



Carlos GALÁN, Iñigo HERRAIZ, David ARRIETA, Marian NIETO & José RIVAS. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. E-mail: cegalham@yahoo.es Octubre 2013

UNA NUEVA SIMA DE 70 M DE DESNIVEL EN ARENISCA DE LA FORMACIÓN JAIZKIBEL: TANBO 2.

A new abyss of 70 m depth in sandstone of the Jaizkibel Formation: Tanbo 2.

Carlos GALÁN, Iñigo HERRAIZ, David ARRIETA ETXABE, Marian NIETO & José M. RIVAS. Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain. E-mail: cegalham@yahoo.es Octubre 2013.

RESUMEN

El trabajo describe el hallazgo, exploración y topografía de una nueva sima, de 70 m de profundidad, formada en arenisca carbonática de la Formación Jaizkibel (de edad Eoceno temprano). La cavidad se desarrolla a lo largo de un sistema de fracturas verticales en el borde de una placa de arenisca de fuerte inclinación y difícil acceso. La red de fracturas de descompresión mecánica ha sido ampliada por disolución intergranular y colapso. La cavidad, que totaliza 258 m de desarrollo, posee diversas espeleotemas, principalmente de ópalo-A. Se comenta las dificultades y técnicas de exploración que fue necesario utilizar para completar la exploración y topografía de la cavidad, ilustrando los principales aspectos con fotografía digital.

Palabras clave: Geoespeleología, Geomorfología, cuevas en arenisca, espeleotemas de ópalo-A.

ABSTRACT

The paper describes the discovery, exploration and topography of a new abyss, of 70 m depth, formed in carbonatic sandstone of the Jaizkibel Formation (early Eocene). The cavity is developed along a vertical fracture system in the edge of a sandstone plate of strong inclination and difficult access. The fracture network of mechanic decompression has been expanded by intergranular dissolution and collapse. The cavity, which totals 258 m of development, has several speleothems mainly of opal-A. It discusses the difficulties and exploration techniques had to be used to complete the exploration and surveying of the cavity, illustrating the main aspects with digital photography.

Keywords: Geospeleology, Geomorphology, sandstone caves, opal-A speleothems.

INTRODUCCION

El seudokarst en arenisca carbonática de la Formación Jaizkibel (Galán et al., 2009), de edad Eoceno inferior a medio (Campos, 1979), posee una geodiversidad notable, con ejemplos que no dejan de sorprender a quienes visitan y exploran en detalle su accidentado (y poco conocido) territorio. Las principales áreas de afloramiento de capas de arenisca del flysch Eoceno comprenden los montes Jaizkibel, Ulía e Igueldo, en la costa Este de Gipuzkoa (País Vasco) hasta la frontera con Francia.

Desde los estudios iniciales de cavidades y MSS en arenisca del flysch Eoceno hemos sostenido la denominación de seudokarst en vez de karst, porque si bien existe karstificación, esta ocurre principalmente por procesos de disolución intergranular de la arenisca, y no en toda la serie flysch sino en las partes del flysch que contienen una sucesión de estratos gruesos de esta litología o de caliza arenosa, mientras que faltan estos desarrollos en paquetes de estratificación alterna muy delgada constituidos principalmente por lutitas y margas (Galán, 2001, 2013). Aunque la serie se comporta como parcialmente permeable, existiendo acuíferos subterráneos, cavidades con circulaciones hídricas subterráneas en zona vadosa, sumideros y manantiales o surgencias, la infiltración de las precipitaciones en estos terrenos es sólo parcial y localizada, manteniendo una red hidrográfica de superficie, y un predominio de cavidades subterráneas de moderado desarrollo. Pero dejamos abierta la posibilidad de que la exploración del territorio pusiera al descubierto la existencia de cuevas y sistemas acuíferos mayores, en cuyo caso sería más conveniente pasar a utilizar directamente la denominación de *karst en arenisca* (Galán, 2013; Galán et al, 2009).

Aunque las partes más accesibles (y superficiales) de este karst están siendo hoy conocidas por numerosos excursionistas, aficionados a la montaña y fotógrafos que re-descubren e ilustran sus remarcables y coloridas geoformas, no es menos cierto que este conocimiento a menudo se limita a los lugares más accesibles y a abrigos, grutas y formas de superficie, siendo mucho menos conocidas las cavidades colgadas en acantilados, cuevas de recubrimiento, simas y cavidades hidrológicamente activas (con ríos subterráneos) que poseen las galerías de mayor desarrollo, a menudo localizadas en parajes abruptos o de más difícil acceso. La cavidad individual de mayor desarrollo que se conocía en esta litología alcanzaba 145 m de desarrollo de galerías y -28 m de desnivel (Galán & Rivas, 2013), existiendo también todo un conjunto de simas con desniveles de hasta -25 m (Galán, 2013).



Figura 1. Ortofotos del área de estudio (Fuente: b5m.gipuzkoa.net), con la localización de la Sima Tanbo 2. La flecha negra indica la extensión aproximada en planta de la galería de la cavidad. B1, B3, B7 son bocas.



Figura 2. Collado de acceso a la sima, en la parte superior de la placa de Tanbo (arriba), y vista desde ese punto de los acantilados que se extienden al W. Se divisa la entrada al puerto de Pasajes, la punta del Faro de la Plata (Ulía) y el entrante de Cala Murguita. La flecha roja indica la posición de la boca B2 de la sima de Tanbo 2 (Datum = Cota 0).



