

**EXPLORACIÓN DE DOS NUEVAS CAVIDADES EN CALIZA DE EDAD JURÁSICO (LÍAS)  
EN EL VALLE DE USARROBI (LARRAUL, MACIZO DE ERNIO).**

Exploration of two new cavities in limestone of Jurassic age (Lias) in the valley of Usarrobi (Larraul, Ernio massif).



# EXPLORACIÓN DE DOS NUEVAS CAVIDADES EN CALIZA DE EDAD JURÁSICO (LÍAS) EN EL VALLE DE USARROBI (LARRAUL, MACIZO DE ERNIO).

Exploration of two new cavities in limestone of Jurassic age (Lias) in the valley of Usarrobi (Larraul, Ernio massif).

---

**Carlos GALÁN, Marian NIETO & Iñigo HERRAIZ.**

Laboratorio de Bioespeleología. Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Alto de Zorroaga. E-20014 San Sebastián - Spain.

E-mail: cegalham@yahoo.es

Agosto 2019.

## RESUMEN

El trabajo describe la exploración y estudio de dos nuevas simas, localizadas en el valle de Usarrobi (Larraul). La primera de ellas posee dos bocas verticales interconectadas por una galería inferior y se desarrolla en caliza margosa alterada, alcanzando 17 m de desarrollo y -7 m de desnivel. Posee fauna cavernícola troglófila y recubrimientos de moonmilk. La segunda es una sima-túnel, que recorren las aguas del río Usarrobi en un sector encañonado entre grandes peñascos, con abrigos adjuntos. Presenta una sala interna con un lago subterráneo, espeleotemas globulares de calcita, coladas y coloridas concreciones de oxi-hidróxidos de hierro. Totaliza 52 m de desarrollo y -12 m de desnivel. La cavidad se desarrolla bajo peñascos de caliza bioclástica y caliza margosa del Lias (Jurásico). Se describen los peculiares rasgos de estas cavidades, ilustrando el trabajo con fotografía digital.

*Palabras clave:* Karst, cuevas en caliza, Espeleología física, Hidrogeología, Biología subterránea.

## ABSTRACT

The work describes the exploration and study of two new abysses, located in the Valley of Usarrobi (Larraul). The first one has two vertical mouths interconnected by a lower gallery and is developed in altered marly limestone, reaching 17 m of development and -7 m of unevenness. It has troglophile cave fauna and moonmilk coatings. The second is a chasm-tunnel that runs through the waters of the Usarrobi River in a sector encased among large boulders, with shelters attached. It has an internal room with an underground lake, globular calcite speleothems, flowstone and colorful iron oxyhydroxides concretions. It totals 52 m of development and -12 m of unevenness. The cavity is developed under large blocks of bioclastic limestone and marly limestone of the Lias age (Jurassic). The peculiar features of these cavities are described, illustrating the work with digital photography.

*Keywords:* Karst, Limestone caves, Physical Speleology, Hydrogeology, Subterranean Biology.

## INTRODUCCION

El valle del arroyo Usarrobi, tributario del de Asteasu, separa los montes Ernio (1.075 m snm) y Gazume (1.006 m snm) en su parte E, extendiéndose 4 km entre el collado de Zelatum y la confluencia de ambos valles. En su cabecera, a 690 m de altitud, se localiza (sobre el flanco NE de Ernio) la sima de Odri'ko leizea, la cual desciende -100 m de desnivel y posee un río subterráneo con 440 m de desarrollo de galerías, en calizas de edad Cretácico temprano pertenecientes a la unidad de Gazume (Galán, 1988).

El trazado de las galerías de Odri y su proximidad a una falla W-E sugerían un drenaje subterráneo hacia el E, hacia una surgencia en el curso bajo del arroyo Usarrobi, en calizas y margas de edad Jurásico. En su recorrido el valle atraviesa distintas unidades litológicas, de variable permeabilidad, distinta composición (calizas, margocalizas, margas, lutitas y limolitas) y de distintas edades, que abarcan desde el Jurásico basal hasta el Cretácico (complejo Urgoniano, Aptiense). Hasta el valle llega también el extremo S de un borde cabalgante extenso y sinuoso, donde afloran areniscas silíceas y lutitas negras (Supraurgoniano, Albiense) que cabalgan sobre margocalizas del Lias (Jurásico temprano). En suma, un área de innegable complejidad, cuyo funcionamiento hidrogeológico (y en particular el drenaje de Odri) interesaba elucidar, con la posibilidad potencial de hallar nuevas cavidades, ya que se trata de un sector periférico de Ernio poco frecuentado y apenas conocido.

Al respecto, muchas exploraciones efectuadas en años recientes, en sectores poco investigados de Ernio (que se suponía desprovistos de cavidades), han aportado hallazgos de interés (Galán & Rivas, 2012; Galán et al, 2011a, 2011b, 2018), destacando la sima de Kurpita (en el flanco Sur de Ernio), cavidad de -270 m de desnivel y 880 m de desarrollo. Por ello dirigimos nuestra atención a prospectar el valle de Usarrobi, con el objeto de localizar nuevas cavidades y/o puntos de surgencia.

## MATERIAL Y METODOS

En la prospección y exploración de las cavidades se utilizaron frontales con iluminación de Leds y cuerda estática de apoyo. Se efectuaron levantamientos topográficos con instrumental de precisión Suunto (brújula y clinómetro). Los planos fueron dibujados en formato digital con programa Freehand. Se tomaron fotos a color con una cámara Panasonic, a fin de ilustrar los principales rasgos de las simas y la geomorfología de su entorno.

## RESULTADOS

Las exploraciones efectuadas se extendieron a lo largo del valle de Usarrobi, remontando el cauce del barranco y revisando los afloramientos de caliza discernibles en su parte baja. En este recorrido seguimos principalmente el talweg, en época de estiaje, buscando zonas de surgencia y probables bocas de trop-plein o cuevas colgadas en los flancos, realizando observaciones sobre la litología y geomorfología del área prospectada (Figuras 01-03).

