



FEDERACION
ARGENTINA
de ESPELEOLOGIA

ISSN 1851-894X

ARGENTINA SUBTERRÁNEA 44

Publicación semestral de la Federación Argentina de Espeleología - FAde

Edición Electrónica: www.fade.org.ar

Sitios web complementarios: www.sinpelos2011.wordpress.com, <https://issuu.com/fade3>

contacto@fade.org.ar - Facebook: <https://www.facebook.com/groups/872559679540283/>

ONG miembro de la Red Nacional de Acción Ecologista (RENACE): http://renace.net/?page_id=6460

<https://www.facebook.com/pg/renace.rednacionaldeaccioneecologista/>

Año 18 - N° 44 – octubre de 2018

Director: Carlos Benedetto

Avanza el Parque Espeleológico Poti Malal



ICEK Institut Català
d'Espeleologia i Ciències del Karst



**FEDERACION
ARGENTINA
de ESPELEOLOGIA**

ARGENTINA SUBTERRANEA ISSN 1851- 894X

Publicación semestral digital de la
Federación Argentina de Espeleología—FAde

Director: Carlos Benedetto

Año 18—Nro. 44
Octubre de 2018

Federación Argentina de Espeleología - FAde. Asociación civil de segundo grado sin fines de lucro dedicada al estudio y protección de las cavidades naturales, integrada por asociaciones espeleológicas, espeleólogos independientes e investigadores de distintas provincias argentinas. Personería Jurídica: Resolución 750/2001 - Expte. DPJ-Mendoza 1061-F/2000—Legajo 4594.

CUIT: 30-70745522-1.

La F.A.d.E. es representante de la Argentina ante la Unión Internacional de Espeleología -U.I.S..

Entidad inscrita en el Registro de Asociaciones Espeleológicas del Gobierno de la Provincia de Mendoza (Ley 5978/93): Resolución DRNR 559/02. Nro. de inscripción: 002.

Entidad Adherida a la Red Nacional de Acción Ecologista (RENACE)

Presidente: Carlos Benedetto; **Vicepresidente:** Anibal Fernando Cuesta; **Secretario:** Pablo Seco; **Tesorera:** Marta Brojan; **Vocales titulares:** Christian Alberto Alcalá, José Fernando Castro, Renzo Portioli; **Vocales suplentes:** Renzo Molini, Camilo Richard, Ivanna Bustos; **Revisores de Cuentas:** Esther Arroyo, Aída Elena Galán Guajardo

Sede social e informes: Pje. El Payén 1035 (5613) Malargüe – Mendoza- Argentina. Celular-Whatsapp: 54 2604 094916.

Sede Legal: Necochea 31 — 1º "7" - (5500) Mendoza capital

Contactos:

contacto@fade.org.ar - cd_fade@fade.org.ar

www.fade.org.ar

<https://www.facebook.com/groups/872559679540283/>

www.sinpelos2011.wordpress.com

<https://issuu.com/fade3>

www.renace.net

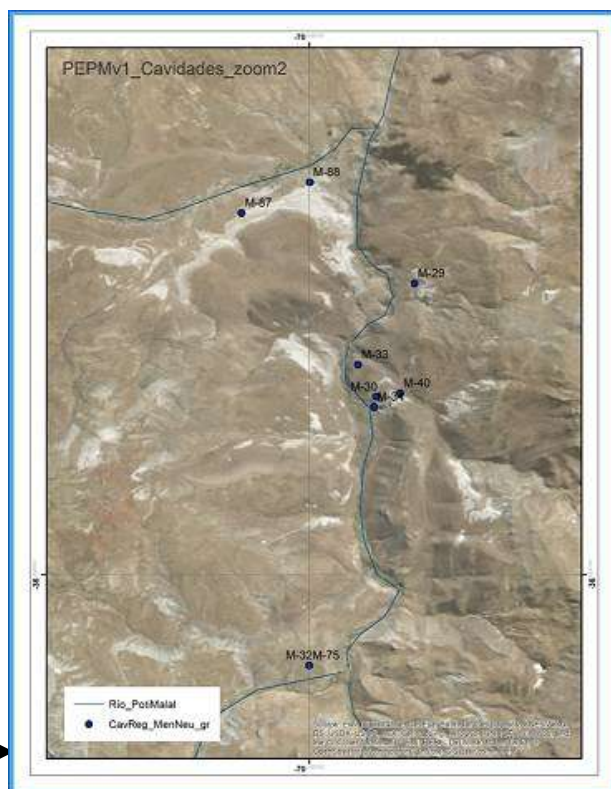
<https://www.facebook.com/pg/renace.rednacionaldeaccionecologista>

Se permite la reproducción total o parcial de los artículos de este boletín. Rogamos citar la fuente.

Foto de portada: el Valle de Poti Malal donde se ven los yesos y las cavernas hasta ahora catastradas (ver págs. 41-48)

En este número:

- Editorial y nuevo balance (págs. 3-4)
- Fue creado el Instituto Catalán de Espeleología y Ciencias del Karst—ICEK (pág. 4)
- Particularidades Hidrogeológicas del epikarst en la Loma del Encanto, Puerto Escondido, Mayabeque, Cuba. Leslie Molerio León. (págs. 5 - 23)
- Congreso Internacional de la UIS 2021 (pág. 24)
- Observaciones realizadas en zonas kársticas yesosas afectadas por el fracking en cercanías del Puesto Rojas, Malargüe, Mendoza. Carlos Benedetto. (págs. 25-30)
- Hacia una ley de presupuestos mínimos en Espeleología. Carlos Benedetto (págs. 31-38)
- Avances en el Proyecto Parque Espeleológico Poti Malal. Christian Montoro Paredes/Laura Vera Montoro (págs. 39-47)



Sigue la marcha a pesar de todo

Carlos Benedetto



Somos un tanto propensos a los récords, hay que admitirlo. En nuestro número anterior mencionábamos las cosas conseguidas por la FAdE en los cincuenta años de historia que lleva nuestra espeleo nacional, pero omitimos decir que Argentina Subterránea es la única revista espeleológica que está apareciendo desde el año 2001 (septiembre). O sea, **17 años ininterrumpidos**.

Empezamos siendo un boletín que seguía los pasos de **Salamanca** y **Spelaion**, también creada por nosotros, pero en otros espacios institucionales. 17 años y 44 números, al principio cuatrimestrales, luego semestrales. Otro récord.

Hace 10 años se producía la fractura mayor de la espeleología argentina en toda su historia, al ponerse sobre el tapete las cuestiones **ideológicas** de fondo, concomitante-

mente con lo que estaba ocurriendo a nivel nacional en temas políticos y económicos. Los caminos se bifurcaron, y ya no hay posibilidad de reunirlos como alguna vez había ocurrido en el pasado. Nuestros adversarios siguen jugando sucio y dando cursos de rescate para guías de turismo en provincias donde no hay cavernas habilitadas al turismo, y no han podido incorporar perso-



nal científico ni armar proyectos de investigación serios. Apenas siguen nuestros pasos, pero con torpeza y poca profesionalidad. No es un dato menor que los únicos biólogos especializados en EspeleoBiología sean miembros de la FAdE o trabajen cerca de nosotros. De nuestra parte, cumplimos 10 años de un Plan

Estratégico que todos los años se va amoldando a los cambios sociales, políticos y culturales de la manera que se puede, sin recursos económicos propios como sí tienen otros. "Dios le da pan a quien no tiene dientes".

En este número continuamos el relato de la lucha contra la contaminación de los acuíferos de Vaca Muerta, pero también entregamos los primeros resultados de un proyecto (Parque Espeleológico Poti Malal) nacido de la iniciativa del descubridor de la Cueva

San Agustín. A este proyecto se han asociado espeleólogos catalanes, con quienes dimos un curso en el Casal de Catalunya en Buenos Aires, según se informó en <http://piramideinformativa.com/2018/10/en-la-recta-final-hacia-una-experiencia-espeleologica-binacional-en-el-sur-mendocino-por-carlos-benedetto/>. Allí se da cuenta de nuevos apoyos políticos

internacionales que está recibiendo la FAdE, confirmando que no es cierto que estemos "solos" y aislados del mundo.

Se enfatiza, entonces, un perfil ecologista, ambientalista, científico. Algunos dirán "fundamentalista" o "tóxico", pero eso ya no cuenta. El programa definitivo del curso fue claro:

Espeleología Técnica y Científica. Conceptos fundamentales de

Karstología, Hidrogeología Kárstica y Mineralogía de Cuevas. Karst, Parakarst y Pseudokarst en la Cuenca Neuquina. Los minerales de cuevas como testigos de los cambios climáticos en el pasado. Las experiencias en las ANPs Las Brujas (Mendoza) y Cuchillo Curá (Neuquén). El Catastro de cavidades naturales de cuevas argentinas y neuquinas. Conceptos fundamentales sobre Espeleo-Biología y parámetros ambientales hipogeos en relación con los epigeos. Las cavernas como Activos Ambientales y Arcas de Biodiversidad; la importancia de la Cuenca Neuquina. Conceptos fundamentales de protección de cuevas. Los riesgos del patrimonio espeleológico en el mundo y Argentina: agrotóxicos, desechos urbanos, minería, petróleo, el turismo. Los nuevos desafíos de la Espeleología Científica. Espeleología y Ambientalismo. Megaminería y Fracking en la Cuenca Neuquina. Historia de la Espeleología Argentina. Catalunya en la Espeleología Mundial y en Argentina, ayer y hoy. Barcelona 1986: la Espeleología Argentina entra al mundo; la Unión Internacional de Espeleología – UIS.

Las principales alocuciones del curso pueden verse en:

https://issuu.com/fade3/docs/material_y_t_cnicas_v4

https://issuu.com/fade3/docs/pepm_v2_y

https://issuu.com/fade3/docs/espeleolog_a_catalana_v3

También hay un video en Facebook donde se muestran más detalles: <https://www.facebook.com/casalbaire/videos/955962227925177/>

ICEK

**Institut Català
d'Espeleologia
i Ciències del Karst**



Obviamente que no esperamos otra cosa que DES-conocimiento de estos hechos tangibles por parte de algunos sectores de la espeleología anticientífica, pero seguimos adelante.

En lo que no hemos avanzado mucho fue en el acercamiento de la espeleología al medio académico, en parte por el accionar destructivo de la vieja espeleología, y en parte por imperio de la



das veces (ISTEEC, IES 9-018 UNCuyo, etc.) Dos días antes del curso en Buenos Aires, fuimos coorganizadores de la **Jornada de Acceso a la Justicia Ambiental**, en la que anticipamos el proyecto de ley nacional de espeleología que luego llevaríamos a Buenos Aires a entregarlo a algunos diputados. Ese proyecto lo publicamos aquí, más allá de que sean pocas las esperanzas de que en el actual contexto político esto pueda prosperar. Sabemos esperar. La pesadilla neoliberal no será eterna.

Lo auspicioso de todo esto es que la Espeleología catalana también experimenta un salto cualitativo en su crecimiento, en el mismo sentido que en Argentina lo fueron la creación del INAE (1990) y la crisis de la FAdE del 2008. Al volver a Chile luego de terminado el curso en el Casal, el mismo Christian Montoro nos cuenta:

Informo de un hito reciente e importante en la historia de la espeleología catalana. Se trata de la creación del "Institut Catalán de Espeleología y Ciencias del Karst (ICEK)". Fui personalmente informado por nuestro amigo Marc Anglès de manera informal y formalmente por la espeleóloga Montserrat Ubach, presidenta adjunta de ICEK.

Además de transmitirles mis felicitaciones por la creación de ICEK, aproveché para informarle de la exploración que tenemos entre manos como FAdE y la posibilidad de que se interesen por nuestros futuros hallazgos. Parece toda una alineación de planetas la creación de ICEK justo en este momento para nosotros!. Estoy feliz que

el curso en BA finalmente se hizo y con muy buenos resultados. El esfuerzo valió la pena.

De inmediato tomamos contacto con la colega Montserrat Ubach, quien nos manifestó su interés en avanzar en la dirección enunciada y su predilección por las cuevas basálticas, por lo que entonces Payunia (Mendoza, Neuquén, La Pampa) será en breve sacada del arcón, desempolvada y puesta en marcha. Un signo más de que, a pesar de cómo ha sido atacada la FAdE (como en los 90 fue atacado el INAE) desde adentro y desde afuera del país, seguimos siendo fieles a nuestras raíces, seguimos avanzando hacia una Espeleología científica y seguimos integrándonos al mundo, pero no a la manera de la obsecuente y desaparecida FEALC ni de la eurocéntrica y desorientada UIS, sino a nuestra manera; y contra eso nada ni nadie puede.



Christian Montoro Paredes y Laura Vera Montoro

ICEK Institut Català d'Espeleologia i Ciències del Karst

El Institut Català d'Espeleologia i Ciències del Karst (ICEK) se crea ante la necesidad de impulsar la espeleología científica y el estudio del karst en Catalunya en todas sus áreas. También con la voluntad de sumar y colaborar con aquellas personas y entidades nacionales e internacionales que comparten los mismos objetivos.

El ICEK está abierto a espeleólogos, científicos, estudiosos del karst y a los que contemplan la naturaleza y su geo-biodiversidad como un patrimonio a valorar, proteger y conservar.

Entre sus objetivos:

Promover la espeleología científica y el estudio del karst y mantener vínculos y contactos con las personas e instituciones que trabajan en estas disciplinas y en las Ciencias de la Tierra en general.

Propiciar iniciativas con fines educativos, culturales, científicos, didácticos y divulgativos.

Contribuir a divulgar los trabajos que se realizan desde las diferentes áreas que contempla.

Velar por la conservación del patrimonio subterráneo y su geo-biodiversidad e incentivar y apoyar proyectos que potencien estos valores.

Dialogar y colaborar con las administraciones en aquellas iniciativas que supongan un avance en el campo de las ciencias del karst, la protección de las cavidades y su reconocimiento como valor geo-didáctico y patrimonial.

Dialogar y colaborar con las administraciones en aquellas iniciativas que supongan un avance en el campo de las ciencias del karst, la protección de las cavidades y su reconocimiento como valor geo-didáctico y patrimonial.

Entidades impulsores de l'ICEK

Sarawak. Exploracions i Geografia. Entidad constituida el 2010. Formada por miembros de diversos clubs de espeleología y otras entidades relacionadas con la naturaleza, las Ciencias de la Tierra y la exploración geográfica. Presidenta: Montserrat Ubach i Tarrés

SIGMADOT (Societat Internacional de Geologia i Minería per al Desenvolupament i Gestió del Territori). Entidad constituida el 2013. Formada por expertos y científicos que trabajan por el desarrollo y la ordenación territorial desde el punto de vista de la geología y de la minería ambiental. Presidente: Josep Mª Mata-Perelló, geólogo, *Magister Honoris Causa* por la Universidad Politécnica de Catalunya, Presidente de la Comisión Científica del Geoparque de la Catalunya Central de la UNESCO y Director científico de l'ICEK.

Balmes 193, àtic 1ª. 08006-Barcelona. Tel 93 218 44 28 institut@icek.cat www.icekinstitut.blogspot.com

PARTICULARIDADES HIDROGEOLÓGICAS DEL EPIKARST EN LA LOMA DE EL ENCANTO, PUERTO ESCONDIDO, MAYABEQUE, CUBA

L.F. Molerio León

Consultor en Ingeniería Ambiental y Recursos Hídricos

INVERSIONES GAMMA, S.A.

Apartado 6219, CP 10600, Habana 6, Ciudad de La Habana, Cuba

E-mail: especialistaprincipal@gmail.com

RESUMEN

La mayor parte de las acciones ingenieras en zonas cársicas tienen lugar en el epikarst: excavaciones, cimentaciones o instalación de ductos, construcción de edificios y sótanos, drenajes pluviales y de aguas grises y negras, aprovechamiento agrícola de suelos, entre otras. Caracterizado por el dominio de flujos verticales, en tránsito, el epikarst no es completamente inerte al intercambio de flujos y energía con el exterior y en su interior, de manera que su gestión ingeniera debe tomar en cuenta su origen, rasgos estructurales, funciones hidrológicas y la relación con el suelo. Este artículo describe un estudio para drenaje de aguas negras y grises tratadas de una instalación industrial en un particular caso de epikarst parcialmente merofosilizado en el occidente de Cuba.

Palabras clave

Epikarst, Cuba, gestión ingeniera, merofósil

ABSTRACT

Most of the engineering actions in karst territories are developed in the epikarst: excavations, foundations or installation of pipelines, construction of buildings and basements, drainage of storm and waste waters or the development of agricultural practices, among others. Characterized by the domain of vertical flows, the epikarst is not inert to the exchange of flow and energy fluxes with the Surface and its proper engineering management has to account its origin, structure, hydrologic functions and the relation soil-epikarst. This paper describes the results of a study for the drainage of treated waste waters in an partial fossilized epikarst of western Cuba.

Kew words

Epikarst, Cuba, engineering management, merofossil,

INTRODUCCIÓN

“El epikarst es la porción más alta de un estrato de roca carsificada en el que una elevada proporción de las grietas ha sido ampliada por disolución”. Así lo definió Drew en 1995. El epikarst es la “piel del karst” al decir de Bakalowicz (2004) refiriéndose cabalmente a ese sector de la superficie del terreno o más próximo a ella, donde muchísimas veces, las formas cársicas alcanzan grandes dimensiones o notable espectacularidad. Sin duda, buena parte de la fascinación que el karst ha ejercido sobre las personas se debe a la exuberancia del epikarst. De hecho, mucho antes del esclarecedor trabajo de Williams (1983) la mayor parte de las descripciones y ensayos geomorfológicos e hidrogeológicos del karst comenzaban, precisamente, por el epikarst. Los extensos campos de lapíes, las enormes dolinas, las simas naciendo en la misma superficie del terreno han cautivado de tal manera a los investigadores y al público en general que muchas de las descripciones y estudios que hoy se poseen sobre el karst han enmascarado el papel hidrogeológico de esta parte del sistema cársico, reduciendo nuestra facultad de comprensión sobre su funcionamiento y, en consecuencia, de ejercer acciones sensatas sobre el mismo.

