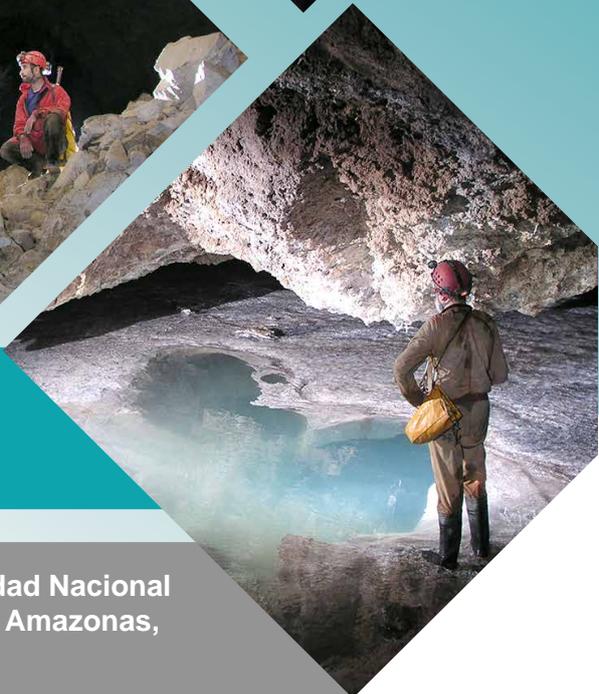




# II SIMPOSIO INTERNACIONAL DEL KARST



## COMPENDIO DE RESÚMENES

27- 28 - 29  
AGOSTO 2018

Auditorio Principal de la Universidad Nacional  
Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas,  
Chachapoyas

ORGANIZADORES:





Doctor en Geociencias de la Universidad Federal Fluminense en Brasil con área de actuación en geoquímica ambiental aplicada a la Paleoclimatología. Actualmente desarrolla investigaciones en Paleoclimatología de los Andes orientales basado en indicadores geoquímicos e isotópicos de espeleotemas y el uso de trazadores isotópicos para estudios hidrológicos. Posee experiencia en las áreas referidas a la hidrología y climatología actual y pasada en la región Amazónica y a escala continental. Adicionalmente, y debido a su formación en Ingeniería Agrícola y Maestría en Recurso Hídricos posee experiencia en temas relacionados con el manejo ambiental del mismo recurso orientado al cambio climático y modelos hidrológicos. Participante de investigaciones en el ámbito de la cuenca Amazónica dentro del proyecto Hybam (Hidrología y Geodinámica da bacia Amazónica) y el laboratorio mixto internacional Paleotracas.

 japaestegui@gmail.com

## LA ORGANIZACIÓN Y LA PRÁCTICA DE LA ESPELEOLOGÍA EN PERÚ

**Autores:** James Apaéstegui C. <sup>1,2,3</sup>, Jean François Perret <sup>4,5</sup>, Liz Hidalgo <sup>3,6,7</sup>, Dominique Beau <sup>4</sup>, Patrick Romieu <sup>4</sup>, Xavier Robert <sup>3,8,9</sup>, Jean Yves Bigot <sup>3,5</sup>.

<sup>1</sup>. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

<sup>2</sup>. Instituto Científico del Agua, Lima, Perú

<sup>3</sup>. Espeleo Club Andino, Perú.

<sup>4</sup>. Espeleo Rescate Francés, Francia.

<sup>5</sup>. Grupo espeleológico Bagnosl Marcoule, Francia

<sup>6</sup>. Universidad de la Sorbonna Paris, Francia

<sup>7</sup>. Universidad Nacional Toribio Rodriguez Mendoza, Amazonas, Perú.

<sup>8</sup>. Instituto de Investigación Francés para el desarrollo. Lima, Perú.

<sup>9</sup>. Grupo Espeleológico Vulcains, Francia.

La difusión de las técnicas de exploración y prospección en espeleología, es fundamental para el desarrollo de la práctica deportiva, pero además es de gran relevancia para la actividad turística en torno a las cuevas. Un grupo humano consciente, disciplinado y preparado para los ambientes subterráneos es necesario para poder desarrollar el turismo en cuevas. Principalmente, debido a la exigencia del medio en específico y la percepción de los visitantes ante un circuito poco común, en donde los guías y/o orientadores turísticos deben marcar la diferencia y saber actuar ante eventualidades.

En tal sentido, desde el año 2014, y mediante un convenio entre la Municipalidad de Nueva Cajamarca con el Espeleo Club Andino (ECA – Perú), y en colaboración con el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) y grupos espeleológicos franceses (GSBM – Vulcain), se han realizado capacitaciones en nociones básicas de espeleología y técnicas de espeleoescate a los pobladores de la región. Dichas formaciones fueron inicialmente dedicadas a los pobladores locales circundantes a la cueva de Palestina en el distrito de Nueva Cajamarca. No obstante, y debido a las características de la región, la capacitación ha alcanzado a otras comunidades y hasta guardaparques de diferentes regiones del país.

El trabajo a presentar, pretende mostrar el avance en la comprensión de los pobladores locales sobre la espeleología practicada con responsabilidad. Tomando en consideración aspectos claves como la seguridad y prevención. Además de técnicas que les permitan explorar su territorio, conocerlo y comprender su evolución. La presentación muestra las experiencias de aprendizaje, el compartir y la preparación de las comunidades en una actividad orientada a mejorar sus calidades de vida de manera sostenible.

## CAMBIOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA DEL MONZÓN SUDAMERICANO DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO EN BASE A REGISTROS DE ESPELEOTEMAS

**Autores:** James Apaéstegui C. <sup>1,2,3</sup>, JFrancisco Cruz <sup>4</sup>, Mathias Vuille <sup>5</sup>, Jean Loup Guyot <sup>3,6</sup>, Patrick Romieu <sup>4</sup>, Abdelfettah Sifeddine <sup>6</sup>.

<sup>1</sup>. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

<sup>2</sup>. Instituto Científico del Agua, Lima, Perú

<sup>3</sup>. Espeleo Club Andino, Perú.

<sup>4</sup>. Instituto de Geociencias, Universidad de Sao Paulo, Brasil.

<sup>5</sup>. Universidad de Albany, SUNY, Nueva York, USA.

<sup>6</sup>. Instituto de Investigación Francés para el Desarrollo (IRD), Francia.

Las reconstrucciones paleoclimáticas que abordan los cambios en el clima durante el último milenio. Son de vital importancia para la comprensión real del cambio climático y en especial para evaluar el efecto antrópico en la variabilidad natural del clima de la tierra. Durante el último milenio existen dos periodos de cambios climáticos globales que son estudiados para evaluar el impacto antrópico y los mecanismos atmosféricos asociados a los eventos extremos y su recurrencia. Estos eventos son conocidos en la literatura como la Anomalía Climática Medieval (ACM, 900 – 1200 A.D.) y la Pequeña Edad de Hielo (PEH, 1400 – 1850 A.D.) los cuales representan a nivel global periodos de calentamiento y enfriamiento respectivamente.

En Sudamérica, existen una serie de registros paleoclimáticos basados en indicadores isotópicos del Oxígeno 18 ( $\delta^{18}O$ ) que abarcan estos eventos climáticos. Si bien, estos muestran registros coherentes de incremento regional de precipitaciones durante la PEH, para la ACM, se observa una disminución de precipitaciones que se restringe a la porción norte del continente. En otras palabras, la señal de sequía durante la ACM es disminuida siguiendo un patrón latitudinal. Este patrón, sugiere nuevas fuentes de humedad que alimenten las precipitaciones en las regiones de Bolivia y el Sudeste de Sudamerica. Las evidencias muestran este tipo de patrones en el clima especialmente asociados a eventos extremos hidrometeorológicos en el sur del continente.

El trabajo propone también el análisis de teleconexiones atmosféricas basado en registros proxis de Sudamérica que habían sido documentados, pero si una estadística base en las interpretaciones.

## MARÍA DEL CARMEN CARRASCO COELLO DE POMALIMA

(Sociedad Geográfica de Lima)

Responsable de Cartoteca, Hemeroteca y Biblioteca de la Sociedad Geográfica de Lima. Geógrafa y educadora. Es docente asociada en la Escuela de Geografía de la UNMSM, y docente en la UARM. Es especialista en comunicación cartográfica. Y ha desarrollado su trabajo conceptualizando y dirigiendo proyectos de análisis territorial y su representación cartográfica en campos como geografía de la violencia (ISC), inventariación valorada de andenes (MINAGRI-BID), mapas de las riquezas (MIMDES), focalización de la pobreza (FONCODES-MIMDES), focalización de intervenciones para la construcción de viviendas rurales en municipios afectados por riesgos físicos (MVCS), desnutrición crónica infantil por distritos y localidades (PMA). He conceptualizado y dirigido los atlas de los territorios de Carmen Salcedo y Cabana (PRODERN-MINAM). He conceptualizado y dirigido la colección « Perú para Ti » de 25 mapas del Patrimonio, recursos turísticos y actividades en cada departamento del Perú, elaborados para la Sociedad Geográfica de Lima. Gerente de la empresa GlocalGeo. SAC.



✉ cmccc58@gmail.com  
glocalgeo@gmail.com

### AMAZONAS PARA TI : CARTOGRAFÍA TURÍSTICA REGIONAL

#### Resumen:

Perú es un país con grandes y variados recursos turísticos, algunos de carácter patrimonial y con sinfín de actividades vinculadas con el turismo y la recreación para desarrollar en ellos. A su vez es un país que incrementa anualmente su cuota de turismo, tanto receptivo como nacional, siendo especialmente el primero, un turista en muchos casos muy especializado, en aquellos recursos que ha elegido visitar, habida cuenta del nivel e interés de los recursos con los que cuenta el país.

El turismo avanza y crece en Perú, más deprisa que nuestra capacidad de planificarlo, lo que supone un gran riesgo en términos de deterioro e incluso desaparición de los recursos, del patrimonio, o de los paisajes en razón a las malas intervenciones en esta actividad. Para planificar es importante, no solo un inventario valorado de los recursos individuales sino por conjuntos espaciales y temáticos, así como de las condiciones de acceso, de modo que se vayan construyendo los productos a ofrecer. Si bien el país va inventariando de manera individualizada los recursos, hay que mejorar mucho en la georreferenciación de los mismos, y en su representación cartográfica.

Aunque falta cultura cartográfica entre nosotros, no hay cartografía turística a nivel regional y ello supone una carencia no solo para los turistas de fuera, que la buscan, sino para los planificadores. El nivel regional, que no existía es lo mínimo a producir, como información. Por ello la Sociedad Geográfica de Lima asumió el reto de producir una cartografía turística de esta escala a nivel regional, en esta colección denominada "Perú para ti", formada por 25 mapas. Son poli funcionales, siendo de interés tanto turístico como educativo. Pueden servir para utilizarse en aula, como por los turistas para reconocer y valorar los recursos y las actividades a realizar en ellos, así como para proyectar las rutas que cada usuario desea plantear. Son bilingües, para que llegue a un público amplio. Así mismo, la administración pública, puede proponer rutas y productos estables y con buen equipamiento y servicios en torno a ellos.

La presentación, se concentra en Amazonas Para Ti, con el fin de contar sobre las riquezas de interés turístico del departamento. Así mismo las ventajas y bondades del mapa. Por otra parte, en este contexto de especialista explica la metodología que ha desarrollado para su producción.



Representante del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD Francia) en Perú desde 2012. Doctor en Ciencias del Agua (Universidad de Montpellier, 1983) y Doctor en Geología - Geoquímica (Universidad de Bordeaux, 1992). Investigador del IRD desde 1985, concentró sus estudios en los regímenes hidroclimáticos de los ríos de la cuenca Amazónica y la erosión/alteración de la cadena andina (más de 100 publicaciones en revistas indizadas). Espeleólogo del GSBM Francia desde 1972, se dedicó a la exploración y el estudio de los sistemas cársticos del Sur de Francia, Bolivia, Brasil y Perú. Participó de la creación del Espeleo Club Andino de Lima en 2005.

✉ jean-loup.guyot@ird.fr

### EL CATASTRO DE LAS CUEVAS DE PERÚ

**Autores:** Jean Loup Guyot <sup>1</sup>, James Apaéstegui <sup>2</sup>, Xavier Robert <sup>3</sup>, Jean Yves Bigot <sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo, Francia

<sup>2</sup> Instituto Geofísico del Perú/ Instituto Científico del Agua, Perú

<sup>3</sup> Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IFSTTAR, ISTERre, Grenoble, Francia

<sup>4</sup> Parque Nacional Torotoro

En Perú, el principal país kárstico de la región Andina, existen hoy 110 km de galerías mapeadas en más de 500 cuevas localizadas principalmente en las regiones del Norte del país (Amazonas, Cajamarca, La Libertad y San Martín); correspondiendo al 84% de las redes subterráneas exploradas en el Perú. El sitio web [www.cuevasdelperu.org](http://www.cuevasdelperu.org) compila toda la información existente sobre las cuevas, cavernas y tragaderos del país, así como el histórico de las exploraciones que se iniciaron efectivamente en 1969 con una salida del Club de Andinistas del Perú a la famosa Cueva de Huagapo (Palcamayo, Tarma, Junín).

De 2002 a 2018, el descubrimiento y mapeo de cuevas exploradas en Perú pasa de 30 a 110 km, con exploraciones de grupos españoles, franceses y norte-americanos, pero sobre todo con la participación de los grupos peruanos CESPE (Centro de exploraciones subterráneas del Perú) y después ECA (Espeleo Club Andino). Hoy en día, Perú cuenta con 26 cuevas de más de 1 km de extensión y 13 simas con más de 200 m de profundidad, pero es solamente el inicio de la historia espeleológica peruana, el potencial de descubrimientos es enorme.

En el sitio web [www.cuevasdelperu.org](http://www.cuevasdelperu.org) se encuentra ordenado por regiones y provincias, cada cavidad explorada tiene una página en la cual se da informaciones sobre la localización (coordenadas, mapas, kmz), el acceso, el histórico, la descripción de la cueva, el mapa de la cueva (si existe), unas fotos, y las referencias bibliográficas. Toda esta información se apoya a un banco de referencias de las cuevas peruanas, con casi 500 publicaciones que se pueden descargar del sitio web.

### LOS SISTEMAS KÁRSTICOS DE BOLIVIA

**Autores:** Jean Loup Guyot <sup>1</sup>, Patrice Baby <sup>2</sup>, Marc Pouilly <sup>3</sup>, Mario Jaldin <sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Lima, Perú

<sup>2</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Toulouse

<sup>3</sup> Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques – BOREA, IRD Paris

<sup>4</sup> Parque Nacional Torotoro, Bolivia

Con más de 1 106 km<sup>2</sup>, Bolivia es un grande país de la región, dominado por una región andina muy extensa y una cuenca amazónica que drena 66% del territorio. Con formaciones calcáreas reducidas en el país (0.6% de la superficie, figura 1), el karst en Bolivia es muy poco desarrollado (10 km de galerías subterráneas conocidas en 2018).

El macizo de Torotoro (Charcas, Potosí) es la única área del país donde se encuentran verdaderas formaciones kársticas en las calizas del Molino (Cretácico), y las cavernas exploradas en este macizo totalizan 9.1 km (88% del país). De las cuales, se destaca el sistema "Caverna de Umajalanta – Resurgencia de Chiflonkhakha", que representa 51% (5,3 km) de las redes kársticas conocidas hasta hoy en Bolivia, y en el cual fue descubierto una nueva especie de peces cavernícolas. Con la creación del Parque Nacional Torotoro en 1989, las cuevas del sistema "Caverna de Umajalanta – Resurgencia de Chiflonkhakha" reciben miles de turistas al año, lo que genera un aporte económico interesante para el pueblo.

Las otras cuevas de Bolivia se abren en rocas no calcáreas, como la Cueva de San Pedro que desarrolla 510 m en yeso (Larecacha, La Paz), las cuevas de los Guácharos (Arani, Cochabamba) o de San Miserato (Chiquitos, Santa Cruz) que desarrollan respectivamente 280 y 350 m en arenitas, en los Andes por la primera, y en el escudo brasileño por la segunda. Unas cuevas en hielo fueron mapeadas en la Cordillera Real (La Paz) en los años 80, pero estas cuevas no existen más debido al retroceso glaciar.

- Arquitecta, con experiencia en proyectos y de desarrollo turístico y gestión urbano territorial.
- Desarrollo de proyectos en construcción con adobe, quincha y piedra en zonas de costa y sierra como el Museo de Leimebamba y Parador Turístico Kuelap
- Premio de arquitectura en bienal de Colegio de Arquitectos.
- Gerencia del Programa de Turismo y Cultura Amazonas Lote 5; bajo la dirección de la Unidad Ejecutora ProAmazonas y JICA.

✉ correaalamo@yahoo.es

### RUTA HACIA LAS CAVERNAS CON GESTION TURISTICA RESPONSABLE

#### **OBJETIVO:**

Exponer lineamientos básicos de planificación, gestión y operación; requeridos para poner en valor una o varias cavernas, para su uso público y turístico responsable.

#### **DIRIGIDO A:**

A gestores; que puede ser un gobierno regional, gobierno municipal, un gremio organizado para el desarrollo turístico de su localidad o su región.

#### **CRITERIOS BÁSICOS DE PLANIFICACIÓN**

- Como elaboramos y gestionamos un plan de desarrollo territorial de nuestros recursos turísticos a nivel regional y local, con la consideración de: áreas; caminos, recorridos y rutas; recursos naturales y culturales, etc..
- Como definimos nuestros recursos turísticos en el entorno de las cavernas de nuestro territorio; se puede establecer una ruta de cavernas en alternancia con otros atractivos turísticos de cultura y naturaleza.
- En qué situación se encuentran nuestras cavernas para ser recorridas por nuestros visitantes: Los estudios de espeleología que contemplan el contexto geológico, contexto hidrológico, estudio arqueológico, estudio de las tradiciones y cultura viva referida a las cavernas, etc.
- Estudio del perfil de nuestro visitante de cavernas potencial y existente: turismo especializado, turismo de cultura y naturaleza, turismo deportivo, turismo familiar, turismo escolar y universitario.
- Desarrollo de una estrategia de promoción y marketing de Turismo de naturaleza (ejm. Cavernas y cataratas)

#### **LINEAMIENTOS PARA LA INTERVENCIÓN**

##### **Caso Caverna Quiocta**

- Determinar las fases de intervención para la conservación y preparación de la caverna para el uso público y turístico.
- Criterios de intervención para la elaboración de los estudios de intervención dentro y fuera de la caverna.
- La infraestructura requerida para la recepción del visitante: el guion de contenidos para la interpretación, información turística y señalización.
- Dotación de servicios básicos y complementarios para atención del visitante.

#### **LINEAMIENTOS DE GESTIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DE LA POBLACIÓN LOCAL**

- Promover la organización de las autoridades y sociedad civil para la puesta en valor, conservación, promoción de las estructuras cavernarias de nuestro territorio.
- Encuentros de información y capacitación de las características de las cavernas existentes en la zona a los habitantes locales, autoridades y operadores turísticos.
- Capacidad de carga máxima de las cavernas para su uso turístico.
- Elaboración de material de orientación, información e interpretación.



Forma parte de la empresa Ecoturística Huacharos Palestina, Presidenta de la Asociación Ecoturística Palestina Los Huacharos, y Socia del Espeleo Club Andino ECA.

 dializze@gmail.com

### VALORANDO LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA EN LA COMUNIDAD LOCAL DE PALESTINA

#### Resumen:

##### ¿POR QUÉ SE GENERA EL TURISMO HACIA LAS CUEVAS DE PALESTINA?

Considero que se genera debido a los recursos geográficos naturales que posee nuestra localidad de Palestina, por la diversidad de su flora y fauna y la amabilidad de su gente. Esos recursos despiertan el interés y generan el turismo no solo de visitantes y turistas, sino de investigadores.

Recuerdo que esas visitas turísticas se iniciaron en el año 2010, cuando mis padres Lázaro Herrera y Celmira Guevara, compraron el terreno que hoy es nuestro centro ecológico, próximo al ingreso de La Cueva de Palestina; desde aquel año, empezaron con la atención y cuidado a las personas que llegaban a visitar el recurso natural, ya sea por turismo o estudios. Ellos vieron una necesidad y a los pedidos de guiado, decidieron empezar un servicio al turista, con el alquiler de equipos, como un casco de seguridad básica, una linterna acondicionada, botas de agua, y además de necesitar un guía, un orientador turístico. En el año 2013, empezaron a mejorar el servicio y seguridad de los accesos de entrada y salida de la Cueva, la parte fósil (sin agua), habilitada para el ingreso de los visitantes. En el año 2014, al circuito turístico se agregó el valor de la investigación científica, gracias a las capacitaciones del Espeleo Club Andino ECA PERÚ y del Instituto de Investigación para el Desarrollo IRD de Francia, sus investigadores año tras año visitan las cuevas para hacer diversos estudios técnicos. Actualmente, Las Cuevas de Palestina se han convertido en el hogar y centro de estudios temporal de muchos investigadores, y uno de los mejores productos turísticos que ofrecemos en el Valle del Alto Mayo.

##### NUESTRA ESTRUCTURA DE TRABAJO: VALORANDO LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Venimos trabajando bajo mutuo acuerdo con la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca, quien tiene en afectación de uso el recurso natural Las Cuevas de Palestina, por lo cual todos los involucrados, asociaciones y emprendedores quienes nos beneficiamos del recurso natural, estamos regidos bajo la ordenanza municipal, que aprueba el Reglamento para la práctica de Espeleísmo o Turismo de Cuevas, evaluando los criterios de sostenibilidad ambiental y la calidad del servicio.