Figura 3. Inicio del descenso desde el collado de Tanbo (arriba) hacia el talweg del barranco que lo separa de la placa de Tanbo 2 (debajo). La flecha roja indica la posición de la boca B2 de la Sima de Tanbo 2. El saliente en la línea de costa es la punta de Burrustarri.



Figura 4. Talweg del barranco de Tanbo 2 cerca del lugar de inicio del cruce hacia la sima (arriba) y vista de la placa desde la boca B2 (a 110 m snm de altitud), con un espeleólogo descendiendo sobre la cuerda hacia B3 (debajo). A la derecha se observa la parte inferior del escarpe W de la placa de Tanbo.



Figura 5. Plano topográfico en Planta y Perfil desplegado de la sima Tanbo 2.

El hallazgo de esta nueva sima, cuya descripción se presenta en este trabajo, amplía el rango de dimensiones para cavidades individuales en arenisca de Jaizkibel a -70 m de desnivel y 258 m de desarrollo de galerías, siendo la red penetrable parte de un sistema mayor, del orden de -120 m de desnivel y 400 m de desarrollo acumulado. Razón por la cual tal vez sea más conveniente aplicar, a partir de ahora e inambiguamente, la denominación de karst en arenisca. Aunque su ocurrencia en la formación se circunscriba a sólo algunos de los sectores de los afloramientos más extensos y potentes de la serie (y no a toda la formación).

Como luego veremos, esta nueva cavidad (y el sistema del que forma parte) posee un marcado control estructural, donde el proceso subterráneo de disolución intergranular de la roca y ampliación de conductos, está estrechamente asociado a una red de fracturas verticales, y al colapso y remoción de los materiales desprendidos. Su funcionamiento hidrogeológico está a su vez condicionado por el buzamiento de las capas y la intercalación de litologías menos permeables en su parte basal. En suma, un conjunto de rasgos o condiciones, que cuando consiguen actuar de modo conjunto determinan la formación de cavidades de mayor extensión y desnivel que los casos previamente conocidos.

Esto pone de relieve que el estudio de este peculiar karst es aún incipiente y su progresiva exploración puede dar sorpresas y aportar nuevos hallazgos de cavidades, espeleotemas y geoformas, que incrementen su geodiversidad e interés científico.

MATERIAL Y METODOS

En la exploración se utilizaron los equipos habituales de espeleología vertical (técnica de cuerda estática y jumars), anclajes mediante clavos de escalada, empotradores o chocks, clavos de expansión (spits) y cintas sobre bloques (anclajes naturales). Se utilizaron cascos speleo con sistemas de iluminación frontales de Leds. Para la topografía se utilizó material de precisión Suunto (brújula y clinómetro) y cinta métrica de 30 m. Los planos de la sima fueron dibujados en formato digital con el programa Freehand. Se efectuó también un levantamiento topográfico de superficie, contrastando la localización de las bocas con fotografías aéreas y ortofotos del SIG de Gipuzkoa (b5m.gipuzkoa.net). Las descripciones son ilustradas con fotografía digital de 6 megapixels de resolución. Algunas muestras de espeleotemas han sido comparadas por sus propiedades físicas y morfología bajo microscopio binocular Nikon con muestras de otras cavidades analizadas química y mineralógicamente por DRX y EDS.

LOCALIZACION Y CONTEXTO GEOLOGICO

La cavidad se localiza en una placa de arenisca de 20 m de potencia, situada como escalón lateral al W de la gran placa de la punta de Tanbo, en término de Pasaia (Gipuzkoa, País Vasco) (Figura 1). El buzamiento medio de la placa es de 41º NNW.

Las coordenadas UTM 30N de la boca superior (B2) son: N 4.798.984; E 588.485; altitud 110 m snm. Los datos de localización han sido contrastados con la cartografía digital del SIG de Gipuzkoa (b5m.gipuzkoa.net). Según el sistema de coordenadas utilizado y los distintos mapas de referencia, existen discrepancias en la altitud de las bocas, siendo los datos ofrecidos mucho más exactos por estar respaldados por un levantamiento topográfico de superficie entre las distintas bocas y el nivel del mar en la línea de costa, efectuado con instrumental de precisión Suunto.

El acceso más sencillo a las bocas superiores es partiendo de un collado a 170 m de altitud (en el borde superior de la placa de Tanbo) y descendiendo por el talweg del barranco (con vegetación) hasta la cota 120 m snm, para luego cruzar en diagonal hacia el W hasta el inicio de una repisa colgada en el borde de la boca B2 (Figuras 2 á 4). Un acceso más largo pero menos expuesto consiste en ascender desde la costa a lo largo de la base del escarpe W de la placa, y remontar por una cornisa a B1 y B2.

El hallazgo de la cavidad es debido a la colaboración de Garbiñe Albisu e Iñaki Pikabea, quienes encontraron las bocas superiores. En junio de 2013, C.Galán, Marian Nieto y Jose Rivas efectuaron un reconocimiento y las primeras exploraciones, en compañía de los anteriores. En octubre de 2013, C.Galán, Iñigo Herraiz y David Arrieta completaron la exploración y topografía detallada del conjunto de la cavidad y el sistema del que forma parte.