La identificación de la sensibilidad ambiental del epikarst (Zhang, Yuan, Cao, 2005) pasa básicamente por distinguir la relación del epikarst con el suelo y con la zona no saturada (vadosa, de aereación) y la variabilidad de su capacidad almacenadora y de drenaje. Además, son elementos fundamentales para aclarar el origen y evolución del epikarst y, en no poca medida, del sistema cársico en general. Daly (2000) y Klimchouk (2004) realizaron un análisis conceptual muy riguroso acerca del epikarst. Algunas referencias a la literatura hispanoparlante respecto a este tema enriquecerían las contribuciones de estos autores.

La definición de Drew (1995), contenida en el Glosario de la Terminología Cársica que se incluyó en la Acción 65 (Aspectos Hidrogeológicos de la Protección de las Aguas Subterráneas en Áreas Cársicas) de las del Proyecto COST (Co-operation in Science and Technology) de la Unión Europea con la que se inicia este artículo continúa del modo siguiente: *“El epikarst permite la infiltración rápida y algún almacenamiento de grandes cantidades de agua de infiltración. En áreas cársicas, el epikarst puede extenderse hasta una profundidad de varios metros o puede estar completamente ausente.”*

Esta capacidad del epikarst para almacenar agua y drenarla diferidamente hacia las partes más profundas del acuífero es una propiedad especialmente útil para disponer en ella efluentes líquidos no tóxicos tratados. La identificación de los sitios adecuados para este tipo de soluciones depende de factores como la vulnerabilidad del acuífero, el estado de calidad (nivel de fondo) de las aguas subterráneas, la capacidad de absorción del acuífero, la variabilidad de la carga piezométrica, la recarga natural, la carga del efluente líquido, las características y propiedades de atenuación natural y biodegradación del sistema y las propiedades de dispersión-difusión del sistema acuífero.

Las prácticas de disposición final de aguas tratadas en áreas rurales o previamente impactadas por la actividad industrial resultan beneficiosas, a largo plazo, en tanto puedan incorporarse con calidad adecuada al ciclo hidrológico actual o, en caso contrario, cuando se garanticen tiempos de residencia lo suficientemente largos para lograr un mejoramiento natural o inducido de la calidad de las aguas de recarga. Por otro lado, la experiencia en la construcción de pozos domésticos para los efluentes líquidos es práctica común en sectores con buena capacidad de absorción y escasos o nulos recursos hídricos, sobre todo en zonas rurales o semirurales, donde la contaminación eventualmente inducida por ellos no constituye un peligro para la calidad de las aguas o la salud humana ya que, o bien los recursos hidráulicos subterráneos son escasos, e incluso nulos, o están previamente degradados por actividades antrópicas o naturales. La utilización de pozos de drenaje como solución para la disposición final de efluentes líquidos tratados es práctica común desde los años 20 del pasado siglo. En muchos casos esta agua se dispone finalmente en pozos especialmente diseñados para constituir barreras contra la intrusión marina o se emplean para incrementar la recarga del sistema acuífero (Antigüedad et al., 1997).

La necesidad de disponer los efluentes líquidos tratados de una facilidad industrial en la Loma de El Encanto, en Puerto Escondido, a unos 70 kilómetros al Este de la ciudad de La Habana, capital de Cuba, promovió el estudio de las características hidrogeológicas de un karst merofósil para definir si la capacidad de absorción del epikarst permitía la infiltración de estos efluentes. Los resultados fueron altamente positivos y el sistema se encuentra en operación ininterrumpida desde diciembre del 2006.

ASPECTOS CONCEPTUALES

La Fig. 1 muestra el modelo conceptual adoptado por Doerflinger y Zwahlen (1995) para el proyecto antes mencionado. Daly (2000) enfatiza el hecho de que, a partir de tal esquema conceptual, se ilustra el papel del epikarst en la colecta y almacenamiento de la recarga en la zona no saturada y se evacua rápidamente hacia la zona saturada

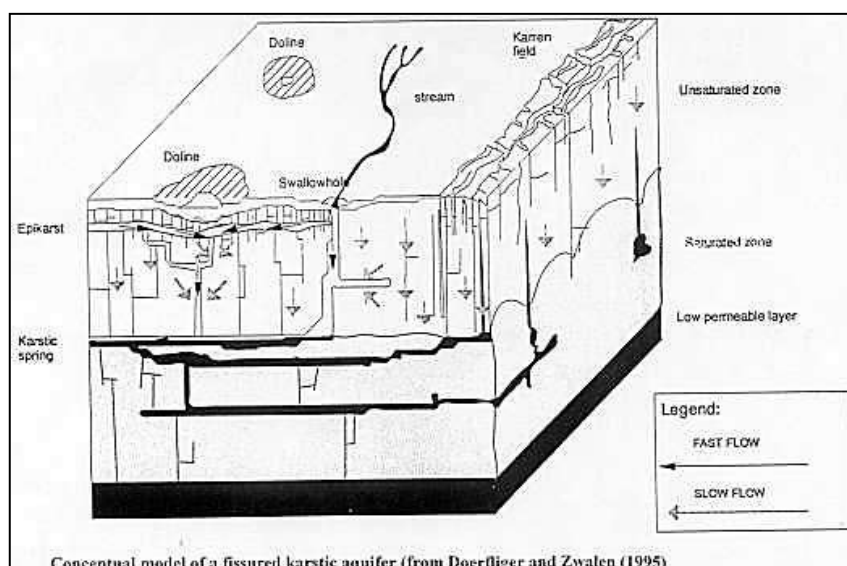


Fig. 1. Modelo conceptual de un acuífero cársico fisurado según Doerfliger y Zwalen (1995) tomado de Daly (1997?).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta (Molerio, 2005), que como cada asociación entre formas de absorción-conducción-descarga es un sistema local de flujo *per se* que, a su vez es parte de uno mayor, las velocidades de tránsito son sumamente variadas y la mezcla depende de la organización del escurrimiento interno y del estado evolutivo de esa parte de sistema. Y como la propia evolución hidrológica de los terrenos cársicos excluye o incluye indistintamente formas y sistemas de flujo que pueden haber sido desactivados del funcionamiento hidrológico de la región, dentro del mismo dominio de flujo pueden encontrarse zonas de recarga difusa, lenta, como zonas de recarga concentrada, rápida (Fig. 2).

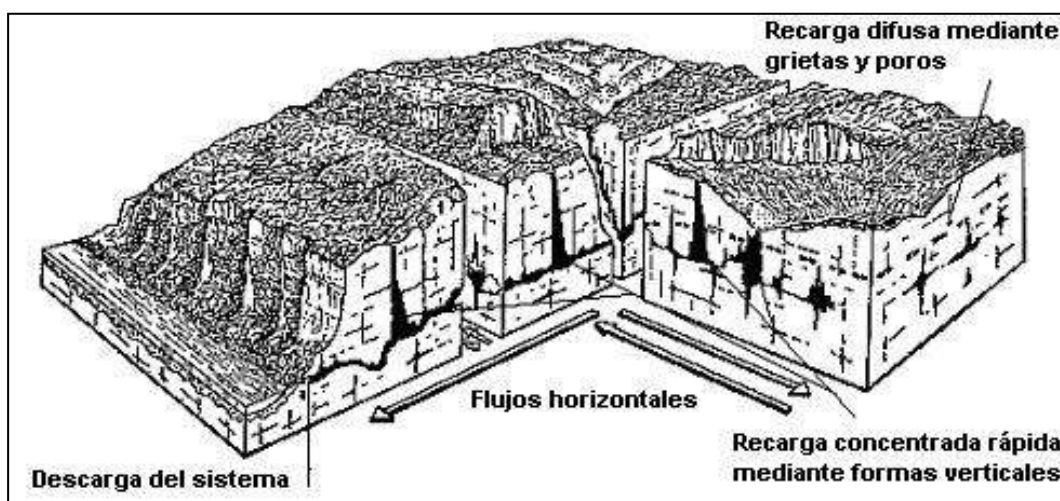


Fig. 2. Distribución de la recarga en un sistema cársico (ligeramente modificado de Mangin, 1975).

Estos dos extremos ocurren en todas las regiones cársicas. Las zonas de **recarga concentrada**, rápida, asociadas a la infiltración de las aguas de lluvia a través de formas absorbentes como los honores, dolinas, simas o valles de diferente tipo, presentan incluso, grandes contrastes a los efectos del retardo y la acumulación. Zonas de drenaje vertical como simas conectadas con el nivel de las aguas subterráneas excluyen cualquier

retardo en la zona no saturada ya que, de hecho, en esos lugares ésta no existe. La presencia de ríos que penetran en el subsuelo a través de cavernas en la zona no saturada se comportan de manera diferente según se trate de movimiento a través del epikarst, de flujo hipodérmico o de convergencia con el acuífero (Fig. 2). La recarga a través de dolinas y sumideros, por ejemplo, puede ser tanto concentrada como difusa, dependiendo del grado evolutivo de éstas; es decir, del grado de actividad hidrológica de las mismas y -sobre todo- de la conexión hidráulica con otras formas cársticas. Las vastas zonas cubiertas de suelo, pavimentadas, o simplemente por estratos menos permeables o por grietas rellenas son elementos de retardo de flujo que enmascaran la contribución de la zona de recarga en un punto dado del sistema acuífero.

La Fig. 3 muestra el modelo conceptual del epikarst debido a Klimchouk (2004). En la literatura especializada (Williams, 1983; Daly, 2000; Klimchouk, 2004, entre otros) se define como *“la porción más alta de un estrato de roca carsificada en el que una elevada proporción de las grietas ha sido ampliada por disolución. El epikarst permite la infiltración rápida y cierto almacenamiento de grandes cantidades de agua de infiltración. En las zonas cársticas, el epikarst puede extenderse hasta una profundidad de varios metros o estar completamente ausente.”* El término epikarst fue introducido en la literatura especializada por Mangin hace casi 30 años (Mangin, 1975).

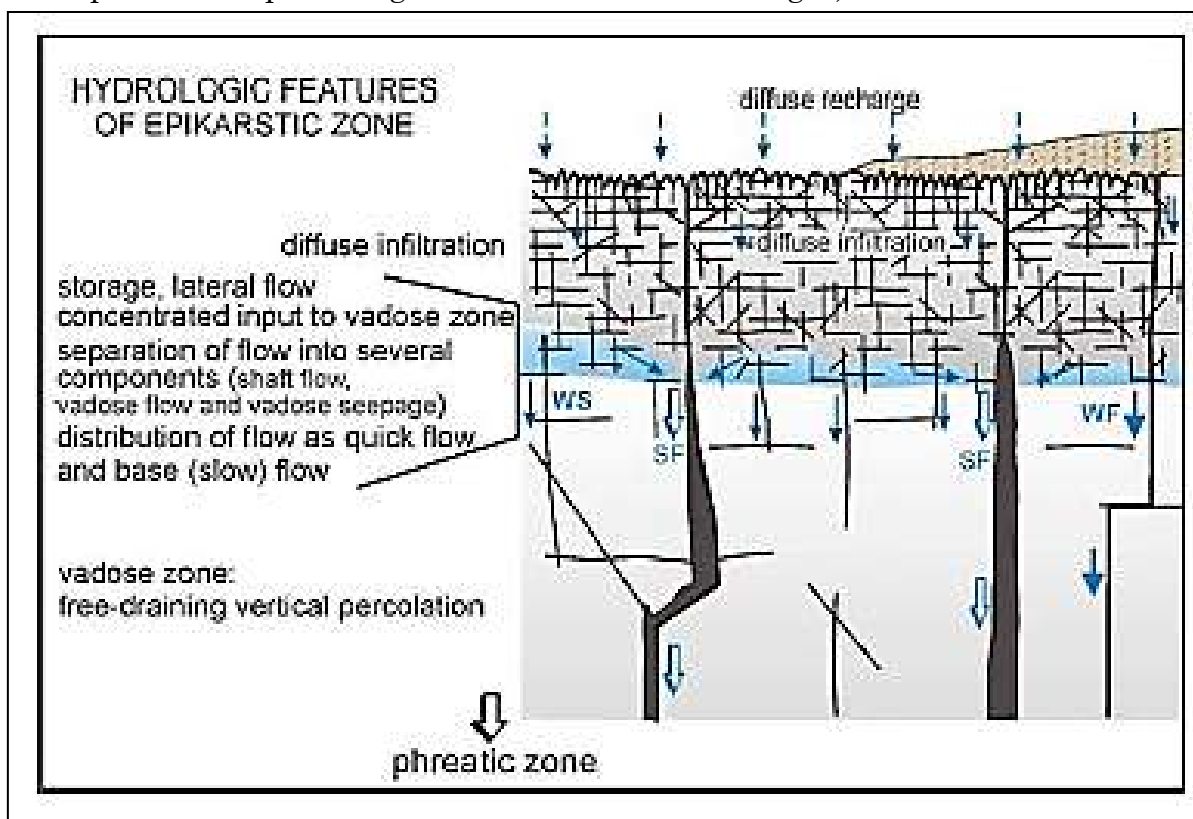


Fig. 3. Rasgos hidrogeológicos del epikarst (según Klimchouk, 2004).

Como señala Klimchouk (2004), el epikarst es la zona intemperizada superior de las rocas carbonatadas donde la distribución de la permeabilidad y la porosidad se distribuyen de manera más homogénea en comparación con las rocas carsificadas subyacentes. Se trata, en consecuencia, de un subsistema de regulación hidráulica que almacena, separa en varias componentes y distribuye temporalmente las aguas de infiltración.

Epikarst is the uppermost layer of a karstified rock in which a large proportion of the fissures have been enlarged by solutional erosion. An epikarst allows rapid infiltration and some storage of large quantities of infiltration water. In karstic areas the epikarst may extend to a depth of several metres or may be absent altogether.

en la zona no saturada (vadosa) del sistema cársico.

En general, la organización de la permeabilidad en el epikarst se desarrolla de manera que conduce a la convergencia de las aguas de infiltración hacia horizontes más profundos. De este modo, las aguas que drenan el epikarst penetran hasta alcanzar las estructuras colectoras – conductoras que lo enlazan con la zona no saturada y, de ahí, con el acuífero. Ello está básicamente controlado por los factores que gobiernan la morfogénesis del epikarst, de manera que éste es un subsistema dinámico cuyas características varían en correspondencia con la evolución del karst local.

La importancia hidrogeológica básica del epikarst es que en él domina la infiltración (drenaje vertical o subvertical) sobre el drenaje lateral (horizontal). Esto significa que la estructura relativamente homogénea del campo de conductividad hidráulica en la superficie del epikarst, que permite la infiltración difusa de la recarga alcanza una heterogeneidad apreciable según se avanza hacia la base del epikarst. Se supone que la conductividad hidráulica (K) del epikarst es dos o tres órdenes de magnitud mayor que en la zona no saturada (vados) subyacente pero que la heterogeneidad en la distribución de K es un factor aún más importante.

El drenaje del epikarst a través de fisuras que penetran profundamente en el sistema cársico permite, incluso, la organización de flujos concentrados en la base del mismo. Pero, por otro lado, muchos autores reconocen que el epikarst desempeña un papel importante en el almacenamiento. Perrin et al., (2003), por ejemplo, sugiere que el almacenamiento en el epikarst puede llegar a ser más importante que en la zona saturada (freática). El decrecimiento de la permeabilidad con la profundidad provoca el desarrollo de una importante componente de flujo lateral en el epikarst que converge hacia las fisuras y grietas que penetran más profundamente en el sistema. Al transportar aguas hacia la zona vadosa el epikarst descompone la infiltración y aparecen diferentes flujos concentrados rápidos o difusos y retardados en un amplio espectro. Es por ello que, en términos de transporte de masas, las respuestas del epikarst a los eventos de recarga depende del grado de su evolución y la forma en que se vincula con la zona no saturada de los acuíferos cársicos.

Pero en general, se acepta que el epikarst actúa como un ente retardador y, por ende, homogeneizador de los flujos en la mayor parte de los casos. La retroalimentación sostenida que el campo de flujo ejerce sobre el campo de conductividad hidráulica produce su efecto en el epikarst condicionando el desarrollo de su propia estructura-, de tal manera que su organización evoluciona mediante disolución en el curso de la evolución del epikarst.

Este artículo describe las características hidrogeológicas del epikarst de la Loma del Encanto; un sombrero cársico de poco espesor, acuífugo, que suprayace una secuencia de más de 100 metros de potencia de rocas impermeables y que fue evaluado para utilizarse como receptor de aguas negras y grises residuales tratadas de una facilidad industrial y que, luego de 12 años de operación no ha presentado problema alguno de operación. La metodología de evaluación de sus propiedades hidrogeológicas y los resultados de los estudios se describen con cierto detalle.

CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

La Loma de El Encanto se encuentra sobre un epikarst merofósil a criptocársico en rocas carbonatadas carsificadas miocénicas de las Formaciones Güines pero básicamente Cojímar, que yacen discordantemente sobre las rocas oligocénicas terrígenas de la Formación Universidad y que afloran en todo el flanco meridional de la Loma del Encanto, cortadas por la Vía Blanca (Figs. 4 y 5).