- Capacidad de carga zona fósil = 6 personas x 20 minutos x 10 horas por día.
- Tiempo de recorrido = 1 hora, a 1 hora y 20 minutos máximo.
- Los orientadores prestadores del servicio tienen que estar certificados por la DIRCETUR y haber sido capacitado en el Curso Básico de Espeleo Rescate dictado por los investigadores del ECA - IRD.
- Las organizaciones prestadoras del servicio deben contar con un libro de Registro de Visitantes.

Estas actividades turísticas generan impactos, en una manera positiva debido a que llegan turistas y generan ingresos económicos que ayudan a mejorar la calidad de vida de los pobladores, pero también, negativos por no tener una planificación adecuada entre todos los pobladores para desarrollarnos turísticamente, por ser Las Cuevas de Palestina, la primera iniciativa a nivel nacional en desarrollar el Espeleoturismo, por lo que debe tomarse en cuenta para el desarrollo de futuras experiencias similares y ser motivo para seguir promoviendo este tipo de turismo en el país.

Nuestro trabajo será revalorar el espacio geográfico que tenemos en la Comunidad de Palestina, a través del Ecoturismo y el Turismo

##### SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA EN LA COMUNIDAD DE PALESTINA

Actualmente el producto turístico Las Cuevas de Palestina, viene recibiendo visitas a nivel nacional, regional, local y extranjeros.

Tomando en cuenta el registro de visitantes de los años 2016, 2017, 2018 muestran una tasa de crecimiento anual de 47.54%, siendo más frecuentes las visitas en los meses de julio hasta diciembre y bajando los meses de enero a junio. Estas cifras estadísticas muestran el crecimiento del turismo que se viene generando en la localidad de Palestina, pues el turismo se ha convertido en una alternativa de mejora en la economía de la comunidad.

El aumento de visitas incentivó a la comunidad a diversificar los servicios, actualmente existen tres asociaciones y un emprendimiento –el nuestro es Huacharos de Palestina- y apostamos por esta actividad. Nosotros brindamos servicios como el de orientación turística, alimentación completa, alquiler de equipo y materiales para campamentos, promovemos talleres de artesanía a base de fibra natural (bombonaje), y además visitas en peregrinaje a la ermita del Señor Cautivo de Ayabaca ubicada en un sector del cerro, durante sus festividades el 13 octubre.

Para hacer todas estas actividades sostenibles y que perduren en el tiempo, cada organización debe contar con su propia estrategia de ventas diferenciada, y en nuestro caso utilizamos la difusión principalmente a través de las redes sociales, también asistimos a Ferias de Turismo regional y nacionales, como emprendedores formamos parte de la estrategia de Turismo Rural Comunitario TRC en nuestra región San Martín, buscamos crear alianzas con las autoridades locales, provinciales y regionales. Fortalecemos a nuestro equipo con capacitaciones y esperamos brindar un servicio con experiencias auténticas. Los invitamos a visitarnos.



Especialidad en Bioarqueología y Antropología Forense  
Maestría en Conservación de Patrimonio Edificado – UNI  
Director del Departamento de Investigaciones Arqueológicas y Bioarqueológicas de la  
Basílica Catedra de Lima

✉ proyectopizarro@yahoo.com



### LA APORTACIÓN DEL PROYECTO MACHAYPAMPA AL ESTUDIO ARQUEOLÓGICO EN CAVIDADES DE LA CULTURA CHACHAPOYAS

#### Co-Autores:

Agustín Rodríguez Teso<sup>1</sup>, Dolores Núñez Pérez<sup>1</sup>, Edwin Raúl Greenwich Centeno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Equipo Coordinador Proyecto Machaypampa.

<sup>2</sup> Arqueólogo de campo del Proyecto Machaypampa

### Resumen:

El Proyecto Machaypampa es un proyecto de investigación en cavidades que se desarrolla en la provincia de Chachapoyas, en el Departamento de Amazonas (República del Perú). El proyecto se nutre de espeleólogos españoles de distintos grupos entre los que destacan los grupos fundadores del proyecto, EspeleoKandil, que lleva realizando estos trabajos desde el año 2000, y el Grupo GEODA, que se incorporó en el año 2009. a. En relación con los agentes locales, el Proyecto se basa en la relación con el Centro Mallqui y el Museo de Leymebamba, bajo la dirección técnica de la prestigiosa bioantropóloga Sonia Guillén Oneeglio (miembro de la Academia de la Ciencia de los Estados Unidos).

Bajo su supervisión, El Proyecto Machaypampa ha realizado estudios espeleológicos y ha servido de cobertura a los arqueólogos de campo para poder ir realizando el análisis y conocimiento de 27 cavidades y 7 lugares inaccesibles en altura, de donde se han recuperado numerosos artefactos y restos óseos que han sido depositados en el Museo de Leymebamba, así como se han datado los elementos in situ que han permanecido en el lugar de los hallazgos.

Los arqueólogos no son espeleólogos y es fácil que les sobrecoja el mundo subterráneo de forma que tampoco estén en óptimas condiciones para poder ver todo lo que hay con claridad. José Luis Sanchidrián dice en la ponencia del mes de Septiembre de 2016 en las jornadas los “nuevos profesionales en arqueología” ignoran por completo las casuísticas del medio subterráneo y las técnicas de progresión en él; no están formados ni siquiera para caminar por las cuevas con las mínimas medidas de seguridad hacia sus personas y el medio oscuro que los acoge.

En el Proyecto Machaypampa se ha producido una simbiosis entre los espeleólogos y arqueólogos. Los espeleólogos han realizado la exploración, instalación de las cavidades, fotografía, topografía, transporte del material, subir y bajar a los arqueólogos por una cuerda de forma segura. Los arqueólogos han realizado lo propio de su trabajo.

Durante todos estos años, los miembros del Proyecto Machaypampa han ido aportando a los arqueólogos los elementos de comprensión necesario para poder desarrollar su trabajo en las cuevas de una manera lo más eficiente y segura posible.

Creemos que es más que evidente la peculiaridad de los trabajos de arqueología en cuevas y el requerimiento de una formación específica e interdisciplinariedad en la investigación. No se desarrolla en ningún lugar un curso que facilite a alumnos de arqueología, historia, antropología etc., aprender a moverse con seguridad en ese medio a la par que a realizar los trabajos de investigación que desarrollan los estudios propios que sí se aprenden durante el estudio del grado en esos contextos. Somos los primeros que hemos ofertado un curso de estas características en la Universidad Complutense de Madrid y en el espacio On Line. Por eso entendemos que es novedoso e importante aportar la comprensión del medio espeleológico en el que poder desarrollar actividades de carácter arqueológico.

Desde el punto de vista de la adquisición de competencias y destrezas: Hay técnicas y habilidades propias del estudio arqueológico que cobran una nueva significación y sentido en el marco espeleológico, donde las condiciones de oscuridad, temperatura, humedad y orografía son tan distintas al trabajo que se realiza en la superficie. Por eso queremos abrir la comprensión del trabajo topográfico y fotográfico en el medio subterráneo, así como a la posibilidad real de hacer estudios arqueológicos de los restos y la realización de los perfiles biológicos en esos contextos desde nuestra experiencia de trabajo a lo largo de estos casi veinte años.

## CAROLA MICK

(IRD/CEPED/Universidad París René Descartes, Francia)



Carola Mick es profesora-investigadora en socio-lingüística de la Universidad París René Descartes, actualmente delegada al Instituto francés de Investigación para el Desarrollo en Perú para desarrollar, en cooperación con el Departamento de Humanidades de la PUCP, un proyecto de investigación sobre la Consulta Previa de los pueblos indígenas.

 [carola.mick@ceped.org](mailto:carola.mick@ceped.org)

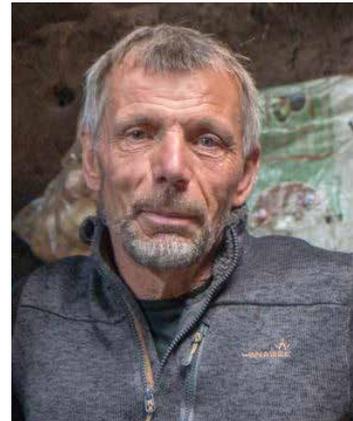
### EL TURISMO COMO INCENTIVO PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: APUNTES ETNOGRÁFICOS DE UNA REGIÓN KÁRSTICA

#### Resumen:

En esta ponencia discutimos una pequeña experiencia de trabajo etnográfico en una comunidad ubicada en una región kárstica en Perú, que se dedica a la explotación turística de una cueva. Considerando que los sistemas naturales y sociales son interdependientes, nos interesamos desde la perspectiva de las ciencias sociales, por la compatibilidad de la explotación turística del Karst con la protección del medio ambiente. Nuestra argumentación empieza por analizar las presiones sociales que vuelven este ecosistema particularmente frágil, entre los cuales destacan el crecimiento poblacional, la competencia entre modelos económicos-ecológicos diferentes del uso de recursos, así como el aprovechamiento de elementos naturales por fines ideológicos.

Estudiamos las variantes del discurso acerca de la protección de la zona kárstica que desarrollan algunos de los actores claves del sistema, y reconstruimos los puntos de encuentro entre éstos. Mostraremos que bajo ciertas condiciones, la explotación turística puede significar un incentivo decisivo para invertir en el desarrollo sostenible de un ecosistema particularmente frágil. Entre estas condiciones destacan la concertación participativa de las actividades entre los actores en un diálogo constante, así como la capacitación y el monitoreo científico permanente. Concluiremos que bajo estas condiciones, la protección del medio ambiente, el desarrollo económico y la construcción de la cohesión social pueden ir de la mano.

Espeleólogo.



✉ karsto30@gmail.com

## EJEMPLO DE UNA CUEVA TURÍSTICA: LA CUEVA DE LA SALAMANDRA (GARD, FRANCIA)

### Resumen:

Fue en Francia a finales del siglo XIX, bajo el impulso de E.A. MARTEL y luego R. JOLY, que la exploración subterránea se convirtió en la espeleología moderna. Hoy en día, Francia cuenta con más de cien cuevas abiertas al turismo que acogen a casi seis millones de visitantes al año, consolidando al país con el turismo subterráneo más grande en Europa. Existe en Francia una Asociación Nacional de Administradores de Cuevas abiertas al Turismo (ANECAT) con fines de desarrollar el turismo en cuevas, proteger y valorizar el patrimonio subterráneo.

En el Departamento del Gard (Sur de Francia), "l'aven de la Salamandre" fue explorado por primera vez en 1965 por espeleólogos de Nîmes y Uzès que descubren debajo de un pozo de 50 m un vasto espacio del tamaño de un campo de fútbol, abundantemente adornado con concreciones titánicas y una estética incomparable.

En 2011, después de dos años de estudios complejos y obtener las autorizaciones necesarias, el trabajo de acondicionamiento de la cueva de la Salamandra finalmente podría comenzar. Para que la cavidad sea accesible para todos, fue necesario excavar dos túneles, uno de ellos perfectamente horizontal para permitir el acceso a personas en sillas de ruedas. Es a partir del verano de 2013 que la Cueva de la Salamandra finalmente se vuelve accesible para todos. Los habitantes de la región que no estaban al tanto de la presencia de semejante tesoro en su territorio están en la cita.

La Gruta se inaugura el 28 de junio de 2013 en presencia de muchas autoridades. En 2016, después de solo 3 temporadas de apertura al público, la Cueva de Salamandra ha sido galardonada con 2 estrellas Michelin, que saluda la calidad, originalidad y emoción del recorrido.

Director-Fundador de la asociación civil, "La casa de colibrí de Chirimoto".

 chirimoto@gmail.com

### EL SISTEMA DE CUEVAS DE PALMIRA, UNA OPORTUNIDAD PARA EL ECOTURISMO Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL VALLE DEL RÍO SHOCOL

#### Resumen:

El Valle del río Shocol está conformado por los distritos de Limabamba, Totorá, Chirimoto y Mílpuc, en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú. Las aguas del río Shocol, que cruza el valle, vienen desde la Laguna Mamacocha en el distrito de la Jalca Grande, en la provincia de Chachapoyas. A lo largo de su recorrido en el valle, el río Shocol va aumentando su caudal por la afluencia de una serie de meandros que bajan de las montañas al sur del valle tanto de Montealegre, en Limabamba, como de Palmira, en Chirimoto. Estos meandros y quebradas nacen de un sistema de ríos subterráneos y cavernas que han sido estudiados por los grupos, Espeleo Club Andino (ECA) de Perú y Groupe Spéléo Bagnols Marcoule (GSBM) Groupe Spéléo Vulcain (GSV), Groupe Spéléo les Dolomites (GSD) de Francia, quienes han denominado al conjunto, "Sistema de Palmira".

Si bien es conocida la galopante deforestación que se está produciendo en la Provincia Rodríguez de Mendoza, señalada como uno de los puntos de mayor riesgo en esta problemática a nivel del territorio peruano, en el área de las montañas, donde se encuentra el sistema de cavernas, existe una área de 21,000 hectáreas de bosques originarios que se hallan ya propuestos para constituir una zona de reserva ecológica estatal y que se ha denominado "Montealegre".

En la conferencia se expondrá los detalles de la propuesta "Montealegre", con una descripción panorámica de los recursos naturales y arqueológicos tanto del valle como de la zona de Palmira, del mismo modo haremos un recuento de estado de la tramitación, burocrática, que ha retrasado la declaración de área como zona de reserva. Así mismo detallaremos algunos aspectos de orden social en los que mencionaremos los peligros que amenazan estas tierras, tanto desde el lado de la deforestación como de la también galopante actividad del narcotráfico en el área. En lo que se refiere a los pobladores o comunidades colindantes con la reserva, revisaremos la posición a favor o en contra de la creación de esta reserva y el potencial de su participación en los proyectos que podrían generarse con su creación.

Especialista temático de la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo - Juanjui

## DESARROLLO DEL TURISMO ESPELEOLÓGICO – EXPERIENCIA EN CUEVA DE PALESTINA

### Resumen:

#### **DECRETO SUPREMO N° 005-2016-MINCETUR:**

#### **REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO TURÍSTICO DE AVENTURA**

Capítulo I disposiciones generales

Capítulo II funciones del órgano competente

Capítulo III de las agencias de viajes y turismo autorizadas para prestar el servicio de turismo de aventura

Capítulo IV del turista

Capítulo V personal y equipos para la prestación del servicio

#### **RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 083-2018-MINCETUR:**

- Aprueban modalidades de Turismo de Aventura: Ala Delta, Barranquismo, Buceo, Cabalgata, Canopy / Zipline, Ciclismo, Esquí, Escalada, Espeleología o Exploración de cuevas, Kayak, Kite surf, Parapente, Puentismo, Rápel, Sandboard y Tabla a vela.
- Reglamentación regional
- Proceso para inicio de actividades en turísticas en cuevas o cavernas (Experiencia en Nueva Cajamarca)  
Verificar si las cuevas o cavernas se encuentran dentro de las ZOCCRE's, Zonas de Reservas o propiedad privada con los interesados.  
Proceso de planificación para determinar un administrador del recurso turístico.  
Sensibilización a la población por los entes competentes en turismo, medio ambiente y espeleísmo.  
Investigación especializada, para elaboración de guion interpretativo.  
Si el recurso turístico es apto para turismo, se realiza el inventario turístico en la DIRCETUR, para los permisos correspondientes.  
Fortalecimiento de capacidades a la población: orientación turística, espeleo rescate, alimentación, etc.  
Lanzamiento del atractivo turístico antes las empresas terciarizadas (agencias de viajes y/o tour operadores)  
Mantenimiento y continuidad de trabajos.

## DIEGO ZAFRA & DANIEL BARAJAS (Universidad Industrial de Santander, Colombia)



Estudiante de Geología de la Universidad Industrial de Santander; Cofundador e integrante del grupo de Geoespeleología del Semillero de Investigación de Patrimonio Geológico y Paleontológico UIS adscrito al Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada, investigador en campos relacionados a la administración del patrimonio, Paleontología, Geoespeleología, hidrogeología kárstica y proyectos que procuren el desarrollo sostenible de las regiones.

✉ [diego.zafra@correo.uis.edu.co](mailto:diego.zafra@correo.uis.edu.co)



Estudiante de Geología de la Universidad Industrial de Santander; integrante y cofundador del grupo de geoespeleología asociado al Semillero de Patrimonio geológico y paleontológico UIS, adscrito al grupo de investigación GIGBA.

✉ [dsbarajas14@gmail.com](mailto:dsbarajas14@gmail.com)

### MODELO DE GEOCONSERVACIÓN Y GEOTURISMO EN LA CAVERNA DEL NITRO (ZAPATOCA, SANTANDER)

**Autores:** Diego Zafra Otero<sup>1</sup>, Daniel Sebastián Barajas Rangel<sup>1</sup>, Jorge Gelvez<sup>1</sup>,  
Juan Diego Guzmán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Semillero de patrimonio geológico y paleontológico, Universidad Industrial de Santander.

#### Resumen:

La Caverna del Nitro, es una cavidad kárstica de gran tamaño que aflora en el municipio de Zapatoca (Santander, Colombia), formada por procesos de disolución en litologías de la Formación Rosablanca del Cretácico Inferior. Esta Caverna se ha convertido en un gran atractivo turístico de la región, potenciando el desarrollo y la economía local. A pesar de esto el turismo impulsado por malos hábitos ha generado una gran afectación al ecosistema, esta afectación consiste de diferentes tipos de actos vandálicos (rompimiento de espeleotemas, grafiti, basuras, entrada indiscriminada de visitantes, entre otros). Estos problemas se dan debido a la falta de conciencia del patrimonio subterráneo y de Geoeducación en los habitantes y visitantes del lugar; a través del estudio del karst y teniendo en cuenta la cartografía e inventario geoespeleológico de la caverna, se plantea una evaluación y distribución de áreas en función de su uso en pro de la Geoconservación del sistema y la recuperación del mismo. Asignando un área para el Geoturismo se pretende lograr la conservación de las partes más profundas de la cavidad, que servirá para futuras investigaciones científicas.

Mediante una zonificación de áreas realizada evaluando riesgos y afectaciones se logrará la preservación, conservación y restauración de la cavidad; identificando en la caverna una ruta geoturística se realizarán recorridos educativos en las partes más seguras de la caverna apta para los turistas, los lugares de alta vulnerabilidad que deben ser protegidos serán habilitados solo para científicos y los que presentan una afectación antropogénica evidente serán restaurados. Por medio de mapas, folletos e instrucción de guías en la génesis y conservación del ecosistema; los visitantes harán un recorrido seguro y educativo en la caverna; mientras los científicos podrán aventurarse en el mundo de la Ciencia y la investigación.

Implantando este modelo de Geoturismo y geoconservación en este sistema kárstico se pretende llegar a concientizar, difundir y educar sobre la importancia de cuidar y estudiar estos sistemas naturales tan delicados como los subterráneos. A su vez se pretende replicar estos modelos en otras cavidades que presenten las mismas problemáticas o que quieran desarrollar ciencia con turismo sostenible.

Ingeniera Ambiental; magister en Ciencias con mención en Docencia Superior e Investigación Educativa y Doctora en Administración de la Educación; laboro actualmente en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, como docente en la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.



✉ castula.alvarado@untrm.edu.pe

### **ECOTURISMO EN LA CATARATA GOCTA Y CONDICIONES AMBIENTALES Y SOCIALES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL DISTRITO DE VALERA, BONGARÁ, AMAZONAS, 2018**

#### **Resumen:**

El ecoturismo es una actividad que se orienta al desarrollo sostenible por ser “amigable” con el medio ambiente, la cultura, tradiciones y costumbres. Esta actividad presenta especial importancia para el departamento de Amazonas, donde se observan abundantes recursos ecoturísticos que comprenden los paisajes, la biodiversidad y el legado histórico de los antiguos pobladores. En tal sentido, es necesario que en Amazonas se haga un esfuerzo para destinar parte de estas áreas a la protección y conservación de sus recursos naturales, responsabilidades que están asociadas al ecoturismo. En este contexto, el presente estudio tuvo por objetivo determinar las condiciones ambientales y sociales en las que se desarrolla el ecoturismo en torno a la catarata de Gocta (considerada como la tercera catarata más alta del mundo), para el desarrollo sostenible del distrito de Valera; Bongará, Amazonas 2018. Se utilizó una metodología descriptiva, basada en la participación activa de la población, quienes mediante talleres nos dieron alcances sobre la problemática relacionada al desarrollo del turismo en la catarata Gocta. Se trabajó con la población del distrito de Valera, la cual pertenece a la provincia de Bongará, con sus anexos San Pablo, Nuevo Horizonte y Cocachimba. Como principales hallazgos de este estudio, se pudo comprobar que: (a) se requiere de una mejor organización y liderazgo de las autoridades para mejorar las condiciones de participación integral de la población en la actividad ecoturística; (b) se requiere de una mejor atención a la población en sus planes de desarrollo integral para mejorar las condiciones socioambientales; y (c) se requiere mejorar la gestión ambiental en el distrito iniciando por un ordenamiento territorial y atención de las condiciones básicas de desarrollo integral para garantizar la sostenibilidad del recurso ecoturístico en estudio.



