

Sistema Roraima Sur, Venezuela, la mayor caverna del mundo en cuarcitas: 11 km.

Roraima Sur system, Venezuela, the longest cave in quartzites of the world: 11 km.



Carlos Galán^{1,2} ; Francisco F. Herrera¹ & Rafael Carreño¹.

¹Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE). Apartado 47.334, Caracas 1041-A, Venezuela &

²Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA). Alto de Zorroaga, 20014 San Sebastián, España.

e-mail: cegalham@yahoo.es

Marzo 2005.

Sistema Roraima Sur, Venezuela, la mayor caverna del mundo en cuarcitas: 11 km.

Roraima Sur system, Venezuela, the longest cave in quartzites of the world: 11 km.

Carlos Galán^{1,2} ; Francisco F. Herrera¹ & Rafael Carreño¹.

¹Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE). Apartado 47.334, Caracas 1041-A, Venezuela &

²Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA). Alto de Zorroaga, 20014 San Sebastián, España.

e-mail: cegalham@yahoo.es

Marzo 2005.

RESUMEN.

Se describe el sistema Roraima Sur, formado en cuarcitas y rocas silíceas relacionadas del Grupo Roraima (de edad Precámbrico inferior). La cavidad se localiza en la cumbre del tepuy Roraima (Guayana Venezolana) y fue explorada por la SVE en varios años. Actualmente forma una única cavidad (red interconectada), con 10.820 m de desarrollo y -72 m de desnivel. La cavidad presenta rasgos geológicos e hidrológicos de gran interés para comprender la génesis y evolución del karst en cuarcitas.

INTRODUCCION.

El conocimiento sobre el karst en cuarcitas (cuarzo-arenitas) está aún en sus fases iniciales. Debido a la baja solubilidad y baja tasa de disolución del cuarzo durante largo tiempo se creyó que no era posible la formación del karst y de cavidades en este tipo de rocas, extraordinariamente duras y compactas.

A partir de los años 70's se fueron explorando cavidades (principalmente en Venezuela, Brasil y Sudáfrica), con predominio de grandes simas verticales (de hasta -480 m de desnivel), a veces de gran volumen interno (Sarisariñama,



Aonda, Auyantepuy Norte), pero de moderado desarrollo horizontal. Pocas cuevas en cuarcitas en el mundo alcanzaban 1 km de desarrollo. Hasta hace dos años la cueva en cuarcita de mayor desarrollo era de 3 km (Sima do Centenario, Brasil). Los hallazgos recientes en Roraima Sur triplican los desarrollos previos y demuestran que, bajo especiales circunstancias, también puede formarse un extenso y potente karst en rocas silíceas, comparable en muchos sentidos al karst clásico en calizas.

Los trabajos de la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE) en la Guayana Venezolana han permitido explorar 89 cavidades. La mayoría de ellas son grandes simas, de trazado rectilíneo o escalonado, cuyas bocas fueron localizadas mediante reconocimiento aéreo sobre las inaccesibles cumbres de los tepuys o mesetas de cuarcita del Sur de Venezuela. El sistema que nos ocupa, en cambio, presenta bocas de moderadas o pequeñas dimensiones, sólo reconocibles mediante la prospección directa. Las bocas quedan además enmascaradas en un abrupto relieve, con gran número de grietas, pequeños cañones y rellenos de bloques. De hecho, 12 de las 18 bocas fueron halladas a partir de las galerías internas.

Los primeros datos sobre el sistema fueron obtenidos en 1994, cuando se encontró y exploró parcialmente la primera boca. Sucesivas exploraciones permitieron conectar varias bocas, encontrando sobre el terreno otras adicionales. En 2003-2004, al enlazar un total de 8 bocas (subsistema Roraima Sur 1), se obtuvo un desarrollo de 6.042 m, lo que hacía de esta cavidad la mayor del mundo en cuarcitas. En dichas salidas se localizó y exploró sobre 500 m un segundo subsistema (Sima Roraima Sur 2). Dos expediciones en 2005 topografiaron 4,8 km adicionales en Sima 2, descubriendo cuatro espectaculares bocas abiertas a -70 m sobre la pared exterior del tepuy, y permitieron enlazar ambos subsistemas. El drenaje subterráneo, del cual fue encontrado el colector principal (río subterráneo de 250 l/s de caudal



medio), deriva a través de fisuras verticales hasta una zona de surgencias situadas en la base de la pared, 700 m bajo la cumbre.