La placa de Tanbo forma en el relieve de superficie un cerro de planta triangular o trapezoidal de tipo "chevron", que destaca en el relieve entallado a E y W por escarpes verticales (Figura 1). En el lado W estos escarpes forman un dispositivo escalonado, con varios escarpes menores (al W del principal), y progresivamente de menor altura (Figura 2 á 4). El escarpe que limita el escalón de la placa de arenisca en el cual se desarrolla la cavidad tiene una altura o desnivel variable, de 8 á 12 m.

En campo se aprecia perfectamente que cada escarpe vertical está constituido por estratos gruesos de arenisca (a techo) con intercalaciones basales de estratificación delgada constituidas principalmente por lutitas y margas calcáreas, terrenos estos mucho más disgregables. La erosión normal y el recorte lateral, vertical, de los estratos gruesos de arenisca, forma así placas escalonadas con zonas de borde donde se propicia y facilita la ocurrencia de procesos de descompresión mecánica de la roca y apertura de fracturas verticales. El sistema de la sima Tanbo 2 se desarrolla en paralelo y a escasa distancia de un borde de este tipo, alineado a lo largo de una extensa fractura vertical que recorre la placa hasta los bloques de la línea de costa.

La superficie de la placa, muy uniforme, lisa y de fuerte inclinación (39º á 44º) está cubierta de vegetación en la zona alta, pero casi totalmente desprovista de ella entre 0 y 120 m de altitud. Debido a su posición en la cara N de Jaizkibel y a la frecuencia de precipitaciones, brumas costeras y rocío, el acceso a esta placa y a la cavidad resulta difícil y muy expuesto, ya que el terreno es muy deslizante estando húmedo y no posee puntos de descanso, por lo que resulta casi imprescindible asegurar su recorrido con



Figura 6. Boca B1 y vertical de acceso de -14 m (arriba), repisa y claraboya al Sur de B1 (debajo).



Figura 7. Sima Tanbo 2. Vista de la vertical B1 desde el fondo (arriba), claraboya Sur (recuadro) y vista de la sala bajo B2 (vertical de 18 m) y su continuación hacia el N desde la repisa interna donde crece una higuera (debajo).



Figura 8. Recorrido de la placa de Tanbo 2 desde la boca B2 hacia B3 (arriba) y vista desde el interior de la sima hacia las claraboyas de este sector (debajo). Nótese la amplitud de la galería interna en relación a las bocas.



Figura 09. Detalle de espeleotemas blancas de silicatos de aluminio amorfo y banderas de calcita en el tramo B2-B3 de la sima Tanbo 2 (arriba) (el ancho de la imagen es de 4 m). Desplegando la línea de cuerdas para recorrer la placa y acceder con seguridad a las distintas bocas. La flecha roja indica la posición de la sima S2.



Figura 10. Limpiando la vegetación de la depresión de la boca B3 para instalar un clavo de expansión (arriba). Vertical de acceso al interior desde B3 una vez efectuada la instalación (debajo).

cuerdas. En la primera salida estando todo muy seco nosotros accedimos a las bocas B1-B2 sin utilizar cuerda, pero tuvimos que usarla para asegurar el recorrido hasta las bocas inferiores. En otras salidas, con la placa húmeda, tuvimos que emplear 120 m de cuerda estática tanto para completar el acceso a la placa como para explorar sobre ella las siete bocas de sima que posee la cavidad.

DESCRIPCION DE LA CAVIDAD Y TECNICAS DE EXPLORACION UTILIZADAS

La sima Tanbo 2 es una cavidad rectilínea que sigue el buzamiento a lo largo de una extensa fractura vertical. Posee siete bocas de acceso y algunas claraboyas menores, alternando ampliaciones con pasos estrechos. Invariablemente las bocas son relativamente estrechas (en torno a 1-2 m) pero su interior y partes basales de las simas se amplían en galería de hasta 5-6 m de anchura y una decena de metros de altura de bóveda. La mitad superior de la cavidad posee los volúmenes subterráneos más amplios, mientras que en la mitad inferior gran parte del trayecto es estrecho (anchuras de un metro), salvo algunas ampliaciones bajo las simas.

Dada la apertura de las bocas a lo largo del declive de la placa, las simas mayores tienen 14 á 18 m de desnivel hasta el suelo, mientras que en las bocas B5 y B6 el desnivel es inferior, del orden de 6 m. El recorrido interno sólo es factible penetrando por las bocas superiores (B1-B2), ya que en su perfil longitudinal hay elevaciones y escarpes menores formados por acumulaciones de bloques colapsados y/o empotrados. La poligonal en superficie entre las bocas B1 y B7 tiene un desarrollo de 108 m. La poligonal interna (perfil a nivel del suelo) es de 140 m. La suma de los desniveles de las simas B1 á B7 totaliza 118 m. Por lo que computamos un desarrollo total de la cavidad (suma de las dos últimas cifras) de 258 m, y un desnivel total de -70 m. Nótese sin embargo que la boca más baja (B7) se abre en la cota -64 (con respecto al Datum de la cota 0, en la boca B2). Presentamos a continuación una descripción detallada de la cavidad, que puede complementarse consultando el plano topográfico de la misma (Figura 5). En el mismo hemos representado con líneas finas la separación entre las áreas más amplias y las estrechas. Debido a la escala utilizada omitimos dibujar la información de detalle sobre las secciones transversales, pero conviene al menos mencionar que la gran fractura que sigue la cavidad es rectilínea sólo a grandes rasgos, con un trazado real en bayoneta sobre fracturas anexas y satélites de la principal. En campo, en el interior de la cavidad, se pueden ver sólo tramos cortos, aunque se adivina la continuidad del sistema de fracturas gracias a la luz que entra por las distintas bocas y grietas o claraboyas menores.