Fig. 4. Mapa de localización (enmarcada el área de estudio)

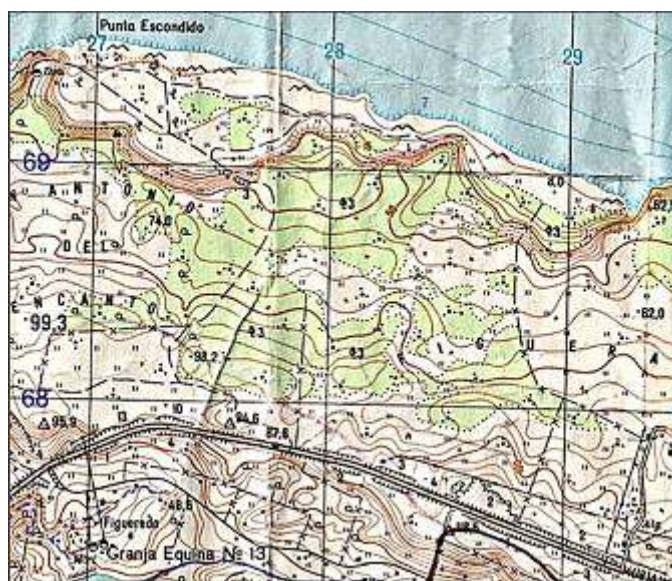


Fig. 5. Ladera meridional de la Loma de El Encanto, en cuya cima se encuentran las instalaciones de la Planta de Gas de Puerto Escondido. Obsérvese la cima horizontal, aplanada, asociada al epikarst local.



La Tabla 1 muestra el corte hidrogeológico en el territorio estudiado. Estas rocas miocénicas forman una superficie de erosión plana, muy bien conservada, entre 80 y 100 metros de altitud. Esta monotonía de la superficie de erosión se ve perturbada localmente por relictos de cúpulas formadas por casquetes resistentes de las calizas duras y organógenas recristalizadas de formación Güines. Estas rocas se distribuyen de manera discontinua sobre la superficie de erosión descrita, de manera que el epikarst exhibe una

variada morfología cársica en la que alternan sectores criptocársicos y merofósiles por eluviación con formas cársicas, básicamente absorbentes, de funcionamiento episódico e, incluso, estacional.

Tabla 1. Sistemas y unidades hidrogeológicas locales.

Unidad estratigráfica	Complejo tectonofacial	Tipo de acuífero	Productividad y extensión	Tipo de flujo	Características hidrogeológicas
Formación Güines	Carbonatado	Fisurado cársico	Acuífugo	No flujo	Karst merofósil a activo episódico
Formación Cojímar	Carbonatado – Terrígeno	De estrato	Acuífugo a acuícludo	No flujo	Cripokarst merofósil a activo episódico
Formación Universidad	Terrígeno- Carbonatado	De estrato	Sin recursos conocidos	Semiconfinado a semilibre	Acuífero de desarrollo local moderadamente productivo en el área de las instalaciones de la planta de gas.
Formación Via Blanca	Terrígeno	De estrato	Sin recursos conocidos		
Ultrabasitas	Serpentinitas	Fisurado no cársico	Moderadamente productivo y discontinuo		Acuífero local productivo. Se explota localmente en volúmenes muy reducidos para abastecimiento doméstico y riego de pequeñas parcelas de tierra y alimentación de ganado menor.

Características del epikarst en la Loma de el Encanto

El epikarst de la Loma de El Encanto presenta un conjunto de características singulares extremas en cuanto concierne a su actividad hidrológica.

En primer lugar, debe destacarse que el karst local es completamente acuífugo. Carece absolutamente de recursos hidráulicos subterráneos y no posee zona de almacenamiento alguna. En caso alguno se logran identificar niveles acuíferos permanentes o estacionales; ni siquiera episódicos. Las perforaciones hidrogeológicas atravesaron completamente las rocas carsificadas superiores sin encontrar cualquier indicación de aguas subterráneas.

Otro rasgo distintivo es que exhibe un diferente grado de evolución hidrológica. En efecto, por un lado se encuentran formas de absorción activas del tipo de dolinas corrosivas, de patrón agrietamiento (Fig. 6) y, de otro, se encuentran bolsones, grietas y aún cavernas, rellenas de arcilla eluviales del tipo de terra rossa (Figs. 7 y 8). Tales evoluciones condicionan el desarrollo diferenciado de procesos de merofosilización con los de criptocarsificación. Estos tipos extremos están fuertemente relacionados con la litología.

Las formas cársicas del tipo de dolinas y ponores están básicamente vinculadas a las calizas micríticas, organógenas, de la Formación Güines y las formas rellenas, que son las que dominan, se asocian a las calizas duras, recristalizadas, localmente dolomíticas de la Formación Cojímar. Pero en ambos casos, el patrón de carsificación lo constituye un fuerte agrietamiento vertical (Fig. 9) que debe ser el responsable de la rápida filtración de las aguas de lluvia a horizontes inferiores, incluso no cársicos que, por otro lado, han controlado la fuerte migración vertical de diferentes contaminantes hacia profundidades considerables, superiores a los 80 metros.



Fig. 6. Dolina corrosiva al Noroeste de la Planta de Gas de Puerto Escondido. Obsérvese las formas agudas y las finas aristas del lapies (diente de perro) libre que se desarrolla en el interior de la dolina, excavada en rocas carbonatadas de la Fm. Güínes.



Fig. 7. Formas suavizadas, criptocársicas a parcialmente merofósiles por eluviación del karst absorbente desarrollado en las rocas carbonatadas de la Fm. Cojimar.



Fig. 8. Eluviones compuestos por terra rossa que forman una superficie criptocársica en el perímetro norte de la Planta de Gas de Puerto Escondido.



Fig. 9. Dominio del agrietamiento vertical (indicado por las saetas) en el control de la carsificación y el cavernamiento de las rocas miocénicas en la Loma de El Encanto. La Fig. de la izquierda muestra el contacto entre las calizas de la Fm Güínes (parte superior) y las de la Fm Cojimar (parte inferior).

Las características del epikarst local, elaborada en correspondencia con las sugerencias de Klimchouk (2004) es decir:

Rasgos estructurales

Origen

Funciones hidrológicas

Relación suelo-epikarst, se describen a continuación.

Rasgos estructurales

La red de grietas (Fig. 10) se presenta bien estructurada, formando juntas finas, en un paquete denso, que separa pequeños bloques en la matriz rocosa. La porosidad de grietas se ha estimado cercana al 20% para las calizas de la Fm. Cojímar y casi del 40% para las calizas de la Fm. Güines, donde localmente condiciona el desarrollo de un lapies muy singular, con depresiones circulares, de pequeño diámetro, no anastomoseadas (Fig. 11). En ambos casos domina el drenaje vertical. La base del epikarst parece bastante regular y acomodada a los patrones de la superficie preneogénica subyacente.



Fig. 10. Patrones de agrietamiento en la superficie de las calizas de la Fm. Cojímar.



Fig. 11. Patrones de disolución en las calizas de la Fm. Güines

Localización

El karst local es acuifugo, de poco espesor. La parte superior constituye un epikarst activo con rasgos extremos de actividad, desde el completamente desnudo hasta el criptocársico y aún merofósil por eluviación. El espesor total de las rocas carsificadas, incluyendo el epikarst no es superior a los 15 metros.

Origen

El epikarst local se desarrolló de manera independiente luego de la desarticulación neotectónica de la cobertura platafórmica neógeno-cuaternaria de las Alturas del Norte de La Habana Matanzas en el sector de Puerto Escondido. Se trata de un epikarst desarrollado sobre rocas desnudadas, básicamente de las calizas Güines, que quedaron disgregadas, formando las crestas aisladas, que se observan hoy en los puntos más altos de la Loma de El Encanto, formando casquetes duros, resistentes a la erosión.

La remoción de esta cobertura permitió la carsificación de las rocas más antiguas de Fm Cojímar sobre las que se desarrolló un intenso proceso de eluviación y formación de paleosuelos que condicionó, indistintamente, el desarrollo de un criptocarso y de una merofosilización por eluviación en ciertos sectores. Tal desarrollo diferenciado estuvo condicionado básicamente por la diferente composición de las rocas. Los horizontes superiores de este complejo conforman un epikarst de formas más suave, pero igualmente bien expresado en formas de absorción del tipo de las tinajitas o kamenitzas (etched potholes, Fig. 12).

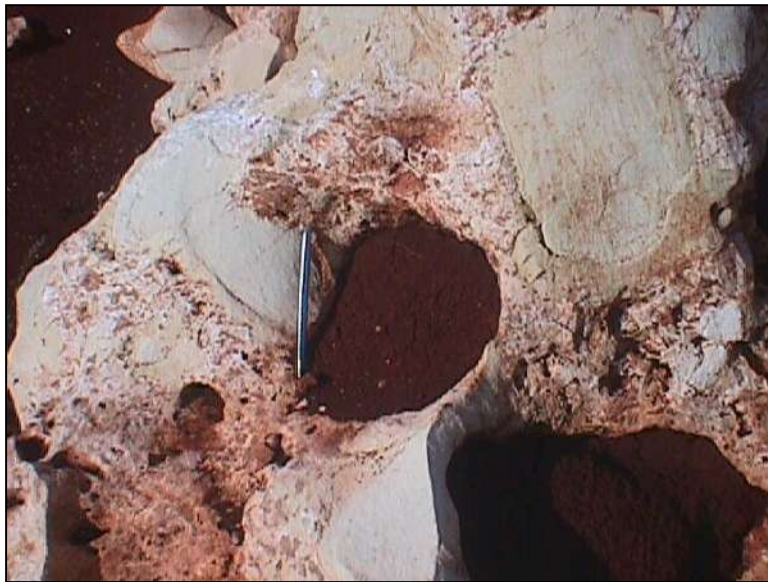


Fig. 12. Tinajitas (kamenitza, etched potholes) desarrollados sobre las superficies horizontales de las rocas carbonatadas de Fm Cojimar.



Fig. 13. Excavación que muestra el escaso desarrollo local de horizontes de suelo por eluviación (derecha de la figura.) en los alrededores del perímetro norte de la Planta de Gas de Puerto Escondido.

Funciones hidrológicas

El epikarst local actúa, en general, como sistema de absorción y drenaje lateral de las aguas de precipitación y de la escasa escorrentía superficial que ocasionalmente puede formarse en la Loma de El Encanto. En ambos casos, el dominio del agrietamiento vertical es el responsable de la migración vertical de los contaminantes, pero también de la alimentación (recarga) de los horizontes acuíferos inferiores no cársicas, descubiertos en las rocas clásticas del Cretácico-Paleógeno.

El carso abierto asociado a Fm Güines y el criptocarso asociado a Fm Cojimar exhiben patrones diferentes de drenaje debidos a la diferencia en la textura y estructura de las rocas, el espesor y su distribución espacial. Los valores más altos, de recarga rápida, concentrada, en encuentran en Fm Güines y los más bajos, de recarga difusa, en Fm Cojimar. Sin embargo, la presencia de cavernas interconectadas o de grietas ampliadas por disolución que forman espacios continuos en ambas unidades, facilita la recarga concentrada dominante.

Relación suelo-epikarst

El proceso básico de eluviación, en el que no aparecen horizontes bien definidos e incluso falta el regolito, inhibe el desarrollo de una cobertura edáfica importante (Fig. 13). En cualquier caso, el proceso de eluviación está básicamente asociado a la propia evolución del epikarst local.

MODELO CONCEPTUAL

Los trabajos hidrogeológicos que condujeron a la construcción del sistema de drenaje se basaron en el siguiente modelo conceptual.

1. La cima de la Loma de El Encanto es un sistema cársico acuífugo, pero localmente activo, aunque presenta zonas de criptocarso y aún de merofosilización por eluviación.
2. La parte superior de este sistema cársico, con rasgos locales de paleokarst reactivado, constituye un epikarst activo que actúa como colector-conductor de las aguas de lluvia y de las de escorrentía superficial que, eventualmente, pueden formarse en la cima

de la elevación.

3. El dominio del drenaje vertical sobre el horizontal en el sistema cársico es una cualidad que el sistema posee en virtud del patrón de agrietamiento que ha condicionado la carsificación en todo el espesor del paquete calizo.

4. Los sedimentos eluviales que colmatan o rellenan las grietas y que aún cubren el epikarst otorgándole localmente características de criptocarso es altamente permeable, no está consolidado por procesos paragenéticos y, en modo alguno, constituye una barrera impermeable que no pueda ser desplazada mediante inyección de fluidos.

La superficie horizontal o subhorizontal sobre la que yace el karst local presenta la doble condición de estar asociada a un mismo patrón de agrietamiento vertical que controla la migración vertical de los fluidos a los horizontes acuíferos no cársicos profundos y al drenaje lateral hacia el Norte, fuera de las instalaciones industriales.

La elevada porosidad y conductividad hidráulica de los horizontes cársicos, incluido el epikarst deben ser capaces de absorber, en régimen libre, los caudales líquidos que se pretende evacuar. Por el contrario, el sistema no debe ser capaz de absorber efluentes con elevados sólidos en suspensión. La capacidad de almacenamiento y retención del epikarst se considera despreciable.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS HIDROGEOLÓGICOS

Se perforaron tres (3) calas rotarias verticales alineadas de Sur a Norte y separadas entre sí 3,1 m. Las calas todas se construyeron con un diámetro de 112 mm y a lo largo y muy cerca de la pared oriental del edificio central de la planta industrial para minimizar los costos de instalación de líneas de conducción (Fig. 14). Todas las calas fueron ensayadas luego de ser limpiadas con agua a presión mediante ensayos de carga instantánea (slug tests).

Perforación

Los trabajos de perforación fueron llevados a cabo con una perforadora de fabricación soviética tipo URB 2AM. La perforación se realizó con recuperación continua de testigos, con diámetro 112 mm constante y utilizando agua como fluido motriz y de enfriamiento. Se empleó agua dulce, potable, y sin sedimentos en suspensión para estos fines. En todos los casos, el primer metro de perforación desde la superficie fue perforado en seco y ensayado con agua en vertimientos sin presión.

La litología dominante, tal y como se esperaba, la conforman calizas cavernosas, duras, micríticas a recrystalizadas, parcialmente dolomitizadas y localmente rellenas por arcillas eluviales del tipo terra rossa. Por ello, la recuperación promedio de testigos fue del 80% en todas las calas (Fig. 15).



Fig. 14. Batería de drenaje fotografiada desde el comedor de la Planta de Gas de Puerto Escondido. Al fondo y centro, la garita de entrada a la planta.

La alta competencia del material permitió, a tramos, recuperar secciones de testigos de casi metro de largo, pero, en la parte superior o en aquella cercana a los rellenos de cavernas, la fragmentación del material fue muy baja; en general, con un RQD (Rock Quality Designation) no mayor del 60% (Figs 16 y 17). La Fig. 18 muestra la sección litológica generalizada para la zona de estudio.

El RQD (Deere, 1964; Hoek y Brown, 1980) es un índice de la calidad de la masa de rocas basado en la recuperación de núcleos durante la perforación rotaria con diamante. Se define como el porcentaje de testigo recuperado en piezas intactas de 100 mm (L_{n100}) o más respecto a la longitud total del pozo (L_c), de manera que:

$$RQD(\%) = 100 \times \frac{L_{n100}}{L_c}$$



Fig. 15. Calizas cavernosas del epikarst local en el sitio de perforación y ensayo.



Fig. 16. Fragmento de caliza cavernosa. Este fue el tamaño promedio de los testigos recuperados en las zonas activas del epikarst o cerca de los rellenos de cavernas.



Fig. 17. Vista general de un conjunto de testigos en una de las zonas más activas del epikarst local, donde alternan los fragmentos de calizas cavernosas con el relleno de cavernas por eluviones de arcilla roja del tipo tera-rossa (parte inferior centro izquierda de la Fig.).

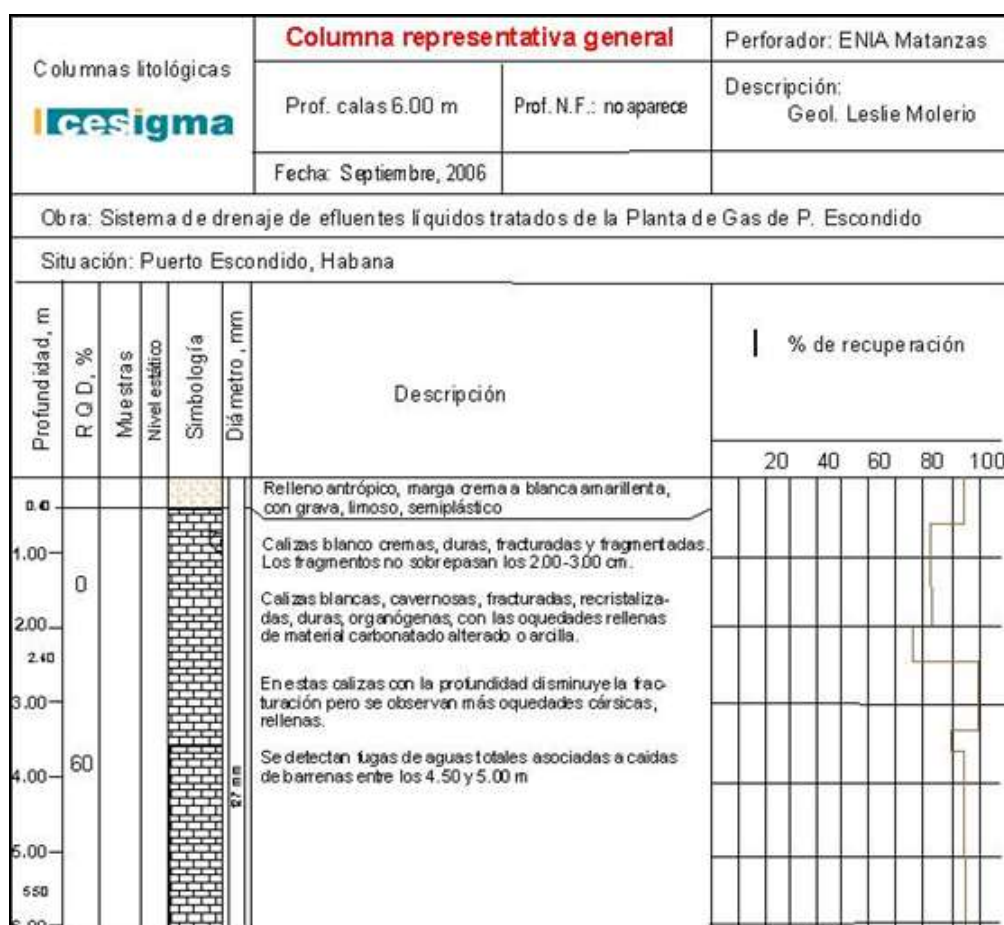


Fig. 18. Columna geológica generalizada del epikarst local.