Nuestras exploraciones partieron de la confluencia con el arroyo Asteasu (cota 140 m snm) y se extendieron río arriba por 2,5 km, hasta la cota aproximada de 440 m snm (Figuras 09-10), donde finalizan los afloramientos de margas y calizas del Jurásico y dan paso a lutitas del Weald y facies de implantación del Urganiano, terrenos estos poco o nada permeables que separan los acuíferos kársticos del complejo Urganiano (de la zona alta) de los materiales Jurásicos permeables (de la zona inferior).

En este tramo del valle hallamos dos nuevas cavidades, de moderadas dimensiones y curiosas características, situadas a cotas de 230 y 290 m snm. A lo largo del trayecto encontramos varios aportes hídricos laterales y vaguadas de régimen hídrico temporal, en muchos casos con coladas de toba calcárea, formadas por la escorrentía procedente de los flancos en áreas de caliza y caliza margosa del Jurásico (Lías). Pero no hallamos surgencias apreciables. El valle lleva agua en superficie (hasta su cabecera), con variaciones de caudal atribuibles a circulaciones por el subálveo del cauce de bloques y cantos rodados. Nuestra impresión es que puede haber zonas de surgencia difusas, en varios tramos, así como zonas de recarga, donde parte del caudal del arroyo Usarrobi se infiltra en las calizas Jurásicas, para derivar a una surgencia inferior fuera del valle: surgencia de Matxinzulo, localizada al NE de Larraul en la cota 100 m snm sobre el valle de Asteasu (en el contacto de los materiales Jurásicos del Lías con el Keuper, Triás), con un caudal medio de 70 l/s (EVE, 1996). Otra surgencia menor, Intxausti, localizada en el frente del cabalgamiento, drena parte del Jurásico Sur de Gazume, presenta un caudal de 5-10 l/s, y se localiza a 340 m snm, colgada sobre la ladera al N del valle.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

Las rocas aflorantes a lo largo del tramo prospectado del valle de Usarrobi comprenden facies típicas del denominado Lías margoso (EVE, 1987). Predominan margas gris azulado que alternan con bancos de calizas margosas grises y margocalizas. Estos materiales frecuentemente se encuentran alterados, presentando entonces un aspecto arcilloso con tonalidades pardo-amarillentas e incluso rojizas. En los bancos duros predominan los términos calizos y margocalizos sobre las margas y en ellos son frecuentes los ammonites y belemnites. A techo se sitúa un paquete de calizas margosas y calizas bioclásticas estratificadas con nódulos de sílex, que corresponde al techo del Lías y base del Dogger. Los niveles más calcáreos se pueden clasificar como micritas arcillosas y biomicritas bioclásticas con restos de belemnites. Estos materiales fueron depositados en un medio de plataforma marina, abierta, y de escasa energía (EVE, 1987). La primera de las cavidades exploradas (sima Usarrobi 01) se desarrolla calizas margosas grises, alteradas, de color pardo-amarillento, mientras que la segunda (sima Usarrobi 02) se desarrolla en un tramo encañonado del valle, con bloques desprendidos, de calizas bioclásticas y calizas nodulosas con sílex, que forma una banda de extensión reducida.

## DESCRIPCIÓN DE CAVIDADES

### Sima Usarrobi 01.

Situación: A 1.750 m al WSW de la confluencia del valle de Usarrobi con el valle de Asteasu. TM: Larraul (Gipuzkoa).

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.781.674; E 570.306; Altitud 291 m snm.

Dimensiones: Desnivel: -7 m; Desarrollo espacial: 17 m. Figuras 04-08. Plano en Figura 22.

Descripción: Se localiza en una repisa en la margen izquierda del río, a +8 m sobre el nivel del cauce. Consta de dos bocas de sima, de -5 m cada una, enlazadas por una galería inferior descendente, de 7 m de largo, obstruida por colapsos, la cual conduce un pequeño drenaje hacia el río. Se puede descender en oposición con ayuda de cuerda. La roca-caja es una caliza margosa, alterada, de tonos ocres, con numerosos revestimientos arcillosos y delgados recubrimientos blancos de moonmilk de calcita, muy porosos e hidratados. A pesar de su pequeño tamaño, está habitada por especies troglófilas de caracoles terrestres *Oxychillus sp.* (Zonitidae), opiliones *Ischyropsalis nodifera* (Ischyropsalididae) y coleópteros *Ceuthosphodrus (Actenipus) oblongus* (Carabidae).



**Figura 01.** Prospecciones a lo largo del cauce del valle de Usarrobi, sobre la cota 200 m snm.



**Figura 02.** A lo largo del valle hay leves variaciones de caudal, atribuibles a circulaciones por el subálveo del cauce.



**Figura 03.** El valle de Usarrobi presenta un perfil subhorizontal con pequeños escalones (caudal en aguas bajas).



**Figura 04.** Sima Usarrobi 01: boca superior, abierta en una repisa sobre el cauce del río.



**Figura 05.** Descenso con ayuda de cuerda a la galería inferior de la sima Usarrobi 01 (imagen superior) y detalle de caracoles terrestres *Oxychillus* sp. (Zonitidae) (imagen inferior).





**Figura 06.** Especies troglófilas de coleópteros *Ceuthosphodrus (Actenipus) oblongus* (Carabidae) (imagen superior) y opiliones *Ischyropsalis nodifera* (Ischyropsalididae) (imagen inferior).



**Figura 07.** Sima Usarrobi 01. La roca-caja es una caliza margosa alterada, de aspecto arcilloso y color ocre, y la galería presenta numerosos recubrimientos blancos de moonmilk de calcita, de origen biogénico.



**Figura 08.** Vista de la sima Usarobi 01 desde el interior y ascenso en oposición, con ayuda de cuerda estática.



Figura 09. Cauce del río sobre la cota 300 m snm y cascada sobre coladas laterales de toba calcárea.



**Figura 10.** Cascada sobre toba calcárea en el cauce principal y tramo superior del río hacia la cota 400 m snm.



**Figura 11.** Boca superior (sumidero) y abrigo adyacente de la sima Usarrobi 02 (imagen superior). Cascada y lago subterráneo en la sala central de la cueva-túnel (imagen inferior).