Ingeniero Geólogo graduado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos perteneciente al tercio superior de su promoción y actualmente está cursando la maestría en Geotécnia. Tiene 6 años de experiencia en la realización de investigaciones Geotécnicas & Hidrogeológicas para el sector minero, las cuales incluyen más de 50 proyectos en diferentes regiones del Perú, ha laborado en empresas como MWH, AMEC, ANDES, AMEC FOSTER WHEELER Y actualmentn en WSP.

 [isai.malvaceda@wspgroup.com](mailto:isai.malvaceda@wspgroup.com)

### ENSAYO SOBRE LA ANISOTROPÍA DEL SISTEMA KÁRSTICO EN LOS PRINCIPALES PROYECTOS MINEROS EN EL PERÚ

#### Resumen:

La anisotropía de los acuíferos kárstico es consecuencia de su evolución tectónica y puede ser definida y cuantificada mediante el estudio de los tectoglifos (análisis microestructural). El método Eraso utiliza esta evaluación de la anisotropía para predecir las direcciones de drenaje en cualquier tipo de acuífero fisurado. El ejemplo que se presenta pone de manifiesto el acierto de este método y demuestra que los planos extensionales son los principales responsables del control de la red de drenaje subterránea, mientras que los planos de estratificación y otros tipos de fracturas y joints no aportan resultados satisfactorios.

Con los diferentes sistemas karsticos, en diferentes proyectos mineros que se emplazan en forma alineada en las franjas metalogénicas, han sido ensayadas diversas alternativas tendentes a estudiar las implicaciones tectónicas que determinan las direcciones principales del drenaje subterráneo en los acuíferos fisurados y/o karstificados. Estos ensayos han venido a ratificar la validez del método Eraso a la hora de conocer cómo es la anisotropía de estos tipos de acuíferos y cómo puede ser ésta evaluada y Asimismo, estos ensayos han puesto de relieve la escasa representatividad y nula validez que, para tal fin presentan otros tipos de datos estructurales, como pueden ser los planos de estratificación o las fracturas en general, sin tener en cuenta su origen y sus implicaciones geológicas.



Ingeniero - Geólogo con MSc en Geología Económica, Economía Minera y otros estudios de posgrado en geología de exploración de metales preciosos y metales base. Espeleólogo desde el 2003 miembro fundador y expresidente el ECA, Alpinista, escalador, socio y equipo de rescate del club de montaña CAMYCAM.

✉ djhon.huaman@gmail.com



Estudiante de Decimo ciclo de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Vicepresidente del GEIPPE "Grupo de Estudios e Investigación de Petrología y Petrografía"

✉ edgar.yataco@unmsm.edu.pe

## ROCAS CALCÁREAS COMO HUÉSPEDES DE DEPÓSITOS MINERALES ECONÓMICOS EN EL PERÚ

**Autores:** Jhon Huaman Canchanya <sup>1</sup>, Edgar A. Yataco Zamudio <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>. Geólogo Económico - Consultor, Perú.

<sup>2</sup>. GEIPPE - UNMSM, Perú.

Las Rocas calcáreas generalmente son rocas formadas mayormente por carbonatos de calcio como las calizas o calcio y manganeso como en las dolomitas. Las calizas tienen origen sedimentario mientras las dolomitas se originan por sedimentación y metamorfismo. Las rocas calcáreas son muy importantes en la minería metálica, minería no metálica, en el petróleo y en el gas.

La presente charla se enfocara en la ubicación geográfica, tipo de depósito, tipo de commodity dentro del área que cubren en el territorio peruano las rocas calcáreas y su importancia como potencial minero para lograr entender sus comportamiento como rocas huéspedes de yacimientos de minerales preciosos y polimetálicos y de cómo este cumple su rol en la distribución y extensión de los recursos mineros económicos en el territorio peruano, además el impacto de estos recursos mineros dentro el PBI de las actividades económicas del Perú.

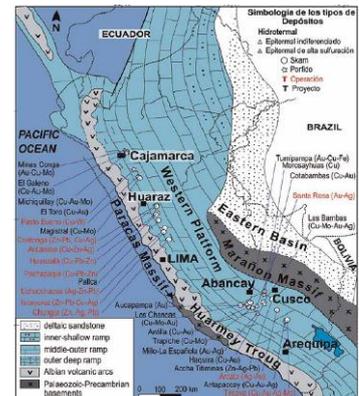


Figura 1. Distribucion de facies de la Fm Jumashu y los depositos asociados a ella. (despues de Acosta., 2010).

## EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL PERÚ

**Autores:** Jhon Huaman Canchanya <sup>1</sup>, Edgar A. Yataco Zamudio <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>. Geólogo Económico - Consultor, Perú.

<sup>2</sup>. GEIPPE - UNMSM, Perú.

Las rocas calcáreas y los procesos kársticos son el tema principal de este simposio, en la siguiente exposición se tratara de explicar los procesos de la evolución geológica del Perú, repasando la ubicación y el comportamiento tectónico y los procesos de erosión, transporte, depositación de sedimentos, hundimiento de cuencas, fases compresivas que generan plegamientos, cabalgamientos y levantamientos, así como el magmatismo que influye en la formación de la cordillera andina. Se desarrollara el comportamiento del Precambriano, Paleozoico y el Ciclo Andino donde se da el origen de las rocas calcáreas dentro del territorio peruano, dentro de esta se generan las zonas más propensas para procesos kársticos.

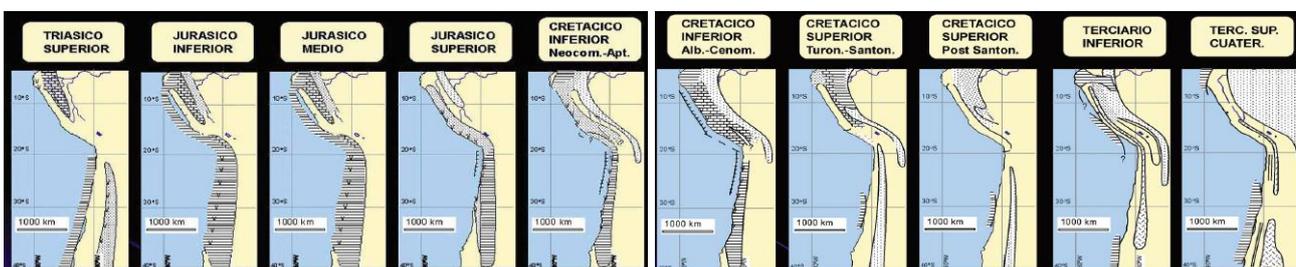


Figura 1. Paleogeografía de los Andes Centrales a lo largo del Ciclo Andino. (Aubouin et al. 1973, Dalmayrac et al. 1986, Jaillard et al. 1990).



Ingeniero Geólogo de la Universidad Nacional de Ingeniería y Máster en Mineralogía de la Universidad de Heidelberg - Alemania. Especialista en: Muestreo & QA/QC, Microscopía óptica y electrónica, NIR, DRX, MLA, QEMSCAN; Exploración. Geológica, Modelamiento 3D, Geoestadística y Geometalurgia. Trabajó en: Minero Perú, INGEMMET, Consultor Internacional PNUD, North Cía. Minera, Consorcio Min. Horizonte, Director Reg. de Energía y Minas-Ucayali, Minsur, Soc. Minera C° Verde, Buenaventura; actualmente: SAMPLING OK SAC y docente UNI y PUCP.

✉ canmoysa@gmail.com

### GÉNESIS DE LOS ENSAMBLES CALCÓFILOS INTRACÁRSTICOS

#### Resumen:

Las características litológicas, fisiográficas y estructurales del prisma andino, sobre todo en la parte peruana, han sido muy favorables para la formación, no sólo de procesos de disolución cárstica, sino de rellenos posteriores de las cavidades formadas; dichos rellenos han sido principalmente carbonatos y sulfuros, depositados a partir de soluciones descendentes a temperatura ambiente, conformando lo que se denominan yacimientos intracársticos.

Entre las características geológicas más importantes que hace que estos yacimientos sean muy frecuentes en nuestro País, se tiene: la abundancia de rocas calcáreas; la presencia de sistemas estructurales que no sólo favorecen el inicio de la disolución cárstica, sino que la encajonan; condiciones climáticas seculares con ratios favorables de pluviosidad y la epirogenésis que hace que los sistemas profundicen y desarrollen cuerpos económicos importantes. Llama la atención que estos yacimientos a pesar de ser muy frecuentes en nuestro País, no sean muy conocidos y que se confundan fácilmente con otros tipos de yacimientos, sobre todo los hidrotermales.

En esta oportunidad vamos a tratar de definir la génesis de estos yacimientos, sobre todo en base a diagramas de fases Eh-pH. Para ello hemos investigado diversos ensambles mineralógicos de varios yacimientos intracársticos peruanos: Cuerpo Ombla (Morococha), Cañón, Mario, Porcia, Pozos Ricos (Hualgayoc-Cajamarca), Huaripampa (Junín), C. de Pasco, Uchucchacua, etc.

Los minerales más abundantes que ocurren en dichos yacimientos intracársticos son: esfalerita, galena, pirita, marcasita, sulfosales de Ag, argentita, sulfosales de As y Sb, rejalgar, oropimente, limonitas, óxidos de Mn, hematita, carbonatos (principalmente siderita y calcita), baritina, cuarzo y chert, arcillas y material orgánico.

El sulfuro más abundante es el FeS<sub>2</sub>, tanto en su variedad pirita como marcasita; esta fase es la que tiene el campo de estabilidad más grande en los diagramas Eh vs. pH; por lo que nos estarían marcando los rangos de deposición de los ensambles calcófilos que rellenan los yacimientos intracársticos; dichos límites son: de 6 a 7.3 de pH y de -0.4 a + 0.25 de Eh. Los campos de estabilidad de todos los demás sulfuros frecuentes (esfalerita, galena, oropimente, rejalgar, etc.) están comprendidos holgadamente dentro de estos rangos.

El carbonato más frecuente en los ensambles intracársticos es la siderita, la cual ocurren en bandas alternantes, o como anfitrión de los sulfuros. Esta característica es totalmente diferente a la que se observa en yacimientos hidrotermales, donde dicho mineral, por originarse en sistemas de baja fugacidad de oxígeno y azufre, no se encuentra en equilibrio con los sulfuros de metales base.

Aún queda pendiente definir las condiciones de deposición de las sulfosales de plata (pirargirita y proustita), minerales que ocurren en altas proporciones, dentro de bandas de siderita, como en los mantos de San Antonio y Santa Águeda en Carachuacra-Junín.

## RONALD MAYTA RODAS

M.Sc. en hidrogeología (UPC-Barcelona-España), Ingeniero Geólogo, consultor con 09 años de experiencia en proyectos nacionales e internacionales (Chile-Argentina), de caracterizaciones hidrogeológicas, geológico-geotécnico/minero que incluye: mapeo geológico e hidrogeológico y kárstico, levantamiento de columnas estratigráficas, supervisión de programas de perforación, diseño e instalación de piezómetros individuales y multilevel, supervisión de pruebas hidráulicas en rocas y suelos, muestreo de agua superficial y agua subterránea, análisis hidrogeoquímico, diseños y construcción de pozos de agua, modelamiento hidrogeológico con el código Mod Flow en Model Muse.

✉ ronaldmayta@stantec.com



## DESARROLLO DE MINAS EN REGIÓN KÁRSTICA

### Resumen:

En el Perú las rocas carbonatadas son aproximadamente el 13 % de la superficie del país, aflorando en espesores de varios kilómetros, representando el 20% aproximadamente de todas las rocas sedimentarias fanerozoicas, en buena parte de estas formaciones carbonatadas afloran más del 50 % de las minas de metales preciosos y metales base, que se presentan como depósitos de tipo pórfido, skarn, vetas y depósitos de reemplazamiento.

El medio kársticos es altamente vulnerable a la contaminación debido a su particular estructura del drenaje, el riesgo se hace real cuando sobre la superficie del terreno se llevan a cabo desarrollo de minas generando alto potencial de ingreso de agua subterránea al tajo abierto o a túneles, subsidencia superficial causado por el colapso del desarrollo de sumideros, cavernas, la contaminación de acuíferos y manantiales kársticos en áreas de botaderos, debido a las limitaciones de propiedad o limitaciones geológicas, esto pone a los acuíferos kársticos locales y regionales en riesgo de contaminación y potenciales problemas entre las comunidades aledañas a las áreas mineras, ya que dependen de los manantiales y del flujo de los arroyos para obtener agua potable o de irrigación.

El creciente incremento de la actividad minera en este entorno kárstico, requiere por tanto, un estudio detallado, determinando la ubicación de las zonas más sensibles, vulnerables, a la contaminación, Identificando las unidades carbonatadas que probablemente contengan rasgos kársticos, determinando la profundidad del epikarst y de la karstificación, ubicación de áreas de descarga de manantiales y distribución de la conductividad hidráulica y piezométrica; teniendo como producto final un mapa de riesgo, herramienta que servirá a los planificadores de la mina para determinar las mejores áreas donde depositar los desechos de mina y a las vez proteger los acuíferos kársticos, todo esto con el fin de que el paisaje kárstico sea un medio cuya preservación resulte prioritaria.



Investigador geólogo del IRD (Laboratorio ISTERRE, Grenoble Francia, ahora en el INGEMMET), especializado en el estudio de la evolución del relieve y de la tectónica en diferentes escalas de tiempo. Por eso aplico geología de campo, geomorfología cuantitativa, técnicas de thermochronología cuantitativa y modelos numéricos. También soy un espeleólogo activo (exploraciones, topografías de cuevas, entrenador por las técnicas de espeleología,...) del grupo espeleológico Vulcain (Lyon, Francia, afiliado a la Federación Francesa de espeleología [FFS]) y ECA (Lima, Perú), apasionado por el estudio del karst desde todos los ángulos.

✉ xavier.robert@ird.fr

### SÍNTESIS DE LAS EXPLORACIONES ESPELEOLÓGICAS EN EL MACIZO DEL ALTO MAYO (PERÚ)

**Autores:** Xavier Robert <sup>1</sup>, James Apaéstegui <sup>2</sup>, Patrice Baby <sup>3</sup>, Jean-Yves Bigot <sup>4</sup>, Jean Loup Guyot <sup>5</sup>, Liz Hidalgo <sup>6</sup>, Naomi Mazzilli <sup>7</sup>, Constance Picque <sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IFSTTAR, ISTERRE, Grenoble, Francia

<sup>2</sup> Instituto Geofísico del Perú, Instituto Científico del Agua, Perú

<sup>3</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Francia

<sup>4</sup> Groupe spéléologique Bagnols-Marcoules, Francia

<sup>5</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Lima, Perú

<sup>6</sup> IRD-LOCEAN, Paris, France; UNTRM, Chachapoyas, Perú

<sup>7</sup> Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse / UMR 1114 EMMAH (UAPV/INRA), Francia

<sup>8</sup> Université de Montpellier, Francia

El macizo del Alto Mayo corresponde a una formación anticlinal que se ubica en el norte de Perú, en la región de San Martín. Las formaciones de caliza se desarrollan especialmente a lo largo del flanco este del anticlinal, lo cual es evidenciado a través de resurgencias que drenan sus aguas hacia el valle del río Mayo. La presencia de esta formación geológica, los servicios ambientales que otorga y los recursos hídricos subterráneos contenidos son importantes para el desarrollo económico y social local (turismo subterráneo, riego de campos de arroz, agua potable para pueblos, entre otros). Para permitir este desarrollo en buenas condiciones, es necesario aumentar nuestro conocimiento del sistema kárstico, que pasa en primer lugar por la exploración de las cavidades del macizo del Alto Mayo.

En este sentido, desde 2003, las expediciones espeleológicas inglesas (Bristol Exploration Club [BEC], 2003) y franco-peruanas (CESPE - Espelelo Club Andino [ECA] – Groupe Spéléo de Bagnols Marcoules [GSBM] - Vulcains, 2003 y del 2008 hasta el presente año) exploran las cuevas y tragaderos del Alto Mayo. En agosto de 2017, se llevó a cabo una expedición científica multidisciplinaria. Actualmente, en este macizo, se han descubierto y topografiado más de 30 km de galerías y pozos. El objetivo de esta presentación es hacer un síntesis de las exploraciones recientes de este importante macizo kárstico y su potencial para futuras exploraciones.

### EL SISTEMA KÁRSTICO DE LA CUEVA DE LOS FRANCESES (PARQUE NACIONAL DE RÍO ABISEO, PERÚ), TESTIGO DE LA EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA Y TECTÓNICA DE LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES.

**Autores:** Xavier Robert <sup>1</sup>, Jean Loup Guyot <sup>2</sup>, Víctor Macedo <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IFSTTAR, ISTERRE, Grenoble, Francia

<sup>2</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Lima, Perú

<sup>3</sup> SERNANP, Parque del río Abiseo

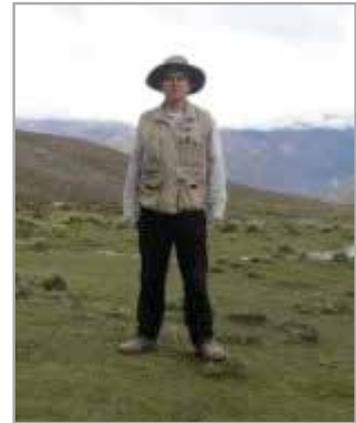
Se sabe que las cuevas registran los cambios ambientales en sus espeleotemas y se usan de forma rutinaria para reconstruir el cambio climático. Sin embargo, la morfología y los sedimentos de estas cavidades están también íntimamente vinculados a la evolución geomorfológica de la superficie, incluyendo la incisión de los valles, y por lo tanto a las variaciones climáticas y / o tectónica. Hoy, es difícil encontrar proxies para cuantificar (tasas y tiempos) incisión y / o episodios tectónicos. Las cuevas, a través de su registro sedimentario conservado, sin embargo constituyen un tal proxy. En Perú, la cuantificación de los procesos geomorfológicos y sus impulsores todavía están en el centro de un importante debate sobre la evolución geológica de la cadena andina.

Recientemente hemos descubierto un sitio que puede conducir interés que den respuesta en este debate, a saber, el sistema kárstico de la Cueva de los Franceses (Parque Nacional Abiseo Río, Juanjui). Me propongo mostrar lo que podría llevar de este sistema kárstico por nuestro conocimiento de la evolución de los Andes, discutiendo su karstogenésis y la historia sedimentaria en relación con la evolución tectónica y morfológica de la región.

### ¿CÓMO REPRESENTAR UNA CUEVA? LA TOPOGRAFÍA SUBTERRÁNEA DESDE LAS PRIMERAS EXPLORACIONES HASTA HOY.

Desde el inicio de las exploraciones de las cuevas, los exploradores han intentado de describir gráficamente las cavidades exploradas para preservar un inventario de las exploraciones. El método implementado es la técnica de topografía subterránea, una técnica que evoluciona constantemente según las necesidades y los avances tecnológicos, y que permite hoy la representación gráfica georreferenciada en dos o tres dimensiones. Propongo presentar una breve historia de la topografía subterránea desde los inicios de las exploraciones subterráneas hasta hoy, sus principios fundamentales, el material utilizado y su evolución temporal, y finalmente su reciente integración en los análisis GIS.

Ingeniero Geólogo, egresado de la Universidad Nacional de Cajamarca, con experiencia de 3 años en calidad y monitoreo de agua (Laboratorio Regional de Cajamarca) y estudios geoambientales (INGEMMET), actualmente elaborando en el proyecto de línea base geoambiental de las subcuencas de Alto Apurímac, Santo Tomás y Vilcabamba en las provincias de Cuzco – Apurímac, en el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.



✉ jhonn.ortiz@gmail.com.

## EXPLORACIÓN DEL SISTEMA KÁRSTICO DE NEGROPAMPA – CHOTA

**Autores:** J. Ortiz <sup>1</sup>, F. Peña <sup>1</sup>, I. Becerra <sup>1</sup>, R. Zavaleta <sup>1</sup>.

<sup>1</sup>. INGEMMET

### Resumen:

Los sistemas kársticos son formaciones geológicas que se generan por la disolución del carbonato de calcio de las rocas calizas, para lo cual existen diferentes factores como: el grado de fracturamiento, la precipitación, el tipo de roca, la geomorfología del lugar, la acidez del agua, entre otros.

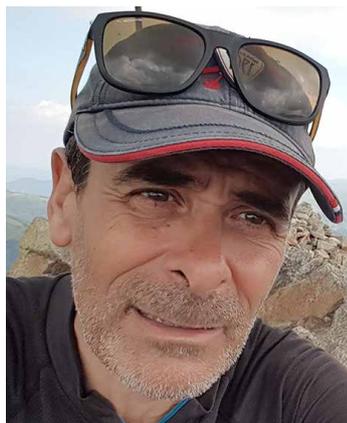
Barbier G. (2006), realizó un reconocimiento de zonas kársticas en la provincia de Cajamarca, de las cuales se encuentra el sistema kárstico Negropampa, donde realizó 8 puntos de observación, en los cuales evidencio geoformas kársticas como dolinas colapsadas, grutas, y otras estructuras menores. El año 2007 realizó el mapeo de la cueva de Negropampa con una profundidad aproximada de 541 metros. Para contribuir con el reconocimiento detallado del sistema kárstico, el año 2018 se realizó un reconocimiento geológico.

El sistema kárstico Negropampa se localiza al norte de la ciudad de Cajamarca, aproximadamente a 110 km, en las inmediaciones de la provincia de Chota, en el centro poblado de Negropampa.