Las zonas de relleno de cavernas fueron limpiadas con abundante agua a presión (Fig. 19). Este proceso no solamente coadyuvó al desarrollo de la cala sino a la reactivación de los horizontes permeables rellenos en el bulbo de influencia de la cala. Por otro lado, ello resultó un indicador importante respecto a la distribución de las zonas de mayor permeabilidad en cada una de las calas y orientó los ensayos de carga (slug tests) a los que fueron sometidas las perforaciones antes de dejarlas definitivamente instaladas como pozos de inyección.



Fig. 19. Lavado a presión con inyección de agua a presión durante la perforación. Obsérvese el color rojo del agua de emergencia, debido al acarreo de arcillas eluviales del tipo de terra rossa.

Evaluación de la capacidad de drenaje del sistema

Ensayos de carga

En cada cala se realizaron tres ensayos de carga instantánea, después de haberse limpiado satisfactoriamente con agua dulce a presión. En cada ensayo se inyectaron 187 litros y se midió la altura de la carga hidráulica en cada pozo, midiéndose a intervalos regulares de tiempo, la disminución de la carga (volumen de agua) hasta que ésta desapareciese por completo.

Estos resultados serían los que se adoptaría como indicadores de la capacidad de drenaje del sistema y, por ello, se emplearían para los cálculos que conducirían a la construc-

Tabla 2. Ensayos de carga en los pozos de drenaje

Indicadores	Unidad	CR 1 PE	CR 2 PE	CR 3 PE
Volumen inyectado (en cada ensayo)	Metros cúbicos (m ³)	0,187	0,01	0,01
Carga hidráulica	Metros (m)	0,5	0,3	0,8
Tiempo de absorción	Segundos (s)	30	30	40
Capacidad de absorción total	Litros por segundo (lps)	6,2	0,33	0,25
Capacidad de absorción lineal	Litros por segundo por metro de pozo (lps/m)	1,04	0,055	0,042

ción del sistema de drenaje de efluentes líquidos tratados. La Tabla 2 muestra los resultados de los ensayos de carga. Los resultados obtenidos en los ensayos permitieron satisfacer la demanda de drenaje (0,07 litros por segundo).

El modelo analítico adoptado fue el de Cooper-Jacob (Cooper y Jacob, 1946) y la solución analítica fue obtenida a partir del software preparado por Halford y Kuniansky (2002) para el Servicio Geológico de los Estados Unidos. El pronóstico de incremento de la carga hidráulica fue elaborado con el mismo software a partir de la ecuación general de Theis (1935).

Los modelos analíticos tienen la expresión matemática siguiente:

Modelo de Cooper-Jacob

En el modelo de Cooper y Jacob el abatimiento, s , (o recarga) se expresa del modo siguiente:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2.25Tt}{r_w^2 S}$$

De donde, la transmisividad (T) se expresa como

$$T = \frac{2,3Q}{4\pi \Delta s}$$

Modelo de Theis

En el modelo de Theis el abatimiento, s , (o recarga) se expresa del modo siguiente:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

Donde $W(u)$ es la función del pozo, que puede ser aproximada mediante la expresión

$$W(u) = -0,577216 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \bullet 2!} + \frac{u^3}{3 \bullet 3!} - \frac{u^4}{4 \bullet 4!} + \dots$$

En la que,

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

En ambos modelos,

r, es el radio del pozo (L);

Q, es la tasa de bombeo (L^3/T)

Ds, pendiente de la curva de abatimiento

Los resultados se resumen en la Tabla 3 y mostraron que los pozos de drenaje exhiben una capacidad de absorción neta de efluentes líquidos tratados de fase acuosa que satisface la demanda.

Las aguas de inyección desbordarían el pozo solamente cuando los caudales de diseño se incrementaran o, por deficiencias en la operación, se tupiera o colmatara el pozo al inyectarse aguas con sólidos en suspensión en una concentración mayor a 2,5 mg/L.

Tabla 3. Valores de diseño de los pozos de drenaje.

Variables	Unidades	CR 1 PE	CR 1 PE	CR 1 PE
Diámetro del pozo	m	0,112	0,112	0,112
Profundidad total	m	6	6	6
Nivel estático	m	-	-	-
Profundidad de la camisa (desde la superficie)	m	1	1	1
Conductividad hidráulica	m/d	20	9	11
Capacidad de absorción neta	litros por segundo	2	1	1
Incremento de nivel (en 24 horas de recarga ininterrumpida a la capacidad de absorción neta)	m	1.5	1.9	1.8

RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DEL EPIKARST

El epikarst descrito en este estudio y en el que, aprovechando su capacidad de absorción se ha construido el sistema de drenaje de efluentes líquidos tratados de la instalación industrial es un epikarst dinámico en tanto no es completamente inerte al intercambio de flujos y energía con el exterior y en su interior. El hecho de que en ciertos sectores tenga características de criptokarst e, incluso, en algunos otros, la eluviación por terra rossa le confiera características de merofosilización no significa, en modo alguno, que no exhiba la sensibilidad, fragilidades y vulnerabilidad comunes a todos los sistemas cársicos (Hall, 1999; Cheng, Daoxian y Jianhua, 2005; Molerio, 2004, 2006a, 2006b; Molerio et al., 2004).

El sistema de drenaje deberá ser operado del modo siguiente:

- El sistema funcionará en serie, desde el pozo CR 1PE al CR 3 PE y serán conectados mediante tuberías de 2" entre sí.
 - El sistema emisor será conectado primariamente al pozo CR 3 1 PE.
 - Solamente podrán verse caudales líquidos tratados de fase acuosa que no superen los 2,5 mg/L de sólidos suspendidos totales.
 - El resto del particulado sólido deberá ser removido antes de llegar al sistema.
 - Efluentes líquidos de fase no acuosa, como hidrocarburos, grasas y aceites, no podrán ser vertidos al sistema.
 - El drenaje hacia el sistema deberá ser por reboso y no mediante inyección o bombeo.
- Los caudales de drenaje vertidos a los pozos no podrán superar los caudales de diseño.

- Efluentes líquidos de fase no acuosa, como hidrocarburos, grasas y aceites, no podrán ser vertidos al sistema.
 - El drenaje hacia el sistema deberá ser por reboso y no mediante inyección o bombeo.
- Los caudales de drenaje vertidos a los pozos no podrán superar los caudales de diseño.**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las instalaciones se encuentran sobre un epikarst merofósil a criptocársico en rocas carbonatadas carsificadas miocénicas de las Formaciones Güines pero básicamente Cojimar, que yacen discordantemente sobre las rocas oligocénicas terrígenas de la Formación Universidad y que afloran en todo el flanco meridional de la Loma del Encanto, cortadas por la Vía Blanca.

El epikarst de la Loma de El Encanto presenta un conjunto de características singulares extremas en cuanto concierne a su actividad hidrológica; a saber:

En primer lugar debe destacarse que el karst local es completamente acuifugo. Carece absolutamente de recursos hidráulicos subterráneos y no posee zona de almacenamiento alguna. En caso alguno se logran identificar niveles acuíferos permanentes o estacionales; ni siquiera episódicos. Las perforaciones hidrogeológicas atravesaron completamente las rocas carsificadas superiores sin encontrar cualquier indicación de aguas subterráneas.

Otro rasgo distintivo es que exhibe un diferente grado de evolución hidrológica. En efecto, por un lado se encuentran formas de absorción activas del tipo de dolinas corrosivas, de patrón agrietamiento y, de otro, se encuentran bolsones, grietas y aún cavernas, rellenas de arcilla eluviales del tipo de terra rossa. Tales evoluciones condicionan el desarrollo diferenciado de procesos de merofosilización con los de criptocarsificación. Estos tipos extremos están fuertemente relacionados con la litología.

Las formas cársicas del tipo de dolinas y ponores están básicamente vinculadas a las calizas micríticas, organógenas, de la Formación Güines y las formas rellenas, que son las que dominan, se asocian a las calizas duras, recrystalizadas, localmente dolomíticas de la Formación Cojimar. Pero en ambos casos, el patrón de carsificación lo constituye un fuerte agrietamiento vertical que debe ser el responsable de la rápida filtración de las aguas de lluvia a horizontes inferiores, incluso no cársicos que, por otro lado han controlado la fuerte migración vertical de diferentes contaminantes hacia profundidades considerables, superiores a los 80 metros.

Los trabajos hidrogeológicos que condujeron a la construcción del sistema de drenaje se basaron en el siguiente modelo conceptual:

La cima de la Loma de El Encanto es un sistema cársico acuifugo, pero localmente activo, aunque presenta zonas de criptocarso y aún de merofosilización por eluviación.

La parte superior de este sistema cársico, con rasgos locales de paleo-karst reactivado, constituye un epikarst activo que actúa como

- lector-conductor de las aguas de lluvia y de las de escorrentía superficial que, eventualmente, pueden formarse en la cima de la elevación.
- El dominio del drenaje vertical sobre el horizontal en el sistema cársico es una cualidad que el sistema posee en virtud del patrón de agrietamiento que ha condicionado la carsificación en todo el espesor del paquete calizo.
- Los sedimentos eluviales que colmatan o rellenan las grietas y que aún cubren el epikarst otorgándole localmente características de criptocarso es altamente permeable, no está consolidado por procesos paragenéticos y, en modo alguno, constituye una barrera impermeable que no pueda ser desplazada mediante inyección de fluidos.
- La superficie horizontal o subhorizontal sobre la que yace el karst local presenta la doble condición de estar asociada a un mismo patrón de agrietamiento vertical que controla la migración vertical de los fluidos a los horizontes acuíferos no cársicos profundos y al drenaje lateral hacia el Norte, fuera de las instalaciones industriales.
- La elevada porosidad y conductividad hidráulica de los horizontes cársicos, incluido el epikarst deben ser capaces de absorber, en régimen libre, los caudales líquidos que se pretende evacuar. Por el contrario, el sistema no debe ser capaz de absorber efluentes con elevados sólidos en suspensión. La capacidad de almacenamiento y retención del epikarst se considera despreciable.

En cada cala se realizaron tres ensayos de carga instantánea, después de haberse limpiado satisfactoriamente con agua dulce a presión. En cada ensayo se inyectaron 187 litros y se midió la altura de la carga hidráulica en cada pozo, midiéndose a intervalos regulares de tiempo, la disminución de la carga (volumen de agua) hasta que ésta desapareciese por completo.

Estos resultados serían los que se adoptaría como indicadores de la capacidad de drenaje del sistema y, por ello, se emplearían para los cálculos que conducirían a la construcción del sistema de drenaje de efluentes líquidos tratados.

Los resultados obtenidos en los ensayos de carga permitieron satisfacer la demanda de drenaje (0,07 litros por segundo). Las aguas de inyección desbordarían el pozo solamente cuando los caudales de diseño se incrementaran o, por deficiencias en la operación, se tupiera o colmatara el pozo al inyectarse aguas con sólidos en suspensión en una concentración mayor a 2,5 mg/L.

El sistema de drenaje deberá ser operado del modo siguiente:

- El sistema funcionará en serie, desde el pozo CR 1 PE al CR 3 PE y serán conectados mediante tuberías de 2" entre sí.
- El sistema emisor será conectado primariamente al pozo CR 3 1 PE.
- Solamente podrán verterse caudales líquidos tratados de fase acuosa que no superen los 2,5 mg/L de sólidos suspendidos totales.
- El resto del particulado sólido deberá ser removido antes de llegar al sistema.
- Efluentes líquidos de fase no acuosa, como hidrocarburos, grasas y aceites, no podrán ser vertidos al sistema.
- El drenaje hacia el sistema deberá ser por reboso y no mediante inyección o bombeo.
- Los caudales de drenaje vertidos a los pozos no podrán superar los caudales de diseño.

BIBLIOGRAFÍA

- Antigüedad, I.; M. Arellano; M. L. Calvache; M. V. Esteller; J. R. Fagundo; M. A. Gómez; A. González; A. González; J. Gutiérrez; H. Llanusa; M. López; L. F. Molerio; T. Morales; I. Morell; I. Mugerza & A. Pulido (1997): **Curso Avanzado sobre Contaminación de Aguas Subterráneas. Monitoreo, Evaluación, Recuperación**. 2 vols., Castellón, 324 p.
- Cooper, H.H., C.E. Jacob (1946): **A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history**. Amer. Geophys. Union Trans, 27:526-534
- Cheng, Z, Y. Daoxian, C. Jianhua (2005): **Analysis of the environmental sensitivities of a typical dynamic epikarst system at the Nongla monitoring site, Guangxi, China**. Environ. Geol. 47:615-619
- Daly, D. (2000): **Epikarst: a “new” concept in Irish hydrogeology**. Geological Survey of Ireland, 4:
- Deere, D.U. (1964): **Technical description of rock cores for engineer purposes**. Rock Mech. & Eng. Geol. 24(1):17-22
- Halford, K.J. y E.L. Kuniansky (2002): **Documentation of spreadsheets for the analysis of aquifer test and slug test data**. U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 02-197, Carson City, Nevada, 51:
- Hall, C. (1999): **Site conservation planning for caves and karst features**. Natl. Cave & Karst Management Symp.:81-88
- Hoek, E., E.T. Brown (1980): **Underground excavations in rock**. Inst. Mining & Metall., London, 527:
- Klimchouk, A. (2004): **Towards defining, delimiting and classifying epikarst: its origin, processes and variants of geomorphic evolution**. Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers. The Virtual Scientific Journal. www.speleogenesis.info
- Mangin, A. (1975): **Contribution a l'étude hydrodynamique des aquifers karstiques**. Thèse. Univ. - Dijon., 124 :
- Molerio León, L.F. (2004): **Indicadores de vulnerabilidad de acuíferos cársicos**. Ing. Hidr. y Ambiental, La Habana, XXV(3): 56-61.
- Molerio León, L.F. (2006a): **Procesos de Transporte de Masas en la Cuenca Santa Ana, Cuba. 1. Transporte en la zona no saturada**. Mapping, Revista Internac. Ciencias de la Tierra (113), Madrid, Octubre :72-81.
- Molerio León, L.F. (2006b): **Introducción a la Hidrogeología Cársica. Noveno Curso Internacional de Agua Subterránea y Medio Ambiente (CIASMA)**, La Habana, 45:
- Molerio León, L.F., E. Balado Piedra, R. Fernández Ortega, R. Gutiérrez Domech, E. Jáimez Salgado, J. R. Fagundo Castillo, J. B. González Tintero, R. Lavandero Illera, J. Martínez Salcedo, M. Condis, L. F. De Armas, J. L. Clinche Crego, J. Pajón Morejón, E. Dalmau Hevia, T. Crespo Díaz, A. Grana González, E. Vento Canosa, M.G. Guerra Oliva, A. Romero Emperador, M. C. Martínez Hernández, A. Martínez Zorrilla (2004): **El Mundo Subterráneo. Universidad para Todos**. Edit. Academia, Ciudad de La Habana, 31:
- Perrin J., P.-Y. Jeannin, F. Zwahlen (2003): **Epikarst storage in a karst aquifer: a conceptual model based on isotopic data, Milandre test site, Switzerland**. Journal of Hydrology 279 (1-4), 106-124.
- Theis, C.W. (1935): **The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground water storage**. Amer. Geophys. Union Trans, 16:519-524
- Williams, P.W. (1983): **The role of the subcutaneous zone in karst hydrology**. Jour. Hydrol. 61:45-67

18th INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY

<http://uis2021.speleos.fr/>



Fédération Française
de Spéléologie



Lyon, France, 23-29 July 2021

Welcome to Lyon, city of heritage and gastronomy,
in the heart of a famous caving area

Exceptional pictures of Lyon taken from a drone

<https://youtu.be/53q2WOeUW9U>

Video "Welcome to Lyon"

<https://www.dailymotion.com/video/x5s5itf>

ACCOMMODATION & CONVIVIALITY

Opening July 2020



HOTEL ACCOMMODATION
HOTEL CAPACITY OF
GREATER LYON IN 2016:
More than 18.000 rooms:
Hotel 5* 345 rooms
Hotel 4* 4.379 rooms
Hotel 3* 4.355 rooms
Hotel 2* 3.547 rooms
Hotel 1* 959 rooms
Hotel PVC 858 rooms
Apartment hotels still categorised
3-4ST apartments



ON-SITE STUDENT ACCOMMODATION
500 double or single rooms available on campus

<http://uis2021.speleos.fr/>

<https://youtu.be/53q2WOeUW9U>

<https://www.dailymotion.com/video/x5s5itf>

Ver Boletín UIS Nro. 60-1 en
<https://issuu.com/fade3/docs/uisb601>

Observaciones realizadas en zonas kársticas yesosas afectadas por el fracking en cercanías del Puesto Rojas, Malargüe, Mendoza

Carlos Benedetto
Federación Argentina de Espeleología
Carlos_benedetto@fade.org.ar

Resumen:

El autor presenta un informe relacionado con los efectos de la fractura hidráulica en la actividad petrolera en el Norte de la Cuenca Neuquina, luego de un relevamiento llevado a cabo en abril de 2018 (Argentina Subterránea Nro. 43). Este informe fue incorporado al informe sectorial del Municipio de Gral. Alvear (https://issuu.com/fade3/docs/dictamen_sectorial_alvear, 73 páginas), pero fue rechazado arbitrariamente por las autoridades ambientales provinciales de Mendoza. El informe señala la importancia de los karst en yesos del Jurásico en la región cercana al Complejo turístico de Las Leñas, haya o no cavernas visibles y agrega los efectos sociales destructores de una forma de vida, tema que será ampliado por el informe del sociólogo que acompañó los trabajos de campo. Se incluyen los links a las acciones legales llevadas a cabo hasta el momento por la FAdE en este tema.