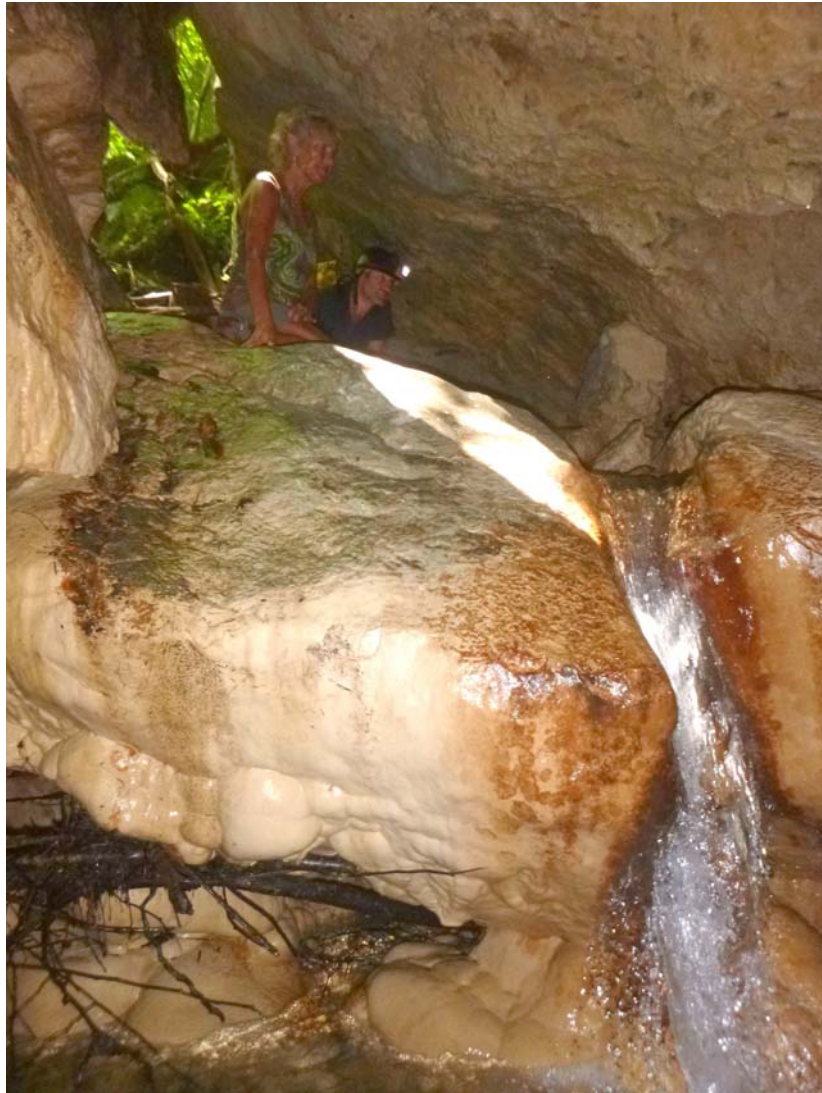


**Figura 12.** Detalle de cascada y espeleotemas globulares de calcita en la sima 02.



**Figura 13.** Lago subterráneo en Usarrobi 02. La roca-caja es una caliza bioclástica estratificada con nódulos de sílex. La sala posee pequeños laterales y numerosos recubrimientos de coladas de calcita.





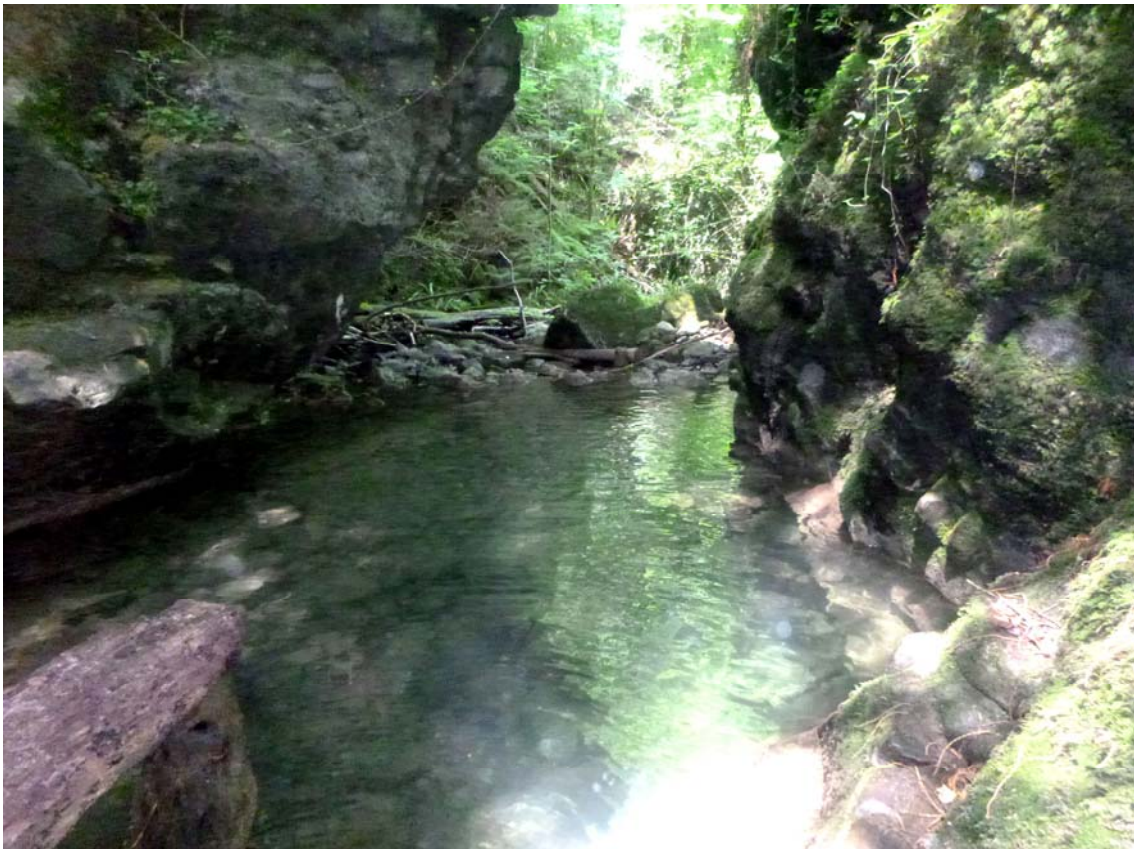
**Figura 14.** Detalle de coladas de calcita teñidas por oxi-hidróxidos de hierro.