La boca más alta (B2) se localiza casi en el borde W del escarpe de la placa, donde se ha formado una cornisa aérea y estrecha que conduce a la boca B1 (y a unas claraboyas anexas) y que cruza en diagonal la pared del escarpe permitiendo el descenso a la base del mismo y al talud con vegetación que lo prosigue. Aunque la boca B2 es larga y estrecha, desde la boca B1 se aprecia perfectamente que la cavidad es amplia en su zona profunda, en oscuridad. Para el descenso de B1 utilizamos un anclaje natural (con cinta a un saliente de roca). La sima B1, de 1 m de diámetro en su boca, presenta una vertical aérea de 14 m, y se amplía en su interior hasta 5-6 m de diámetro (Figuras 6 á 8). Desde el fondo de esta sala, cubierto de sedimentos arenosos y pequeños bloques disgregables y arenizados, se aprecian dos claraboyas anexas, muy estrechas en su parte alta, así como la continuidad de la galería hacia B2. Remontando un fuerte declive se accede a una repisa interna donde crece una higuera cuya copa prácticamente emerge por la boca 2. Descendiendo un resalto de 8 m (o directamente una vertical de 18 m desde B2), se accede a otra sala amplia contigua cuyo suelo desciende hacia el N, con varios escalones y un trazado sinuoso, y prosigue bajo una claraboya (estrecha en superficie) para enlazar con la base de B3 (Figura 9), boca amplia en la cota -28 m subdividida a su vez en dos salas, separadas por un alto tabique de bloques acuñados, que se puede cruzar por su parte superior pero que requiere cuerda.

La boca B3 resultó de acceso complicado, ya que su parte inferior es una depresión amplia, cubierta de helechos y argomas de 2 m de alto, los cuales crecen sobre un tapón de bloques con grietas verticales sobre ambas paredes. Nosotros habíamos instalado un tren de cuerdas asegurado sobre un clavo de escalada y otro de expansión en la cota 0, para explorar desde esta línea segura las simas sucesivas. A mitad del trayecto entre B2 y B3 exploramos otra sima independiente (S2), que no conecta con Tanbo 2, pero que presenta en su boca un bloque empotrado a modo de puente, el cual sirvió para instalar un seguro adicional con cinta. Pero para tener mejor acceso a la parte inferior de B3 (cota -28) instalamos en el reborde del escarpe externo de la placa un punto de anclaje adicional (con tres clavos de escalada). Asegurados desde aquí limpiamos la depresión de B3 e instalamos un nuevo clavo de expansión en la pared opuesta, desde la cual la cuerda caía en vertical limpia sin rozamientos (Figuras 10 y 11).

La base de esta vertical es una sala amplia, en declive, que permite enlazar con las continuaciones de la galería hacia las partes superior e inferior de la cavidad, siendo necesario en ambos casos remontar resaltes de grandes bloques acuñados. La continuación hacia abajo de la galería posee pasos estrechos y desciende bajo B4, sima que es estrecha en casi todo su recorrido, y que se prolonga en grieta vertical hasta la base de B5 (Figuras 12 á 14).

La boca B5 posee dos continuaciones: a media altura enlaza a través de un estrecho laminador con la parte alta del fondo de B6 (sima de 6 m de desnivel con una salita inferior) (Figura 15), y en su fondo, ligeramente más amplio, prosigue en laminador vertical para enlazar con la base de B7. Esta última boca, también cubierta de vegetación, forma una depresión que prosigue a un costado en grieta vertical (Figuras 15 y 16). Tras descender 4 m, hasta el laminador de enlace con B5 (cota -70 m), intentamos proseguir por la continuación inferior de la galería. Pero enseguida se estrecha formando un laminador vertical, muy estrecho e impracticable, por donde desaparece un pequeño caudal de agua.



Figura 11. Descenso de B3 y vista desde la boca de la galería interna, donde hay que remontar un escarpe de grandes bloques para acceder a la continuación de la sima hacia una sala anexa y la galería que prosigue hacia B2.



Figura 12. Galería bajo la boca B3· (arriba), con vista hacia el resalto de bloques superior (izquierda) y la continuación hacia B4 (derecha). Debajo: Vista en vertical hacia el techo de la continuación hacia B4. Pueden distinguirse algunos recubrimientos de espeleotemas blancas, de silicatos de aluminio, y rojizas, de óxidos de hierro.



Figura 13. Vista desde el interior y ascenso en jumars de la vertical hacia la boca B3. Sima Tanbo 2.



Figura 14. Descenso desde B3 hacia B4 (arriba) y boca B4 (recuadro superior). Descenso desde B5 hacia B6 (debajo) y detalle de espeleotemas en el interior de la galería en este tramo (recuadro inferior).