Abstract:

The author presents a report related to the effects of hydraulic fracturing on oil activity (fracking) in the North of the Neuquén Basin, after a survey carried out in April 2018 (see Argentina Subterránea 43). This report was incorporated into the sectorial report of the Municipality of Gral. Alvear (https://issuu.com/fade3/docs/dictamen_sectorial_alvear, 73 pages), but was rejected arbitrarily by the provincial environmental authorities of Mendoza. The report points out the importance of the karst in the Jurassic gypsum in the region near the Las Leñas tourist complex, whether or not there are visible caverns and adds the destructive social effects of a way of life, a topic that will be broadened by the report of the sociologist accompanied the field work. The links to the legal actions carried out so far by FAdE in this subject are included.

Malargüe, 3 de junio de 2018.-

Sr. Director de Gestión Ambiental
Municipalidad de Gral. Alvear,
D. Carlos Fernando Pía
S/D

De mi consideración:

De acuerdo con lo solicitado, cumpla en informar a Ud. que en la segunda quincena de abril ppdo. el suscripto participó, junto al sociólogo francés Tobías Etienne-Greenwood de una recorrida por el campo afectado por explotaciones petroleras entre la ciudad de Neuquén y la Ciudad de Mendoza, poniendo el acento en las regiones aledañas a Zapala-Las Lajas, Chos Malal y Ruta provincial 222, Malargüe, pero participando también de asambleas en las dos capitales provinciales y en la ciudad de Chos Malal. En el tramo neuquino participó nuestro vicepresidente Aníbal Fernando Cuesta (Las Lajas) y en el tramo malarгүйно lo hizo el Sr. Hugo Magallanes, de la Asamblea por los Bienes Comunes.

El objetivo del viaje fue el de contribuir a la elaboración de la tesis doctoral del sociólogo mencionado en la Universidad de Pau, Francia, que versa sobre la "reacción social respecto del fracking en la Cuenca Neuquina", espacio geográfico en que se encuentra el yacimiento petrolífero Vaca Muerta, pero en el que, además, se concentra el 90% del patrimonio espeleológico de todo el país. Dicha Universidad está subsidiada por distintas empresas privadas, entre ellas la petrolera TOTAL, lo que constituye una garantía de que la investigación fue realizada con absoluta objetividad, sin prejuizgamientos.

El mencionado sociólogo tomó contacto con esta Federación a raíz de la repercusión internacional que tuvo nuestro pedido de amparo por el fracking y que actualmente está en la Suprema Corte de Justicia de la Provincia (Expte. 13-04182604-9/1); el relato parcial de dicha recorrida está resumido en nuestra revista semestral ARGENTINA SUBTERRANEA 43 (<https://sinpelos2011.wordpress.com/2018/04/30/43-argentina-subterranea-43/>).

Aspectos sociales

La Espeleología es considerada una rama de la Geografía, y en nuestra Federación se considera a la Geografía Social como la disciplina adecuada para abordar el fenómeno “caverna” como un fenómeno no sólo geológico, sino también biológico-ambiental y social, habida cuenta de

calizas, no así las basálticas, ya que la espeleogénesis es distinta.

Aspectos geológicos, mineralógicos y geográficos

Las cavernas son sólo la parte practicable, o sea “recorrible” por el hombre, de los sistemas kársticos, y de



Fig. 1-a. Delimitación del área estudiada en territorio malargüino.

la importancia que tuvieron y tienen las cavernas (y el agua) en la cultura popular. Es así que el sociólogo a quien acompañamos prestó mucha atención al culto popular a la Difunta Correa, símbolo de la importancia que el agua tiene en la visión del mundo de los habitantes del “desierto”.

Fue una inmejorable oportunidad para conversar sobre el tema con **puesteros y pueblos originarios de ambas provincias, verificándose en todas partes la desinformación que los mismos tienen sobre lo que se está haciendo en sus territorios.** En algunos casos tuvimos que explicar “qué es el fracking” y en todos los casos establecimos contacto vía whatsapp para remitirles documentación que ni las empresas ni las autoridades les han proveído. **En todos los casos hemos verificado la merma del agua de las aguadas y en un caso, en Neuquén, una lonko nos dijo que la misma empresa operante les aconsejó “no consumir más de esa agua, porque está contaminada”, y entonces les provee de agua potable mediante camiones cisterna.**

De nuestra parte, decidimos participar de este estudio también en virtud de que las cavernas kársticas se forman gracias al agua, y nos preocupa la calidad de la misma que ingrese a las cuevas y pueda eventualmente poner en riesgo a la fauna endémica que hay en ellas. Para el caso que nos ocupa, nos importan las cuevas en yeso y

ello se ocupa la Hidrogeología Kárstica. Respecto de **las cavernas en yeso, son las más abundantes en la Cuenca Neuquina y en casi todas ellas pueden verse espacios lacustres hipogeos (lagos o lagunas y ríos subterráneos).** Más sobre la mecánica de los aparatos parakársticos (karst en yeso) puede verse en la obra de Noel Llopis LLadó “Geo Espeleología – Fundamentos de la Hidrogeología Kárstica”, en:

<http://www.fade.org.ar/Secciones/EAE/Noel%20Llopis%20Llado-Hidrogeologia%20Karstica.pdf>

En Neuquén presentamos, al iniciar nuestra recorrida, sendas notas para pedir la protección de las Cuevas del León (yeso) y Caicayén (caliza): <https://sinpelos2011.wordpress.com/2018/04/29/reclamos-fade-sobre-cuevas-del-neuquen-en-peligro/el-leon-y-caicayen-notas/>.

Para el caso de Puesto Rojas hemos pedido a nuestro asociado el geólogo Christian Montoro, de nacionalidad catalana pero residente en Chile, que elabore una triangulación entre el punto de cruce de la Ruta Provincial 222 y la Ruta Nacional 40, y las formaciones kársticas “Pozo de las Animas” y “Cueva Salinillas”, la primera ubicada al sur del Río Salado y la otra al norte, ambas cerca de la “zona de influencia” de los pozos petroleros.

El triángulo rojo une los tres puntos, la línea amarilla es el límite con Chile y los puntos indicados alfanuméricamente con la letra M, son las cuevas catastradas en la zona. A excepción de los puntos 2 y 3, todas esas cuevas están a mayor altitud, algunas muy cercanas a glaciares. En la ampliación de abajo se puede percibir la cercanía del Pozo de las Animas, la Cueva de Las Salinillas y el Puesto Rojas, como asimismo afloramientos en yesos, que hace pensar en la existencias de sistemas cársticos a profundidad.

El Pozo de las Ánimas, como puede verse en la ficha de catastro (Anexo I), es un caso típico de “karst inverso”, término acuñado por el Dr. Paolo Forti (Universidad de Bologna, Italia) y expuesto en el III Congreso Espeleológico de América Latina y del Caribe, Malargüe, 1997. En esa oportunidad el Dr. Forti era presidente de la Unión Internacional de Espeleología (UIS) y fue en su disertación en Malargüe que advirtió la importancia potencial de los karst cercanos a Las Leñas y el peculiar



Fig. 1-b—Uno de los pozos abandonados en Puesto Rojas, donde puede apreciarse el fluir de aguas subterráneas con un fuerte olor a hidrocarburo.



1	35°13'15.55"S	69°40'2.86"O
2	35°11'19.95"S	69°59'59.75"O
3	35° 8'33.80"S	69°44'30.40"O

Fig. 1-c: ampliación de la Fig. 1

fenómeno de aguas formando cuevas, no siempre “de arriba hacia abajo”, sino al revés.

En la zona triangulada pueden apreciarse numerosos “pozos” parecidos al de Las Ánimas, pero de menor tamaño. O sea que son karsts (o carsos, indistintamente), de los cuales se destaca “Las Animitas”, que poco a poco

está ganando creciente prestigio turístico. La siguiente foto es sólo un ejemplo del paisaje kárstico epigeo en cercanías de Las Leñas:

En las Leñas, frente mismo al Completo turístico, se encuentran numerosas cuevas y dolinas a casi 3.000 msnm. Se trata de afloramientos de esos yesos que mencionamos en zonas de menor altitud, como por ejemplo en cercanías de Castillos de Pincheira, o el Valle del Río Poti Malal, cercano a Portezuelo del Viento. En todo el paisaje malargüino se observan “dolinas” que son “pozos de las ánimas en potencia”. El agua subterránea de los acuíferos kársticos en Poti Malal o Las Leñas, tarde o temprano termina en las zonas menos altas, formando “pozos de las ánimas”.

Este gráfico muestra de manera muy simplificada la distribución de las cuevas en yeso al año 2003, lo que significa que hoy está desactualizado:

Debería tenerse en cuenta que este mapa fue hecho ANTES de que se exploraran los carsos yesosos de Las Leñas y que por lo tanto este mapa es incompleto a la fecha, pero indicador de la importancia potencial de los karsts existentes, AFLORANTES o NO, o sea PRACTICABLES O NO, y cómo el agua se distribuye en la Cuenca Neuquina, por lo que cualquier evento de contaminación en un punto puede afectar al otro, fuera de la vista de quienes vivimos en la superficie.

Los minerales endémicos de cuevas guardan información, como en los lechos marinos y los glacia-



Fig. 2: Ejemplo de dolina en los karsts en yeso cercanos a las Leñas

ración que se haga en las aguas de superficie afectan a las aguas subterráneas, y viceversa. Sobre la importancia de estos estudios pueden leerse los números de ARGENTINA SUBTERRANEA del año 2010 en adelante, en www.fade.org.ar/CONTENIDOS

Aspectos biológicos

Los sistemas cársticos no son en su totalidad practicables por el hombre, pero la diminuta fauna intersticial endémica de esos ambientes oscuros sí puede trasladarse; se trata de organismos súper especializados para vivir en parámetros ambientales (temperatura estable permanente, humedad alta permanente, oscuridad total permanente) distintos de los parámetros de la vida en la superficie; pueden trasladarse cientos de kilómetros: cangrejos acuáticos fueron hallados en la Cueva Caicayén (Chos Malal, Neuquén) en nuestra expedición de 1983, pero en la visita realizada en abril ppdo. ya no había cangrejos y la comunidad de Chos Malal estaba convulsionada por una explotación minera en el mismo cerro que da nombre a la cueva. Los puesteros (Flia. Contreras) se quejaban de que les había “mermado” el agua. Ver artículo de nuestro asociado Federico Soria: <https://noalamina.org/argentina/neuquen/item/15509-informe-preliminar-del-proyecto-megaminero-caycayen-cercano-a-chos-malal>.



Fig. 3: antiguo mapa que muestra la distribución de las cuevas en yeso en Nor Patagonia

Cangrejos similares se hallaron hace diez años en la Cueva de los Cangrejos, que es la naciente del arroyo homónimo que alimenta al río Poti Malal.

En el Pozo de las Ánimas fueron detectados cangrejos en sus aguas, como indica la ficha adjunta, pero no se sabe si los mismos siguen existiendo

Conclusión

Entendemos que, por imperio de la Ley General de Ambiente de la Nación 25.675 y la Ley Provincial 5961, **es necesario detener cualquier emprendimiento económico que no cuente con estudios PREVIOS de estos parámetros e ítems. descriptos más arriba**, y en tal sentido ratificamos el pedido de amparo según expediente mencionado en el tercer párrafo de la presente nota

Informe completo (73 páginas) en:

https://issuu.com/fade3/docs/dictamen_sectorial_alvear

Otros links:

https://issuu.com/fade3/docs/fade_y_fracking

https://issuu.com/fade3/docs/amparo_oikos_decreto_248

https://issuu.com/fade3/docs/4_concejo_deliberante_mgue_trazado
https://issuu.com/fade3/docs/amparo_alamito_llancanello

https://issuu.com/fade3/docs/infoinfo_oikos_cep_4

https://issuu.com/fade3/docs/amparo_oikos_decreto_248

https://issuu.com/fade3/docs/informe_reuni_n_fracking_en_concejo

https://issuu.com/fade3/docs/irrigacion_versus_gral_alvear_e173bf90973c72

https://issuu.com/fade3/docs/sc_fracking
https://issuu.com/home/docs/scj_14_de_septiembre/

https://issuu.com/fade3/docs/recurso_extraordinario_contra_el_fr

https://issuu.com/fade3/docs/invitaciones_a_jornadas_11_de_octub

https://issuu.com/fade3/docs/dictamen_sectorial_alvear

https://issuu.com/fade3/docs/amparo_el_alamito-llancanello



Figs. 4 - Plataformas abandonadas por Phoenix Global Resources, al sur del Río Salado a escasos dos kilómetros de la Ruta Nacional 40. En la válvula de uno de ellos puede verse agua aflorando, donde abreva el ganado. El agua tiene mal olor. Foto del sociólogo Tobías Etienne-Greenwood



Fig. 5. – Puesto de Jorge Sobarzo, cercano a las plataformas de las figs. 2 y 3. Tomada en el cauce mismo de un río que se está secando. El agua que se ve proviene de un manantial y no es cristalina. Puede verse la bomba desde la que se provee de agua al puesto, pero dicha agua debe ser purificada.



Figs. 6 y 7: Detalles de la válvula de las Figs. 2 y 3

Hacia una ley nacional de presupuestos mínimos para la Espeleología

Carlos Benedetto
Federación Argentina de Espeleología

Resumen:

Se presenta un nuevo proyecto de Ley Nacional de Espeleología, con expreso pedido de que la misma tenga rango constitucional, para resolver los vacíos legales existentes en todas las provincias argentinas, incluyendo aquellas que tienen legislación espeleológica específica (Mendoza y Neuquén). Se propone una norma de aplicación obligatoria que imponga el criterio de que las cavernas deben ser administradas como activos ambientales según Ley Nacional 25675. El proyecto fue presentado en la Jornada de Acceso a la Justicia Ambiental (https://issuu.com/fade3/docs/programa_jornada_11_de_octubre) y en el curso de Espeleología en el Casal de Catalunya en la Ciudad de Buenos Aires (https://issuu.com/fade3/docs/curso_casal_de_catalunya_.2a._circ) y posteriormente entregado a varios legisladores nacionales.

Abstract:

A new draft of a National Speleology Law is presented, with express request that it be constitutional in nature, to resolve the legal gaps that exist in all Argentine provinces, including those that have specific speleological legislation (Mendoza and Neuquén). A mandatory application standard is proposed that imposes the criterion that caverns must be managed as environmental assets according to National Law 25675. The project was presented at the Access to Environmental Justice Day (https://issuu.com/fade3/docs/programa_jornada_11_de_octubre) and in the Speleology course at the "Casal de Catalunya" in the City of Buenos Aires (https://issuu.com/fade3/docs/curso_casal_de_catalunya_.2a._circ) and subsequently delivered to several national legislators.

La FAde – Federación Argentina de Espeleología, es una ONG de segundo grado (Personería Jurídica DPJ Mendoza 750/01) y tiene su sede en la ciudad de Malargüe, Mendoza, en plena Cuenca Neuquina; es la única ONG que, ampliando sus horizontes y objetivos, alcanzó la instancia de la Suprema Corte de Justicia (Mendoza) en un amparo antifracking, como puede apreciarse más abajo.

El grupo principal de la FAde es el IN.A.E., que fue fundado en junio de 1990 con el auspicio de la Comisión de Recursos Naturales y Conservación del Ambiente Humano de la H. Cámara de Diputados de la Nación, entonces a cargo del diputado Héctor Dalmau, de quien fuimos asesores ad honorem hasta la finalización de su mandato. En esa ocasión iniciábamos el expediente de un proyecto (Trámite Parlamentario Nro. 39/90), que sufriría muchas modificaciones y luego expiraría, pero que sería tomada en 1997 por colegas neuquinos para dar forma a la Ley Provincial 2213, actualmente vigente, pero no reglamentada y mal aplicada.

En 1992 hicimos un nuevo proyecto, más simplificado, bajo el auspicio de la misma Comisión

(Trámite Parlamentario 84/92), pero a cargo del entonces diputado Blanco, y ese mismo año participamos en Mendoza de la redacción de lo que luego sería la Ley Provincial 5978/93, cuyo impulsor fue el ex Senador Nacional y ex gobernador Celso Alejandro Jaque, entonces Diputado Provincial.

5978/93 (Mendoza) y 2213/87 (Neuquén) son las únicas específicamente espeleológicas en vigencia en el país, justamente en las provincias que, entre ambas, reúnen el 50% de las cavernas hasta ahora catastradas; pero teniendo en cuenta el kilometraje de galerías subterráneas topografiadas, constituyen el 90% del patrimonio espeleológico de todo el país.

En estas dos provincias se encuentran además las dos primeras Áreas Naturales Protegidas específicamente espeleológicas en Argentina: Cuchillo Cura (Las Lajas - Neuquén) y Las Brujas (Malargüe - Mendoza). En el caso de Malargüe, en esta ciudad se encuentra la sede legal de la Federación, por lo que se conoce a esta ciudad como "cuna y capital de la Espeleología Argentina". Las Lajas es conocida como "Cuna de la Bioespeleología Argentina" por encontrarse, en el Sistema Cavernario Cuchillo Cura, la mayor y más

variada comunidad de fauna endémica hipogea, en su mayor parte relictual. Nuestra Vicepresidencia se encuentra en esa localidad neuquina.