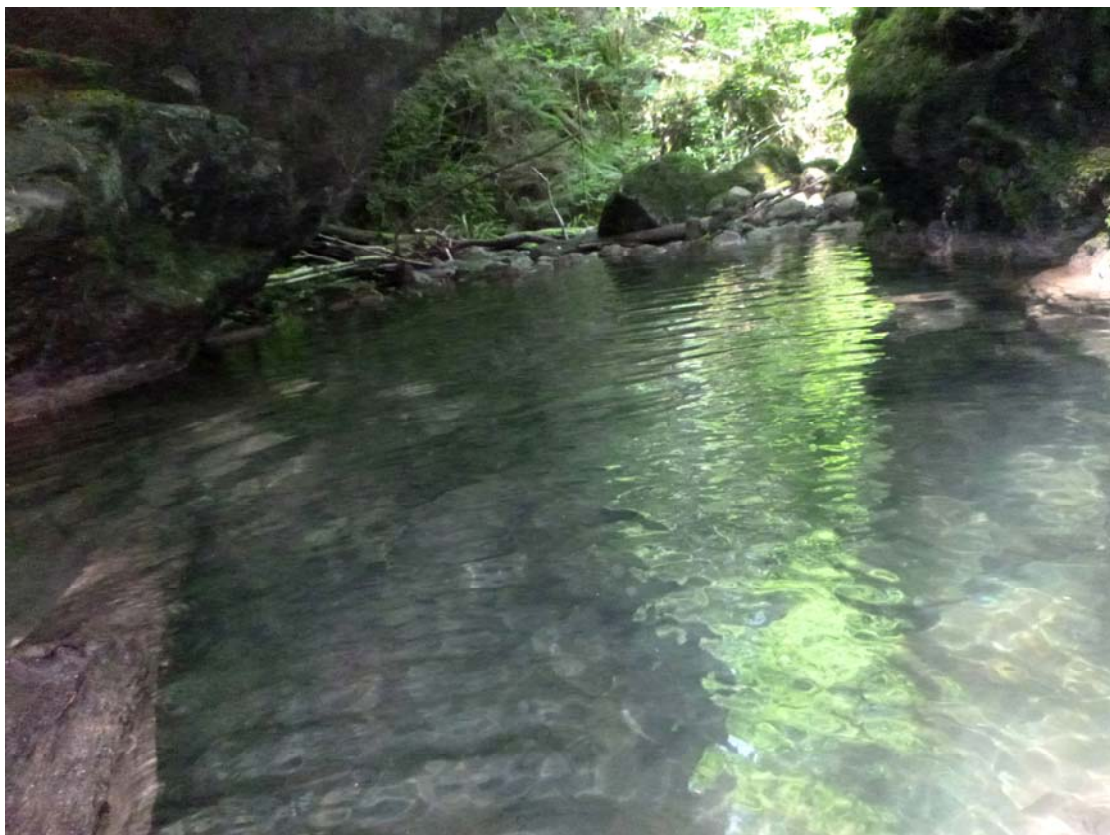
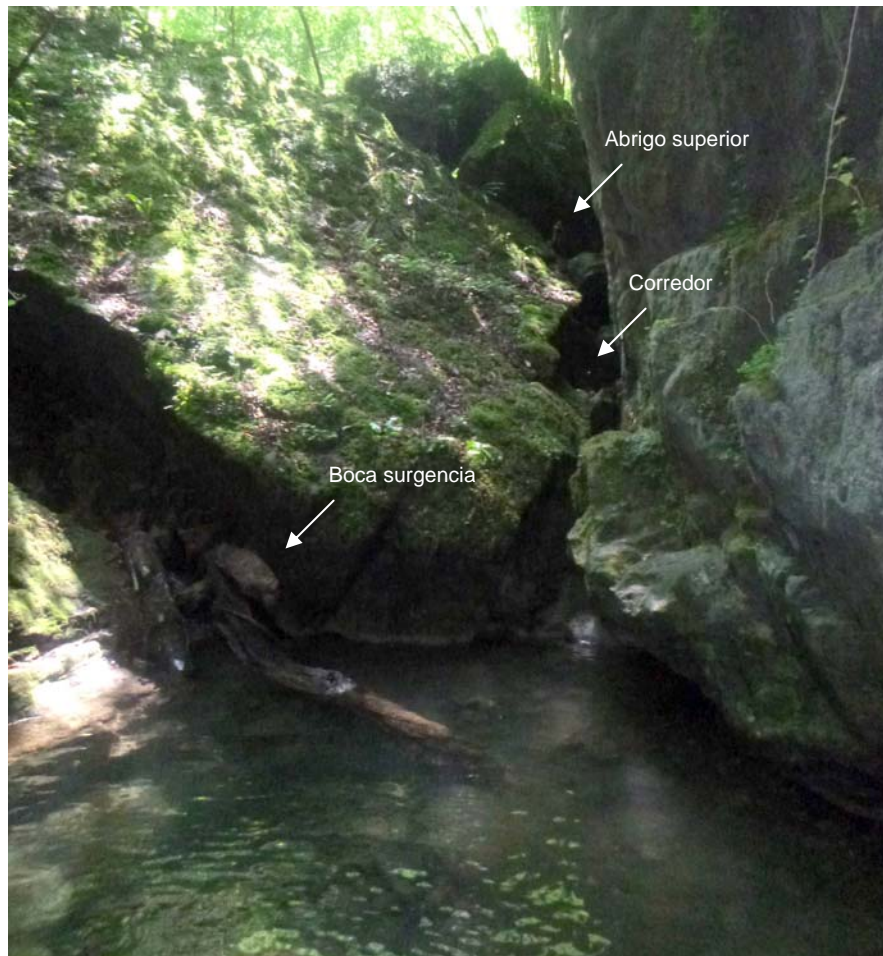
**Figura 15.** Orilla del lago y continuación de la galería inferior, con numerosos troncos arrastrados por las crecidas.



