único foco eruptivo principal
6. Rocas ígneas características
7. Mina de oro abandonada por los jesuitas en la época colonial
8. Volcán considerado el mayor episodio explosivo holoceno de los Andes Centrales (cerro)
9. Tipo de servicio aéreo muy difundido en varios países
10. Estructuras organosedimentarias
11. Lugar de la imaginería ritual y mitológica catamarqueña
12. El Atlas Nacional Interactivo de Argentina
13. Puntos que sirven de origen a las mediciones geodésicas
14. Tipo de líneas que conforman la red de nivelación nacional



M	B	O	R	O	R	E	O	L	O	H	G	N	O	L
I	A	S	I	E	P	U	R	U	L	L	A	T	U	E
A	H	R	O	S	D	V	A	L	O	T	L	Z	D	O
P	T	O	D	A	N	I	E	P	O	M	A	G	O	B
A	N	S	M	A	I	L	A	N	O	C	N	A	L	B
T	L	S	A	L	O	B	G	M	H	E	S	I	A	O
E	O	U	T	G	E	T	G	L	A	D	D	H	D	Z
M	O	R	E	L	A	U	N	T	U	N	A	R	O	I
O	N	R	T	N	R	F	I	A	I	I	T	A	E	U
L	I	R	U	A	A	C	O	F	N	U	N	E	Z	V
C	A	P	A	R	O	M	A	T	N	D	A	G	R	N
N	C	H	A	S	C	O	N	A	N	U	U	L	O	E
B	A	G	R	E	T	E	L	U	C	A	P	B	D	B
C	A	N	T	O	F	A	L	L	A	Y	H	I	R	E
E	D	U	C	O	H	C	I	U	Q	N	E	B	E	T

## ¡Sopa explosiva!

Encontrá los siguientes "volcanes" y "lagunas" escondidos en esta sopa geográfica:\*

VOLCANES:

- 1.- GALAN
  - 2.- TORTA
  - 3.- CHASCON
  - 4.- BLANCO
  - 5.- ANTOFAGASTA
  - 6.- LUINGO
  - 7.- BELTRAN
  - 8.- ANTOFALLA
  - 9.- TEBENQUICHO
  - 10.- PEINADO
- LAGUNAS:
- 11.- DIAMANTE
  - 12.- APAROMA
  - 13.- PURULLA
  - 14.- AZUL
  - 15.- VERDE

\* Podés encontrarlos leyendo del derecho y del revés, de arriba hacia abajo o viceversa, así como en las diagonales.



## CATÁLOGO DE PRODUCTOS IGN



### PUBLICACIONES

Atlas de la República Argentina (Ed. 2017) .....	\$ 1100,00
IGM – 130 Años IGN .....	\$ 600,00
Atlas Argentina 500K (Ed. 2017) .....	\$ 1300,00
Atlas Tucumán 100K .....	\$ 1000,00
Revista El Ojo del Cóndor .....	\$ 200,00

### CARTAS TOPOGRÁFICAS

Cartas topográficas .....	\$ 250,00
Ploteo color de las cartas topográficas que se encuentran agotadas .....	\$ 250,00
Carta topográfica Islas Malvinas escala 1:500 000 Ed. 2012 en stock .....	\$ 250,00

### CARTAS DE IMÁGENES SATELITALES

Carta de Imagen satelital en soporte papel (cualquier escala) en stock .....	\$ 250,00
Carta de Imagen satelital en formato especial .....	\$ 250,00
Carta de imagen satelital Islas Malvinas escala 1:500 000 Ed. 2012 .....	\$ 250,00

### FOTOGRAFÍAS AÉREAS HISTÓRICAS

Fotografía B/N en CD a 10 Micrones (2540 DPI) .....	\$ 400,00
Fotografía B/N en CD a 20 Micrones (1270 DPI) .....	\$ 300,00
Fotografía B/N en papel fotográfico a 30 Micrones (21 x 21) .....	250,00
Mosaico de ortofotos x km .....	(consultar)

### MAPAS

#### MAPA PLANISFERIO FÍSICO-POLÍTICO Proyección Aitoff

(versiones estándar e invertida)

En escala 1:28 000 000  
Soporte papel laminado  
Contiene nomenclaturas, ciudades  
Medidas: 80 cm x 150 cm aprox.  
Edición: 2016  
Precio: \$ 400,00 c/u

#### POLÍTICO DE LA ANTÁRTIDA ARGENTINA

En escala 1:10 000 000  
Medidas: 51 cm x 41 cm aprox.  
Edición: 2010  
Precio: \$ 400,00 c/u

#### MAPA TERMOFORMADO DE LAS ISLAS MALVINAS

En escala 1:500 000  
Medidas: 55 cm x 45 cm aprox.  
Edición: 2012  
Precio: \$ 400,00 c/u

#### MAPAS ANTIGUOS

Medidas: 60 cm x 90 cm aprox.  
Soporte papel común  
Precio: \$ 700,00 c/u  
Soporte papel laminado  
Precio: \$ 1000,00 c/u

#### KIT ESCOLAR

Precio: \$ 100,00 c/u

### MAPAS PROVINCIALES: Físico-Políticos / Satelitales (Medidas: 78 cm x 112 cm aprox.)

PROVINCIA DE CATAMARCA En escala 1:650 000 Edición: 2017 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE CHUBUT En escala 1:800 000. Edición: 2017 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE LA RIOJA En escala 1:600 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO En escala 1:650 000 Edición: 2019 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DEL NEUQUÉN En escala 1:600 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE LA PAMPA (sólo F/P) En escala 1:700 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u
PROVINCIA DE CHACO En escala 1:750 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE CÓRDOBA En escala 1:650 000 Edición: 2019 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE MENDOZA En escala 1:650 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DEL TUCUMÁN En escala 1:250 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE SANTA CRUZ En escala 1:900 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u	PROVINCIA DE RÍO NEGRO (sólo SAT) En escala 1:900 000 Edición: 2016 Precio: \$ 400,00 c/u

Adquiera estos productos y números anteriores de la revista El Ojo del Cóndor en:

<http://ventas.ign.gob.ar>

fascículos descargables



guías para docentes



**NUEVO**

Recursos  
educativos

# ANIDA

ATLAS NACIONAL INTERACTIVO DE ARGENTINA