En las exploraciones de 2004-2005, cuyos resultados presentamos en esta nota, la SVE contó con la colaboración de varios integrantes de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (SCA, País Vasco - España) y de la Oxford University Caving Club (OUCC, Inglaterra).

La topografía de la cavidad (se trata de una única cavidad, interconectada, con 18 bocas) alcanza actualmente 10.820 m de desarrollo y -72 m de desnivel, habiéndose explorado 400 m adicionales de pequeñas prolongaciones. La caverna, con algo más de 11 km, constituye el mayor sistema subterráneo y actual record del mundo en cuarcitas.

CONTEXTO GEOGRAFICO.

El sistema Roraima Sur se encuentra en la cumbre de Roraima (2.810 m de altitud), al sur del punto triple de la frontera Venezuela – Brasil – Guyana, próximo a la pared S-SW y enteramente en territorio venezolano. Sus coordenadas UTM (boca superior) son: N 570430, E 746780, altitud 2.746 m.snm., huso WGS 84, zona 20 N.

La aproximación para acceder a la cumbre es larga (2 días de marcha) y salva 40 km de distancia y 2.000 m de desnivel. A pesar de estar en una zona tropical, a 5° al N del ecuador, la altitud de la cavidad determina que la temperatura sea templada (aguas subterráneas a 12°C). En superficie la temperatura ambiente oscila diariamente entre 25°C y 5°C. Las precipitaciones en la región son importantes y agregan dificultades adicionales. La zona de Roraima y Kukenán constituye un núcleo de altas precipitaciones (5.700 mm/a), con un período “seco” muy poco marcado, que abarca los tres primeros meses del año. Las cumbres de estas montañas, expuestas a vientos de componente E (NE a SE), reciben todas las nubes procedentes de las selvas bajas de Guyana. La mayoría de los días del año la cumbre de Roraima permanece cubierta, con frecuentes lloviznas y lluvias, intercaladas con claros en los que la radiación solar incidente es fuerte. La topografía plana y casi enteramente rocosa de la cumbre (de unos 10 x 15 km de extensión) determina que las aguas de lluvia caídas fluyan con rapidez para generar altas cascadas al alcanzar los bordes de la meseta. Cada km² de superficie de cuenca genera un caudal medio de 154 l/s, con puntas de crecida de más de 2 m³/s.km².



DESCRIPCION DE LA CAVIDAD.

La cueva consta de una red predominantemente horizontal la cual sigue el bajo buzamiento de los estratos de cuarcita. El sistema se desarrolla a poca distancia bajo la superficie, existiendo varias simas, del orden de 30 m de desnivel, que enlazan desde superficie con la red horizontal. Las bocas inferiores, abiertas como ventanas al vacío de la gran pared exterior del tepuy, están hasta a 70 m bajo el nivel de la cumbre.

El sistema posee un total de 18 bocas: 6 bocas de cueva, 8 bocas de sima y 4 bocas abiertas en la pared. Las 6 bocas de cueva y 2 de sima (B1 a B8) permiten acceder al subsistema de cueva 1. Sima 2 constituye el acceso al subsistema 2, el cual posee un total de 6 bocas de sima (S1 a S6) y las 4 bocas (E1 a E4) de la pared exterior (inaccesibles o difícilmente accesibles ya que la pared posee techos extraplomados sobre ellas). Una galería de techo bajo de difícil exploración, que se inunda en caso de crecida, constituye la conexión entre ambos subsistemas.

En el interior de la red, hay varias zonas de trazado laberíntico y techos bajos (laminadores) sujetos a inundación total en caso de crecida. Debido a la fluctuante meteorología de la región y a que varias bocas del sistema son importantes sumideros, los ríos subterráneos que recorren las galerías activas tienen una rápida respuesta a las precipitaciones y los caudales de crecida en época seca en el río colector alcanzan más de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, elevando en varios metros la altura de los lagos interiores e inundando completamente diversas zonas de techo bajo. Pequeñas galerías afluentes, habitualmente secas, llevan agua de modo intermitente, a tenor de la cuantía de las lluvias. Estas variables y el hecho de que algunas galerías tienen zonas inundadas todo el año, determina que en las exploraciones llegue a pasarse frío al estar mojados. La dificultad vertical de la cavidad es reducida, limitándose a las simas de acceso y a algunas pequeñas y fáciles escaladas interiores.