**Figura 16.** Grandes cantos rodados tenidos por oxi-hidróxidos de hierro y tapices de algas.



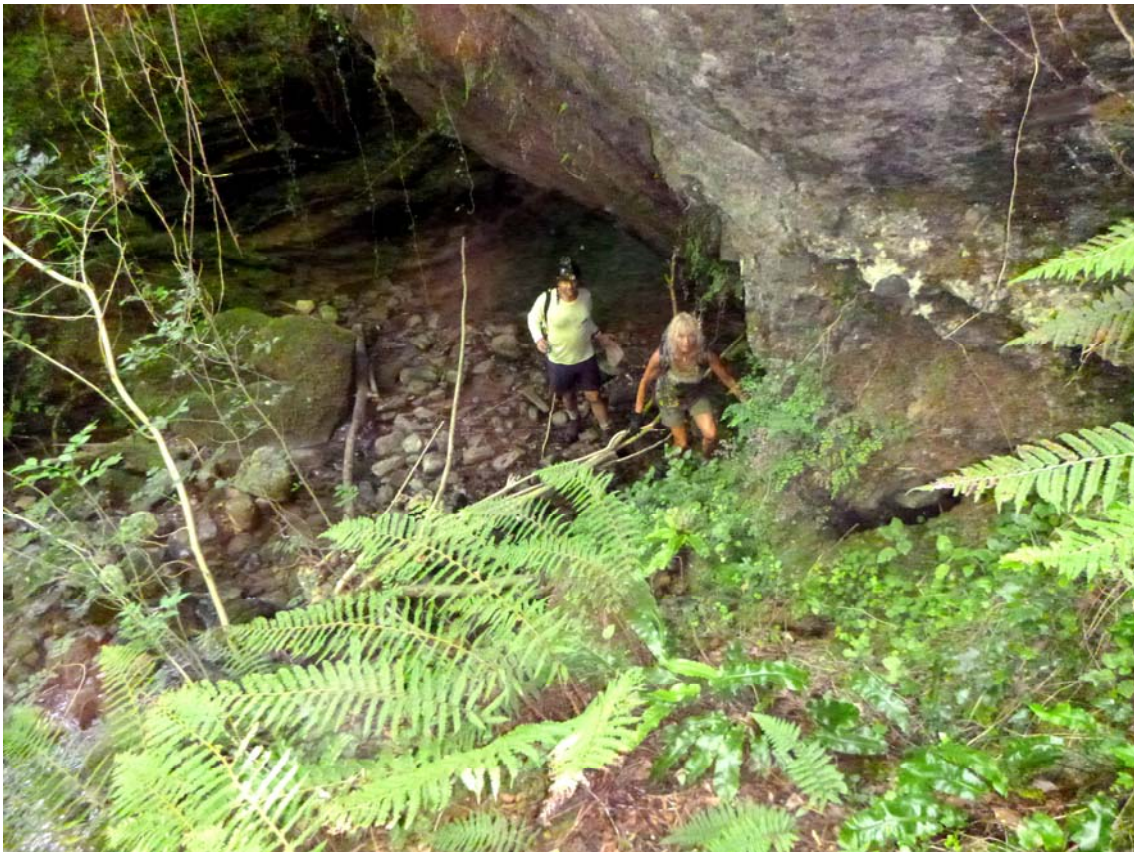
**Figura 17.** La boca inferior (surgencia), con claraboya y corredor lateral techado (arriba), desemboca en una extensa poza de aguas profundas, con abrigos techados bajo las paredes de la margen izquierda (debajo).



**Figura 18.** Detalles de la boca surgencia, con el corredor que enlaza con un abrigo superior bajo un gran bloque. Y detalle de las paredes extraplomadas de los peñascos en la margen izquierda, con largos abrigos techados.



**Figura 19.** Detalle de concreciones de oxi-hidróxidos de Fe en las paredes de un abrigo en el margen de la poza.



**Figura 20.** Abrigos de Usarrobi 02 en la base de los peñascos de la margen izquierda.



**Figura 21.** Ejemplar juvenil de *Salamandra salamandra* (Urodelos: Salamandridae) y adultos de libélulas azules *Calopteryx virgo* (Odonatos Zygoptera: Calopterygidae), en la zona de entrada de la sima Usarrobi 02.

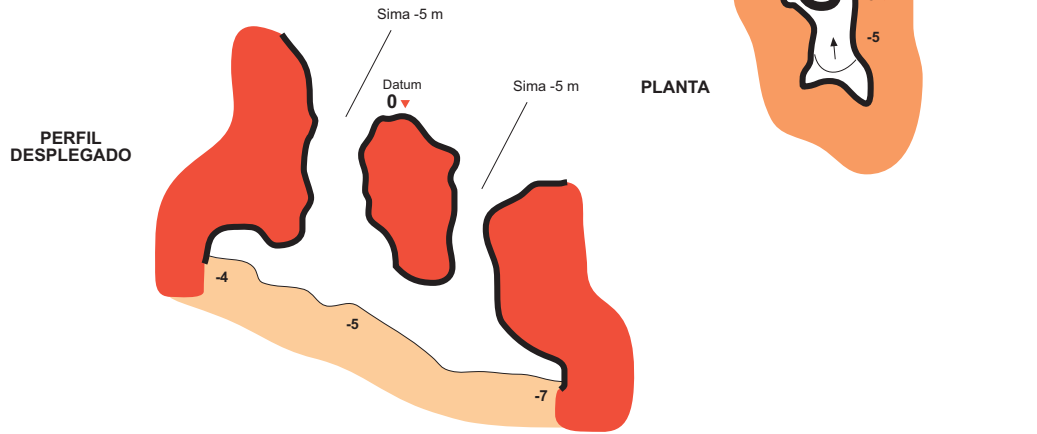


Figura 22. Plano de las cavidades.