Figura 15. Boca de acceso y sima B6, sobre la placa de Tanbo 2. Al fondo de la imagen superior se observa la pared del escarpe W de la placa de Tanbo, con estratos gruesos de arenisca en su parte superior y estratos delgados de lutitas y margas en el talud basal. Nótese que este último separa ambos tramos de arenisca.

El último punto alcanzado está aún a 40 m de altitud sobre la línea de costa (Figuras 17 y 18), que constituye el nivel de base del acuífero del sistema. Descendiendo por el exterior accedimos a esta zona, donde la placa de arenisca es más rugosa y menos deslizante. A 20 m de altitud localizamos la continuación del sistema de fracturas, con tres pequeñas cavidades abiertas sobre ellas, pero terminadas todas ellas en grietas, sin comunicación practicable con Tanbo 2 (Figura 19). No obstante, resulta obvio que la red de fracturas es la continuación del mismo sistema hidrogeológico. En adición, sobre la línea costera hay acumulaciones de grandes bloques de colapso, con cuevas de recubrimiento menores. Además de la topografía interna de Tanbo 2, efectuamos un levantamiento topográfico de superficie que enlaza con precisión las sietes bocas de esta sima.

OTROS RASGOS DE INTERES (CAVIDADES CERCANAS, ESPELEOTEMAS Y GEOFORMAS)

Una revisión a lo largo de la base del escarpe externo de la placa, permitió localizar a media altura, junto a un grupo de árboles adosados a la pared, al W de B3, una boca de cueva adicional, que sigue una fractura hacia el E y se subdivide en dos galerías, muy estrechas. Estas prácticamente interceptan como mesocavernas las paredes internas de la base de B3, pero la comunicación no es practicable, constituyendo una cueva independiente de 10 m de desarrollo (Figura 20).

Fue citada (y está representada su localización en el plano en planta de Tanbo 2), la existencia de otra sima (S2), que se desarrolla sobre otra fractura vertical paralela a Tanbo 2. Esta cavidad tiene -10 m de desnivel y 20 m de desarrollo penetrable.

Como ha sido mencionado en la parte final del apartado anterior, existen tres bocas de pequeñas cavidades (del orden de 10 m de desarrollo cada una) instaladas sobre la fractura principal de la placa y otras paralelas, entre las cotas 20 y 10 m snm (a unos 20 m por debajo del fondo de Tanbo 2 en B7). Estas, obviamente son parte del mismo sistema, existiendo adicionalmente en la parte baja otras pequeñas cavidades similares, instaladas sobre otras fracturas, así como varias cuevas de recubrimiento entre y bajo los grandes bloques de la zona de costa. Algunos de los bloques recubren fracturas de la parte inferior de la placa. No obstante, no encontramos ninguna surgencia ni comunicación practicable con la sima Tanbo 2.

Las citadas cavidades pueden considerarse parte del Sistema de Tanbo 2, cuyo desarrollo acumulado suma algo más de 400 m de galerías, con un desnivel de -120 m desde los puntos de infiltración superiores.

Fuera ya de la placa de Tanbo 2, en la siguiente placa escalonada hacia el W, se abre en la cota 50 m snm, una sima con dos bocas, de -15 m de desnivel y 25 m de desarrollo, que fue explorada previamente (sima Tanbo 1, Figura 21).

Tras pasar otro escalón, a unos 400 m más al W, sobre la placa de Artxina y aproximadamente al sur de la punta de Burrustarri, sobre la cota 150 m snm, existe otra sima, de -25 m de desnivel y 40 m de desarrollo, que ha sido topografiada pero no publicada, ya que esperamos poder revisar con mayor detenimiento este sector, de fuertes pendientes y enmarañada vegetación (Figura 22).

Así mismo existen otras cavidades de recubrimiento en un sector con grandes bloques en la zona costera, entre las puntas de Burrustarri y Tanbo (Figura 23). Zonas estás parcialmente exploradas entre 2008 y 2010.

Con todo ello sólo queremos indicar que la sima Tanbo 2 no es una simple cavidad aislada, sino que existen otros fenómenos espeleológicos sobre estas laderas de fuertes pendientes, las cuales sólo han sido someramente prospectadas, existiendo un considerable potencial para futuros hallazgos de cavidades y geoformas de interés.

En el interior de la cavidad Tanbo 2 existen diversos ejemplos de espeleleotemas y geoformas. En general, la galería interna no posee geoformas notables. Si destaca sus perfiles geométricos poco redondeados, producto del sucesivo colapso de bloques. La roca-caja, compacta en superficie, se presenta arenizada en las galerías internas, existiendo rellenos de sedimentos arenosos y pequeños bloques muy disgregables, aunque las paredes en general son relativamente compactas. Algunos bloques se disgregan en arena con facilidad, indicando que el cemento carbonático que los unía ha sido disuelto y removido por procesos de disolución intergranular. En varios puntos a lo largo de la galería principal se observa, de modo intermitente, circulaciones de pequeños hilos de agua. Existiendo además rellenos de sedimentos y materiales orgánicos (restos vegetales) que sugieren circulaciones hídricas temporales de mayor caudal, correspondientes a períodos lluviosos. Aunque no se aprecian formas de erosión hídrica sobre la roca compacta, ya que prácticamente todo el suelo a lo largo de la galería es un relleno sedimentario, bajo el cual debe desarrollarse la circulación hídrica principal.