Fuera de la Cuenca Neuquina hay llamativas formaciones kársticas (espeleológicas) en las provincias de San Juan, Salta, Córdoba, etc., provincias en las que no existe legislación específica ninguna

El proyecto original de la ley nacional 1990 fallida, luego provincial 2213-Neuquén, como asimismo la ley mendocina 5978 y las reglamentaciones de ambas pueden encontrarse en:

http://www.fade.org.ar/Secciones/ArgentinaSub/ARGENTINA_SUBTERRANEA_31.pdf

Luego, en ocasión de los trabajos de campo a que se hace referencia en los Números 32 y 33 de esa misma publicación, tuvimos oportunidad de entrevistar en la provincia de Neuquén a la senadora nacional Nanci Parrilli:

http://www.fade.org.ar/Secciones/ArgentinaSub/ARGENTINA_SUBTERRANEA_33.pdf

Los comentarios críticos sobre la aplicación de ambas leyes pueden verse en la misma revista semestral ARGENTINA SUBTERRANEA Nro. 40, pág. 49: <https://sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-argentina-subterranea-40>.

Resumimos el contexto de estos hechos:

El 15 de marzo de 2013 estuvimos en la capital de Neuquén, en tránsito hacia Las Lajas, donde se desarrollarían, en los días posteriores, las Jornadas Lajeñas de Espeleología Científica, en torno a los trabajos de campo del Dr. George Brook (Universidad de Georgia-EEUU) iniciados en la Caverna de Las Brujas en el año 2010 y que así continuaban, dentro de la Cuenca Neuquina, en el Sistema Cavernario de Cuchillo Cura. Los trabajos consistieron en realizar reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales en las estalagmitas de las cavernas en roca caliza.

En ambos casos hubo entorpecimientos burocráticos para llevar adelante nuevos muestreos mineralógicos, como también los hubo en la provincia de Salta a fines de 2013. Muy a menudo los pedidos de autorización no son respondidos fehacientemente.

El motivo de la entonces senadora nacional Nanci Parrilli era someter a consulta un proyecto de Ley Nacional de Espeleología que había sido propuesta por el senador Roberto Basualto en 1998, lo que fue ocasión para exponer los proyectos presentados en 1990 y 1992 por el Instituto Argentino de Investigaciones Espeleológicas (I.N.A.E.) y que en su momento caducaron, según relatamos al principio. Fue ocasión para conversar sobre las debilidades de la Ley Neuquina 2213 y de la Ley Mendocina 5978, como asimismo de la anomia imperante en otras provincias, y la importancia de profesionalizar la espeleología mediante la creación de una tecnicatura o diplomatura.

Sobre éste último tema hemos dado pasos significativos, desde 2015, en la Universidad Nacional de Cuyo, como también puede apreciarse en: <https://sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-argentina-subterranea-40>

[sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-](https://sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-argentina-subterranea-40)

[argentina-subterranea-40](https://sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-argentina-subterranea-40), aunque la actual crisis económica y política ha provocado una paralización del proyecto.

Como producto de esas conversaciones en la capital neuquina surgió la inquietud de lanzar una convocatoria amplia para avanzar hacia una **"Ley de Presupuestos Mínimos para el Ejercicio de la Espeleología y el Manejo de las Cavidades Naturales"** en base a las propuestas aportadas por la FAde en el transcurso de esa reunión. Ese título reemplazaría al título original del senador Basualto.

Luego, en la segunda quincena de abril de 2018, la directiva de la FAde llevó a cabo un relevamiento de las reacciones sociales contra el fracking y la minería, entre Neuquén capital y Mendoza capital, junto al sociólogo francés Tobías Etienne-Greenwood, experiencia de la que surgió un informe remitido a la Dirección de Gestión Ambiental de la ciudad de General Alvear, en la que se dan especificaciones técnicas sobre la importancia de tener al fracking en cuenta como peligro para las aguas subterráneas que forman las cavernas. Ambos escritos fueron elevados al Gobierno Provincial como "informe sectorial", pero las autoridades provinciales no lo tomaron como tal y no lo tuvieron en cuenta. El mismo puede leerse en https://issuu.com/fade3/docs/dictamen_sectorial_alvear (73 páginas).

En la capital neuquina habíamos presentado, en la Legislatura Provincial, un pedido de creación de áreas protegidas en la zona de influencia de las cuevas del León (Depto. Picunches) y Caicayén (Depto. De Poti Malal), en el que aludimos al Proyecto 7679-D-2016 de la Comisión de RRNN de la Cámara de Diputados de la Nación, originado en un reclamo nuestro para que se investigue los daños que puedan estar haciendo a las cavernas las actividades petroleras y mineras (<http://www.diputados.gov.ar/comisiones/permanentes/crnaturales/proyectos/proyectojsp?id=192308>). No sabemos el destino del Proyecto 7679 aludido, como así tampoco el de nuestra solicitud 020-15014 del 17-4-2018 en la Legislatura Provincial Neuquina.

Respecto de Mendoza, en el informe sectorial mencionado antes se explica, a tono con la nueva política de la Unión Internacional de Espeleología (UIS), la importancia de que la Espeleología se abra a otros espacios en los que se trabaja o se milita para cuidar no sólo los ambientes hipogeos, sino también los epigeos que los contienen. En ese sentido, la protección del recurso AGUA es vital para el desarrollo de nuestra actividad.

Lo que se ha verificado en nuestra práctica espeleológica de los últimos 39 años, es que hay un estado de anomia, o bien por incumplimiento de las leyes provinciales mencionadas, o bien por incumplimiento defectuoso, o por desconocimiento de las mismas por parte de los propios funcionarios, según pudimos

constatar reiteradamente. En otras provincias no hay leyes y los funcionarios no atinan a valerse de legislaciones análogas o a tener en cuenta, simplemente, la Ley Nacional 25675.

En el caso de la Caverna de Las Brujas, área natural protegida según ley provincial 5544/89, no está tipificada según ley provincial 6045, que es posterior a la ley de creación del área, por lo que no puede elaborarse un PLAN DE MANEJO y su correspondiente PROTOCOLO DE SEGURIDAD, lo que hace que el turismo que allí se practica sea del todo irregular y riesgoso, tanto para los visitantes como para el ambiente hipogeo, todo ello con anuencia de las autoridades municipales y provinciales.

Respecto de las provincias que carecen de legislación específica, debe remarcarse que, hace 15 años, un Director de Minería bonaerense ordenó dinamitar la cueva que fue la última morada del Cacique Catriel (Sierras Bayas, Olavarría), porque la misma molestaba al proyecto de extracción de calizas para la fabricación de cemento, y ello a pesar de su valor histórico y potencial atractivo turístico para la comunidad.

De la misma manera desaparecieron, en cercanías de La Falda, Córdoba, la Cueva de la "Y", la Cueva Chica y otras, a comienzos de los años '80.

En Salta, a fines de 2013, no se autorizó el muestreo mineralógico de la Cueva Puente del Diablo (La Poma) por parte del especialista anglo-norteamericano George Brook (Universidad de Georgia-EEUU); en áspero diálogo telefónico con nuestro entonces vicepresidente, el funcionario actuante reconoció desconocer el tema y oponerse a las actividades del científico debido a su nacionalidad (inglés nacionalizado norteamericano, pero miembro honorario de nuestra Federación). Nuestros reclamos por trato discriminatorio ante la Dirección de Derechos Humanos de esa Provincia nunca tuvieron respuesta

La protección de los espacios subterráneos requiere de una legislación específica, ello en tanto los parámetros ambientales de las cavidades naturales (hipogeos) difieren de los de superficie (epigeos):

oscuridad permanente, sin alternancia día-noche y por lo tanto, sin fotosíntesis. La fauna allí desarrollada suele ser endémica e incluso entran en la categoría de "fósiles vivientes" en virtud de ser descendiente, en nuestro Hemisferio, de fauna gondwánica. Los animales subterráneos carecen de ojos y de pigmentación melánica por causa de este parámetro, lo que los hace extremadamente vulnerables.

temperatura constante, casi sin amplitud, lo que hace que dichos organismos no posean órganos para adaptarse a los cambios de temperatura

humedad alta constante, en contraste con la sequedad de las zonas áridas en que se encuentran.

Además, las cavernas en caliza poseen información, en sus espeleotemas, específicamente las estalagmitas, sobre paleomagnetismo, paleosismicidad y en general paleoclimas y paleoambientes, en la misma medida que los glaciares y los lechos marinos. Las cavernas en caliza constituyen, junto a glaciares y fondos marinos, los tres ambientes en los que actualmente se desarrollan estudios de reconstrucciones paleoclimáticas, que permiten inferir los ciclos de cambios climáticos en el pasado, para entender el presente.

La cavernas kársticas, tanto en yeso como en caliza, se forman gracias al agua, y todo proyecto económico que suponga uso excesivo de agua o contaminación de las mismas, puede ser letal para el medio hipogeo.

Se requiere, entonces, de una Ley de Presupuestos Mínimos específica que sea nacional y que sea un parámetro igualitario para todas las provincias, o sea para las dos provincias con legislaciones defectuosas, y el resto de las provincias que carecen de legislación. En anexo se adjunta el proyecto original del senador Basulto (2008, S-2191/08), con las correcciones producto de las conversaciones de marzo de 2013 en Las Lajas, Neuquén, y de las discusiones posteriores en el Congreso Espeleológico en Malargüe 2016 (<https://sinpelos2011.wordpress.com/2016/08/25/40-argentina-subterranea-40>) y en la Jornada de Acceso a la Justicia Ambiental realizada en Mendoza el 11 de octubre de 2018, y de la que adjuntamos copia del programa (3 fojas).

PROYECTO DE LEY

El Senado y Cámara de Diputados,...

LEY NACIONAL DE ESPELEOLOGIA "Ley de Presupuestos Mínimos para el Ejercicio de la Espeleología y el Manejo de las Cavidades Naturales"

Capítulo I

Principios generales

ARTICULO 1º: Declárase de interés público y sujeto a protección en los términos de la presente ley a toda cavidad natural de interés científico, independientemente de su extensión, desarrollo y profundidad, que se encuentre dentro del territorio nacional argentino. La política nacional y las políticas provinciales sobre patrimonio espeleológico se regirá por los principios y criterios interpretativos de esta ley y de la Ley Nacional 25675. La eventual información científica o cultural que las cavidades naturales puedan poseer pertenece, en todos los casos, al dominio público. El interés científico referido es aquel producido por las disciplinas de

la arqueología, paleontología, mineralogía, hidrología, biología, geografía, geología, etcétera.

ARTICULO 2º: La calificación a que se refiere el artículo 1º se hará por la autoridad de aplicación en base a estudios técnicos y legales de cada denuncia o hallazgo en particular, los que podrán realizarse con la concurrencia de organismos competentes en la materia y el apoyo de las organizaciones espeleológicas legalmente reconocidas. Dichos informes deberán cuantificar adecuadamente la importancia del lugar involucrado en función de otros intereses que pudieran coexistir, de orden económico, social, minero, agrícola, turístico, etcétera, procurando en todos los casos armonizarlos.

ARTICULO 3º: Las cavidades naturales constituyen ecosistemas en estrecha relación con la geografía epigea y su protección, conservación y preservación, tanto en su conformación geológica, mineralógica, hidrológica, biológica, arqueológica y estética, son de interés general. Declárese de interés público las investigaciones científicas de las cavidades naturales, así como también toda acción que tenga por objetivo la preservación, conservación o restauración por medios idóneos de las mismas. Declárese asimismo de interés público, todo acto de difusión de las ciencias y técnicas espeleológicas, y de manera especial la formación de investigadores idóneos en las distintas ramas de la espeleología científica.

ARTICULO 4º: Podrá autorizarse el aprovechamiento turístico de las cavidades naturales, especialmente en aquellas regiones en que el mismo constituya un factor de desarrollo económico por carecer de recursos naturales suficientes, siempre que la autoridad de aplicación considere aseguradas las condiciones de conservación y protección establecidas en el artículo anterior.

ARTICULO 5º: Los proyectos y acciones vinculados con el desarrollo agrícola, ganadero, forestal, hídrico, turístico, minero, petrolero, energético o de otra índole, deberán evitar o, cuando ello no fuere posible, minimizar sus impactos negativos sobre las cavidades naturales, tendiendo a asegurar su conservación y el mantenimiento de las condiciones físicas originales. En caso de duda, se aplicará el principio de precaución a que se refiere a Ley Nacional 25675

Capítulo II

Del dominio y protección

ARTICULO 6º: Las cavidades naturales pertenecen al dominio público del Estado nacional o de las provincias, según el lugar donde se encuentren. Las cavidades ubicadas en predios privados se registrarán por lo especificado en el artículo 21 de la presente ley. La eventual información científica o cultural que las cavidades naturales poseen es de libre acceso al conocimiento público. Todas las personas físicas o jurídicas tienen la obligación y el derecho de preservar el mencionado interés público. A ese fin, gozarán de legitimación procesal activa en los ámbitos administrativos

y judiciales.

ARTICULO 7º: El Estado promoverá la investigación científica de las cavidades naturales, el desarrollo de las técnicas espeleológicas, y la formación de investigadores idóneos y todas las acciones que tengan por objeto la protección de las cavidades naturales.

ARTICULO 8º: La autoridad de aplicación reglamentará los regímenes especiales de protección para las cavidades naturales atendiendo especialmente al valor e interés biológico, arqueológico, turístico, mineralógico, hidrológico o de cualquier otra índole que la autoridad de aplicación considere.

ARTICULO 9º: Queda prohibido en todo tiempo, forma y lugar:

a- La realización de trabajos científicos en cavidades naturales sin la intervención de profesionales idóneos, sin autorización de las autoridades de aplicación y sin la participación de espeleólogos registrados como tales; si dicha autoridad decidiera prohibir los trabajos de investigación, deberá fundar tal decisión. Cuando hubiere un pedido de autorización no respondido en un plazo de 90 días, se considerará que el permiso fue tácitamente concedido. Los solicitantes podrán ampararse en el artículo 24 de la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre (artículo 75 párrafo 22 de la Constitución Nacional).

b- La realización de trabajos técnicos o meramente exploratorios en cavidades naturales que no se ajusten a las normas proteccionistas contenidas en la presente ley.

c- Toda construcción dentro del medio hipogeo que suponga polución visual.

d- Todo acto o proyecto minero, agrícola, petrolero, turístico o de otra índole económica que suponga la contaminación del medio hipogeo, su suelo, su atmósfera y sus aguas, como asimismo el entorno epigeo

e- El ingreso a las cavidades naturales portando aerosoles de cualquier tipo que éstos fueren o cualquier tipo de elemento contaminante según las prácticas usuales de la Espeleología

f- El abandono de cualquier tipo de residuos o sustancias contaminantes dentro de las cavidades o en el medio epigeo circundante.

g- Pintar, esculpir, escribir, marcar o grabar las paredes, techos, suelos o concreciones dentro de las cavidades naturales; sólo se admitirán las marcas estrictamente necesarias para la realización de trabajos de topografiado de las cavidades, en el marco del estudio científico de las mismas.

h- Recoger muestras de materiales geológicos, mineralógicos, biológicos, paleontológicos o arqueológicos que no sea el estrictamente indispensable para la realización de los planes de investigación previamente proyectados y aprobados, y siempre que dicha recolección esté fiscalizada o realizada por profesionales idóneos.

i- Romper, deformar, sustraer de su ámbito natural o acarrear concreciones de cualquier tipo, salvo las que fueren estrictamente necesarias para los estudios

científicos a las que hace referencia el inciso anterior.

j- La exhibición pública de concreciones aun cuando las mismas hayan sido halladas rotas en el suelo de las cavidades visitadas; esta prohibición rige también para los museos, salvo que se refieran a objetos que no puedan ser visitados en su espacio natural

k- Encender fuego dentro de las cavidades naturales o recorrer el interior de las mismas con elementos de iluminación artificial contaminantes.

l- Todo acto de contaminación del medio geográfico epigeo vinculado a una cavidad natural, en especial las corrientes de agua, como asimismo la contaminación de aguas subterráneas

m- Matar, remover, capturar, molestar o dañar a los eventuales habitantes (animales o vegetales) de las cavidades naturales.

n- La venta de concreciones espeleológicas, material arqueológico o biológico extraído de las cavidades naturales.

o- La realización de obras edilicias, hidráulicas o de infraestructura minera o turística que no hayan cumplido con el requisito de una evaluación previa en lo relativo al impacto ambiental que dichas obras puedan tener en el medio hipogeo.

p- Todo acto de polución química, térmica, sónica, fótica o visual dentro de las cavidades naturales o en las zonas epigeas circundantes o que tengan relación hidrológica, climatológica u orgánica con el medio hipogeo.

q – Las exploraciones espeleológicas son libres, pero es obligatorio hacer denuncia de hallazgos de nuevas cavidades ante la autoridad ambiental, policial o de Gendarmería más cercano.

ARTICULO 10º: La autoridad de aplicación dispondrá medidas promocionales especiales para las actividades espeleológicas en general, dentro de las pautas establecidas en la presente ley. Cuando la protección de los hábitats y ecosistemas hipogeos contra la depredación, el vandalismo, la contaminación y todos los daños que puedan sufrir las cavidades lo requiera, podrá establecer áreas protegidas, parques, reservas naturales, museos in situ o cualquier otra medida de resguardo.

ARTICULO 11: Créase el Catastro Espeleológico Argentino (C.E.A.), que será llevado por la autoridad de aplicación en fórmulas normalizadas en las que deberán constar los datos mínimos que figuran en el anexo de la presente ley. Cada cavidad natural descubierta y estudiada tendrá su fórmula individual. Las personas físicas o jurídicas inscriptas deberán entregar un resumen de sus catastros existentes donde constarán el nombre de la cavidad, la provincia, coordenadas geográficas, litografía y datos de dominio

ARTICULO 12: Toda persona física o jurídica dedicada al estudio técnico y científico y/o a la exploración de las cavidades naturales deberá inscribirse en el Registro Nacional de Actividades Espeleológicas, que llevará la autoridad de aplicación de la presente ley, la que dictará las reglamentaciones pertinentes. En todos los

casos se tendrán en cuenta los antecedentes acumulados por dichas personas. En el caso de las personas jurídicas, deberán acreditar vigencia jurídica y, si ya están inscriptas en registros provinciales, pueden solicitar la inscripción automática en el registro nacional.