El reconocimiento geológico realizado sirvió para contribuir con mayor información que ayude a entender la relación de los procesos kársticos con la geología regional. El sistema kárstico de Negropampa se encuentra emplazado en un sistema de plegamiento con dirección NE – SW, está compuesta por rocas calizas de color gris azulinas pertenecientes a la Formación Cajamarca, los estratos (con buzamiento al NE) se encuentran plegados, fracturados y en constante proceso de erosión, generando estructuras como lapiaces, dolinas en formación y torretas en la parte superficial. La posible zona de infiltración de agua se ubica en la parte más elevada, donde también se observan dolinas y surcos conteniendo vegetación, la cual en relación con el suelo aportan acidez al agua. Estos surcos aparentemente siguen la configuración de los planos de estratificación, al igual que la caverna principal que a lo largo de su emplazamiento se alinea al eje de un plegamiento con una dirección de SE.

El acceso principal a la caverna Negropampa, se ha formado perpendicular al plano de estratificación, por una fractura mayor que posteriormente sigue la dirección de un lineamiento noreste suroeste.

El sistema kárstico Negropampa tiene grandes condiciones para almacenar y transmitir aguas subterráneas; por lo tanto, interpretamos que se trata de un gran acuífero que puede contener grandes reservas de aguas subterráneas, sobre todo en épocas de lluvia. Adicionalmente en la parte inferior se observan surgencias en forma de manantiales los mismos que se usan para consumo humano y riego, de los pobladores de Negropampa y otros sectores.



✉ patrice.baby@ird.fr

Director de investigación en el IRD, en geología estructural, análisis de cuenca, sistemas petroleros. Trabajó en los Pirineos, en los Andes, en el Atlas, y en Nueva Caledonia. Ph.D Universidad de Toulouse (Francia) en 1988. Entre 1989 y 2007, trabajó en varios países andinos donde fue coordinador IRD de convenios de cooperación científica con empresas petroleras: - en Bolivia, convenio IRD-YPFB; - en Ecuador, convenio IRD-PETROECUADOR; - en Perú, convenio IRD-PERUPETRO. De 2008 a 2011, fue co-Director del laboratorio de Geociencia y Medioambiente "GET" de Toulouse (Francia). En 2012, regresó a Perú en el marco del convenio IRD-PERUPETRO. Autor y co-autor de más de 70 publicaciones en revistas internacionales. Director o co-director de 14 Ph.D. Director de 17 tesis de ingeniero de Universidades peruanas y ecuatorianas. Miembro del Consejo de Orientación Científica y Estratégica del "Institut Carnot ISIFoR" ("Institute for the Sustainable Engineering of Fossil Resources", France).

## CONTROL TECTÓNICO DE LOS SISTEMAS KÁRSTICOS DE CHACHAPOYAS Y ALTO MAYO (NORTE PERÚ)

**Autores:** Patrice Baby <sup>1</sup>, Jean-Yves Bigot <sup>2</sup>, Ysabel Calderon <sup>3</sup>, Anthony Dosseto <sup>4</sup>, Jean-Loup Guyot <sup>5</sup>, Liz Hidalgo <sup>6</sup>, Xavier Robert <sup>7</sup>, Elvis A. Sánchez Chimpay <sup>8</sup>, Juan Carlos Villegas <sup>9</sup>, Willem Viven <sup>10</sup>.

<sup>1</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Francia

<sup>2</sup> Groupe spéléologique Bagnols-Marcoule, Francia

<sup>3</sup> Perupetro SA, Lima, Perú

<sup>4</sup> Wollongong Isotope Geochronology Laboratory, University of Wollongong NSW 2522, Australia

<sup>5</sup> Géosciences Environnement Toulouse - GET, IRD Lima, Perú

<sup>6</sup> IRD-LOCEAN, Paris, France; UNTRM, Chachapoyas, Perú

<sup>7</sup> Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, IFSTTAR, ISTERre, Grenoble, Francia

<sup>8</sup> Dirección de Geología Regional, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima, Perú

<sup>9</sup> Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú

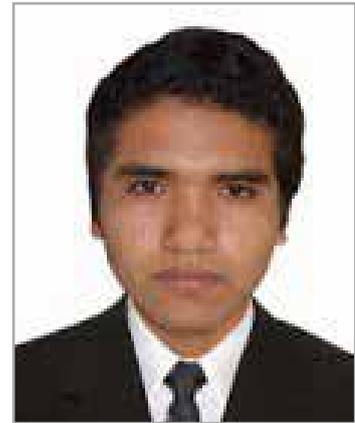
<sup>10</sup> Sección de Ingeniería de Minas | Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

### Resumen:

La zona de transición andino-amazónica del norte del Perú, de la Cordillera Oriental de los Andes (Chachapoyas) a la cuenca sedimentaria subandina de Moyabamba, está deformada por importantes fallas de corrimiento activas, responsables de una actividad sísmica considerable. Los sistemas kársticos se formaron en calizas de edades triás-jurásicos y cretácicos, en los anticlinales y sinclinales relacionados a las fallas de corrimientos, durante el proceso de levantamiento tectónico. En este trabajo, se presenta secciones estructurales regionales ilustrando las relaciones que existen entre los karsts y las estructuras geológicas. El levantamiento tectónico del anticlinal del Cerro Blanco y sus redes kársticas tropicales constituyen el caso más espectacular de la zona andino-amazónica. Este anticlinal por propagación de falla está asociado a la falla más activa de la región. Los espeleotemas encontrados en las cuevas exploradas han registrado paleo-seísmos desde por lo menos 30 000 años. Los antiguos ríos subterráneos, actualmente levantados por la tectónica, tienen arenas preservadas que pueden ser también datadas (isótopos cosmogénicos). La datación del funcionamiento de esos ríos fósiles y sus alturas, comparadas con la altura actual del nivel de base, permiten calcular la tasa de levantamiento tectónico de las estructuras anticlinales o sinclinales. El estudio de esos registros pertenece a un dominio de investigación frontera con un gran potencial todavía poco explorado en los karsts tropicales.

Estudiante de pregrado de IX ciclo en la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Practicante en el Laboratorio de Suelos y aguas del Instituto de la Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Integrante de la propuesta de investigación IRD-UNTRM "Papel de los sistemas kársticos en el control del régimen hidrológico del Río Utcubamba (Amazonas, Perú)".

✉ elimor.4740@gmail.com



### **DESASTRE NATURAL EN UN SISTEMA KÁRSTICO: CASO DEL EVENTO OCURRIDO EN LOS CASERÍOS ASERRADERO, DISTRITO DE JAMALCA, Y SAN ISIDRO, DISTRITO DE CAJARURO, AMAZONAS, PERÚ**

#### **Resumen:**

En un sistema kárstico, el agua "ataca" la superficie de la roca y puede filtrarse a través de grietas y continuar su acción disolvente bajo la superficie, solubilizando la roca caliza en agua carbónica, ocurriendo una acción conjunta de los procesos de erosión, transporte y sedimentación de las aguas superficiales y subterráneas sobre estas rocas. En este contexto, muchas zonas kársticas "vivientes" son complejos humedales, como los que ocurren en la cuenca del Utcubamba, Amazonas. Este es el caso de los territorios que comprendían los caseríos Aserradero y San Isidro, asentados en un complejo sistema kárstico, que el año 2008 se vieron afectados por desplazamientos de tierra que "sepultaron" estos centros poblados. En esta presentación describimos algunos episodios de este evento, a partir de información primaria (registros inéditos) y secundaria (artículos periodísticos, entrevistas a pobladores durante el evento) de la zona, y de la experiencia vivida por el autor principal del presente trabajo. Este evento se caracterizó por la "fuga" de los acuíferos en las partes más altas de la zona, durante 4 días continuos del mes de marzo del año 2008, ocasionando el movimiento del suelo, y el derrumbe de las partes más altas. Aproximadamente 1500 personas de Aserradero y 500 de San Isidro perdieron sus bienes, y tuvieron que ser trasladadas a otras zonas del departamento de Amazonas. La carretera Fernando Belaunde Terry también se vio afectada por este desastre, y debió mantenerse cerrada por algunos días, ocasionando pérdidas en el comercio y transporte. Algunas pérdidas humanas se sumaron a las pérdidas económicas ocasionadas por el desastre.

La experiencia vivida en estos centros poblados, contribuye a hacer reflexionar a los profesionales y la población en general sobre el rol de los sistemas kársticos en el equilibrio ambiental, así como su relación con ciertos desastres naturales, y la importancia de los acuíferos sobre la regulación del régimen hidrológico de la cuenca del río Utcubamba.

## JEAN-YVES BIGOT (GSBM Montpellier, Francia)



Geomorfólogo cárstico, autodidacto. Espeleólogo francés. Desde el año 2005, participa en diferentes expediciones organizadas por el Groupe Spéléologique Bagnols-Marcoule (GSBM). Con más de 40 años de observaciones de cuevas en Francia y Europa, temas tal como los sistemas perdidas-resurgencias, las cuevas hipógenas o la biocorrosión por los murciélagos.

✉ [jeanbigot536@gmail.com](mailto:jeanbigot536@gmail.com)

### EL KARST DE LA MONTAÑA DE CHIRIMOTO (RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS, PERÚ).

En 2015 y 2016, las exploraciones de los clubes peruanos y francés han permitido reconocer un karst suspendido encima del pueblo de Chirimoto en la valle del río Shocol. El karst se caracteriza por torres y relieves cársticos puestos sobre un zócalo de arenisca recorrido por muchas pequeños ríos. Estos se pierden en las piedras calizas y salen despues, formando una serie de sistemas pérdida-resurgencia en la parte norte-oeste reconocida de la montaña de Chirimoto. Tres sistemas mayores, Palmira, Chalán chalán y Cacapishco, suman casi 5 kms de desarrollo. Las exploraciones de estos sistemas y las observaciones geomorfológicas permiten proponer un esbozo carstológico de este karst bien desarrollado de la región de Amazonas.

### UNE CAVITÉ HYPOGÈNE DU PÉROU : LA CUEVA DE LOS GUACHAROS DE SORITOR (YORONGOS, RIOJA, SAN MARTÍN)

Les explorations assidues de clubs péruviens et français dans le nord du Pérou ont permis d'identifier une cavité originale dans le sud du massif de l'Alto Mayo, près de San Marcos (région de San Martin). La Cueva de los Guacharos de Soritor présente une géométrie et des formes pariétales caractéristiques des cavités hypogènes creusées par la condensation-corrosion sulfurique. L'acide à l'origine de la corrosion est l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) dont le pouvoir de corrosion est supérieur à celui de la plupart des grottes dites épigènes creusées par l'acide carbonique (CO<sub>2</sub>). La cavité est située en bordure de la plaine de Rioja et des derniers reliefs calcaires du massif de l'Alto Mayo ; elle est en relation avec deux circulations souterraines dont l'une est en contact avec des formations évaporitiques (gypse). Les différentes observations effectuées dans la cavité sont présentées avant de proposer un schéma d'évolution justifiant la formation de la cavité. Certains points sont discutés tel que l'existence de deux émergences aux signatures chimiques distinctes. En outre, des hypothèses sur l'origine de ces émergences sont proposées, notamment les captures karstiques et l'évolution des bassins versants.

Les observations et mesures physico-chimiques effectuées dans la Cueva de los Guacharos de Soritor ont permis de décrire des phénomènes karstiques d'origine hypogène dans les massifs calcaires du nord du Pérou. Il s'agit d'un nouveau type de cavités qui atteste d'une grande variété des formes de karstification dans les karsts péruviens. En outre, les plaques de gypse néoformé, qui recouvrent les parois de la grotte, indiquent la présence de formations évaporitiques (gypse) alimentant chimiquement les émergences situées en bordure de la plaine de Rioja.

### MURCIÉLAGOS Y CUEVAS: IMPACTOS AMBIENTALES IGNORADOS

La presencia de los murciélagos a lo largo del tiempo puede modificar el volumen de las cuevas. Diferentes formas de corrosión por diferentes ácidos producen morfologías características. Dos ejemplos, la cueva de Gallitos de Rocas de Palestina y la cueva de la Mano Negra de Chaurayacu en el macizo de Alto Mayo (San Martín, Perú), permiten evocar impactos ambientales ignorados. El fenómeno de la condensación-corrosión va poco a poco aumentar por expansión los volúmenes de las cuevas desde algunos centímetros a varios metros.

Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestría en Ciencias de la Tierra, Posgrado Ciencias de la Tierra UNAM. Actualmente desarrollando proyecto doctoral sobre la espeleogénesis de cuevas de flanco de margen como indicadores de cambios glacioeustáticos. En el ámbito espeleológico deportivo, he realizado diversas exploraciones en México y Francia. He realizado diversos descensos deportivos de cavidades profundas de hasta -1100m y diversas participaciones con grupos de México y regularmente con grupo espeleológico alpino belga (GSAB).

✉ hugoe1617@hotmail.com



## ESPELEOGÉNESIS SINSEDIMENTARIA EN LA ISLA DE COZUMEL, MÉXICO

### Resumen:

Se presentan los avances en la identificación de un tipo de espeleogénesis relacionada a las cuevas de flanco de margen (CFM), en la Isla de Cozumel, México. La espeleogénesis de este tipo de cuevas está relacionada directamente con los cambios climáticos, principalmente con los eventos transgresivos y regresivos asociados a los ciclos glaciares interglaciares de los últimos cientos de miles de años. La altura a la que se localizan las entradas actualmente con respecto al nivel del mar, así como el estudio de sus litofacies nos permitirá reconocer la espeleogénesis de las cuevas en las localidades, el Cedral, Cantera "Cueva Flanco de Margen" y Cantera Payo; de confirmar que las cuevas corresponden a un modelo de génesis del tipo de cuevas de flanco de margen, dichas cavidades y/o estructuras pueden ser utilizadas como evidencia del cortejo sedimentario transgresivo correspondiente al último interglacial MIS 5e.

Con base en las asociaciones de facies a partir de láminas delgadas y utilizando el modelo de Wilson (1975) para una plataforma carbonatada, junto con una correcta correlación estratigráfica entre las diversas secciones levantadas alrededor de la isla, permitirán la identificación de las litofacies. La identificación de estructuras como son las cuevas de flanco de margen, así como las discontinuidades desarrolladas por la presencia de calcretas asociadas a fases regresivas, serán utilizadas para la correlación. La correcta determinación de estas litofacies (calcretas) tendrán una segunda fase de investigación; esta segunda fase corresponderá a la obtención de una geocronología lo más robusta que se pueda a partir de selección de carbonatos secundarios que puedan ser fechados con base en el método U/Th.

Las litofacies expuestas en la isla e identificadas corresponden a un primer evento transgresivo identificado por la presencia de facies consideradas submareales con parches arrecifales, que culminan con una primera calcreta, resultado de un evento regresivo. Sobreyaciendo ésta calcreta se identificaron facies ricas en peloides, ooides y bioclastos moderadamente seleccionados correspondientes a un ambiente submareal, dichas facies evidencian un segundo evento transgresivo, estas facies progradan a condiciones supramareales, estas facies están caracterizadas por la presencia de peloides, ooides mejor seleccionados y redondeados, asociados a una gradación inversa.

Dentro de las facies submareales, ubicadas dentro del segundo evento transgresivo se presentan las cuevas de flanco de margen; la presencia de un tipo particular de CFM asociado a los ambientes submareales, particularmente a la progradación de los strandplain, corresponde a la espeleogénesis de cuevas sinsedimentarias. Por último se localiza la presencia de un segundo evento regresivo, con base en la identificación de una segunda calcreta; esta última se localiza por debajo de la formación del suelo actual. La correcta identificación de litofacies y estructuras sedimentarias, así como una robusta geocronología permitirá correlacionar los eventos identificados en la Isla de Cozumel con los eventos identificados en la región desarrollados durante el Pleistoceno Medio-Tardío.

Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), Chachapoyas, Amazonas

✉ hnunezprado@yahoo.com

## LAS DOLINAS DE TAJOPAMPA, DISTRITO LEYMEBAMBA, REGIÓN AMAZONAS

### Resumen:

La región Amazonas, presenta un amplio desarrollo de geoformas cársticas, esto asociado a los empinados relieves existentes, prominentes escarpas y amplias mesetas, valles encañonados, las altas tasas de precipitación (8000 a 1000 mm/año), presencia de afloramientos de rocas calcáreas y vegetación que ayuda a retener las aguas de escorrentía.

La zona de las dolinas reconocidas, tienen como referencia local un se localiza en el cuadrángulo de Leymebamba (14 – h), teniendo como punto de referencia la intersección de las coordenada UTM, N 9'243,000 – 188,000 E; esta zona se localiza al sur de la provincia de Chachapoyas, colinda con el distrito de Balsas al oeste y el distrito de Chuquibamba al sur, en la parte nororiental de la cordillera andina.

La zona de dolinas de Tajopampa, elongada norte –sur muestra dos partes: al norte una gran dolina conocida como “La Boveda”, elongada este - oeste, bastante profunda (+- 50 m.), y hacia el sur un conjunto de dolinas que están coalescentes, elongadas preferencialmente ONO - ENE y que estarían evolucionando para formar una “uvala”. El área tiene 1,5 Km de norte a sur y 1,2 Km de este a oeste, abarcando un área total de aproximadamente 1,8 Km<sup>2</sup>. Al sur esta limitada por la quebrada San Miguel y al norte por la quebrada Apobamba que tributan sus aguas al río Tingo Grande, el cual discurre con una dirección OSO a ENE, hasta desembocar en el río Atuen, el cual tiene orientación preferencial norte – sur con un curso algo ondulado; En la zona de intersección con el río Pomacochas, a la altura de Palmira, al norte de Leymebamba, toma el nombre de río Utcubamba.

El relieve kárstico que describimos, se desarrolla entre una escarpa al oeste con una altitud de 3,600 m.s.n.m que forma un acantilado calcáreo notorio y al pie se desarrollan las dolinas a un altitud promedio de 3,500 m.s.n.m. La parte sur se caracteriza por la formación de típicas depresiones circulares cerradas, pudiendo distinguir hasta 7 dolinas mas o menos grandes; esta área probablemente constituye una “uvala” en formación. Los accidentes (diaclasas) que controlan el desarrollo de las dolinas tienen una dirección preferencial norte-sur y este –oeste, lo que corresponde a la orientación N – S, de los grandes accidentes en la región, paralelos a los flancos el valle del río Utcubamba y fallas o corredores estructurales E – O, que cortan a estas.

Las dolinas son depresiones circulares o elípticas que se forman por disolución (y consiguiente pérdida de volumen) en su fase inicial, a partir de la intersección de diaclasas, generalmente a favor de las planos de estratificación, produciéndose un proceso en cadena de infiltración- disolución. En sección tienen forma de embudo, con “graderías” que corresponden a las diferentes etapas de la disolución de las rocas calcáreas, formando como un anfiteatro o coliseo. Las dimensiones de estas estructuras en el área, varían desde de 50 a 200 metros de diámetro, existiendo pequeñas dolinas en formación.

La “uvala” de Tajopampa, se estaría formando como consecuencia de la evolución de las dolinas, mas rápida en superficie que en profundidad y se va originando por la coalescencia de las dolinas. Su dimensión alcanzaría hasta 1,8 Km<sup>2</sup>., área . Las uvalas aumentan considerablemente la capacidad de absorción, actuando como verdaderas zonas colectoras de agua, que desembocarían en las quebradas y en río Tingo grande.

Esta pendiente localizar las zonas de EXURGENCIAS de tipo permanente en al área, evaluar los caudales determinar los sistemas cársticos de donde proceden las aguas colectoras, estas fuentes muestran fuertes fluctuaciones estacionales en el caudal.

## JORGE GELVEZ & ALAN ARCHILA

(Universidad Industrial de Santander, Colombia)



Estudiantes de Geología de la Universidad Industrial de Santander, investigadores con múltiples capacidades y habilidades en las distintas ramas de las Geociencias. Co-Fundadores y miembros activos del Grupo de Geoespeleología UIS, adscrito al Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA), desde donde se investiga el patrimonio subterráneo que posee Santander en pro de generar alternativas para su buen aprovechamiento y Geoconservación.

✉ [geoespeleologiauis@gmail.com](mailto:geoespeleologiauis@gmail.com)



### GEOESPELEOLOGIA Y CLASIFICACIÓN ESPELEOTEMÁTICA DE LA CUEVA DE DOÑA LUCRECIA (RIO NEGRO, SANTANDER)

**Autores:** Jorge Gelvez <sup>1</sup>, Diego Zafra <sup>1</sup>, , Juliana Herrera <sup>1</sup>, Alan Archila <sup>1</sup>, Juan Tarazona <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Semillero de Investigación del Patrimonio Geológico. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander, Colombia.

#### Resumen:

La Geoespeleología, Karsología o ciencias del Karst es una disciplina incipiente en Colombia que combina la ciencia con el deporte y la aventura. En las estribaciones del flanco Oeste de la Cordillera Oriental, municipio de Rionegro (Santander) se encuentra la cueva de Doña Lucrecia, desarrollada por procesos de disolución en calizas fosilíferas de la Formación Rosa Blanca del Cretácico Inferior. Debido a condiciones ambientales propicias y a la casi nula entrada de visitantes, se presentan numerosas especies o formas de vida (trogloxenos, troglófilos, troglóbios) y a su vez una gran variedad de espeleotemas muy bien preservados, en formas zenitales, parietales y pavimentarias; entre ellos destacan: estalactitas, estalagmitas, cortinas, banderas, columnas, helictitas, moonmilk, entre otros, que son descritos y clasificados.