En cambio, sobre las paredes y bóvedas de la galería existen recubrimientos de espeleotemas, de distinta naturaleza. Los más conspicuos se dan en zona oscura de atmósfera húmeda y consisten en recubrimientos milimétricos de estalactitas botroidales de ópalo-A, de colores grises y bien cristalizadas. En algunos puntos se presentan films rojizos de oxi-hidróxidos de hierro (limonita, hematita, magnetita) y negros de goethita, existiendo también pequeñas banderas y costras bien cristalizadas de calcita. En las zonas más secas y bien ventiladas existen numerosos recubrimientos blancos de un material pulverulento que, por comparación con muestras de otras localidades, probablemente corresponden a espeleotemas criptocristalinas de silicatos de aluminio amorfo y/o alófano. No se descarta que algunos de ellos puedan corresponder también a yeso. Pero no podemos adelantar más en su caracterización sin contar con analítica detallada. Los datos presentados sobre espeleotemas son sólo de naturaleza preliminar.

En todo caso, la presencia de roca arenizada y la diversidad de espeleotemas soportan la ocurrencia de procesos de disolución intergranular de la roca-caja y precipitación de minerales secundarios en las bóvedas y paredes de las galerías.



Figura 16. Descenso hacia B7 (arriba), boca B7 (recuadro superior), sima-laminador vertical de conexión con B5 (recuadro inferior), y ascenso desde B7 hacia B6.



Figura 17. Ascenso desde B6 hacia B5 (imagen superior) y desde B5 a hacia B4 (imagen inferior).



Figura 18 Escarpe W de la placa de Tanbo (con estratos gruesos de arenisca) y el talud basal de estratificación delgada (con lutitas y margas) que lo separa de la superficie de la placa de Tanbo 2, vistos desde B3 (arriba). Remontando la placa desde B3 hacia la cota 0 en B2.



Figura 19. Parte inferior de la placa de Tanbo 2 con todo un conjunto de pequeñas cavidades sobre la continuación del sistema de fracturas (arriba). La flecha roja indica la posición de B7 y la flecha negra la de B2. Debajo: Otra vista de la placa desde lo alto de grandes bloques en la línea de costa, donde existen otras cuevas menores de recubrimiento.



Figura 20 Revisión de la base del escarpe W de Tanbo 2 (arriba), donde se localiza otra cueva, junto a un grupo de grandes árboles (debajo). Sus galerías forman parte del mismo sistema.

NOTAS SOBRE HIDROGEOLOGIA Y GENESIS DE LA CAVIDAD

Los rasgos geomorfológicos observados en el area de estudio indican que las distintas placas escalonadas situadas al W de la gran placa de Tanbo corresponden a secuencias repetidas de estratos gruesos de arenisca con intercalaciones de lutitas y margas, de estratificación delgada, entre un escalón y otro. El escarpe mayor de Tanbo tiene a techo una secuencia de estratos gruesos de arenisca seguida en su parte basal de estratos delgados de lutitas y margas, las cuales separan el paquete superior de la placa de Tanbo 2. Los escarpes laterales verticales corresponden así a tramos gruesos de arenisca, separados unos de otros por intercalaciones de litologías menos permeables y más erosionables.

La sima Tanbo 2 se ha formado, bajo control estructural de la fracturación, profundizando un máximo de 20 m en la placa de arenisca, a la que infrayace una serie de lutitas y margas menos permeable, pero tambien con intercalaciones de arenisca. Las aguas de infiltración circulan preferencialmente en esta zona de contacto entre areniscas y lutitas, por debajo de los rellenos de sedimentos que conforman el suelo de la galería de la sima. La circulación hídrica subterránea sólo resulta apreciable, de modo intermitente, en períodos de aguas altas.

Esta circulación hídrica subterránea ha excavado la placa de arenisca, profundizando en ella verticalmente, disolviendo la rocacaja, ampliando los conductos hasta anchuras de 5-6 m en algunos tramos y, obviamente, removiendo los materiales desprendidos. Las secciones típicas de la galería principal, muestran bocas de sima y claraboyas, estrechas en la parte superior, y volúmenes subterráneos más amplios en la parte inferior.

Todo ello sugiere que la disolución en profundidad a lo largo de la galería, produce a su vez la remoción de la roca arenizada y de los bloques y lajas o lienzos de roca desprendidos, aunque algunos grandes bloques quedan no obstante acuñados entre las paredes. El progreso de la disolución y remoción de materiales en la base de la galería por la actividad hídrica ha ido de este modo ampliando los conductos hasta sus dimensiones actuales.

No obstante, puede también apreciarse que el buzamiento de las capas infrayacentes de lutitas y margas tiende a generar flujos laminares que dificultan la concentración del drenaje en un conducto único colector. Esta disposición en sándwich de paquetes de arenisca de unos 20 m de potencia, separados unos de otros por paquetes igualmente potentes de menor permeabilidad, determina que la excavación de cavidades quede confinada o restringida al espesor del paquete individual de arenisca en la serie de turbiditas del flysch. Este rasgo dificulta también la génesis de cavidades mayores, que teóricamente pudieran ser mucho más extensas y ramificadas si el espesor del paquete de arenisca fuera mayor.