ARTICULO 13: En los proyectos de investigación o de asesoramiento en materia turística tendrán prioridad las personas jurídicas por sobre las físicas y las personas físicas o jurídicas que hayan descubierto y denunciado fehacientemente el hallazgo de una nueva cavidad natural.

ARTICULO 14: Las personas jurídicas inscriptas en el registro a que hacen mención los artículos anteriores podrán firmar convenios con la autoridad de aplicación para llevar a cabo investigaciones, exploraciones o capacitaciones. El descubrimiento y relevamiento topográfico de una cavidad natural lleva implícito el deber, a cargo de quien ha realizado el mismo, de informar su hallazgo a la autoridad de aplicación, quien, previa evaluación de la importancia e interés que la misma reviste, procederá a su incorporación al Catastro Nacional de Cavidades Naturales. Asimismo llevará implícito el derecho de tener prioridad al momento de dar continuidad a los trabajos de investigación.

ARTICULO 15: Los investigadores y espeleólogos extranjeros que deseen realizar estudios en cavidades naturales del país deberán contar con autorización de la autoridad de aplicación, quien garantizará la participación de espeleólogos e investigadores argentinos en dichos estudios y la difusión en el país de sus conclusiones.

Capítulo III

Autoridad de aplicación

ARTICULO 16: A los efectos de la presente ley, será autoridad de aplicación la *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Presidencia de la Nación*, en lo atinente a la jurisdicción nacional. Las provincias determinarán la autoridad de aplicación en sus respectivas jurisdicciones. Cuando las provincias no lo hicieren, los permisos de investigación serán emitidos por la Nación. Las provincias que posean legislación espeleológica específica deberán adecuar las mismas a la presente ley.

ARTICULO 17: A los fines de la presente ley, serán funciones específicas de la autoridad de aplicación:

a- Promover la investigación científica de las cavidades naturales, el desarrollo de las técnicas espeleológicas, la formación de investigadores idóneos y todas las acciones que tengan por objeto la protección de las cavidades naturales

b- Reglamentar los regímenes especiales de protección establecidos en la presente ley, atendiendo especialmente el valor e interés biológico, arqueológico, turístico, mineralógico, hidrológico o de cualquier otra índole que la autoridad de aplicación considere.

c- Disponer medidas promocionales especiales para las actividades espeleológicas en general, dentro

de las pautas establecidas en la presente ley. Podrá establecer áreas protegidas, parques, reservas naturales, museos in situ o cualquier otra medida de resguardo, cuando la protección de los hábitat y ecosistemas hipogeos contra la depredación, el vandalismo, la contaminación y otros daños que puedan sufrir las cavidades naturales así lo pudiera requerir. En todos los casos, en las áreas protegidas espeleológicas prevalecerá siempre lo científico sobre los emprendimientos económicos de cualquier índole

d- Coordinar con los municipios la señalización, cercado o cerramiento de las cavidades naturales comprendidas en esta ley, así como también las actividades científicas, técnicas, turísticas y de otro orden que se desarrollen

e- Emitir permisos temporarios para la realización de tareas científicas, técnicas, turísticas o de otro orden en las cavidades naturales comprendidas en la presente ley.

f- En general, llevar a cabo todas las actuaciones que demande el cumplimiento de la presente ley.

Capítulo IV Fiscalización

ARTICULO 18: La Gendarmería Nacional cooperará en el cumplimiento de la presente ley.

ARTICULO 19: Los agentes públicos que determine la autoridad de aplicación, en cumplimiento de la presente, quedan especialmente facultados para:

a- Sustanciar actas de comprobación de infracciones y proceder a su formal notificación.

b- Secuestrar los instrumentos y objetos de la infracción, así como la documentación que habilite al infractor.

c- Detener e inspeccionar vehículos con el consentimiento del propietario.

d- Inspeccionar terrenos y cursos de aguas privadas con autorización del propietario.

e- Solicitar la respectiva orden judicial para llevar a cabo las inspecciones a que hacen referencia los incisos c) y d) de este artículo, en caso de negativa por parte de los propietarios;

f- Requerir el auxilio de la fuerza pública toda vez que lo estime necesario.

ARTICULO 20: Todo propietario, arrendatario u ocupante, por cualquier título, de tierras, ya se trate de personas físicas o jurídicas, está investido del carácter de custodio de las cavidades naturales que se encuentren en su predio, pudiendo requerir, para el cumplimiento de la presente ley, el auxilio de la fuerza pública. Está obligado, asimismo, a permitir y facilitar los trabajos de investigación y/o exploración debidamente autorizados.

Capítulo V

De los hallazgos y denuncias: procedimiento, infracciones y sanciones

ARTICULO 21: El descubrimiento de una cavidad natural lleva implícito el deber, para quien lo realiza, de denunciar el mismo a la autoridad de aplicación, y de abstenerse de proseguir con actividades incompatibles con la preservación de la cavidad natural descubierta y su entorno.

ARTICULO 22: Impóngase a los titulares del dominio de los predios en que existan, discurren o tengan desarrollo las cavidades como restricción a su derecho real de dominio, la obligación de denunciar estas circunstancias ante la autoridad de aplicación y de facilitar las actividades que sobre el terreno desarrolle ésta o quienes ésta autorice.

ARTICULO 23: Recepcionada la denuncia de la existencia de una cavidad natural, la autoridad de aplicación dará inmediato inicio a las actividades a que se refiere el artículo 2º, debiendo producir el acto administrativo calificadorio dentro de los noventa (90) días desde el correspondiente a dicha denuncia.

ARTICULO 24: La calificación positiva de la denuncia y su publicación en el Boletín Oficial importará la automática ubicación del fenómeno denunciado en los términos de la presente ley, y la obligación de la autoridad de aplicación de registrar el mismo en el Catastro Espeleológico Argentino.

ARTICULO 25: A los fines establecidos en la presente ley, y sin perjuicio de las responsabilidades civiles o penales que correspondan, se establecen para los infractores las siguientes penas:

a- Será reprimido con multa de 1.000 a 10.000 pesos y/o prisión de 2 a 6 meses el que incurriere en los actos expresamente prohibidos a que hace referencia el artículo 10º.

b- Las personas inscritas en el Registro Nacional de Actividades Espeleológicas que incurrieren en Las faltas a que hace referencia el artículo 9, serán sancionadas, además de con las penas establecidas en el inciso anterior, con la inhabilitación en el mencionado registro en caso de reincidencia.

c- Inhabilitación temporaria o perpetua para realizar actividades científicas, técnicas, turísticas o de otro orden.

d- En el caso de especialistas que hayan obtenido el correspondiente permiso y no cumplan con las obligaciones establecidas por la presente ley, además de las sanciones mencionadas, su falta será comunicada a los comités de ética de las entidades que los respaldan y a las asociaciones profesionales correspondientes. Las sanciones podrán ser impuestas de manera conjunta o alternativa según la gravedad de los hechos y merituando la existencia de circunstancias

atenuantes o agravantes. Serán aplicadas por la autoridad de aplicación, previo sumario que garantice el debido derecho a defensa y demás garantías constitucionales.

Capítulo VI

Disposiciones generales

ARTICULO 26: Las legislaciones provinciales deberán subordinarse a lo dicho en la presente Ley, la que será considerada como Ley de Presupuestos Mínimos para

la protección del patrimonio espeleológico, al igual que la Ley 25675.

ARTICULO 27: El anexo conteniendo los datos mínimos recomendados para la fórmula de inscripción de las cavidades en el Catastro Espeleológico Argentino forma parte de la presente.

ARTICULO 28: Comuníquese al Poder Ejecutivo.

Anexo

DATOS MINIMOS QUE SE RECOMIENDA INCLUIR EN LA FORMULA TIPO PARA EL Catastro espeleológico Argentino

1- Identificación:

- a- Nombre de la cavidad.
- b- Sinónimos.
- c- Código/cavidad.

2- Localización:

- a- Provincia.
- b- Departamento/municipio.
- c- Ciudad, poblado, paraje más cercano.
- d- Hoja geológica correspondiente.
- e- Cartografía de la zona.
- f- Coordenadas geográficas.
- g- Altitud sobre el nivel del mar.

3- Dominio.

- a- Fiscal (especificar).
- b- Privado (especificar).

4- Datos geológicos mínimos.

5- Datos geográficos mínimos.

6- Datos monográficos mínimos para localización de la cavidad

(accesos, rutas, accidentes geográficos, etcétera).

7- Personas físicas y/o jurídicas que llevaron a cabo la investigación:

a- Disciplinas científicas comprendidas en el trabajo. Profesionales responsables.

b- Disciplinas técnicas comprendidas en el trabajo. Profesionales responsables

c- Datos de asociaciones espeleológicas intervinientes.

8- Datos topográficos.

a- Desarrollo horizontal de la cavidad (metros).

b- Desarrollo vertical de la cavidad (metros).

c- Indicación de si la topografía es total o parcial.

d- Grado de precisión Unión Internacional de Espeleología (UIS).

9. Datos folklóricos. Etimología del nombre de la cavidad.

10. Bibliografía. Fuentes.

11. Observaciones, todo dato que el registrante estime de importancia.

12. Documentación probatoria de los datos consignados.

Avances en el Proyecto Parque Espeleológico Poti Malal

Advances in the Speleologic Park of Poti Malal

Christian Montoro Paredes (Licenciado en Geología) (Espeleólogo) (°) (°)
Laura Vera Montoro (Licenciada en Ciencias Ambientales) (Espeleóloga) (°)
(°)

(°) Secció d'Investigacions Subterrànies del Centre Excursionista de Terrassa - S.I.S.-
C.E.T. (°) Federación Argentina de Espeleología

Resumen:

El proyecto Parque Espeleológico de Poti Malal (PEPM), en adelante el Proyecto, es una iniciativa de la Federación Argentina de Espeleología autorizada por la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Provincia de Mendoza, Argentina, la que dictó la Resolución Nro. 1485/17 para permitir para la creación del Parque como una figura de protección de las cavidades de esa zona. Los autores presentan el primer esbozo de emplazamiento del futuro Parque, el cual fue expuesto en un curso de Espeleología dictado en el Casal de Catalunya de la Ciudad de Buenos Aires en octubre de 2018 (https://issuu.com/fade3/docs/pepm_v2). Las cuatro etapas del Proyecto son: 1) Línea Base Espeleológica en el Valle de Poti Malal, Provincia de Mendoza, Argentina; 2) Discusión y conclusiones – informe técnico; 3) Presentación a la autoridad de aplicación de la Ley mendocina 5978; 4) Creación del PEPM; 5) Gestión. La primera etapa, donde se encuentra el Proyecto en la actualidad, se inicia con el análisis de archivos catastrales de la Federación en la zona, haciendo especial énfasis en las cuevas en yesos del Jurásico, muy abundantes en la Cuenca Neuquina en que se encuentra. Posteriormente, en esta misma, se procederá a nuevas exploraciones in situ del área del Proyecto en el Valle del río Poti Malal, tributario del Río Grande, cercano a la futura represa Portezuelo del Viento, donde previamente se identificaron las cavernas exploradas y topografiadas por la Federación conjuntamente con el Mendip Caving Group de Inglaterra.

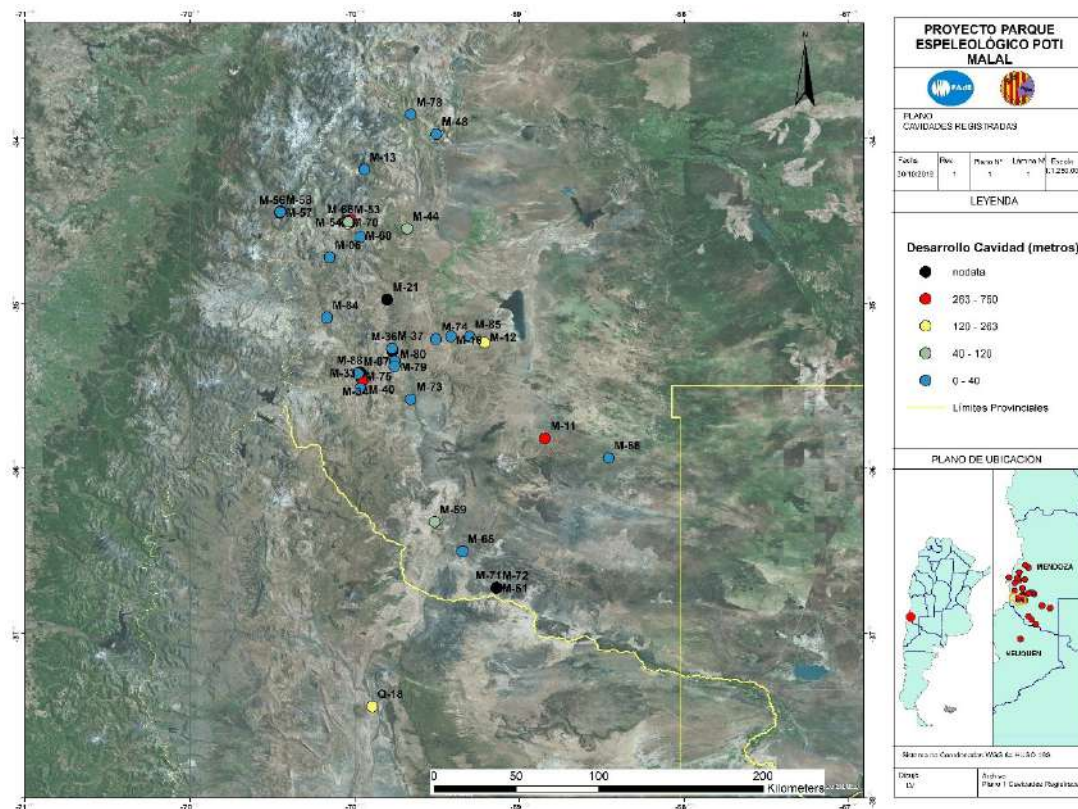
Sin perjuicio de lo mencionado, se presentan imágenes de las cavidades registradas hasta la fecha y la ubicación del área del Proyecto en las siguientes figuras.

Abstract:

The Poti Malal Speleological Park Project (PEMP), hereinafter Project, is an initiative of the Argentine Federation of Speleology authorized by the Dirección de Recursos Naturales Renovables of the Province of Mendoza, Argentina, which issued Resolution No. 1485/17 to allow for the creation of the Park as a figure of protection of the cavities of that area. The authors present the first sketch of the future Park site, which was exhibited in a Speleology course given at the Casal de Catalunya in the City of Buenos Aires in October 2018 (https://issuu.com/fade3/docs/pepm_v2). The four stages of the Project are: 1) Speleologic Base Line in Poti Malal Valley; 2) Discussion and conclusions - technical report; 3) Presentation to the enforcement authority of the Mendoza Law 5978; 4) Creation of the PEPM; 5) Management. The first stage, where the Project is in this moment, begins with the analysis of the Cadastral archives of the Federation in the area, with special emphasis on the caves in the Jurassic plaster, very abundant in the Neuquén Basin in which it is located. Subsequently, in this same stage, further in situ exploration of the Project area will take place in the Poti Malal Valley, a tributary of the Grande River, close to the future Portezuelo del Viento dam, where the previously explored and surveyed caves were identified by the Federation together with the Mendip Caving Group of England.

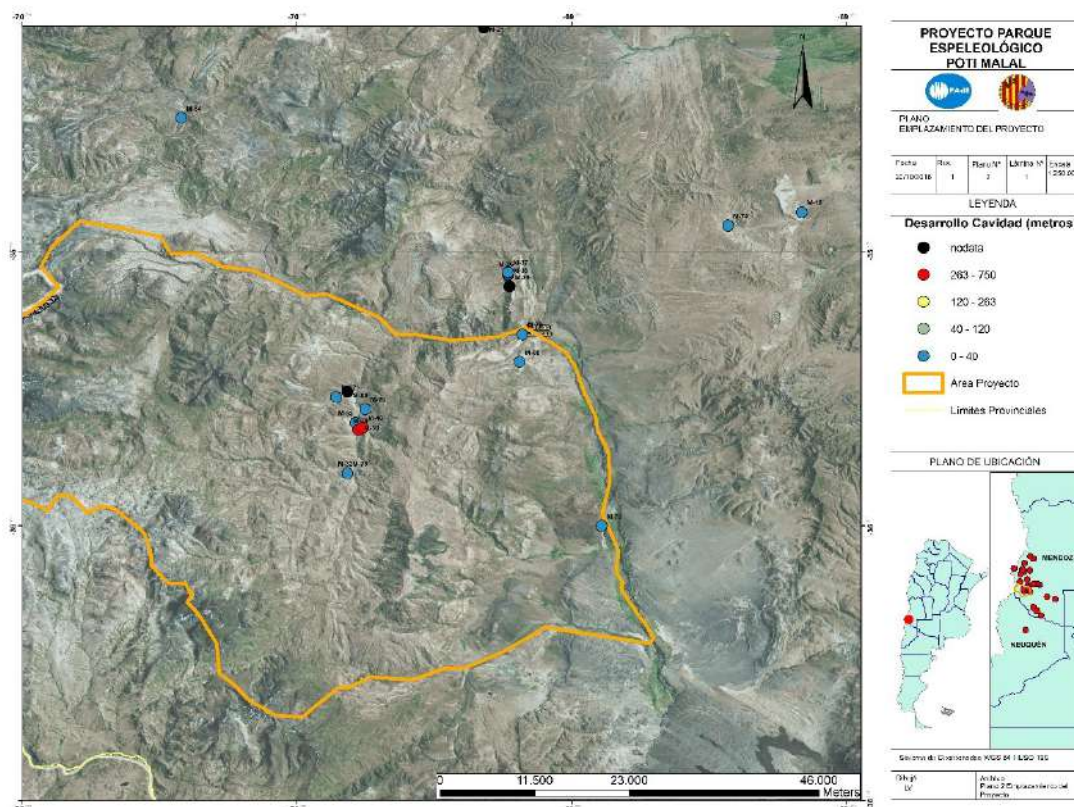
Below is shown images of the registred cavities and the emplacement of the Project.