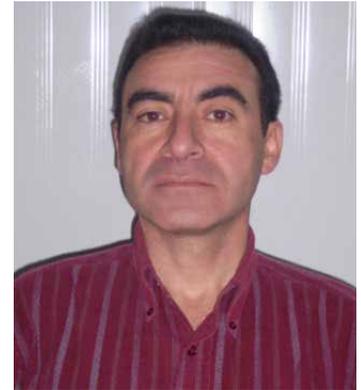
Se realiza un análisis petrográfico a secciones delgadas de una estalactita y una estalagmita, para conocer su composición y reconocer algunos de los procesos que dieron lugar a la formación de estos espeleotemas. Además, se realiza un análisis estructural en base a las orientaciones de los pasajes de la cueva, con tres principales patrones de orientaciones, con una tendencia general NW-SE que son discutidas con tensores de esfuerzos actuales, donde se puede especular que esta tendencia se encuentra más o menos paralela con la dirección del mayor esfuerzo compresional y por lo tanto perpendicular al extensional. Se presenta un mapa y corte de la cavidad que facilitará futuras expediciones y estudios, junto con análisis arquitecturales y morfogenéticos a una estalagmita recolectada. Esta cueva hace parte del patrimonio con el que cuentan los habitantes del municipio, que con investigaciones como está puede llegar a ser aprovechada en actividades Geoturísticas que no afecten el funcionamiento del ecosistema y aporten al desarrollo de la comunidad

# CARLOS MORALES BERMÚDEZ

(Geólogo Senior, CESPE, Perú)

Geólogo espeleólogo. Trabajó en SVS ingenieros Lima Perú, como consultor en el área de geología y geotécnica. Colaborador del área de geología del Museo de Historia Natural de la UNMSM. Participó y organizó varias exploraciones a las cavernas del Centro y Norte y Nororiente del Perú desde 1984.

✉ moralesb.carlos@gmail.com



## ESPELEOGÉNESIS E HIDROGEOLOGÍA DEL SISTEMA CÁRSTICO ENTRE PACOCHA, PUMACOCHA Y MANANTIALES DE ALIS

### Resumen:

Mi participación en la exploración de la Sima Pumacocha, la más profunda de Sudamérica en calizas, ubicada en el distrito de Laraos, provincia de Yauyos en Lima, fue un estudio Geoespeleológico como base para un estudio Hidrogeológico del sistema cárstico, entre el sumidero de la laguna Pumacocha y el manantial de Alis. Como el área se encuentra en un distrito minero importante como el de Yauricocha en el NE y San Valentín por el sur, fue necesario hacer posteriores observaciones del sistema cárstico por interés de las empresas mineras, por delimitar sus responsabilidades ambientales en la cuenca cárstica, de las Lagunas Pacocha, Pumacocha y otros puntos de absorción del sistema cárstico.

Empíricamente la minera San Valentín comprobó años antes, que las aguas que descargan, las Lagunas Pumacocha y Pacocha más al sur, se sumen en el sistema cárstico, así mismo vierten controladamente sus efluentes y relave en la cuenca de Pacocha. Por Yauricocha, hay un túnel minero que sume las aguas de mina en las calizas.

En esta sección de la Cordillera Occidental, se han desarrollado morfología cárstica en las rocas calizas de la Formación Jumasha., está compuesta de calizas margosas y dolomías de color gris a gris azulino, en parte de la sección son bituminosas, las estructuras tectónicas y las capas tienen una orientación NNO a SSE y están fuertemente plegadas y falladas inversamente, en una dirección que coincide con el alineamiento de los sumideros Pacocha, Pumacocha y la dolina de Éxito, esta estructura de sinclinal fallado, con buzamientos sub verticales, unido a la acidez de las aguas, por la presencia de depósitos minerales sulfurados en los afloramientos de granodiorita en contacto con las calizas, contribuyó a disolver y lixiviar con mayor rapidez a las rocas, a pesar de la altitud, formando cavernas a lo largo de estructuras favorables, este proceso evoluciona finalmente por "gliptogénesis" provocando el colapso de los bloques, dentro de la caverna, pudiendo incluso afectar a porciones de la bóveda superficial. La espeleometría ha determinado que la Sima Pumacocha desciende 638 m. este se considera un nivel de base hidrológico que estaría en relación con los manantiales de Alis a 15 km. Más al Norte. Así las aguas de descarga de las lagunas Pacocha y Pumacocha, que se sumen en las calizas Jumasha, son canalizadas por una falla regional, esta estructura corre hasta cruzar el cañón de Alis, aproximadamente por donde están los manantiales.

Punto	pH	Cond. E uS/cm <sup>2</sup>	Caudal (l/s)
Sumidero lag. Pacocha	7.94	394	60.00
Sumidero lag. Pumacocha	9.22	86	150.00
Manantial mayor Alis	7.56	610	260.00

\*Los parámetros físico químicos fueron tomados por IPEN en mayo de 2014.

Las condiciones hidrogeológicas y la importancia del área, justificaron estudios con trazadores radioactivos de tipo ambiental, que fueron encargados al IPEN el año 2014. De los isótopos naturales del agua, así como la interpretación hidrogeoquímica, confirman la importancia de la estructura en el flujo cárstico, Alis recibe una mezcla de aguas de mina proveniente de Yauricocha. Así como del origen de manantial Laraos de Pumacocha. La huella isotópica indica que la recarga ocurre en el área del mismo sistema hidrogeológico cárstico y con poco tiempo de residencia.

Hidrogeoquímico. Sus intereses de investigación son la cuantificación de las tasas de alteración, de erosión y de contaminación de la cuenca del Rio Amazonas y de los ríos Pacíficos de Ecuador, Peru y Bolivia, el estudio de la hidrología de los karts en América del Sur y la paleoclimatología del sistema de monzón sur-americano a partir de los espeleotemas. Lleva esos intereses juntando trabajo de campo (grandes ríos y karst) y análisis geoquímicos (elementos mayores, trazos y isotopos:  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ,  $\text{ENd}$ ,  $\delta^{7}\text{Li}$ ,  $\delta^{30}\text{Si}$  de las aguas, de la materia particular y/o de los carbonatos).



✉ [js.moquet@gmail.com](mailto:js.moquet@gmail.com)

### MONITOREO DE LA CUEVA SAO BERNARDO EN BRAZIL CENTRAL Y VARIACION DE $\delta^{18}\text{O}$ EN ESPELEOTEMA DURANTE EL ÚLTIMO SIGLO: UN ESTUDIO DE CALIBRACIÓN DE UN PALEOPLUVIOMETRO

#### Resumen:

$\delta^{18}\text{O}$  en espeleotema es un proxy potente para la reconstrucción de la paleoprecipitación en las zonas tropicales y sub-tropicales. Sin embargo pocos estudios permitieron de presentar variaciones cuantitativas de la lluvia a partir de esos registros.

El objetivo de este estudio fue de calibrar la variación de  $\delta^{18}\text{O}$  del carbonato depositado en la cueva Sao Bernardo en Brazil central en función del clima según dos estrategias. La primera estrategia, a la escala del ciclo hidrológico, consistió en entender como varia la signature de  $\delta^{18}\text{O}$  desde el agua de la lluvia hasta el depósito de carbonato en la cueva. Este trabajo fue basado en un monitoreo hidroclimático y geoquímico sub-mensual del agua de lluvia, del goteo en la cueva y de los depósitos de carbonato. La segunda estrategia, a la escala del último siglo, fue de comparar la variación sub-anual de  $\delta^{18}\text{O}$  de un espeleotema precisamente datado con los registros hidrológicos y pluviométricos históricos de la región.

Los resultados revelan que el epikarst actúa como un *buffer* de la signature isotópica del agua de lluvia que recibe la región a la escala del ciclo hidrológico. Entonces, si el  $\delta^{18}\text{O}$  del agua de lluvia varía en función del volumen precipitado, la señal isotópica del agua de goteo y de carbonato depositado varía poco durante el año. Por otro lado, el  $\delta^{18}\text{O}$  registrado en el espeleotema presenta una correlación excepcional con la variación sub-decenal de lluvia, mostrando que la estalagmita se comporta como un paleopluviometro para esta region.

A partir de la ley empírica extraída, y por la primera vez en América del sur, es posible de estimar cuantitativamente la variación de lluvia de los últimos milenios basado en los registros de  $\delta^{18}\text{O}$  de espeleotemas.



"Ingeniera Agrícola" de la Universidad Nacional Agraria la Molina, actualmente desarrollando una tesis de maestría en la Universidade Federal Fluminense.

✉ [angela.ampuero@gmail.com](mailto:angela.ampuero@gmail.com)

## EL ROL DEL BOSQUE EN EL CICLO HIDROLÓGICO DURANTE EL HOLOCENO BASADO EN INCLUSIONES FLUIDAS DE ESPELEOTEMAS DE LA AMAZONÍA PERUANA

**Autores:** Angela Ampuero <sup>1</sup>, Nicolás Strikis <sup>1</sup>, James Apaéstegui <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense

<sup>2</sup> Instituto Geofísico del Perú, Instituto Científico del Agua

### Resumen:

El reciclaje de humedad es uno de los principales procesos en el ciclo hidrológico en los bosques tropicales, fundamental para la manutención y estabilidad de la temporada de lluvia. Para entender mejor como los cambios en el reciclaje de humedad pueden afectar el régimen hidrológico en la Amazonía, en este trabajo exploramos el potencial de indicadores isotópicos para registrar cambios en el proceso de reciclaje de humedad a través de transectos este-oeste sobre la Amazonía. Para este fin, la composición isotópica de la precipitación ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) monitoreada en la estación Palestina (San Martín, Perú) fue la base para el cálculo de exceso de Deuterio ( $D_{\text{exceso}}$ ). Los efectos climáticos en el registro isotópicos fueron evaluados utilizando análisis de retro-trayectorias de viento y análisis de clusters junto con datos de precipitación de *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM), *Global Precipitation Measurement* (GPM) y el índice de área foliar (IAF) de MODIS. Los resultados confirman que la cantidad de lluvia en el camino de los flujos de humedad es el principal control sobre la variabilidad de  $\delta^{18}\text{O}$  y muestran que el Dexcreso refleja el rol del bosque en la precipitación en el noroeste de la Amazonía. Estas evidencias permiten interpretar el Dexcreso en las inclusiones fluidas de espeleotemas de la caverna el Tigre Perdido como indicadores del rol del bosque en el ciclo hidrológico durante el Holoceno.

Egresada de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Realizó su tesis de licenciatura en el ámbito de paleoclima. Actualmente trabaja en el Instituto Geofísico del Perú como asistente de investigación en el área de hidrología y suelos "Influencia de la erupción del volcán Huaynaputina en el clima local y regional de Sudamérica a través de trazadores geoquímicos de paleoclima".



✉ carolromero2393@gmail.com

## INFLUENCIA DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN HUAYNAPUTINA EN EL CLIMA LOCAL Y REGIONAL DE SUDAMÉRICA A TRAVÉS DE TRAZADORES GEOQUÍMICOS DE PALEOCLIMA.

**Autores:** Carol Romero Roldán <sup>1</sup>, James Apaéstegui Campos <sup>2</sup>, Jersy Mariño Salazar <sup>3</sup>.

<sup>1,2</sup>. Instituto Geofísico del Perú (IGP), Perú

<sup>3</sup>. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Perú

### Resumen:

El volcán Huaynaputina (Moquegua – Perú) produjo la que es considerada la mayor erupción volcánica del hemisferio sur ocurrida en el último milenio (1600 A.D). El impacto de esta erupción en el clima local y regional de Sudamérica no ha sido adecuadamente caracterizado, para lo cual se pretende construir un panorama a través del uso de modelos climáticos y trazadores geoquímicos ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{86}\text{Sr}$ ).

En una primera fase se evalúa la caracterización de los regímenes de vientos usando el modelo HYSPLIT usando como parámetros iniciales datos de Era Interim. Como resultados, se observó a 500 hPa que el 36% de las trayectorias de vientos tienen una dirección hacia el norte del volcán Huaynaputina, un 45% se desplazan hacia el oeste en dirección al Océano Pacífico, mientras que un 17% y 4% se dirigen hacia el este y sureste del volcán Huaynaputina respectivamente. A nivel de 200 hPa, un 32%, 10% y 12% de las trayectorias tuvieron dirección hacia el este de Bolivia, sur de Brasil y norte de Argentina respectivamente. Además se modeló la dispersión y concentración de las cenizas volcánicas, obteniéndose a 500 hPa que los aerosoles son propagados siguiendo el patrón del anticiclón del Pacífico Sur, mientras que a 200 hPa estas cenizas tienden a tener el comportamiento del alta de Bolivia y pueden ser transportados a regiones remotas como el Nordeste Brasileño.

Por otro lado, se cuenta con registros paleoclimáticos en Sudamérica de alta resolución de  $\delta^{18}\text{O}$ , donde se observó anomalías negativas de  $\delta^{18}\text{O}$  para los proxies de Quelccaya (Perú), Pau Alho (este de Brasil) y Cristal (sudeste de Brasil) para el año 1600, indicando un incremento del Sistema Monzónico de América del Sur (SMAS) y anomalías positivas de  $\delta^{18}\text{O}$  para el proxy de Bolivia, observándose un decrecimiento del SMAS. Estas anomalías pueden deberse al comportamiento que tienden a tener las cenizas volcánicas emitidas por el volcán Huaynaputina modeladas en HYSPLIT.

## **OLIVIER FABRE** (Arqueólogo, Perú) & **MANUEL MALAVER** (Arqueólogo, Perú)

Olivier Fabre es doctor en arqueología prehispánica de la Universidad la Sorbona - Paris 4/EHESS y titular de un post-doctorado. Ha trabajado en varios proyectos arqueológicos en Europa y en América Latina, sobre todo en Perú. Su especialidad abarca la arqueología de la vertiente nor-oriental de los Andes peruanos. Trabajó por el CRAP (Centro de Investigación en Arqueología Prehispánica - Sorbona/EHESS), el IFEA (Instituto Francés de Estudios Andinos) y en colaboración con la PUCP (investigador asociado) y el IRD.

✉ olivierfabre4@hotmail.com

### **LAS CUEVAS DEL DEPARTAMENTO DE AMAZONAS: SUS IMPORTANCIAS PARA LA ARQUEOLOGÍA**

#### **Resumen:**

La vertiente nororiental de los Andes peruanos fue ocupada entre 500 d.C. y 1470 d.C. por poblaciones pertenecientes a la tradición chachapoya. Esta región presenta una abundante concentración de formaciones calizas que implica que el asentamiento humano prehispánico se ha relacionado, a menudo, con el universo subterráneo.

Desde 2004 hemos llevado a cabo varias misiones arqueológicas y espeleológicas con el fin de explorar y de topografiar las redes subterráneas de esta región del Perú. Nuestras investigaciones arqueológicas se enfocaron mas particularmente en la zona de Soloco, al este de la ciudad de Chachapoyas. Estos quehaceres permitieron dar cuenta de la ocupación funeraria de las cuevas por las poblaciones de tradición chachapoya así que de la existencia de ritos funerarios asociando mamíferos y seres humanos. También, revelaron la importancia del perro (*canis familiaris*) en la sociedad chachapoya.

Licenciada en Biología con orientación en Paleontología egresada de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Argentina. Actualmente, me encuentro investigando la macroflora fósil del Paleozoico y del Cenozoico del Perú.



✉ a.aliagacastillo@gmail.com

## UN OSO DEL HOLOCENO EN EL TRAGADERO DE CHAQUIL

**Autores:** Angélica Aliaga Castillo <sup>1</sup>, Marcelo Stucchi <sup>2</sup>, Rodolfo Salas-Gismondi <sup>1-3</sup>, Patrice Baby <sup>4</sup>, Jean-Loup Guyot <sup>4</sup>, Bruce J. Shockey <sup>5</sup>.

- <sup>1</sup> Departamento de Paleontología de Vertebrados, Museo de Historia Natural de San Marcos – UNMSM, Lima, Perú
- <sup>2</sup> Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad – AICB, Lima, Perú
- <sup>3</sup> Laboratorio de Biogeociencias, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia – UPCH, Lima, Perú
- <sup>4</sup> Géosciences Environnement Toulouse – GET, IRD Lima, Perú
- <sup>5</sup> Biology Department, Manhattan College and the American Museum of Natural History, New York, USA

### Resumen:

Se reporta el descubrimiento de un esqueleto parcial del más antiguo oso andino conocido hasta la fecha. El espécimen fue encontrado en la cueva de Chaquil a 2,950 metros de altitud, en la Región Amazonas, centro norte del Perú. Mediante el análisis del <sup>14</sup>C se determinó su antigüedad en 5980 ± 50 años antes del presente. Después de la corrección por los cambios en los niveles holocénicos de <sup>14</sup>C, su antigüedad se aproxima a los 6790 años. El estudio detallado del cráneo no muestra diferencias con el oso andino *Tremarctos ornatus actual*. El análisis comparativo del oso de Chaquil y especímenes modernos revela que existe una variabilidad intraespecífica en elementos como la cresta sagital, rama y sínfisis mandibular, cresta masetérica y proceso coronoides. El espécimen en estudio posee desgaste extremo en los dientes con la cavidad pulpar expuesta. Se sugiere que esta condición podría estar relacionada con hábitos principalmente carnívoros.



Antropólogo de la Universidad de Antioquia, especialista en Investigación social y cursa actualmente maestría en antropología con énfasis en arqueología. Experiencia profesional en cargos públicos relacionados con la gestión del patrimonio cultural, docente universitario e investigador en patrimonio arqueológico y patrimonio inmaterial, actualmente investigador del Laboratorio de arqueología de la Universidad de Antioquia.

✉ luisguillermolopez76@gmail.com

### VALORACIÓN MULTIDIMENSIONAL PARA LA DE GESTIÓN PATRIMONIAL DEL PAISAJE KÁRSTICO EN LA REGIÓN DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO, ANDES CENTRALES COLOMBIANOS

#### Resumen:

El ecosistema kárstico del Oriente de Antioquia, en los andes centrales colombianos, es un paisaje disolucional que hace parte de una extensa formación de rocas metamórficas con una importante sección conformada por mármoles y calizas. Al interior del paisaje kárstico se reconocen diferentes formaciones: colinas con lados verticales compuestas por mármol, colinas de pendientes medias y suaves, pequeños valles, profundos cañones, numerosas cavernas activas y fósiles, cuevas naturales tapizadas en mármol, abrigos rocosos, dolinas, y organales. La mayoría de los mármoles de la región están formados por 80% de calcita y el resto es cuarzo, grafito, feldespato, y mica; se observan también rocas carbonatadas muy impuras (arcillosas, limosas o arenosas)" (Moncada et al., 1989:196)

En este paisaje kárstico se ha dado comienzo a una serie de investigaciones arqueológicas que dan cuenta de un gran potencial representado en conjuntos de arte rupestre, petroglifos y pictografías, depósitos rituales y sitios de habitación (Arango, 2013; López y Bran 2015; López, 2017, Pino, 2002 y 2003). Las ocupaciones humanas documentadas a lo largo del paisaje Kárstico se ubican desde el periodo temprano, con reporte de una de las alfarerías más antiguas de la región datada en 6180±80 (Pjno, 2003), una intensa ocupación durante el periodo clásico (siglos II a.C. a S. VII d.C) y una menor cantidad de evidencias para los periodos Medio (S. VIII d.C. a S. XI d.C.) y periodo tardío (S. VIII d.C. a S. XI d.C.) (López y Bran, 2015). Se resalta la presencia articulada de diversos sitios asociados a actividades rituales y de subsistencia (López, 2017). Aún así el panorama investigativo es apenas incipiente, pero se ha demostrado que el potencial arqueológico es muy alto.

En el paisaje kárstico las evidencias arqueológicas se organizan como un sistema de sitios que tienen diferentes connotaciones y que coinciden con áreas de gran importancia ecosistémica, es claro que las cavernas activas con especies endémicas y el desarrollo de organismos endokársticos presentan contenidos de gran importancia arqueológica, además de características propias de sitios considerados patrimonio geológico, tanto por su belleza escénica como por su singularidad geológica. En cuanto a la valoración patrimonial de los conjuntos arqueológicos, es alta y no por la presencia de unos cuantos sitios con arte rupestre o su potencial turístico, lo es porque a lo largo del paisaje se articula de manera sistemática la presencia de evidencias arqueológicas cuyas interpretaciones deben obedecer a una mirada de conjunto. La mirada sobre el patrimonio, en la región, se ha centrado en la gestión de sitios concretos que serán impactados por obras de infraestructura o explotación de los recursos naturales, relegando su gestión a miradas puntuales de arqueología preventiva o de rescate, dando paso a los usos del suelo que son apetecidos para el actual modelo de desarrollo basado en la industria primaria y el extractivismo. El hecho de que en Colombia la gestión del patrimonio arqueológico se dé, en su gran mayoría, desde la visión de las intervenciones de arqueología preventiva ha llevado a que no se dimensione el territorio como un conjunto de factores ecosistémicos que están mediados por interacciones antrópicas con profundidades temporales milenarias y que dicha visión de conjunto de relaciones de las variables que conforman en los territorios no sea dimensionada ni ponderada para la toma de decisiones en el marco del actual modelo de desarrollo.