La infiltración de las precipitaciones sobre la placa de arenisca se da de modo disperso. En este caso, el desarrollo longitudinal de la sima se ve facilitado y ocurre a expensas de un sistema de fracturas de descompresión mecánica que discurre en paralelo y en la vecindad del borde del escarpe lateral externo.

Así que en la génesis de la cavidad han actuado de modo conjunto procesos clásticos de descompresión mecánica de la roca, junto a procesos de disolución intergranular de la arenisca, y de disolución y remoción de materiales por actividad hídrica temporal a lo largo de la galería y bajo su relleno sedimentario.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La prospección de los afloramientos de arenisca de la Formación Jaizkibel ha ido aportando en los últimos años el hallazgo de todo un conjunto de cavidades que superan el centenar de metros de desarrollo (Galán, 2013; Galán & Rivas, 2013). Con el presente hallazgo se amplía este rango de dimensiones (para cuevas individuales) a 258 m de desarrollo y -70 m de desnivel, cifra nada despreciable para una litología que hasta hace poco era considerada no-karstificable y no apta para la formación de cuevas.

Hoy vemos por el contrario que la formación de cuevas y sistemas de drenaje subterráneo es un hecho común en esta litología, aunque a menudo queda circunscrito a las partes del flysch Eoceno que poseen los paquetes más potentes de estratos gruesos de arenisca. Múltiples evidencias sugieren que lo conocido es sólo "la punta del iceberg" y que la prospección detallada de estos terrenos puede poner al descubierto la existencia de cavidades aún mayores.

Salvando las distancias, es algo parecido a lo que ocurrió con el conocimiento del karst en cuarcitas y otras rocas silíceas relacionadas. En un lapso de 40 años se pasó de considerar que las cuarcitas eran rocas insolubles y no-karstificables, a la consideración actual de la existencia de un auténtico karst en cuarcita, con la presencia de grandes cavidades (en países como Venezuela, Brasil, Sudáfrica, o Australia), las cuales llegan a alcanzar desarrollos de más de 11 km y desniveles del orden de -700 m (Galán, 2013), produciéndose cada año sucesivos descubrimientos de cavidades mayores.

Esto llevó a la conocida y extensa polémica sobre terminología. Sobre la conveniencia o no de utilizar términos tales como karst, seudokart, parakarst, cavernamiento, morfología tipo Roraima, etc., para referirse a estos fenómenos de karstificación en rocas tradicionalmente consideradas insolubles o poco solubles (en comparación con la caliza del karst clásico). Algo resuelto hoy con la aceptación generalizada en los medios científicos (geológicos y espeleológicos) del término karst en cuarcita (Auler, 2002; Martini, 1982, 1987; Urbani, 1986, 1990, etc.). La existencia de disolución y karstificación tanto en cuarcita como en arenisca son hoy hechos constatados. En la arenisca de Jaizkibel existe una karstificación que es responsable tanto de la formación de distintos tipos de cavernas como de fenómenos y geoformas que tienen una manifestación más superficial, pero en cuya génesis están involucrados procesos subterráneos, de disolución intergranular de la roca, y no procesos erosivos de superficie.



Figura 21. Boca y zona de entrada de la Sima Tanbo 1, situada en la cota 50 m snm, al W de la placa de Tanbo 2.



Figura 22. Sima de -25 m de desnivel y 40 m de desarrollo explorada en 2008. Situada al W de la placa de Tanbo 2. Vertical de acceso, simas internas y galerías con diversas espeleotemas y recubrimientos orgánicos.



Figura 23. Exploración en 2010 de diversas cuevas de recubrimiento en una zona de grandes bloques, en la línea de costa, entre las puntas de Burrustarri y Tanbo. Un territorio salvaje, con potencial para ulteriores hallazgos de cavidades.

La utilización del prefijo "seudo" no es de nuestro agrado, porque resulta siempre poco consistente o ambiguo lo que pretende designar (seudo-cualquier-cosa parecerá siempre menos importante que la cosa en sí), pero no nos ha quedado más remedio que utilizarlo para seguir el léxico geológico establecido. Hemos fundamentado el uso del término seudokarst, para la arenisca de la Formación Jaizkibel, por considerar que en sus afloramientos predomina la ocurrencia de una red hidrográfica de superficie, normal, y que la presencia de drenajes subterráneos (y morfologías subterráneas asociadas) son fenómenos localizados, que dan lugar a acuíferos compartimentados, los cuales están lejos de abarcar a toda la formación. No obstante, claramente hemos insistido en la ocurrencia de karstificación en la arenisca, donde las cavidades y geoformas hoy conocidas son producidas básicamente por procesos de disolución intergranular de la roca, es decir, por procesos subterráneos (que actúan a diferentes escalas).

Por consiguiente, proponemos el uso de "karst en arenisca", pero teniendo en cuenta algunas restricciones en el objeto que se designa. Así no debería utilizarse el término para la Formación Jaizkibel en su conjunto (la Formación Jaizkibel no constituye un karst), ni tampoco para todos sus afloramientos de arenisca, sino que conviene restringirlo exclusivamente a los afloramientos más potentes, de estratos gruesos, cuya secuencia sólo se ve interrumpida por intercalaciones menores de otras litologías, y donde efectivamente existan manifestaciones kársticas de superficie y subterráneas. Que es lo que efectivamente ocurre en las partes centrales de la cadena costera de montes Igueldo-Mendizorrotz, Ulía y Jaizkibel.