El subsistema 1, de 6 km, consta esquemáticamente de 4 grandes galerías, entrelazadas por galerías menores y con redes laberínticas anexas. La boca 1 (boca superior, cota 0) da acceso a una amplia galería fósil (Galería Oeste), que alterna pasos estrechos y se vuelve activa en su mitad inferior, al recibir las aguas que ingresan a través de una cascada en su bóveda. La boca 2, tras un salón de entrada en fuerte declive y un paso estrecho, conduce a una amplia galería fósil, paralela a la principal (Galería Paralela). La boca 3, oculta entre bloques, es el sumidero de una amplia depresión y origina la Galería Central, recorrida por un pequeño río, con diversas cascadas y estanques de agua. Otra amplia galería (Galería Este) captura el drenaje de otra amplia depresión adyacente. Las galerías Paralela y Este convergen con la Central. Las aguas subterráneas desaparecen en sumideros impracticables al alcanzar la base de una boca-sima de -18 m de desnivel (B8, cota -45).

La Galería Oeste enlaza en su parte media con la Galería Paralela a través de un conducto de sinuoso trazado y techo bajo. En su parte final presenta zonas de techo bajo, con agua, en las que se encontró el tramo "clave" que permitió enlazar con el segundo subsistema. El trazado de las galerías sigue una dirección N.

El subsistema 2, de 4,8 km, consta de dos bocas de sima en paralelo, de -27 m de desnivel y una red laberíntica e inundada inferior. La sima de acceso (Sima 2) drena una tercera zona plana deprimida, y por su boca ingresa una

cascada permanente, muy caudalosa en caso de lluvia. Una red horizontal y laberíntica de galerías enlaza ambas simas. Estas galerías aunque amplias son de techo bajo y están inundadas con 1 m de agua. Unos pasos entre bloques permiten acceder a la Galería del Río, que es el colector del sistema.

Río arriba la galería se obstruye, pero una galería en bypass que regresa hacia la sima de acceso presenta un lateral de techo muy bajo que permite alcanzar el paso clave de conexión con el subsistema 1.

Río abajo las aguas reaparecen bajo derrumbes y se accede a una muy amplia galería colectora (Galería del Río). Esta alcanza anchuras de 20 m y presenta grandes lagos o estanques, alternantes con pequeñas cascadas en su recorrido. El trazado de la red pasa a tomar una dirección W-NW. El río recibe diversos afluentes, procedentes de galerías menores, y en su tramo final las aguas desaparecen en fisuras estrechas bajo y entre los bloques del suelo de un gran salón. Este punto, sumidero terminal, es la cota -72. La Galería del Río prosigue con sólo un pequeño caudal hasta una bifurcación desde la que parte una corta galería seca que conduce a la boca inferior principal, cota -70, abierta a una cornisa de la pared exterior.

A mitad de su recorrido la Galería del Río presenta dos importantes laterales fósiles de dirección S-SE y ascendentes. El primero de ellos (Galería del Merrey) asciende hasta un escalón vertical de +6 m, tras remontar el cual se alcanza una



segunda boca en la pared. El segundo (Galería de las Claraboyas) discurre en paralelo y enlaza con el anterior en su parte media. En su recorrido pasa bajo la base de 4 bocas de sima (claraboyas), de 30 a 15 m de desnivel, y asciende hasta una tercera boca abierta en la pared, a poca distancia de un cañón de la cumbre. El subsistema 2 presenta retículos de laterales laberínticos, pero mucho menos extensos que en el subsistema 1. Los situados al N del lateral del Merrey drenan una extensa zona plana, fisurada, y aportan importantes caudales en caso de lluvia. Las aguas del sistema se pierden en varios puntos bajo un suelo de bloques y reaparecen 700 m de desnivel más abajo, a través de una serie de surgencias situadas en la base y talud de la pared exterior SW.