En el simposio se presentarán avances de investigación básica destinados a la valoración multidimensional del ecosistema kárstico como un paisaje patrimonial. El énfasis de la evaluación patrimonial se hace desde la arqueología que permite interpretar y articular discursivamente los diferentes elementos patrimoniales en clave de una gramática territorial, dónde el territorio cobra un significado por su valor de conjunto y a partir de allí buscar mecanismos locales que permitan una resignificación del patrimonio en clave de dotarlo de valor social para su conservación desde una perspectiva comunitaria y una apropiación social a partir de nuevos usos como el turismo sostenible.

## JORGE GELVEZ & KEYLA RODRIGUEZ (Universidad Industrial de Santander, Colombia)



Estudiantes de Geología de la Universidad Industrial de Santander, investigadores con múltiples capacidades y habilidades en las distintas ramas de las Geociencias. Co-Fundadores y miembros activos del Grupo de Geoespeleología UIS, adscrito al Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA), desde donde se investiga el patrimonio subterráneo que posee Santander en pro de generar alternativas para su buen aprovechamiento y Geoconservación.

✉ geoespeleologiauis@gmail.com



### CUEVA EL BORBOSO (LOS SANTOS, SANTANDER): VESTIGIOS DE UN PASADO ARREBATADO

**Autores:** Jorge Gelvez <sup>1</sup>, Keyla Rodriguez <sup>1</sup>, Juan Tarazona <sup>1</sup>, Cristian Castellanos <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Semillero de Investigación del Patrimonio Geológico. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander, Colombia.

#### Resumen:

Los Guane fueron una etnia indígena precolombina que no soportó la sangrienta embestida de los conquistadores españoles liderados por Martín Galeano para 1540, tanto así que para la década siguiente solo sobrevivía el 10% de la población original. Esta etnia habitó gran parte de lo que hoy pertenece al departamento de Santander (Colombia), abarcó el margen oriental del bajo Río Saravita (renombrado Río Suárez), la Mesa de Xerira (hoy Mesa de Los Santos) y una parte de la ribera izquierda del Río Sogamoso, en el majestuoso paisaje del Cañón del Chicamocha. Los Guane presentaban una deformación dolococéfala, por lo que tenían una apariencia que los diferenciaba de otras etnias de territorios cercanos como los Muiscas, Yariguies o Chitareros.

De acuerdo con las pocas investigaciones que se han hecho enfocadas en esta etnia, se proponen 2 tipos de enterramiento: (i) en los riscos y cuevas de los cañones de los ríos Chicamocha y Sogamoso y (ii) en tumbas en las tierras planas. Las evidencias muestran que en las cuevas y grietas de los farallones rocosos eran destinadas para el descanso eterno de las personas más importantes. Estas grietas también sirvieron de última morada para quienes huían de la amenaza española, incluyendo a Guanenta, gran líder de este pueblo.

En la región de la Mesa de Xerira se han descubierto un gran número de grutas distribuidas en las diferentes veredas del municipio de Los Santos (Santander, Colombia) las cuales deben su origen a diversos procesos geológicos (kársticos, tectónicos, denudativos) y son de poca extensión, siendo la Cueva El Borboso (Pseudokarst) desarrollada en Cuarzoarenitas de la Formación Los Santos del Cretácico Inferior la de mayor extensión. Sus pasajes se encuentran orientados en una dirección W-E casi que paralela a la dirección del río Chicamocha en esta zona, con cerca de 90 metros de desarrollo esta cueva descubierta por habitantes de la zona para 1939, correspondió a una cámara funeraria indígena albergando restos de cuerpos (algunos momificados) con lanzas y collares, armas, utensilios, joyas, artesanías; elementos de invaluable valor de los cuales hoy quedan pocos vestigios.

*"Solo se protege lo que se conoce", se hace necesario que la ciencia aplicada a la historia de la tierra y del hombre emprendan el estudio de todo este Patrimonio Natural y Cultural del área Guane que indudablemente dará resignificación e identidad a nuestra cultura y a su vez generará una alternativa para el desarrollo sostenible con el correcto aprovechamiento de estos invaluable recursos que nos han brindado nuestras tierras.*



Bachiller en Ingeniería geología egresado de la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, experiencia en monitoreo de aguas superficiales y aguas subterráneas, vengo trabajando en INGEMMET hace 6 meses en el proyecto DESARROLLO DE ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS DE ACUÍFEROS KARSTICOS ANDINOS.

 marlonccopa@gmail.com

### RESULTADOS PRELIMINARES DEL MONITOREO HIDRODINAMICO E HIDROQUIMICO DE LA SURGENCIA MUYUCOCHA (PARTE ALTA DE LA CUENCA CAÑETE, YAUYOS, LIMA, PERÚ)

**Autores:** J. Ccopa <sup>1</sup>, F. Peña <sup>1, 2</sup>, F. Renou <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico Av. Canadá N° 1470 San Borja, Lima, Perú

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú Av. Universitaria N° 1801 San Miguel, Lima, Perú

#### Resumen:

El estudio de las formaciones geológicas calcáreas apunta al entendimiento de los sistemas hidrogeológicos que se encuentran dentro de los macizos kársticos. El comportamiento de los acuíferos, la posible existencia de reservorios en profundidad, la composición química de las aguas y la variación de sus caudales, así como su evolución en el tiempo, es relevante para entender procesos asociados al funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos kársticos.

Desde el año 2016, El INGEMMET viene desarrollando estudios de los acuíferos kársticos andinos en la parte alta de la cuenca del río Cañete (región Lima, Perú), donde se ubica la surgencia Muyucocha. Esta surgencia se encuentra a unos 18 km al nor noreste del centro poblado de Tanta y a unos 16 km de Vilca, entre las coordenadas UTM 8663580 Norte y 405277 Este a una altitud de 3933 m.s.n.m.

En las inmediaciones de Muyucocha afloran calizas de las formaciones Celendín y Jumasha, las cuales se encuentran plegadas y deformadas. En la surgencia se visualiza precipitados de travertinos generados por precipitación química.

Muyucocha es una fuente de tipo trop plain, con evidencias de paleosurgencias que se activan con cada aumento de caudal.

Esta zona está controlada por diversas fallas y pliegues que actúan como un control estructural para la circulación y surgencia de las aguas, sin embargo, aún no se determinó la zona de recarga o los posibles tragaderos que dan origen a esta surgencia.

Las variaciones del caudal están determinadas por las épocas de estiaje y de lluvias, mostrando un cambio notable en estas dos etapas entre 1.4 m<sup>3</sup>/s (marzo 2016) a 2.9 m<sup>3</sup>/s (julio 2018). cuya diferencia de caudal es de 1.5 m<sup>3</sup>/s.

La temperatura del agua en promedio es de 13.4°C y el pH en esencia es neutro (7.20 a 8.14). La conductividad eléctrica varía entre 427.2 µS/cm y 489.8 µS/cm.

Las aguas drenadas por la surgencia Muyucocha son de tipo bicarbonatadas cálcicas, típicas de aguas provenientes de acuíferos kársticos, y presentan poca variación en la concentración de los elementos mayoritarios a lo largo del año monitoreadas durante marzo 2016 a julio 2018.

De manera general, el contenido en sólidos disueltos de las aguas tiende a disminuir con el incremento del caudal, evidenciando una dilución de las aguas de la resurgencia por aguas de infiltración.

Para el año 2018 se tiene programada la instalación de un datalogger que mida en forma constante (cada 30 min) parámetros físicos (CE, T°) y parámetros hidráulicos (caudal), los cuales nos permitirá interpretar su procedencia o zonas de alimentación y recarga.

Hidrogeólogo franco-peruano titular de un Máster en Hidrogeología de la Universidad de Montpellier 2 (Francia). Actualmente labora en el INGEMMET, como integrante del proyecto “Estudios hidrogeológicos de acuíferos kársticos andinos”.

✉ fabien.renou2@gmail.com



### CONTRIBUCIÓN HIDROLÓGICA DEL MACIZO DEL ALTO MAYO AL RIO MAYO

**Autores:** Fabien Renou <sup>1</sup>, Liz Hidalgo <sup>2</sup>, Fluquer Peña Laureano <sup>1</sup>, Elmer Condori Quispe <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Perú

<sup>2</sup> IRD-LOCEAN, Paris, Francia; UNTRM, Chachapoyas, Perú

Durante la expedición Cerro Blanco 2017, el INGEMMET, junto con el IRD realizó el monitoreo de las resurgencias y ríos del macizo del Alto Mayo. Se realizó un monitoreo físico-químico e hidráulico, para el cual se utilizaron varios métodos de aforo, como correntómetro electromagnético, ADCP y radar, para estimar el caudal de estas fuentes de agua. Los resultados muestran que, para la fecha de la expedición, los ríos y resurgencias del Alto Mayo presentan caudales variados, desde 0.1 m<sup>3</sup>/s (resurgencia de Palestina), hasta 19.5 m<sup>3</sup>/s (naciente del Río Negro). Con los valores de caudal obtenidos, se puede estimar que el macizo del Alto Mayo contribuye a más de 48 % al caudal del río Mayo (119 m<sup>3</sup>/s).

### COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DEL SISTEMA KÁRSTICO DE UCRUMACHAY (YAUYOS, LIMA, PERÚ)

**Autores:** Fabien Renou <sup>1</sup>, Fluquer Peña Laureano <sup>1</sup>, John Marlon Ccopa Alegre <sup>1</sup>, Elmer Condori Quispe <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Perú

En Perú, las rocas calizas cubren alrededor del 6 % de la superficie total del país y albergan numerosos acuíferos kársticos. Sin embargo estos acuíferos siguen poco estudiados a la fecha. En la parte alta de la cuenca del río Cañete, entre 4200 m.s.n.m. y 3900 m.s.n.m., se encuentra el sistema kárstico de Ucrumachay, el cual se empezó a estudiar en el año 2016, en un proyecto de cooperación entre el INGEMMET y el IRD de Francia.

En el pueblo de Tanta, el río Cañete nace de la laguna Paucarcocha. 6 km al este del pueblo, el Río Cañete desaparece en el lugar denominado Tragadero y se infiltra en las calizas de la formación Celendín (Cretácico superior). 7 km aguas abajo, el río sale a la superficie, formando la resurgencia Ucrumachay.

En Noviembre del 2016 y Junio del 2017 se equiparon respectivamente la Resurgencia y el Tragadero con dataloggers para realizar un monitoreo continuo del nivel de agua, conductividad eléctrica y temperatura. Adicionalmente, se realizaron campañas de muestreo para analizar la composición química de las aguas.

El análisis de las crónicas de caudal y parámetros físico-químicos registrados del 08/11/2016 al 04/04/2018 muestran que el caudal promedio es de 7.49 m<sup>3</sup>/s para la Resurgencia Ucrumachay, y de 7.21 m<sup>3</sup>/s para Tragadero. Los hidrogramas presentan una forma similar. Sin embargo, cuando una crecida ocurre en Tragadero, el aumento de caudal a la Resurgencia se observa entre 2 y 7 días después, lo cual permite estimar la velocidad del agua dentro del acuífero kárstico entre 0.93 km/día y 3.25 km/día, indicando que el sistema kárstico está bien desarrollado, con conductos de tamaño importante.

Los análisis químicos muestran que, a excepción del oxígeno disuelto, la concentración de todos los elementos disueltos disminuye con el aumento del caudal, indicando una dilución de las aguas de la Resurgencia por las aguas menos mineralizadas del río Cañete.

Las crónicas registradas de conductividad eléctrica y de temperatura de la Resurgencia confirman esta observación, ya que cuando ocurre un pico de crecida, la conductividad eléctrica tiende a disminuir, a excepción del evento de crecida ocurrido entre el 25/07/2017 y el 03/08/2017, donde se observa un comportamiento de tipo “flujo pistón” a la Resurgencia.

Por el año 2017, se estimó que el flujo de elementos disueltos exportado por el sistema kárstico fue de aproximadamente 1.015.103 toneladas.



Doctorante de la Escuela Doctoral de Ciencias del Ambiente (ED129) de la Universidad Pierre et Marie Curie (ParisVI), Francia (2016-2019). MAGISTER EN GEOCIENCIAS por la Universidade Federal do Amazonas, Manaus -Brasil (03/2012- 02/2014) y BACHILLER EN INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES por la Universidad Nacional del Callao, Callao - Perú (2007-2011), perteneció al QUINTO SUPERIOR durante toda su permanencia en la Universidad (pre-grado). Actualmente viene desarrollándose en temas de investigación científica sobre hidrología e hidroquímica de los sistemas cárstico Andinos.

✉ lizstefanny@hotmail.com

### SENSIBILIDAD DEL INTEMPERISMO QUÍMICO DE CARBONATOS A CONDICIONES IDROLÓGICAS EN UN CARST ANDINO TROPICAL (ALTO MAYO, PERÚ)

**Autores:** L. Hidalgo-Sanchez <sup>1,2</sup>, C. Batiot-Guilhe <sup>3</sup>, J-L. Guyot <sup>4</sup>, J.S. Moquet <sup>5</sup>, N. Mazzilli <sup>6</sup>, H. Jourde <sup>3</sup>, J. Apaestegui <sup>7</sup>, W. Santini <sup>4</sup>, A. Sifeddine <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> IRD-LOCEAN, Paris, France; <sup>2</sup> UNTRM, Chachapoyas, Perú; <sup>3</sup> UM2-HSM, Montpellier, France; <sup>4</sup> IRD-GET, Lima, Perú; <sup>5</sup> IGP, Paris, France; <sup>6</sup> EMMAH-UAPV, Avignon, France; <sup>7</sup> IGP, Lima, Perú

Los carbonatos juegan un rol importante en la geoquímica de los ríos; son la fuente del 50% del total de material disuelto exportado por el río Amazonas<sup>1</sup>. El afloramiento de carbonatos, en la cuenca Amazónica, se encuentran principalmente en los Andes y son fuertemente cárstificados. Los Andes peruanos albergan el 90% de estas zonas cársticas que se distribuyen a lo largo de un importante gradiente de altitudinal (entre 400 a 5000m), de precipitación (de 600 a 6000mm.año<sup>-1</sup>) y de temperatura (10-22 °C). Dada la importancia de estas zonas cársticas, el SNO-HyBam, LMI-PALEOTRACES y SNO-Karst iniciaron el monitoreo de las principales resurgencias del macizo cárstico del Alto Mayo (Región San Martín). Las resurgencias más importantes en términos de caudal de agua del macizo cárstico del Alto Mayo (Rio Negro, Tío Yacu y Aguas Claras con 25, 6 y 6 m<sup>3</sup>/s respectivamente), fueron equipados con sondas CTD (Conductivity, Temperature and Depth) y aforos periódicos fueron realizados con la finalidad de calcular el caudal a una frecuencia de 30 min. El muestreo de aguas a una frecuencia bimensual fue efectuado para analizar parámetros geoquímicos (elementos mayores y trazas, Carbono orgánico total e isótopos estables del agua). El presente trabajo utiliza los datos de esta red de monitoreo con el objetivo de estimar las tasas de intemperismo químico de las 3 principales resurgencias del macizo cárstico del Alto Mayo y discutir acerca de su variación temporal y los factores que lo controlan.

Las aguas de las resurgencias en estudio son clasificadas como carbonatadas-calcicas, lo cual muestra la fuerte influencia de la alteración de carbonatos en la química de dichas aguas. Sin embargo se observa también la influencia de la alteración de evaporitas (gipso y halita), que representan 13, 19 y 3% de total de sólidos disueltos en las resurgencias de Rio Negro, Aguas Claras y Tío Yacu respectivamente. Para el cálculo de la alteración de carbonatos, hemos retirado dicho aporte.

La variación temporal de la tasa de alteración de carbonatos es controlada por la variación de caudal. Este comportamiento ha sido observado en muchas otras cuencas cársticas en el mundo y es atribuido a la rápida disolución de los carbonatos, que al momento de llegar a equilibrio las concentraciones se mantienen casi constantes, como observado en las resurgencias en estudio. Con estos resultados corroboramos la hipótesis que la variación temporal de la alteración de carbonatos es fuertemente controlada por las variaciones hidro-climáticas. Sin embargo, a pesar que las resurgencias en estudio se encuentran en un mismo macizo (2000 km<sup>2</sup>), por ende expuestas a un solo tipo de clima (tropical) con las altas precipitaciones de octubre a abril y bajas precipitaciones de mayo a setiembre; cabe notar que no presentan la misma variabilidad temporal de caudal ni similar respuesta hidrodinámica a la variación de las precipitaciones. Por ello es necesario profundizar en el análisis del comportamiento hidrogeológico de estas cuencas y su implicancia en la alteración de carbonatos.

La tasa de alteración química de carbonatos fueron 176, 244 y 127 ton/km<sup>2</sup>/año para las resurgencias de Rio Negro, Tío Yacu y Aguas Claras respectivamente. La tasa de alteración más elevada se observa en la resurgencia Tío Yacu, que a su vez posee rápida respuesta hidrodinámica a las precipitaciones. Ello refuerza la importancia de la componente hidrogeológica en la dinámica de alteración de los carbonatos en estas cuencas cársticas Andinas.

### CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE 3 ACUÍFEROS CÁRSTICOS ANDINO TROPICAL DEL MACIZO ALTO MAYO, PERÚ

**Autores:** L. Hidalgo-Sanchez <sup>1,2</sup>, N. Mazzilli <sup>3</sup>, C. Batiot-Guilhe <sup>4</sup>, J-L.Guyot <sup>5</sup>, H. Jourde <sup>4</sup>, J. Apaestegui <sup>6</sup>, J.S Moquet <sup>7</sup>, W. Santini <sup>4</sup>, A. Sifeddine <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UPMC-IRD-LOCEAN, Paris, France; <sup>2</sup> UNTRM, Chachapoyas, Perú; <sup>3</sup> EMMAH-UAPV, Avignon; <sup>4</sup> UM2-HSM, Montpellier, France; <sup>5</sup> IRD-GET, Lima, Perú; <sup>6</sup> IGP, Lima, Perú; <sup>7</sup> IGP, Lima, Perú

El Perú posee afloramientos calcáreos altamente cárstificados. Estos se localizan principalmente en los Andes y se distribuyen a lo largo de un amplio gradiente climático (entre 400 a 5000m). En estas zonas se encuentran resurgencias de gran potencial hídrico, cuyo comportamiento hidrológico y geoquímico es desconocido. La población local depende fuertemente de estos hidro-sistemas cárstico para las actividades cotidianas y económicas. Dichos sistemas recursos no renovables que a nivel mundial son cada vez más perturbados tanto por cambios climáticos naturales como por una variedad de actividades humanas.

En el marco de cooperación inter Sistemas de Observación (SO HYBAM y SO KARST), entre 2011 y 2016, cuatro principales resurgencias de la región Alto Mayo (Aguas Claras, Palestina, Tío Yacu et Rio Negro) fueron equipadas con sondas CTD. A partir de setiembre de 2016 se inició un muestreo bimensual de las aguas de dichas resurgencias (excepto la resurgencia de Palestina) para análisis de parámetros físico químicos (elementos mayores, trazas, carbón orgánico total e isótopos estables del agua). Estos datos fueron utilizados para caracterizar el funcionamiento hidrogeológico y tener una primera estimación de la superficie de sus cuencas. Conocer el área de drenaje de estas cuencas subterráneas es importante para la adecuada gestión y protección de los recursos hídricos. La mayor resurgencia del macizo del Alto Mayo, es Rio Negro con un área aproximada de 440 km<sup>2</sup> y caudal promedio de 25 m<sup>3</sup>/s. Esta resurgencia tiene un comportamiento inercial, con baja respuesta hidrodinámica a las precipitaciones (>60 días), pareciéndose más a un sistema poroso. Mientras que las resurgencias de Tío Yacu (80km<sup>2</sup>), Palestina (13km<sup>2</sup>) y Aguas Claras (120 km<sup>2</sup>) presentan un comportamiento típico de sistemas cársticos clásicos, con rápida respuesta hidrodinámica a las precipitaciones (2, 3 y 10 días respectivamente).

La determinación del área de estas cuencas hidrogeológicas es de importancia para la determinación de zonas de protección y conservación. Así mismo la caracterización de estos acuíferos nos permitió determinar la vulnerabilidad de estos sistemas, sobre todo aquellas que tiene rápida respuesta hidrodinámica. Finalmente la resurgencia de Rio Negro, se posicionaría como la principal resurgencia cárstica de Sud America en base a su caudal promedio y además representa una importante reserva de agua debido a su alta capacidad de almacenamiento ligado a su comportamiento inercial.

Estudiante en hidrogeología de la Universidad Paris Sud de Francia.

✉ fasuc.ulloa@gmail.com



## ESTUDIO DE LA HIDROGEOQUÍMICA DE LOS SISTEMAS KÁRSTICOS EN LOS ANDES DEL PERÚ: "CONTROL DE LA ALTERACIÓN DE CARBONATOS EN UN MEDIO OROGÉNICO TROPICAL A LO LARGO DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL Y CLIMÁTICO"

### Resumen:

Este estudio es una investigación sobre la hidrogeoquímica de los sistemas kársticos de las cuencas andino-amazónicas en Perú. Estos sistemas kársticos, formados principalmente por carbonatos, constituyen un campo de estudio ideal para comprender mejor sus procesos de alteración, así como su generalización en el entorno orogénico tropical, muy poco conocido en la actualidad. Así es como se realizaron muestreos entre el 16 de febrero y el 06 de marzo de 2018 en 35 resurgimientos kársticos en el norte (Cajamarca, Amazonas y San Martín) y en el centro (Huánuco, Junín y Lima) de los Andes peruanos, distribuidos a lo largo de un fuerte gradiente altitudinal/climático/ecológico (400 a > 4000 m, <10 a > 20°C, <250 a > 4000 mm/año).