### Sima Usarrobi 01



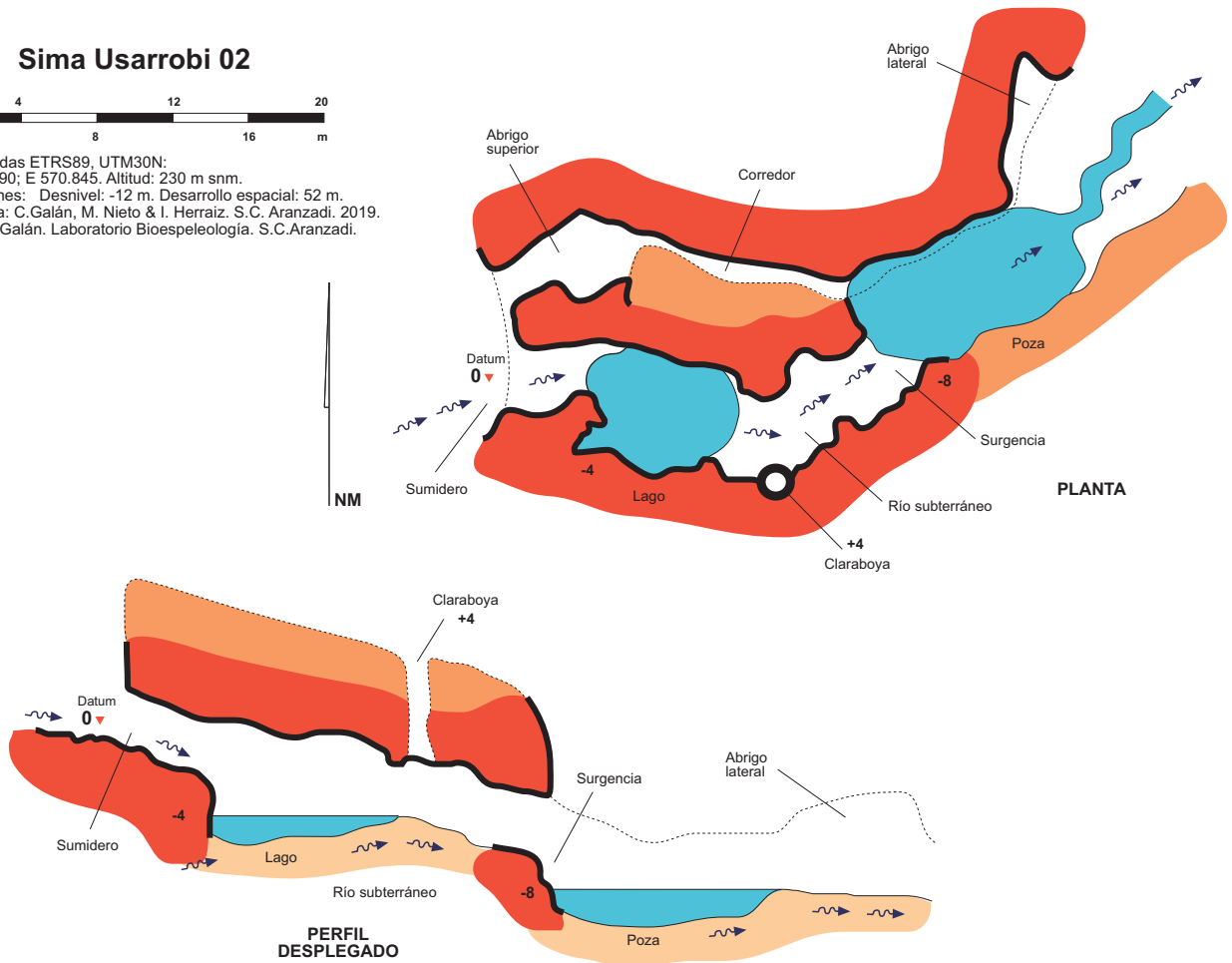
Coordenadas ETRS89, UTM30N:  
 N 4.781.674; E 570.306. Altitud: 291 m snm.  
 Dimensiones: Desnivel: -7 m. Desarrollo espacial: 17 m.  
 Topografía: C.Galán, M. Nieto & I. Herraiz. S.C. Aranzadi. 2019.  
 Dibujo: C.Galán. Laboratorio Bioespeleología. S.C.Aranzadi.



### Sima Usarrobi 02



Coordenadas ETRS89, UTM30N:  
 N 4.781.990; E 570.845. Altitud: 230 m snm.  
 Dimensiones: Desnivel: -12 m. Desarrollo espacial: 52 m.  
 Topografía: C.Galán, M. Nieto & I. Herraiz. S.C. Aranzadi. 2019.  
 Dibujo: C.Galán. Laboratorio Bioespeleología. S.C.Aranzadi.