La cavidad puede asemejarse a una típica cueva en calizas, con la singularidad de que presenta un predominio de galerías de perfil rectangular (más anchas que altas, con techos y suelos planos), debido a la intersección de la estratificación horizontal con el diaclasado vertical. Existen no obstante galerías tubulares de pequeño diámetro y otras grandes, con bóvedas en arco o en domo, que han evolucionado por colapso de bloques del techo hasta alcanzar un perfil de equilibrio. La cueva presenta numerosas formas de disolución y colapso, rellenos de arena e innumerables y diversas espeleotemas de ópalo y goethita, y probablemente también de cuarzo, calcedonia y calcita.

La cueva resulta también notable por la diversidad de su fauna cavernícola y la estética de sus galerías. Los tonos rosados de la roca, los rellenos de arena, los estanques y corrientes de agua, las espeleotemas y las suaves formas de disolución (puentes de roca, pilares, marmitas circulares) constituyen conjuntos escénicos de singular belleza, inusuales en las cuevas en calizas.

Diversas evidencias obtenidas en las galerías internas muestran que la red de la cueva se desarrolla preferentemente siguiendo una zona litológicamente débil, constituida por estratos delgados de cuarcitas rosadas de grano fino, con niveles de lutitas y limolitas interestratificadas. La arenización de la roca contigua, a partir de estos niveles de mayor debilidad en la serie estratigráfica, ha extendido la karstificación sobre un área extensa.

Otros factores que han influido en su génesis son: el buzamiento en sentido contrario al borde externo del tepuy; la existencia de depresiones planas que permiten capturar el drenaje superficial a través de varias bocas-sumidero; la existencia de un sistema de fracturas verticales, asociado a la mecánica de borde del tepuy, lo cual permite establecer el drenaje subterráneo y canalizarlo hacia la zona de surgencias. Diversos estudios sobre estos factores y una descripción completa y detallada de la cavidad serán publicados en el Bol.SVE n° 38. Remitimos al lector a dicha fuente para ampliar la información.

El sistema Roraima Sur, con galerías fósiles y activas, captura la infiltración dispersa sobre su superficie, pero también posee un ingreso concentrado de aguas superficiales a través de sumideros, los cuales drenan áreas contiguas impermeables. Algunas galerías han sido formadas en el pasado (probablemente hace decenas de millones de años) bajo antiguas superficies hoy desaparecidas debido al avance de la erosión de superficie y el retroceso de la pared externa.

La disposición de las galerías y sus características hidrológicas muestran una evolución del sistema, con hundimiento progresivo del drenaje subterráneo, junto al desmantelamiento de sus partes más altas y antiguas. La posición de las surgencias muestra a su vez que actualmente están siendo excavadas nuevas galerías, de trazado vertical, directamente entre los sumideros del interior de la cueva y las surgencias.



CONCLUSIONES.

La cavidad, de gran interés científico por la diversidad de formas que presenta, es a la vez relevante por sus dimensiones record para el karst en cuarcitas. El singular modelado de los tepuys muestra que en ellos existen extensas zonas primariamente impermeables junto a otras intensamente karstificadas, aunque en ambos casos parece estar involucrado el mismo tipo de rocas. Esto es una notable diferencia con el karst clásico en calizas.

Ello demuestra que la karstificación y formación de cavernas en cuarcitas no es un hecho general. Para que se forme el karst es necesario que confluyan y actúen juntos una serie de factores. En caso contrario predominará la erosión de superficie y el cavernamiento no será desarrollado.

Si bien entendemos cómo actúa el proceso de arenización o disolución intergranular del cemento silíceo en las cuarcitas (que torna la roca compacta en friable), y los procesos de tubificación y ampliación de conductos una vez establecido el drenaje subterráneo, no podemos clamar que entendemos en su totalidad la génesis del karst en rocas silíceas, al menos no del modo y con la precisión con que lo conocemos para el karst clásico en calizas.

El descubrimiento de este sistema ofrece numerosos datos para seguir avanzando. Particularmente muestra que es necesario que interactúen una serie de condiciones y factores (hidrogeológicos y estratigráficos), que raramente se presentan juntos, y que además, el modelado de superficie puede intervenir facilitando o dificultando la karstificación.