Los objetivos de este estudio son: (1) Estudiar los controles medioambientales en la alteración de carbonatos en un ambiente tropical orogénico: los Andes peruanos en América del Sur. (2) Tener una primera noción de la tasa de alteración química de los carbonatos (CWRcarb), así como la tasa de consumo del CO<sub>2</sub> resultante de su alteración

La química del agua de las resurgencias muestreada está dominada por Ca<sup>2+</sup> (58,3 a 95,4 %Eq de la carga catiónica) y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (58,3 a 95,4 %Eq de la carga aniónica), lo que refleja la impronta de la disolución de carbonatos por el CO<sub>2</sub> atmosférico/biogénico. Este resultado fue confirmado por la cuantificación/discriminación de las diferentes fuentes de los elementos mayores, que a su vez revelaron una influencia significativa de las evaporitas para un total de 8 resurgencias.

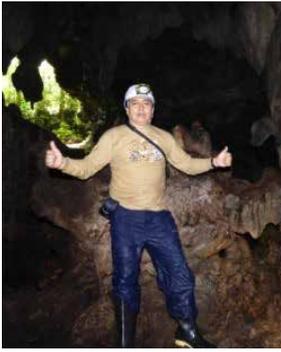
La suma de las concentraciones de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, que permite estimar directamente la cantidad de carbonato alterado, exhibe una relación tipo boomerang invertido. Se definieron tres zonas de altitud: las bajas altitudes (<1000 m), las altitudes medias (>1000 hasta 3000 m) y las altas altitudes (>3000 m). Una disminución de las concentraciones (2200 a 240 μmol.l<sup>-1</sup>) se observa en el paso de altas a medias altitudes (4050-1450 m, de 11 a 16°C) y luego un aumento (de 1100-1750 μmol.l<sup>-1</sup>) para el paso de medias a bajas altitudes (950 a 400 m, de 17 a 23°C). La influencia potencial de cada parámetro ambiental (temperatura/altitud, vegetación y precipitación) sobre este gradiente hidroquímico ha sido explorado. Es así como la distribución espacial de las concentraciones responde a dos procesos antagónicos. Por un lado, la temperatura suficientemente baja en las altas altitudes permitiría que se disuelva más fácilmente el CO<sub>2</sub> (control termodinámico) y, por otro lado, el aumento de la pCO<sub>2</sub> del suelo debido a una vegetación más abundante en las bajas altitudes acrecentaría la fuente de acidez disponible para la alteración de los carbonatos.

Como la mayoría de los resurgimientos no tienen monitoreo hidroclimático, se utilizó el producto ráster PISCO para obtener los datos anuales promedios de la precipitación y la temperatura del aire. Así mismo, la evapotranspiración de cada subcuenca se estimó con 5 métodos empíricos. Además, se determinaron las cuencas topográficas de cada una de las resurgencias. Los resultados sugieren que la precipitación de la base de datos PISCO es generalmente subestimada, que la evapotranspiración calculada (real y potencial) es generalmente elevada frente a la precipitación y que las áreas de las cuencas hidrográficas serían diferentes a las áreas de las cuencas topográficas (posible captura kárstica), en al menos 18 resurgencias.

Los CWRcarb en los Andes peruanos varían de 10 a 578 t /km<sup>2</sup>/año, lo que corresponde entre 4 y 231 mm/ka de carbonato eliminado, encontrando las tasas más altas en la zona central de los Andes peruanos. De manera similar, con una tasa de consumo promedio de CO<sub>2</sub> de 1,4 ± 2,5.106 mol/km<sup>2</sup>/año, las resurgencias andinas, consumen una cantidad significativa de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Estos resultados resaltan la importancia de los sistemas kársticos andinos del Perú que, a través de su alteración, podrían ayudar a compensar el aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico y, al mismo tiempo, serían una fuente importante de elementos disueltos (nutrientes) del río Amazonas.

**Palabras claves:** Alteración de carbonatos, sistemas kársticos, Andes, consumo de CO<sub>2</sub>, factores ambientales, hidrogeoquímica, hidrología.



Ingeniero Geólogo, con 20 años de experiencia en hidrogeología. Tiene Maestría en Hidrogeología en las universidades Alcalá de Henares y Rey Juan Carlos de Madrid-España. Ha trabajado en el Centro Guamán Poma de Ayala, en el Ingemmet como creador del programa de hidrogeología y ha capacitado a más de 20 hidrogeólogos junior. Es docente de pregrado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y de postgrado en la Universidad Alcalá de Henares-España. Tiene experiencia en elaboración y ejecución de proyectos de captación de aguas subterráneas y recarga artificial de acuíferos como consultor de instituciones públicas y privadas.

✉ fluquer\_pe@hotmail.com

### COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO KÁRSTICO DE LAS CALIZAS EN LA GENERACIONES DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURÍMAC

#### Resumen:

La ciudad de Abancay se ubica en el la región Apurímac, en el valle del río Mariño, donde las condiciones geológicas y climáticas forjan condiciones vulnerables ante procesos naturales que pueden causar desastres, a esto se suma el crecimiento urbano desordenado que pone en riesgo a gran parte de la ciudad de Abancay

La geología predominante de la margen derecha de la ciudad está compuesta por calizas altamente fracturadas y en proceso de karstificación, en contacto litológico con lutitas negras deleznable con areniscas y presencia de grandes nódulos calcáreos de 20 a 30 cm de diámetro, es decir la parte más elevada es permeable y la parte baja de la montaña es impermeable.

Desde el punto de vista hidrogeológico las calizas son acuíferos fisurados kársticos altamente permeables limitados en la base por acuitardos de lutitas negras y areniscas finas bastante impermeable que constituye la base del acuífero fisurados kárstico.

En las calizas, se observan modelados kársticos, que se visualizan desde superficie, existe la presencia de dolinas con un diámetro superior a 100 m, cavernas con indicios de karstificación, lagunas temporales represadas por morrenas, las mismas que descienden considerablemente su volumen en la época de estío, algunas llegar a desaparecer por completo producto de la infiltración. Además se observan elementos estructurales como fallas, pliegues y fracturas relacionados a los procesos de karstificación. Estos elementos generan que las calizas reciban considerables volúmenes de agua producto de la infiltración de la lluvia y del deshielo del nevado. Esta saturación ejerce presión hidráulica natural a las los acuitardos de la base y por la fisiografía abrupta y de alta pendiente que tiene la montaña, el año 2012 se generó la surgencia abrupta de un manantial en la quebrada Sahuanay, la misma que al activarse genero la presencia de un huayco que puso en riesgo al centro poblado de Tamburco ubicado al noreste de la ciudad de Abancay. Hacia el sector noroeste en épocas de lluvia la base de una falla de dirección norestes suroeste que cruza por las calizas karstificadas, genera grandes surgencias temporales de aguas subterráneas, que nacen cubiertas por la abundante vegetación, las mismas que la calificamos como resurgencias kársticas que pueden ser aprovechadas en la agricultura y consumo humano.

✉ geoespeleologiauis@gmail.com

## **$^{222}\text{Rn}$ EN LA CUEVA DEL NITRO DE VILLANUEVA-SANTANDER Y EN LA CUEVA DEL TIGRE YAGUARÁ-HUILA (COLOMBIA)**

### **Resumen:**

Se reportan resultados de estudios de gas radón  $^{222}\text{Rn}$  presente dentro de las cuevas *El Nitro* (06o 42' 52"; 73o 11' 46"; 1250 m.s.n.m.) del municipio de Villanueva del departamento de Santander y de la cueva del *Tigre* (02o 44' 25"; 75o 09' 02"; 812 m.s.n.m.) del municipio de Yaguará del departamento del Huila, en territorio colombiano.

Inicialmente se presentan algunas características generales de estos dos sistemas kársticos, para luego mostrar en detalle la distribución cuantitativa del isótopo  $^{222}\text{Rn}$ , el cual se genera por desintegración radiactiva del  $^{238}\text{U}$  y directamente del  $^{226}\text{Ra}$  presente en los minerales y fracturas dentro de las cavernas.

Con un número atómico  $Z = 86$ , el radón  $^{222}\text{Rn}$  es el gas monoatómico más pesado de la naturaleza. Es incoloro, inoloro e insípido y siendo un gas noble carece prácticamente de actividad química frente a otros elementos de la tabla periódica. Con una vida media de 3,82 días, se desintegra generando partículas *alfa* y *radiación gamma*. De acuerdo con la agencia medioambiental estadounidense EPA, el radón es la segunda causa de cáncer pulmonar; pero también presenta propiedades horméticas que permiten su uso terapéutico en dosis controladas para el tratamiento del sistema nervioso y el aparato locomotor humano.

El radón también es utilizado como herramienta para el estudio microclimático en las cavernas y la investigación del aire interno.

Los niveles máximos de radón se cuantificaron al interior de la Cueva del Nitro en Villanueva, Santander, alcanzando valores de 1600 pCi por litro de aire, cuyos detalles metodológicos se mostrarán durante el II Simposio Internacional.



Investigadora y profesora en la Universidad de Avignon, Francia. Miembro de la Comisión de Investigación del Consejo Académico de la Universidad de Avignon. Es profesora de agro-hidrología, y geología.

 naomi.mazzilli@univ-avignon.fr

## THE SNO KARST: A FRENCH COLLABORATIVE NETWORK FOR KARST OBSERVATION AND KNOWLEDGE-SHARING

**Autores:** Mazzilli Naomi <sup>1</sup>, Hervé Jourde <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse / UMR 1114 EMMAH (UAPV/INRA), France

<sup>2</sup>. Université de Montpellier, UMR 5569 Hydrosiences Montpellier, France

### Resumen:

The SNO KARST initiative from the French INSU/CNRS consists in gathering researchers around major scientific issues and locks related to karst hydrosystems, based on the data monitoring and analysis on each network teams' sites. The aim is to organize research at the national scale to bring out issues and scientific advances specifically in terms of links between physical processes and both hydrodynamics and hydrochemistry of karst, by the way of analysis and modeling of hydrological recordings. The SO KARST thus aims to ensure international visibility of scientific products while ensuring the sustainability of long-term measurements and archiving by the creation of a common database.

Particular attention is paid to the link between data and models in order, firstly, to better understand the physical behavior of karst environments and, secondly, to enrich the physic of the models aiming to simulate this behavior.

The issues and challenges for the SO KARST are the following

- transfer mechanisms and transport in karst environment
- links between geological structure and flow
- karst water resources facing global change

The common observation strategy of the different sites is characterized by an integrative approach at the watershed scale and based on long term time series (discharge, chemistry, water table level). This approach helps to understand the evolution of water resources in karst area in response to short, medium and long waves forcing, in various physiographic, geological and climatic settings.

All information is analyzed, processed, validated and centralized in a database accessible from a portal. The portal follows the construction standards of cataloging and metadata description, including the ISO 11915 standard recommended by the INSPIRE Directive. This database is accessible via a website ([www.sokarst.org](http://www.sokarst.org)) that incorporates the functions of secure access to the functions of downloading such information. This website also includes a protected password part for supplying and updating the contents of the database and set permissions.

Doctora en Ciencias (Entomología) y Magister en Ciencias (Biología). Mi especialidad se enfoca en estudios de taxonomía, biodiversidad y conservación de artrópodos terrestres, tomando como modelo ciertos grupos de arañas tropicales. Soy curadora de la Colección de Arachnida, Myriapoda y Onychophora del Museo de Historia Natural, UNMSM.

✉ diana.silva@unmsm.edu.pe



## ARACNIDOS DEL KARST CERRO BLANCO, SAN MARTIN, PERU

### Resumen:

Estudios que tratan sobre los invertebrados terrestres que habitan ambientes hipogeos en Perú son muy escasos. En un primer listado de la fauna cavernícola de Perú se registra 46 especies y de un total de 44 especies de invertebrados, los arácnidos representaron un 54% de las especies recolectadas; este material provino casi en su totalidad de las cuevas de Tingo María (Huánuco) y de San Andrés de Cutervo (Cajamarca). El objetivo de este trabajo es presentar un primer reporte sobre los arácnidos del karst Cerro Blanco, San Martín. Se hizo una colección manual de los invertebrados del interior de las cuevas, principalmente las de Soritor, Palestina y Samuel; todo el material está depositado en la Colección de Arácnidos del Museo de Historia Natural, UNMSM (MUSM). Los resultados muestran la presencia de siete órdenes de Arachnida: Acari (5 especies), Amblypygi (2 spp.), Araneae (15 spp.), Opiliones (4 spp.), Pseudoscorpiones (6 spp.), Scorpiones (1 sp.) y Schizomida (1 sp.). La mayoría de las especies son troglófilas y aquí se registran dos especies de troglobiontes, nuevas para la ciencia: un pseudoscorpión y una araña de la familia Ctenidae, aunque en Opiliones también hay por lo menos una especie adaptada para la vida en cuevas. Se requiere de mayores esfuerzos de muestreo para cubrir la diversidad de arácnidos que habitan ambientes de cuevas en Perú, las que muestra una gran riqueza de especies y aparentemente sirven de refugio para un buen número de ellas.



Bachiller en ciencias biológicas, egresado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Colaborador en el Departamento de Entomología del Museo de Historia Natural de la UNMSM desde el año 2015, con experiencia en métodos de colecta e identificación de insectos. Actualmente me encuentro desarrollando una revisión del género de avispas parasitoides *Zaglyptomorpha* en el Perú, como parte de mi tesis de pregrado.

✉ neyraalvarado@gmail.com

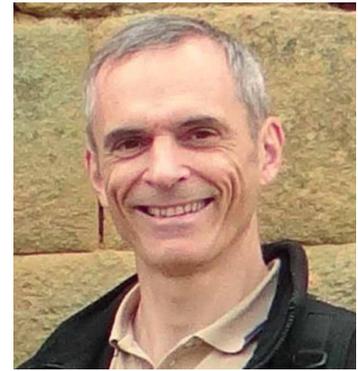
### DIVERSIDAD DE INSECTOS EN UNA CUEVA DEL KARST CERRO BLANCO, ALTO MAYO, SAN MARTÍN. PERÚ

#### Resumen:

Las cuevas del karst Cerro Blanco ubicado en la cuenca del Alto Mayo representan uno de los principales "hotspots" de biodiversidad en el Perú, debido a que presentan un conjunto de características únicas (baja variación térmica, alta humedad relativa, áreas con ausencia total de luz y una alta dependencia de la entrada de nutrientes provenientes del ambiente epigeo) que generan condiciones particulares, las cuales favorecen el desarrollo de especies y comunidades poco comunes. A pesar de esta fundamental importancia para el desarrollo de vida, en el Perú se han realizado pocos estudios en estas áreas. El objetivo del trabajo fue documentar la diversidad de insectos presentes en una de las cuevas del karst ubicada en el distrito de Soritor (1041m) en la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín a 06°13,664'S y 77°0,9879'W. Se realizó un muestreo con una metodología de colecta manual, registrándose 11 especies de coleópteros pertenecientes a las familias Elateridae (2 spp.), Curculionidae (3 spp.), Carabidae (1 sp.), Histeridae (4 spp.) y Tenebrionidae (1 sp.); 7 especies de hemípteros pertenecientes a las familias Reduviidae (4 spp.), Anthocoridae (1 sp.), Cydnidae (1 sp.) y Cicadellidae (1 sp.); 3 especies de himenópteros pertenecientes a las familias Braconidae (2 spp.) y Formicidae (1 sp.); 2 especies de blattodeos pertenecientes a las familias Blaberidae (1 sp.) y Blattellidae (1sp.); 3 especies de dípteros; y 1 especie de dermáptero. La gran cantidad de organismos encontrados en esta cueva puede deberse al gran flujo de nutrientes proveniente del exterior gracias a la introducción de semillas por parte del Guacharo e incluso al guano generado por el mismo. Se requiere de un estudio más detallado para poder determinar con mayor exactitud las afinidades ecológicas en estos ambientes hipogeos.

Pierre Moret, director de investigación en el CNRS (Toulouse, Francia), estudia la sistemática y la ecología de un grupo de insectos coleópteros en los Andes ecuatoriales, con especial enfoque en los efectos del cambio climático sobre las especies endémicas de alta montaña y su uso como bioindicadores. Tiene como segundo eje de investigaciones la arqueología y la arqueontomología.

✉ pierre.moret@univ-tlse2.fr



## LOS COLEÓPTEROS TROGLOBIOS DEL KARST PERUANO, TESTIGOS BIOGEOGRÁFICOS

### Resumen:

Las laderas amazónicas de los Andes intertropicales son medios ambientes megadiversos, con altos niveles de endemismo en su fauna como en su flora. Eventos tectónicos y paleoclimáticos han propiciado el aislamiento y la diversificación de numerosos grupos taxonómicos.

En ese contexto, el medio subterráneo aporta una dimensión suplementaria, por la presencia de especies altamente evolucionadas, adaptadas a las condiciones peculiares de las cuevas: oscuridad, temperatura e higrometría constantes, escasez de recursos tróficos. Por convergencia adaptativa, estos factores limitativos hacen que los insectos cavernícolas (troglóbios en la terminología científica) hayan adquirido aspectos similares en todas las regiones del mundo y en géneros distintos: apterismo, ojos muy reducidos o ausentes, despigmentación, alargamiento del cuerpo y de los apéndices.

Los mecanismos que han llevado a la distribución actual de los organismos troglóbios han sido objeto de muchos estudios en la zona holártica. En los Pirineos, estudios moleculares han demostrado que la colonización del medio subterráneo empezó hace 10 millones de años, durante el Mioceno, con un ancestro único, y que todas las especies troglóbias actualmente distribuidas a lo largo de 300 km se diversificaron en el subsuelo. Se sabe además que las cuevas han podido servir de refugio durante fases de clima más seco, evitando las extinciones que afectaron la fauna de superficie.

No existen estudios semejantes en las regiones tropicales, siendo la región andina entre Venezuela y Perú una de las peor conocidas desde este punto de vista. El sistema kárstico de Chachapoyas ofrece condiciones excepcionales para mejorar este conocimiento, por su gran desarrollo y el hecho de estar situado en un hotspot de biodiversidad. Además, las cuevas y galerías del sistema kárstico se extienden ahí en todo el rango altitudinal de la Cordillera oriental, ofreciendo una diversidad de contextos bioclimáticos montanos sin paralelos en los Andes tropicales.

Para una primera aproximación, el proyecto que presentamos tiene como objetivo el estudio taxonómico, ecológico y biogeográfico de una sola familia de insectos coleópteros, los Carabidae. Un primer inventario realizado por J. Lips indica un alto potencial, con especies troglófilas y troglóbias en varios grados de especialización morfológica. Se escogerán cuevas en distintas altitudes, especialmente en las más altas, para documentar las especies presentes en el medio subterráneo y compararlas con la fauna de superficie.



Estudiante de la especialidad de Zoología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Colaboradora del departamento de Entomología en el Museo de Historia Natural UNMSM. Miembro del grupo de estudios de conservación de mamíferos menores de Perú (GECMAP) en el 2016. Áreas de interés: los arácnidos, en especial de opiliones.

 arlibertad@gmail.com

## **PRIMER REPORTE DE OPILIONES DEL KARST CERRO BLANCO, SAN MARTÍN, PERÚ**

### **Resumen:**

Los opiliones constituyen un orden de arácnidos poco estudiados en Perú y las especies descritas para el país presentan un alto grado de endemidad, el que es más evidente en ambientes hipógeos en todo el mundo. El presente reporte presenta los resultados de la evaluación de opiliones del karst Cerro Blanco en San Martín. Entre el 13 y el 30 de agosto del 2017 se realizaron colectas manuales en 16 cuevas. Sólo en seis cuevas se encontraron opiliones, todos ellos provenientes de los interiores del karst. Se registraron 33 individuos, seis de estos juveniles, por lo tanto, no considerados para el estudio. Los adultos identificados correspondieron a cuatro morfotipos pertenecientes a tres familias: Agoristenidae (1), Gonyleptidae (2) y Zalmoxidae (1); de ellas, Agoristenidae y Zalmoxidae se registran por primera vez para San Martín. La especie predominante (13 indiv.) correspondería al género *Avima* (Agoristenidae) y se la encontró en las cuevas Lobo Perdido, Palestina y Samuel; seguido por una especie de Pachylinae (Gonyleptidae) (12 indiv.) en las cuevas Santa Fe y Cascayunga. Solo en Gonyleptidae se observaron adaptaciones troglomórficas, como despigmentación ocular y corporal (Pachylinae) o apéndices muy largos (Goniléptido no identificado) que sugieren que puedan tratarse de especies troglobiontes, es decir que se encuentren restringidos a este tipo de ambientes. Se resalta la importancia de conservar estos ambientes que constituyen un refugio único para estos animales que cumplen roles importantes en el ecosistema como descomponedores, depredadores, etc. Estas familias también han sido reportadas en cuevas en Perú, Brasil y Venezuela, sin embargo, todo indica que estamos frente a nuevas especies para la ciencia pero se requiere de mayores estudios para identificarlas y desentrañar la biología de estos organismos.

## **JOSIAN LIPS** (Comisión Científica, Federación Francesa de Espeleología, Francia) & **CONSTANCE PICQUE** (ECA)

Presidenta de la comisión científica de la Federación Francesa de Espeleología, responsable del Groupe d'étude de Biospéologie, miembro del Groupe Spéléologique Vulcain. Titular de una maestría de ecología.