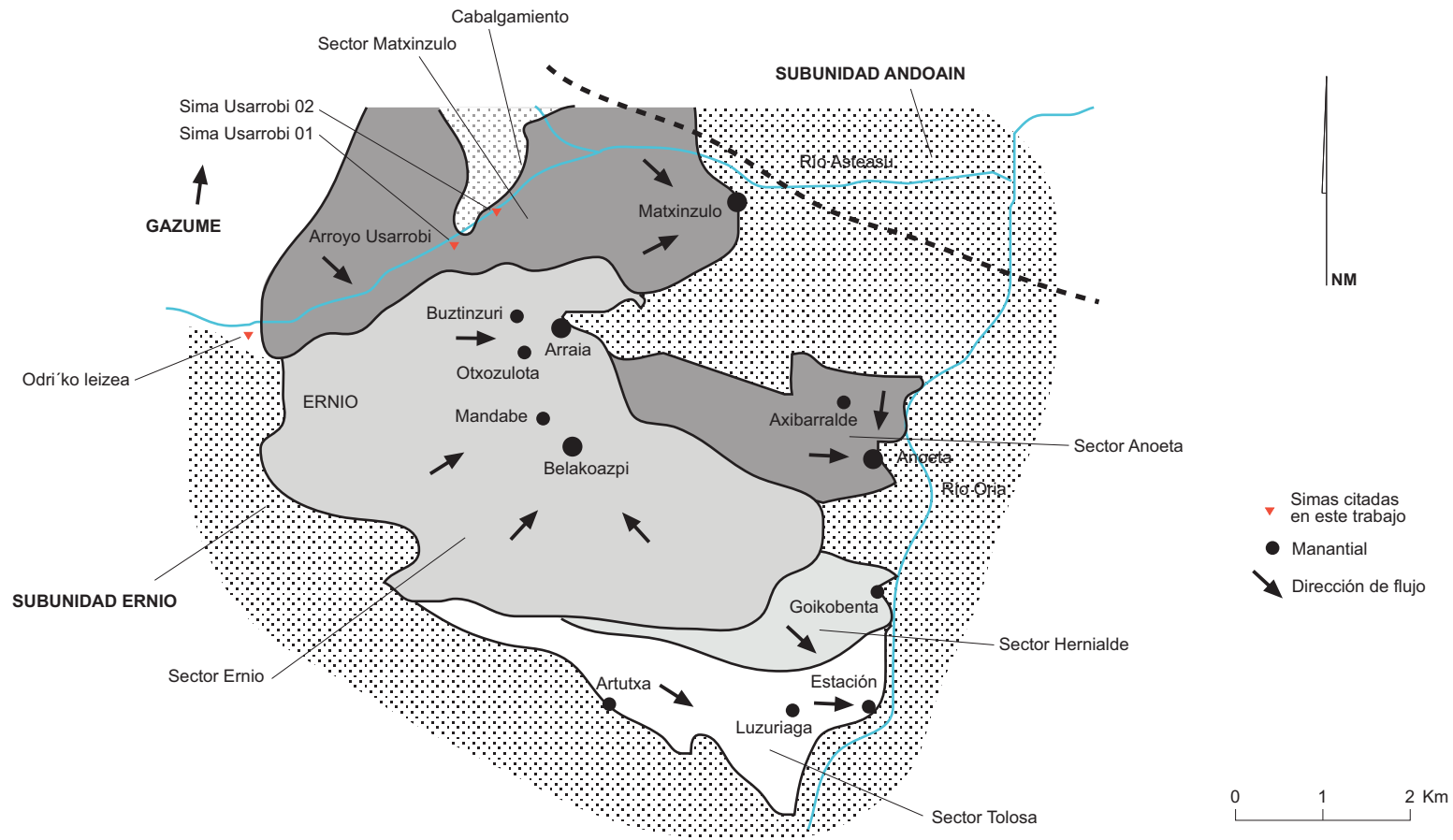


Figura 23. Esquema de subunidades y sectores del macizo de Ernio - Subunidad Ernio con localización de cavidades y surgencias. Fuente: EVE (1996) y datos de campo.

## **Sima Usarrobi 02.**

Situación: A 1.150 m al SW de la confluencia. A 600 m al ENE de la sima Usarrobi 01. TM: Larraul (Gipuzkoa).

Coordenadas ETRS89, UTM 30N: N 4.781.990; E 570.845; Altitud 230 m snm.

Dimensiones: Desnivel: -12 m; Desarrollo espacial: 52 m. Figuras 11-21. Plano en Figura 22.

Descripción: Es una cueva-sima que forma un túnel en el cauce del valle entre grandes peñascos. La boca superior (sumidero) es una pequeña galería que presenta una vertical con cascada, de -2,5 m, sobre roca lisa, la cual no se puede remontar desde abajo, por lo que para recorrer toda la cavidad hay que entrar por la boca superior (sima).

La cascada da paso a una amplia sala, con un lago subterráneo o poza profunda (1,5 m de agua). Las orillas del lago tienen pequeños laterales y numerosas coladas estalagmíticas de calcita, con curiosas formas globulares. La sala prosigue en galería escalonada descendente abierta a una boca inferior (surgencia) de 6 m de diámetro. La sala posee también una alta claraboya, sobre la boca inferior.

Al lado de la boca superior hay otro abrigo techado menor, que enlaza con un corredor entre los peñascos, el cual desciende hasta la poza de agua donde se abre la surgencia. Siguiendo la orilla de esta poza, con el agua a la cintura, se bordea la pared de otro peñasco, extraplomado, el cual forma un largo abrigo techado que se extiende en el lado opuesto de la poza por fuera del cauce. Tanto en este abrigo, como en la galería inferior surgente, hay coloridas concreciones rojizo-anaranjadas de oxi-hidróxidos de hierro. La roca-caja es una caliza bioclástica estratificada, con nódulos de sílex, del Lías - Dogger. En el interior de la cavidad hay numerosos restos de troncos de árboles y ramas arrastrados por las crecidas.

La cueva en sí tiene un desarrollo de 24 m, pero si le sumamos el abrigo en continuidad con la boca superior, el corredor techado y los abrigos inferiores, su desarrollo espacial total asciende a 52 m y el desnivel a -12 m (en el cauce el desnivel del túnel que atraviesa el río es de -8 m).

En la zona de la boca superior encontramos ejemplares juveniles de *Salamandra salamandra* (Urodela: Salamandridae) y adultos en vuelo de libélulas azules psb. *Calopteryx virgo* (Odonata: Zygoptera: Calopterygidae). En el río dentro de la cavidad observamos larvas acuáticas de odonatos (posiblemente de la especie antes citada), larvas y estuches de tricópteros Limnephilidae indeterminados y anfípodos *Echinogammarus berilloni* (Gammaridae), hallados previamente en otras cavidades de Ernio (Galán, 1993). Todos ellos representantes troglóxicos que forman parte de la fauna epigea de las aguas y orillas del arroyo de Usarrobi.

## **HIDROGEOLOGÍA**

Hidrologicamente el sector forma parte del acuífero de Matxinzulo, con descarga en el manantial del mismo nombre, el cual drena una estribación del macizo de Ernio que se extiende entre Ernio txiki y Larraul, y una pequeña parte del flanco SE de Gazume que da al valle de Usarrobi. La recarga de este acuífero procede de la infiltración de la precipitación caída sobre los términos permeables del afloramiento y de los aportes de la cuenca vertiente sobre los materiales margosos de más baja permeabilidad. La colmatación de las fisuras y conductos parece ser importante y llega a reducir de un modo muy notable la permeabilidad de la formación cuando adopta la forma de depósitos arcillosos, como se ha observado en sondeos perforados en la zona (EVE, 1996).