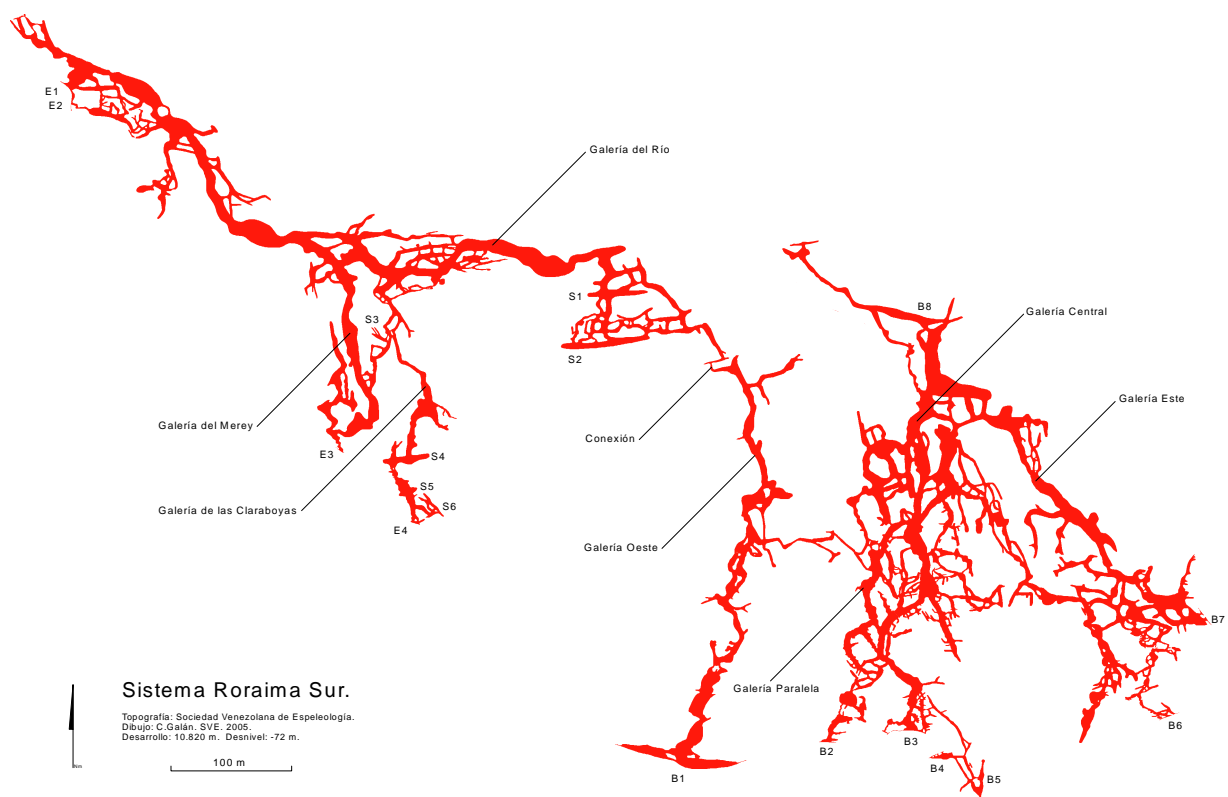
De la comprensión de estos aspectos se pueden desprender aplicaciones de utilidad, tal como sobre la permeabilidad potencial de diversas áreas o sobre los caracteres que gobiernan la localización de cavidades. De este modo se podrá orientar la prospección de nuevos sistemas de cuevas y drenajes subterráneos en los tepuys, fenómenos éstos que pueden ser más comunes y estar más ampliamente extendidos que lo supuesto hasta hoy. Un amplio campo está así abierto a las futuras exploraciones.

AGRADECIMIENTOS.

A todos los integrantes de la SVE que participaron en las exploraciones del sistema y a los miembros de la OUCC y SCA que colaboraron en algunas de ellas. A Rafael Carreño por el valioso trabajo fotográfico que ilustra esta nota. A Franco Urbani por la revisión crítica del manuscrito y sus útiles sugerencias. En fin, a todos aquellos con los que compartimos horas de frío, esfuerzos, entusiasmo y paciente trabajo topográfico.

BIBLIOGRAFIA.