✉ [josiane.lips@free.fr](mailto:josiane.lips@free.fr)

### **LOS INVERTEBRADOS SUBTERRÁNEOS EN EL ALTO MAYO.**

#### **Resumen:**

En agosto de 2017, el IRD organizó una expedición científica multidisciplinaria en el macizo del Alto Mayo en la región de San Martín para trabajar sobre el ambiente kárstico. Como parte de esta expedición, Josiane Lips realizó un inventario de la fauna subterránea de más de 300 especies en asociación con el Museo de Historia Natural de Lima en algunas cuevas. A través de esta presentación, haremos la descripción del inventario de las cavidades muestreadas, los métodos y el material utilizado, así como un balance de los primeros resultados.

## MICHEL SAUVAIN (IRD/PHARMADEV, Francia) & CARLOS AMASIFUEN (UNTRM, Chachapoyas)



Es director de investigación en el IRD de Francia y miembro de un laboratorio asociando el IRD con la Universidad de Toulouse, Francia. Es responsable desde 2010 del laboratorio mixto internacional Andino Amazónico de Química de la Vida que asocia el IRD, a la Universidad Peruana Cayetano Heredia y laboratorios de Colombia, Bolivia y Francia y. Efectúa desde más de 30 años investigaciones sobre sustancias naturales aisladas de la biodiversidad amazónica, activas contra los agentes de enfermedades infecciosas y parasitarias. Es autor de más de 100 publicaciones nacionales e internacionales.

✉ michel.sauvain@ird.fr



Biólogo, Máster en Biodiversidad y Ecosistemas Continentales y Doctor en Ecología y Biodiversidad. Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Interés de estudio: la biodiversidad del paisaje andino-amazónico del Perú.

✉ carlos.amasifuen@gmail.com

### EXPLORANDO LAS RELACIONES BIÓTICAS QUE SOSTIENEN LA BIODIVERSIDAD EN ECOSISTEMAS KÁRSTICOS: SEÑALES DE INTERACCIÓN PLANTA – AVE, Y PRIMERA APROXIMACIÓN DE LA MICROBIOTA DEL TUBO DIGESTIVO DEL AVE NOCTURNA GUÁCHARO (STEATORNIS CARIPENSIS), EN CERRO BLANCO, SAN MARTÍN, PERÚ

Área de estudio: El ecosistema kárstico del macizo de Cerro Blanco, situado en la localidad de Palestina, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, cuenca del río Alto Mayo, en el área de transición andino-amazónica del norte del Perú. Objetivos: Describir las características de la interrelación entre el ave nocturna guácharo y las plantas que le sirven como alimento; y explorar la diversidad microbiana intestinal de esta ave con fines de prospección de metabolitos de interés para el ser humano, en un sistema kárstico. Base teórica: Los sistemas kársticos constituyen uno de los principales "hotspots" de biodiversidad actual, puesto que actúan como motores de especiación. Las características hidrogeológicas de estos ecosistemas que se desarrollan sobre un sustrato rocoso calcáreo, permiten el desarrollo de una biodiversidad especializada a las condiciones ambientales de los mismos.

En estas condiciones estarían ocurriendo estrechas interrelaciones funcionales entre los diferentes organismos que allí habitan, contribuyendo al mantenimiento de la composición y estructura de la biodiversidad de estos ecosistemas particulares. Por lo tanto, es importante explorar las bases funcionales de estas interrelaciones, lo cual permitirá obtener información pertinente para acciones de conservación de las formaciones kársticas del norte del Perú y de su biodiversidad.

Modelo de estudio: Se basó en explorar la interdependencia que existe entre el ave nocturna guácharo con las especies de plantas que son su fuente primordial de alimento, en el macizo de Cerro Blanco, mediante el análisis de los restos de alimento encontrados en heces y vómitos de estas aves que habitan dentro de las cuevas de estos sistemas. Al mismo tiempo, se exploró la diversidad microbiana presente en las heces de los guácharos, como potenciales fuentes de metabolitos de interés para el ser humano.

Método: Trabajo de campo realizado del 15 al 29 de agosto del 2017, que consistió en: (a) prospección de cuevas en donde se encontraban habitando las poblaciones de guácharo, (b) colecta de los restos de frutos presentes en las heces de los guácharos, y a lo largo de las cuevas donde estas aves tenían establecidos sus nidos, (c) colecta de muestras de frutos de plantas presentes en la zona de Cerro Blanco, con énfasis en las palmeras (fuente principal de alimento de los guácharos), (d) muestreo de la flora microbiana presente en heces de guácharo.

Trabajo de laboratorio realizado en el LMI LaVi de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, donde se realizó: (e) cultivo e identificación de la flora microbiana del guácharo, y la (f) identificación taxonómica de los restos de frutos recogidos de las heces de los guácharos y del interior de las cuevas. Resultados preliminares: Existe una aparente y estrecha relación de interdependencia entre los guácharos y las palmeras, especialmente la especie *Oenocarpus bataua* "ungurahui", cuyos frutos serían la principal fuente de alimento que sostienen la estructura poblacional de estas aves en Cerro Blanco. Sustentan estos hallazgos, la gran cantidad de los restos de fruto de *O. bataua* siendo el componente vegetal más importante observado en las heces y vómitos de los guácharos, y cuyas semillas se encontraron también en abundancia al interior de las cuevas donde estas aves habitaban. Otras palmeras que estarían contribuyendo con la dieta de los guácharos serían *Iriartea deltoidea* "huacrapona" y *Euterpe precatoria* "huasa", y *Socratea exorrhiza* "cashapona", cuyos restos y semillas también fueron identificados, pero en menor cantidad.

No se puede descartar el consumo de otras especies de palmeras, puesto que en la zona también se registraron *Bactris gasipaes* "pijuayo", *Chamaedorea fragrans*, y una especie del género *Prestoea*. Tampoco se puede descartar el consumo de frutos de otras familias taxonómicas de árboles, pero se necesitaría un muestreo mucho más detallado para corroborar esta hipótesis. Las heces de guácharo albergan una flora microbiana que será descrita durante el simposio. Perspectivas: Desarrollar estudios detallados de las interrelaciones bióticas ocurrientes en los sistemas kársticos es primordial para entender el funcionamiento de estos ambientes particulares. Es necesario un mayor esfuerzo exploratorio por conocer la diversidad microbiana en los sistemas kársticos.

## TONI PÉREZ FERNÁNDEZ (G.E.V., España)

Espeleólogo de España, presidente del Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.), de la provincia de Jaén, Andalucía (España), bioespeleólogo e Ingeniero Técnico de Minas. Espeleólogo desde el año 1989 hasta la actualidad, con multitud de trabajos científicos publicados.



✉ bioespeleologiagev@gmail.com

### ESTUDIOS DE LA BIOLOGÍA SUBTERRÁNEA DE LA PROVINCIA DE JAÉN (SUR DE ESPAÑA)

#### Resumen:

Estudio sobre las especies de interés que se han descubierto en la provincia de Jaén en las cuevas y simas exploradas por el Grupo de Espeleología de Villacarrillo, con un apartado final sobre conservación de cavidades y de su entomofauna.

Estudiante de Biología en la UNALM. Tesista del Departamento de Mastozoología del Museo de Historia Natural – UNMSM. Voluntariado en División de Mastozoología en CORBIDI. Coordinador General de la Agrupación Ecología Molinera periodo 2015-2016. Intereses de investigación en Ecología poblacional, Ecología comunitaria y Conservación de mamíferos. Coautor en “Diversidad y patrones de distribución espacial del ensamble de murciélagos del bosque secundario perteneciente al Fundo Santa Teresa en Satipo, Perú” (*in press*). Investigaciones en curso: “Evaluación de poblaciones de *Cavia tschudii* (*cuy silvestre*) y *Akodon sp* (*ratón silvestre*) en juncales afectados por incendio en Pantanos de Villa, Lima-Perú” - 2018, “Dinámica poblacional de un refugio de *Glossophaga soricina* (Chiroptera) en el campus de la UNALM, Lima Perú” – 2018. Participación en Expedición Científica Franco Peruana “Cerro Blanco” 2017. Inglés Intermedio.

✉ manuel.artq@gmail.com

## COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS MENORES DE LA CUEVA DE PALESTINA Y ALREDEDORES DURANTE LA ESTACIÓN SECA, SAN MARTÍN-PERÚ

### Resumen:

Las cuevas tropicales constituyen hábitats aislados que sirven de refugio o fuente de alimento a especies de murciélagos y roedores. Estos mamíferos menores, son importantes por su alta diversidad y los roles ecológicos que pueden cumplir en los ecosistemas. Sin embargo, los estudios de estos mamíferos menores en cuevas del Perú son muy escasos y antiguos. Por tal motivo, como parte de la Expedición Científica Franco Peruana “Cerro Blanco” 2017, se realizó un estudio con el objetivo de describir la composición de la comunidad de mamíferos menores en la Cueva de Palestina y alrededores, ubicados a 870 m.s.n.m. en la región de San Martín. El esfuerzo de captura dentro de la cueva fue de 4 redes noche para murciélagos y 60 trampas noche para roedores. Asimismo, se localizaron dormideros de murciélagos y se hicieron capturas adicionales. En el caso de los alrededores, se alcanzó un esfuerzo de 180 trampas noche. Como resultado, se capturaron dentro de la cueva 7 especies de murciélagos pertenecientes a 2 familias y 5 gremios tróficos y 1 especie de roedor de la familia Echimyidae. A su vez, se capturó en los alrededores 2 especies de la familia Cricetidae. Los murciélagos *Lonchorhina aurita* y *Artibeus planirostris* fueron las especies más abundantes representando el 70% del total capturado. Por otro lado, el único registro de roedor dentro de la cueva pertenece al género *Proechimys*, siendo posiblemente el primer registro colectado dentro de una cueva para Perú. Por último, se recomienda más estudios ecológicos de mamíferos menores para conocer su importancia en estas formaciones geológicas y contribuir a su conservación.

✉ lina.cave@gmail.com



## BIODIVERSIDAD DE CUEVAS DE ALTO MAYO (SAN MARTIN) – REGISTROS FOTOGRÁFICOS REVELAN UNA RIQUEZA ÚNICA A SER ESTUDIADA

### Resumen:

En el año de 2016 participamos de expedición a la región de Alto Mayo (San Martín) junto con los grupos Espelo Club Andino (ECA), Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (GBPE) y Groupe Spéléo Bagnols Marcoule (GBSM). En aquella ocasión visitamos cinco cuevas y fotografamos para el registro de su fauna. El análisis preliminar reveló una fauna particularmente rica con registro de más de 50 especies, muchas de ellas restringidas a cuevas y con modificaciones morfológicas únicas, revelando posibles endemismos y fragilidades; entre estas especies, tres especies de peces troglóbios fueron observadas (troglóbios - especies aisladas en hábitats subterráneos y frágiles). Desde entonces, iniciamos una cooperación oficial con el Centro de Biodiversidad del Perú (Sr. Franco Azorsa), y Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Sr. Angelico Asenjo y Sr. Max Hidalgo). El proyecto, a largo plazo, y es una colaboración entre Perú y Brasil para el fortalecimiento de estudios de la fauna de estas cuevas y formación de recursos humanos en Perú. Considerando los inicios de los estudios de fauna de cuevas en América del Sur notamos que el conocimiento en Perú es incipiente. Los estudios se iniciaron en 1799 (el naturalista Alexander von Humboldt estudió el "guácharo" / *Steatornis caripensis* en Venezuela; en 1801 Alexander von Humboldt realizó estudios en Colombia; en Siglo XIX otros naturalistas estudiaran murciélagos y aves en Venezuela y Colombia; en Siglo XX el primero troglóbio fue descrito para América del Sur (Brasil), el bagre (pece) ciego *Pimelodella kronei* (1907); en 1950s y 1960s los estudios fueron conducidos principalmente en Venezuela. Para el Perú sólo en el año de 1972 los estudios se iniciaron (Ecología – listas/inventarios de fauna conducidos por peruanos) y en 1994 un pece fue descrito por los franceses (especie *Astroblepus ribeirae*). Después de esto observamos trabajos ocasionales de descripción de especies y no un trabajo enfocado directamente en la dinámica de los ecosistemas subterráneos. Es cierto que Perú se destacará en términos mundiales en cuanto a su biota subterránea, con un potencial gigantesco a ser estudiado y protegido.



Investigadora Biología y Genética Molecular. Jefa de Laboratorio de Biotecnología del IIAP.

 [cgarcia@iiap.org.pe](mailto:cgarcia@iiap.org.pe)

## USO DEL LEVANTAMIENTO DEL ALTO MAYO PARA CALIBRAR EL RELOJ MOLECULAR PARA ESTUDIAR LA DIVERGENCIA GENÉTICA EN PECES AMAZÓNICOS

**Autores:** Carmen García Dávila <sup>1</sup>, Fabrice Duponchelle <sup>2</sup>, Homero Sanchez <sup>1</sup>, Erick del Águila <sup>1</sup>, Manuel Navas <sup>1</sup>, Gianpier Valenzuela <sup>1</sup>, Hernan Ortega <sup>1</sup>, Jean-François Renno <sup>2</sup>

<sup>1</sup> IIAP

<sup>2</sup> IRD/BOREA

### Resumen:

Las mutaciones del ADN (sustitución, inserción, delección) son el origen de la diversidad genética de los organismos vivos. La tasa de mutación se define como la velocidad a la cual se producen los diferentes tipos de mutación adentro de un fragmento de ADN. El ritmo de acumulación de mutaciones específicas para cada gen y cada grupo taxonómico se puede comparar con el de un reloj molecular marcando el tiempo transcurrido. En consecuencia, existe una relación de proporcionalidad entre la divergencia genética de dos secuencias homólogas y el tiempo que las separa de su ancestro común. Esta relación es lineal si el reloj opera a una velocidad constante en el tiempo, o no lineal en el caso contrario. El reloj molecular es por lo tanto necesario para fechar los eventos evolutivos de una filogenia molecular de uno o más genes y para así comprender mejor la evolución de las especies y de sus poblaciones. Sin embargo, es esencial de calibrar la tasa de mutación (número de mutaciones acumuladas por millón de años) adentro de un grupo taxonómico y para un gen dado, relacionando la divergencia nucleotídica entre dos linajes hermanos (especies o poblaciones de la misma especie) con el tiempo real transcurrido desde la fecha de un evento paleontológico (fósil ancestral) o la fecha de la formación de una barrera geológica en el origen de la formación de estas dos linajes por vicarianza (divergencia alopátrica). El evento geológico en la génesis del Cerro Blanco es particularmente adecuado para la calibración de relojes moleculares de diferentes genes en diferentes taxa: su levantamiento está fechada a 1500000 años y de ambos lados de la fractura geológica varias poblaciones aisladas por la fragmentación divergieron desde esta fecha. El equipo del LMI EDIA usando de muestras del Cerro Blanco y de la región adyacente esta calibrando los relojes moleculares de cinco genes mitocondriales (COI, Dloop, 12S y 16S) para tres familias de peces amazónicos: Pseudopimelodidae, Cichlidae y Prochilodontidae. Una vez que los relojes serán calibrados para cada gen y cada familia, las tasas de mutación (aquí, número de sustitución por millón de años) serán disponibles para la comunidad científica y luego serán utilizadas para la investigación en filogenia y filogeografía, pero también para fechar eventos geológicos que condujeron a las divergencias genéticas por vicarianza.

Biólogo, experiencia en investigación en recursos de la flora amazónica y cultivos tropicales, investigador del Programa de Investigación en Biodiversidad Amazónica PIBA, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP en la Sede Regional San Martín (Tarapoto), encargado del Laboratorio de Botánica Aplicada Jean Christophe Pintaud, coordinador del Proyecto Attalea y del Proyecto Biología, ecología y usos de las palmeras peruanas.

✉ arodriguez@iiap.org.pe



## LAS PALMERAS RELACIONADAS A LAS FORMACIONES KÁRSTICAS EN CERRO BLANCO, RIOJA, SAN MARTÍN

**Autores:** Rodríguez del Castillo Ángel Martín <sup>1</sup>; Rojas – Fox, Jenny <sup>2</sup>; Sánchez, María de Fátima <sup>1</sup>; Flores, Ricarte <sup>1</sup>; Vásquez, Ivone <sup>3</sup>; Mejía, Kember <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Botánica Aplicada Jean Christophe Pintaud, Programa de Investigación en Biodiversidad Amazónica-PIBA, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP, Iquitos y Tarapoto, Perú.

<sup>2</sup> División de Botánica, Museo de Historia Natural, universidad Nacional Mayor de San Marcos -UNMSM, Lima, Perú.

<sup>3</sup> Carrera de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Sede Tarapoto

### Resumen:

Las formaciones cársticas tropicales constituyen grupos aislados de diversos tamaños, caracterizados por una dinámica tectónica y biogeoquímica compleja, creando una gran diversidad de ambientes muy originales, propicios para el desarrollo de una importante biodiversidad y de un alto endemismo. Además, estos ambientes poseen diversas características que los convierten en excelentes registradores de las variaciones climáticas, de la cobertura vegetal y de los eventos tectónicos. Se trata por estas razones, de un objeto de estudio privilegiado de las interacciones entre geodinámica, clima y evolución biológica. Los macizos Kársticos tropicales del Perú presentan una gran riqueza de especies de palmeras poco conocida, endémica de éstos ambientes. Se realizó un estudio multidisciplinario de los macizos kársticos de los Andes peruanos con la finalidad de conocer y entender el aporte de las resurgencias kársticas encontradas en el distrito de Nueva Cajamarca al ecosistema acuático Andino-Amazónico (Departamento de San Martín).

El objetivo fue realizar el inventario de las especies de palmeras presentes en estos ambientes muy poco estudiados por su difícil acceso, e intentar elucidar los problemas taxonómicos existentes. El inventario total de las especies de palmeras permitió, completar la falta de información en zonas no prospectadas y caracterizar la especificidad biológica de los macizos cársticos, y su relación con otros ecosistemas de la región andino-amazónica. Se condujeron exploraciones botánicas intensivas en tres localidades (1) Sector La Gruta, Localidad de Palestina, (2) Sector del Valle, alrededores de Palestina y (3) Sector Alto Florida, se obtuvieron muestras vegetativas (tallos, hojas) y reproductivas (inflorescencias e infrutescencias) así como avistamiento de especies de palmeras presentes en este tipo de formación edáfica. Se identificaron 9 especies entre endémicas y exóticas: [1] *Bactris gasipaes* var. *chichagui*, [2] *Ceroxylon* sp., [3] *Chamaedorea linearis* (Ruiz & Pav.) Mart., [4] *Chamaedorea* sp., [5] *Dictyocaryum lamarckianum* Mart. H. Wendl., [6] *Geonoma* sp., [7] *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., [8] *Oenocarpus bataua* Mart. y [9] *Phytelephas macrocarpa* Ruiz & Pav., las cuales se distribuyen tanto en ambientes naturales así como en sistemas agroforestales de la zona que tiene como principal cultivo el café. *Geonoma congestissima* Burret fué descrita para el macizo cárstico de Cerro Blanco al NE de Perú en 1930, sólo se conoce en la colección tipo, realizada en 1904, y su estatus actual es desconocido, las dos individuos de *Geonoma* colectadas no corresponden a la descripción de *G. congestissima*, cabe la posibilidad de que trate de una nueva especie o nuevo registro para la localidad; la especie endémica *Chamaedorea fragrans* (Ruiz & Pav.) Mart., exclusiva de afloramientos cársticos andino-amazónicos no ha sido encontrada en esta localidad, en su lugar está presente *Ch. linearis* y *Chamaedorea* sp. de porte pequeño con inflorescencia erecta y frutos rojos (posible variante de *Ch. fragrans*, considerando el color de los frutos y la forma de la inflorescencia). La ocurrencia de *Ch. linearis* y así como de *D. lamarckianum* evidencian el aporte del elemento andino del tipo montañoso Neotropical a la zona estudiada y su permanencia indica un cambio de nicho favorecido por la dinámica ambiental y la actividad tectónica, el aporte andino también es evidenciado por *Ceroxylon* sp. Asimismo *I. deltoidea* representa la confluencia entre las tierras bajas amazónicas y los andes tropicales, la presencia de *Bactris gasipaes* var. *chichagui* y *P. macrocarpa* manifiestan una contribución del Bosque tropical con estación seca para el área de estudio, el registro de *Geonoma* sp. confirma una vez más su amplia distribución ecológica y geográfica en el Neotrópico pudiendo estar pasando por un proceso de diversificación dada su exposición a nuevos hábitats y nuevas barreras físicas producto del levantamiento de los Andes.

✉ marc.pouilly@ird.fr

✉ mhidalgod@unmsm.edu.pe

## DIVERSIFICACIÓN DE LOS PECES DEL GENERO TRICHOMYCTERUS EN LOS RÍOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS DEL ALTO-MAYO

### Resumen:

La expedición multidisciplinaria Cerro Blanco 2017 organizada por el IRD y sus socios fue una oportunidad para explorar la biodiversidad desconocida de los peces de los ríos y karsts de Alto Mayo en el norte de Perú. El muestreo reveló varias poblaciones del género *Trichomycterus* con diferentes grados de adaptación a la vida de las cuevas y la densidad de colonización de sistemas subterráneos rara vez descritos en la literatura científica. Presentamos una primera descripción taxonómica y ecológica de estas poblaciones.



*Peces del género Trichomycterus capturados en sistemas subterráneos del Alto Mayo*  
Copyright : M.POUILLY IRD 2017.