Figura Nro. 1. Principales Cavernas Registradas en las Provincias de Mendoza y Neuquén



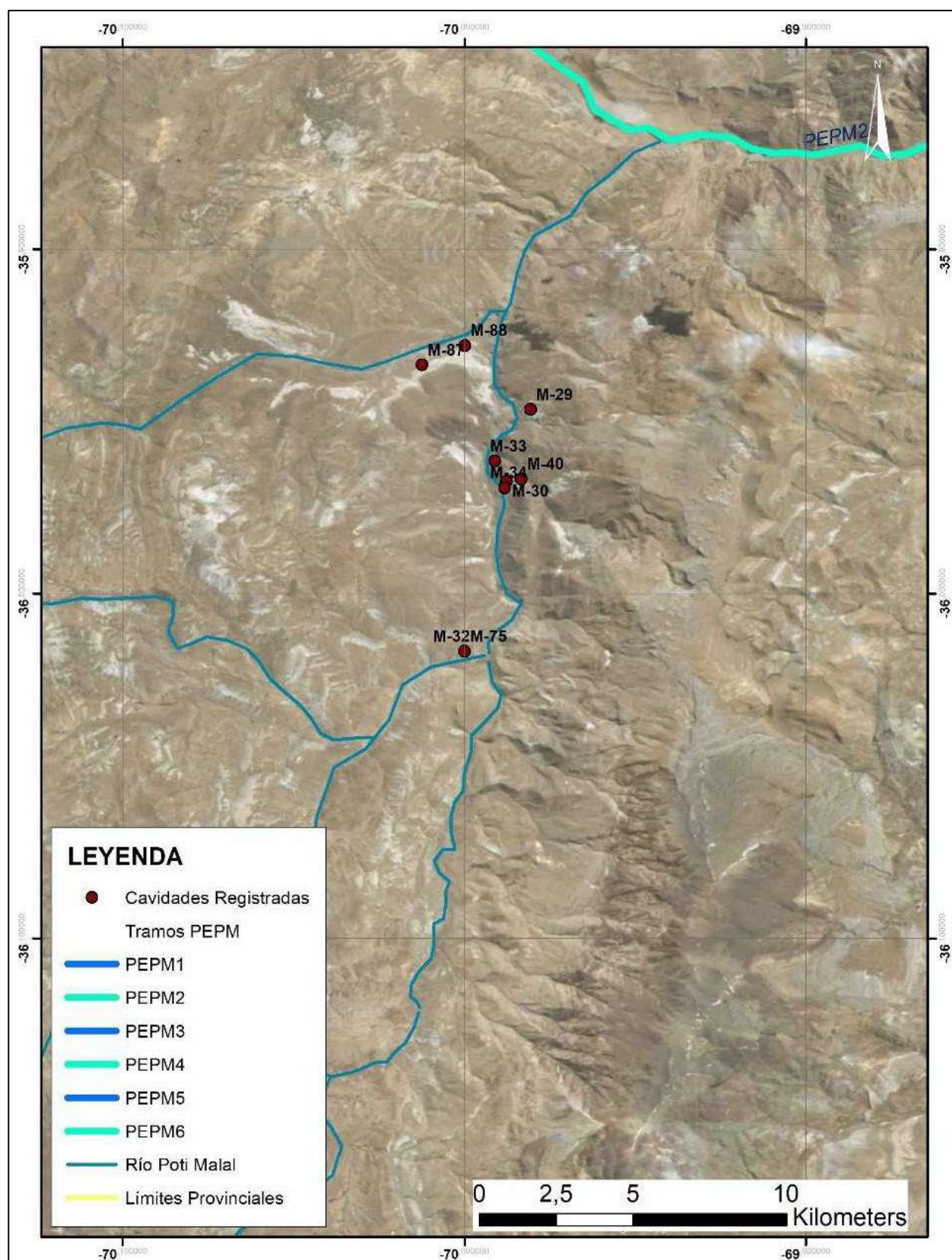
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro. 2. Emplazamiento del Proyecto



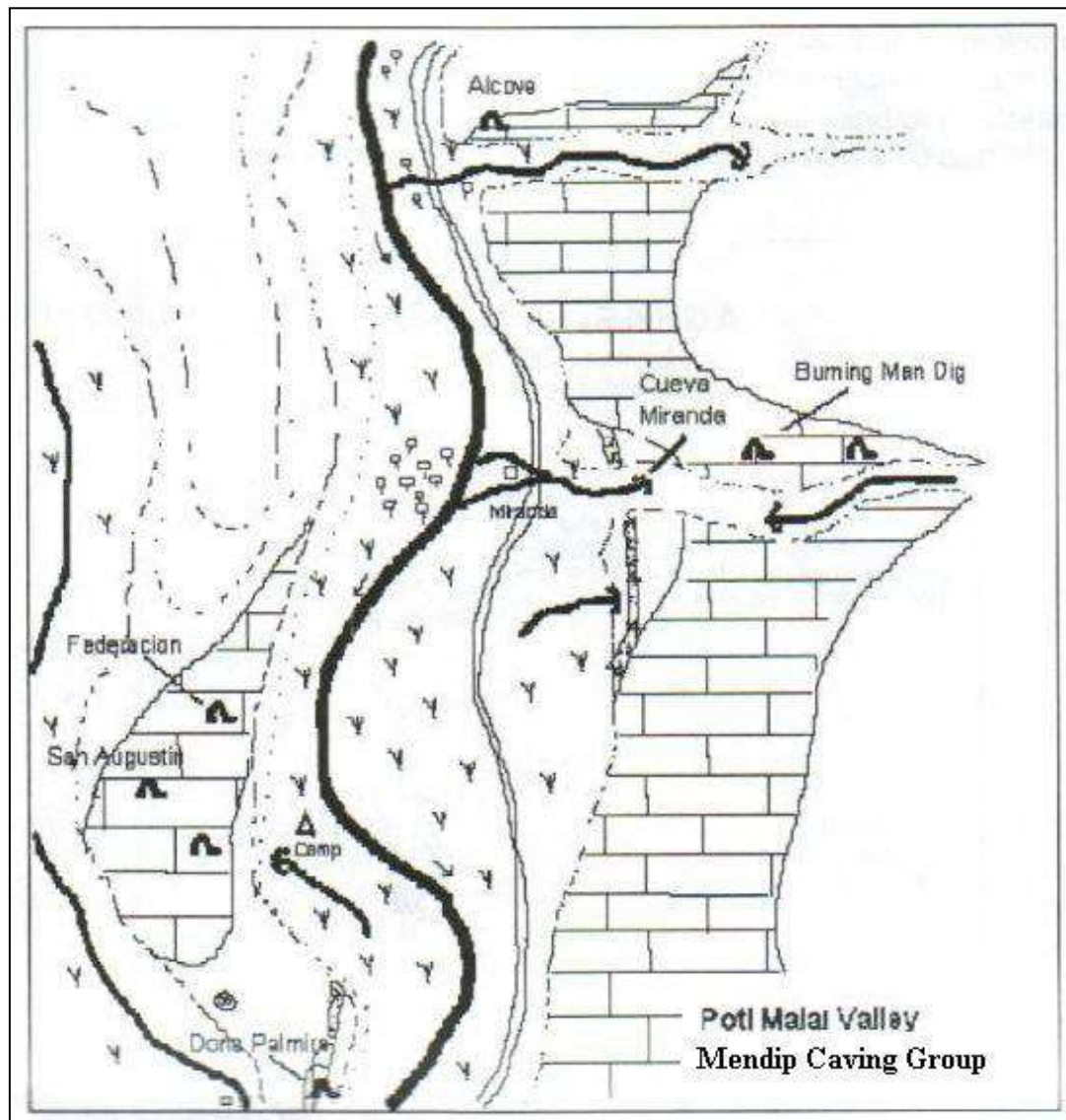
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro. 3: Vista Google Earth del Valle de Poti Malal



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro. 4: Cartografía parcial del Valle de Poti Malal



Fuente: Mendip Caving Group. (UK)



GOBIERNO DE MENDOZA
Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento
Dirección de Recursos Naturales Renovables



Mendoza,

14 NOV 2017

RESOLUCIÓN N°: **1485**

Visto, la Nota N° 345-D-16-77306, por la cual el Sr. Carlos Benedetto DNI N° 10.231.266, Espeleólogo, inscripto en el registro de espeleólogos de la provincia bajo el N° 03 a través de la Resolución 558/02 DRNR y la Federación Argentina de Espeleología (FAeE) tiene número de Registro N° 02 a través de la resolución N° 559/02 DRNR, solicita la autorización para realizar trabajos de campo en el Valle de Potí Malal y zonas cercanas a la futura represa de Portezuelo del viento, Malargüe, Mendoza, a fin de fortalecer una propuesta de creación del "Parque Espeleológico Potí Malal"; y

CONSIDERANDO:

Que, la Dirección de Recursos Naturales Renovables es autoridad de aplicación de la ley N° 5978 en su art. 9°, la cual tiene por objeto establecer las normas que regirán para las cavidades naturales provinciales y sus ambientes silvestres, estableciendo en su Art. 4°- "Todo material geológico, biológico, arqueológico, paleontológico y/o aquellos no especificados en la presente ley y de su medio epigeo o hipogeo, que sea de interés de estudio por organismos calificados deberá ser solicitado a la autoridad de aplicación, quien otorgará la autorización en un plazo perentorio estipulado";

Que, a fs. 37 obra la Resolución N° 750/2001 de la Dirección de Personas Jurídicas, por la cual se aprueba el estatuto de la Federación Argentina de Espeleología.

Que a fs. 62/84 inclusive obra Curriculum Vitae del Señor Carlos Benedetto.

Handwritten signature



GOBIERNO DE MENDOZA
Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento
Dirección de Recursos Naturales Renovables

Mendoza,

14 NOV 2017



RESOLUCIÓN N°: **1485**

Que, las actividades presentadas aportarán datos valiosos ya que el Valle de Poti Malal contiene cavernas en yeso del Jurásico y cavidades que conforman un verdadero Parque Natural;

Que, el espeleólogo deberá actuar conforme a las leyes N° 5978 en materia de Cavidades Naturales, Resolución N° 410/02 DRNR, a la Ley Nacional N° 22.421 y Provincial N° 4602 y N° 7308 en materia de Fauna Silvestre, Decreto Reglamentario N° 1890/05 y a la Ley Nacional N° 13.273 y Provincial N° 2088 en materia de Flora Nativa y será responsable de su cumplimiento.

Que, la actividad se enmarca en lo dispuesto en la Ley N° 5978 en sus artículos 3° y 4°;

Por ello, y en uso de sus atribuciones y las conferidas por las leyes vigentes;

LA DIRECTORA

DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

R E S U E L V E:

ARTÍCULO 1°: Autorícese al Sr. Carlos Benedetto DNI N° 10.231.266 y a su equipo de técnicos de campo que se detallan en el Art. 2°, a realizar trabajos de relevamiento y posicionamiento espeleológico en la Caverna Doña Palmira, Caverna Federación, Caverna Sima de Leiva, Caverna San Agustín y Caverna Miranda, Valle de Poti Malal y zonas cercanas a la futura represa de Portezuelo del Viento, que consiste esencialmente en: Georeferenciación de cuevas nuevas, a ambos márgenes del Río Poti Malal y en ambos márgenes del Río Grande donde se construirá la futura represa Portezuelo del Viento,

731



GOBIERNO DE MENDOZA
Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento
Dirección de Recursos Naturales Renovables



Notificado el 28/2/2018
Mendoza, 14 NOV 2017

RESOLUCIÓN N°:

1485

Topografía, por el término de un (1) año, a partir de su notificación.

ARTÍCULO 2°: El equipo de trabajo está integrado por las siguientes personas:

José Fernando Castro	DNI. N° 27.036.127
Joel Andrés Aguilera	DNI. N° 32.295.747
Camilo Richard	DNI N° 18.061.819
Gisela Verna	DNI N° 34.443.780
Anibal Fernando Cuesta	DNI N° 24.369.174
Paula Galindo	DNI N° 31.307.998
Renzo Portioli	DNI N° 16.882.836
Renzo Portioli San Luis	DNI N° 36.746.218
Marcela Peralta	DNI N° 17.791.001
Ivanna Bustos	DNI N° 14.779.978

ARTÍCULO 3°: En acuerdo a lo solicitado a fojas 1, donde se expresa que no se realizarán muestreos entre ellos biológicos, ni arqueológicos, no se autoriza las actividades de detección y manipulación de fauna cavernícola, ni de yacimientos arqueológicos.

ARTÍCULO 4°: Designese responsable ante la Dirección de Recursos Naturales Renovables de los trabajos de georeferenciación y actividades asociadas al Sr. Carlos Benedetto DNI N° 10.231.266.



GOBIERNO DE MENDOZA
Secretaría de Ambiente y
Ordenamiento
Dirección de Recursos Naturales Renovables



Mendoza,

14 NOV 2017

RESOLUCIÓN N°: **1485**

ARTÍCULO 5°: Las disposiciones contenidas en la Resolución N° 1243/12 DRNR son de observación obligatoria para los beneficiarios de los permisos. En caso de incumplimiento, la o las personas autorizadas quedarán inhabilitadas para realizar cualquier otra actividad dentro de la jurisdicción de la Dirección de Recursos Naturales Renovables.

ARTÍCULO 6°: Los técnicos y ayudantes de campo deberán presentar a la Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza lo siguiente:

- Informe de novedades, este se requerirá en casos en que el grupo de trabajo detecte durante el desarrollo de sus actividades evidencias que ameriten ser comunicadas a la autoridad de aplicación para su intervención.
- Informe de resultados, que se deberá entregar en la DRNR, una vez concluido el plazo de vigencia de la autorización. En el mismo se solicita incluir recomendaciones que el grupo de trabajo considera necesarias elevar a conocimiento de la DRNR.

ARTÍCULO 7°: Los informes se deberán presentar en idioma español y en formato digital a la siguiente dirección investigadores-anp@mendoza.gov.ar, de los resultados trabajos realizados, para ser adjuntados a la pieza administrativa que da origen al trámite de otorgamiento de la autorización y remisión de copias al Área a cargo de Espeleología y a la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Provincia.

Ing. MABEL CHAMBOLEYRON
DIRECTORA
DIRECCION DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

Mendoza, 14 NOV 2017

RESOLUCIÓN N°:

1485

ARTÍCULO 8°: La falta en la entrega del Informe de Resultados e Informe Final será causa suficiente para que al responsable del proyecto no se le expidan nuevas autorizaciones, ya sea para la continuación de los trabajos autorizados previamente, o para nuevas campañas en cualquier lugar del territorio de la Provincia de Mendoza.

ARTÍCULO 9°: Notifíquese, comuníquese a quienes corresponda y archívese.-


Ing. MABEL CHAMBOLEYRON
DIRECTORA
DIRECCION DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

Bibliografía:

- **BENEDETTO, C.**, 1998: San Agustín: una gran cavidad en yeso en el Paraje Poti Malal, Malargüe, Mendoza, Argentina. *Memorias del V Encuentro Argentino de Espeleología*. Las Lajas (Neuquén). pp. 43-47.
- 1999. La Caverna de San Agustín, Argentina. *Revista El Guácharo*. Caracas, Venezuela, 45: 37-42. SVE. Caracas. Venezuela
- 2000. La caverna de Saint-Agustín. *Revista Regards*, Liege, Bélgica. 38: 32-33
- 2003. Áreas cársticas yesosas en Argentina: una necesaria actualización de datos - Gypsum karstic areas in Argentina: a necessary update. En: *Memorias del Gypsum Karst Areas in the World: their protection and tourist development*. Bolonia - Italia, agosto de 2003.
- 2004 - Estado actual del conocimiento del valle de Poti Malal (Malargüe, Mendoza) y de su carso yesoso. *II Congreso Nacional Argentino de Espeleología* - Tandil (Buenos aires) - Febrero de 2004
- 2006 - New Gypsum caves in North Patagonia (Argentina). *2nd. Middle East Speleology Symposium*, American University of Beirut, Lebanon (2° Simposio de Espeleología en el Medio Oriente, Beirut, Líbano, abril 2006)
- **CASTRO, J. F.**, 2016. Biografía de Agustín Castro, historia del descubrimiento de la cueva que lleva su nombre y formación del Grupo Espeleológico Poti Malal (GEPM). En: *Actas del V Vongreso Argentino y II Latinoamericano de Espeleología* - ARGENTINA SUBTERRANEA 16 (40): 41-46. Malargüe
- **MONTORO, C. & L. VERA**, 2018. Parque Espeleológico Poti Malal. En: https://issuu.com/fade3/docs/pepm_v2. Casal de Catalunya en Buenos Aires, 13 de octubre de 2018

Autoridades de la U.I.S.

(2017– 2021)

President

George VENI, USA

Vice Presidents

Operations - Efraín MERCADO, Puerto Rico

Administration - Zdenek MOTYCKA, Czech Republic

Secretary General

Fadi NADER, Lebanon

Treasurer

Nadja ZUPAN HAJNA, Slovenia

Adjunct Secretaries

Nivaldo COLZATO, Brazil

Mladen GARAŠIĆ, Croatia

Bernard CHIROL, France

Satoshi GOTO, Japan

Gyula HEGEDÜS, Hungary

Tim MOULD, Australia

Baerbel VOGEL, Germany



Past UIS boureau members: http://www.uis-speleo.org/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=382
(Carlos Benedetto, 2005-2009)



Argentina Subterránea 44

ISSN 1851-894X

Octubre de 2018

Director: Carlos Benedetto

carlos_benedetto@fade.org.ar