La descarga del drenaje subterráneo se realiza principalmente por el manantial Matxinzulo, con un caudal medio estimado de 70 l/s, y otros manantiales de menor entidad. Pero obsérvese que parte de los recursos hídricos circula en superficie, por el cauce del valle de Usarrobi (y luego del arroyo Asteasu), pudiendo actuar éste como nivel de base local (Figura 23).

El tramo explorado del valle tiene un perfil subhorizontal (con pequeños escalones) y corta los afloramientos margo-calizos permeables a lo largo de 2,5 km, con lo cual, además de facilitar una salida difusa de las aguas subterráneas (procedente de zonas a mayor cota) a lo largo de su talweg, puede establecer complejas relaciones entre la red de drenaje superficial y la subterránea. Es probable que el arroyo de Usarrobi actúe en aguas altas como elemento de drenaje y en épocas de estiaje recargue en parte el acuífero kárstico adyacente que descarga en Matxinzulo.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Por lo observado en campo, nos parece que el pequeño caudal del drenaje subterráneo de la sima de Odri sigue resultando una incógnita, y bien puede emerger en forma difusa en el talweg del valle de Usarrobi, o bien puede derivar hacia el N (pasando bajo el valle) hacia la importante surgencia de Granada erreka (localizada al N, en el valle de Altzolaras, en la cota 260 m snm), la cual drena la mayor parte del afloramiento Urgoniano de Gazume, con un caudal medio de 130 l/s (EVE, 1996).

Al respecto, la boca de la sima de Odri está localizada en la cota 690 m snm, a 50 m al S del cauce, el cual discurre en este tramo sobre la cota 630 m snm. Por lo que su sifón terminal (cota -100 m) profundiza 40 m por debajo del cauce de Usarrobi en el sector. Con lo cual las aguas pueden derivar siguiendo el afloramiento Urgoniano hacia el N, alimentando el acuífero de Gazume que descarga en la surgencia de Granada erreka.

La segunda alternativa, que perfore los materiales arcillosos del Weald y base del Urgoniano, para derivar hacia los afloramientos Jurásicos inferiores, y así alimentar el acuífero de Matxinzulo, nos parece mucho más improbable. Sobre todo porque no se aprecian pérdidas importantes de caudal en el talweg inferior de Usarrobi así como tampoco puntos de surgencia apreciables. Además se trata de acuíferos kársticos con sectores muy confinados y de escasa conectividad hidráulica (EVE, 1996), por lo que las circulaciones son muy lentas, salvo en el caso de desarrollo de conductos preferenciales. La solución del tema la suministraría un ensayo con trazadores en el río subterráneo de Odri, controlando distintos puntos del río y las surgencias de Granada erreka y Matxinzulo.

Las dos cavidades exploradas son de modestas dimensiones y no encontramos otras evidencias para resolver el interrogante del drenaje subterráneo del sistema de Odri. La sima Usarrobi 01 suministra un ejemplo de pequeños drenajes subterráneos, desde los flancos carbonáticos, hacia el nivel de base local impuesto por el talweg de Usarrobi. Pero ello no descarta que la mayor parte de la infiltración derive hacia el acuífero Jurásico inferior, con surgencia en Matxinzulo, como lo prueba el importante volumen de su descarga.

La sima Usarrobi 02 constituye un ejemplo curioso de perforación hidrogeológica entre grandes peñascos y paredes que cierran un sector encañonado del cauce del valle.

Las cavidades poseen además una variada representación faunística, que incluye especies troglóxenas o epígeas, pero también varias especies cavernícolas troglófilas.

El trabajo, de naturaleza descriptiva, aporta el hallazgo de dos nuevas cavidades al Catálogo Espeleológico de Gipuzkoa, así como detalles de interés científico sobre la hidrogeología, geomorfología y biología subterránea del macizo de Ernio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los compañeros y colaboradores que nos acompañaron en prospecciones anteriores efectuadas en distintas áreas del karst de Ernio. A dos árbitros de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- EVE - Ente Vasco de Energía. 1987. Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000. Memoria de la Hoja 64-III Villabona. Gobierno Vasco. 60 pp.
- EVE - Ente Vasco de Energía. 1996. Mapa Hidrogeológico del País Vasco a escala 1:100.000 & Memoria descriptiva. Gobierno Vasco. 383 pp.
- Galán, C. 1988. Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos. *Munibe, S.C.Aranzadi*, 40: 73-89.
- Galán, C. 1993. Fauna Hipógea de Gipuzkoa: su ecología, biogeografía y evolución. *Munibe (Ciencias Naturales), S.C.Aranzadi*, 45 (número monográfico): 1-163. (Reedición digital 2000 en: *Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org*).
- Galán, C.; I. Herraiz; M. Nieto & J. Rivas. 2011a. La Sima de Urrepitxarra (macizo de Ernio, Gipuzkoa, País Vasco) y su fauna subterránea. *Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, PDF*, 16 pp.
- Galán, C.; J. Rivas; M. Nieto & I. Herraiz. 2011b. Exploración de la zona terminal de Sagain zelaia 'ko koba (macizo de Ernio) con notas sobre fenómenos de rotura natural de espeleotemas por descompresión mecánica, soliflucción y subsidencia. *Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF*, 24 pp.
- Galán, C. & J.M. Rivas. 2012. Las simas de Igorre y Kurpita, nuevo sistema subterráneo de -270 m de desnivel (macizo de Ernio, País Vasco): Descripción, topografía e hidrogeología. *Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF*, 30 pp.
- Galán, C.; J.M. Rivas; M. Nieto & I. Herraiz. 2018. Notas sobre el karst de Emiozabal (Macizo de Ernio, Gipuzkoa). *Publ. Dpto. Espeleo. S.C. Aranzadi. Web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF*, 26 pp.