De modo inverso, cabe destacar que la arenisca de Jaizkibel es un tipo particular de arenisca, ya que corresponde a avalanchas de turbiditas abisales, con secuencias monótonas y repetidas de las distintas litologías que caracterizan al flysch. Los espesores más grandes de arenas han sido depositados en secuencias gradadas, de distinta granulometría, en cada episodio turbidítico. Los sedimentos emplazados de este modo en los fondos abisales, según la posición espacial que ocupan en los abanicos de deyección submarinos, muestran heterogeneidad tanto en sentido horizontal como vertical. Probablemente los espesores mayores de secuencias casi in-interrumpidas de arenas, corresponden a la parte media de los canales distribuidores principales y lóbulos de dichos abánicos submarinos (Mutti, 1985; Van Vliet, 1982). Así que no se trata de grandes macizos o volúmenes de arenisca, de otros orígenes, sino de una secuencia peculiar de arenisca en la serie flysch Eocena de la Costa Vasca.

Por su peculiar naturaleza, los bancos de arenisca de cierto espesor en estratos gruesos, están desigualmente distribuidos en la serie flysch de Jaizkibel. Y la karstificación actúa sobre ellos desigualmente, acompañando al modelado de superficie del conjunto, y determinando (cuando varios factores favorables coinciden) la formación local de cavidades subterráneas de cierto desarrollo. Por consiguiente, estas resultan confinadas o circunscritas a los paquetes de litologías favorables que las contienen. A menudo limitadas a paquetes de sólo unos pocos estratos gruesos, otras veces teniendo como techo a estratos potentes y particularmente resistentes de la serie, a intercalaciones entre planos de estratificación, y por último a acumulaciones de grandes bloques de colapso y zonas de fractura en el borde de escarpes. Es decir, un conjunto de situaciones fisiográficas, que a menudo se presentan conjugadas en extrañas combinaciones.

En todo caso, independientemente de su origen y modo de ocurrencia, la presencia de karstificación y cavidades en arenisca, está develando que existe un gran potencial para la espeleogénesis y formación de distintos tipos de cavernas. Un hecho que hasta hace pocos años resultaba impensable, y que resulta un aliciente para proseguir la prospección de este abrupto y salvaje territorio.

AGRADECIMIENTOS

A todos los compañeros y colaboradores del Departamento de Espeleología de la S.C.Aranzadi que nos acompañaron en los trabajos de campo y/o que nos aportaron útiles recomendaciones, revisiones críticas y sugerencias. De modo especial a Garbiñe Albisu e Iñaki Pikabea, por indicarnos la localización de las bocas B1 y B2 de esta cavidad y sugerir su potencial interés.

BIBLIOGRAFIA

Auler, A. 2002. Karst areas in Brazil and the potential for major caves - an overview. Bol. Soc. Venezol. Espeleol., 36: 29-35.

Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. Munibe, S.C.Aranzadi, 31(1-2): 3-139.

Galán, C. 2001. Primeros datos sobre el Medio Subterráneo Superficial y otros habitats subterráneos transicionales en el País Vasco. Munibe Cienc.Nat., 51: 67-78.

Galán, C.; J. Rivas & M. Nieto. 2009. Formes pseudokarstiques dans le grès du flysch éocène côtier en Guipúzcoa (Pays basque espagnol). Karstologia, Assoc. Franc. Karstol. & Fed. Franc. Spéléol., 53: 27-40.

Galán, C. 2013. Cuevas, geoformas y karstificación en areniscas Eocenas de la Formación Jaizkibel: Actualización de datos para Mayo de 2013. Conferencia audiovisual Power point, Ayto. Hondarribia, Fund. Luberri, Jaizlkibel Amaharri. 10-5-2013. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 82 pp.

Galán, C. & J.M. Rivas. 2013. Un nuevo sistema de cuevas hidrológicamente activas en la arenisca de Jaizkibel, con espeleotemas de ópalo-A, calcita, y otros minerales secundarios. Web aranzadi-sciences.org, PDF, 16 pp.

Martini, J. 1982. Karst in Black Reef and Wolberg Group quarzite of the eastern Transvaal escarpment, South Africa. Bol SVE, 10(19): 99-114. Martini, J. 1987. Les phénoménes karstiques des quarzites d'Afrique du Sud. Karstologia, 9: 45-52.

Mutti, E. 1985. Turbidite systems and their relations to depositional sequences. In: Provenance from arenitas. Proceeding Nato-Asi meeting, Cetrazo-Cosenza, Italy. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Netherlands, 65-93.

Urbani, F.1986. Una revisión sobre las cavidades y demás formas relacionadas desarrolladas en las rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela. Interciencia, 11(6): 298-300.

Urbani, F. 1990. Algunos comentarios sobre terminología kárstica aplicada a rocas silíceas. Bol. Soc. Venezol. Espeleol., 24: 1-4.

Van Vliet, A. 1982. Submarine fans and associated deposits in the Lower Tertiary of Guipúzcoa (Northern Spain). Thesis Doct., Univ. Utrecht, Netherlands, 180 pp.