- GALAN, C. 1991. Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. *Munibe (Ciencias Naturales), Soc.Cienc.Aranzadi*, 43: 43-72.
- GALAN, C. & J. LAGARDE. 1988. Morphologie et évolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima. *Karstologia*, 11-12: 49-60.
- GALAN, C. & F. F. HERRERA. 2004. Génesis de la cueva Roraima Sur, Venezuela: la mayor cavidad del mundo en cuarcitas. Ponencias VII Jornadas Venezol. Espeleol. UCV, Caracas. Audiovisual en Power Point + texto 2 pp.
- MARTINI, J. 1981. The control of karst development with reference to the formations of caves in poorly soluble rocks in the eastern Transvaal, South Africa. *Proc. 8º Int.Congr. Speleol., Kentucky, USA*, 1: 4-5.
- URBANI, F. 1981. Karst development in siliceous rocks, Venezuelan Guiana Shield. *Proc. 8th Inter. Congr. Speleol.*, 2: 548.
- URBANI, F. 1986. Notas sobre el origen de las cavidades en rocas cuarcíferas precámbricas del Grupo Roraima, Venezuela. *Interciencia*, 11(6): 298-300.



E1

E2

Galería del Río

S1

S2

B8

Galería Central

Galería del Merey

S3

E3

S4

Conexión

Galería Oeste

Galería de las Claraboyas

S5

S6

E4

Galería Paralela

Galería Este

B2

B3

B4

B5

B1

B7

B6



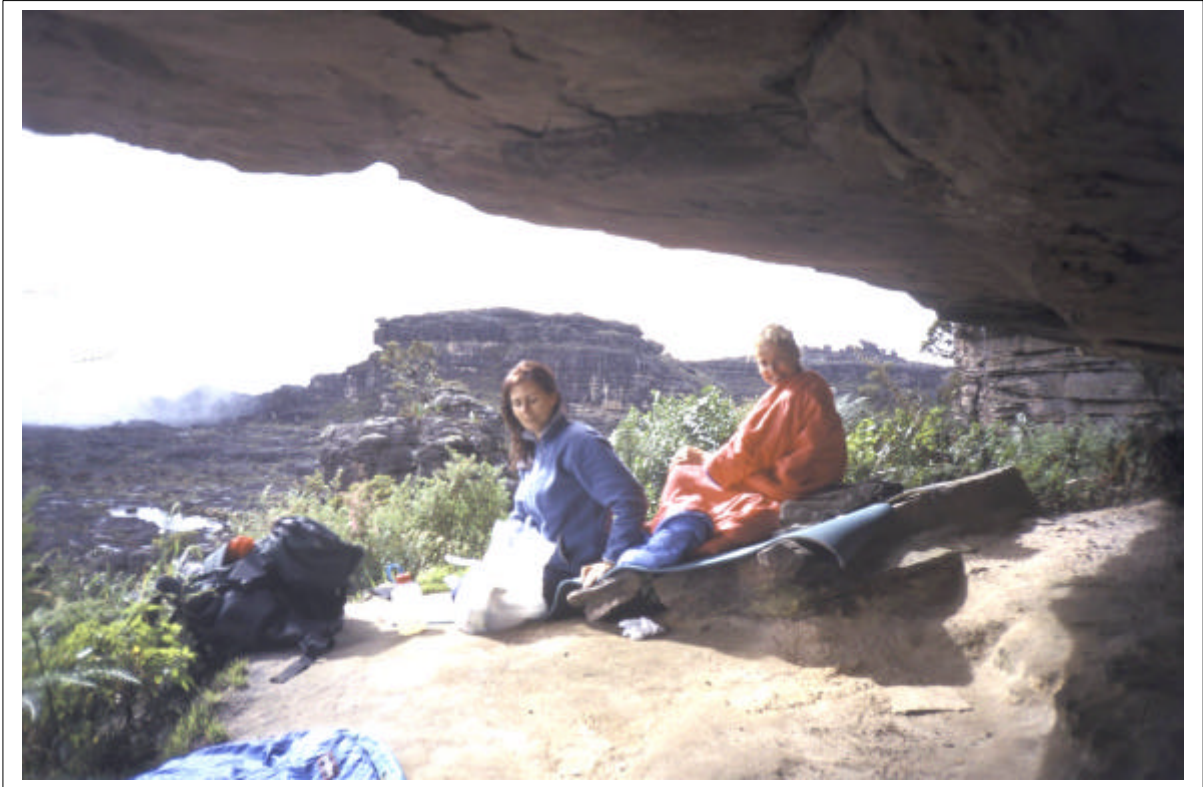
La selva húmeda del talud del Roraima.



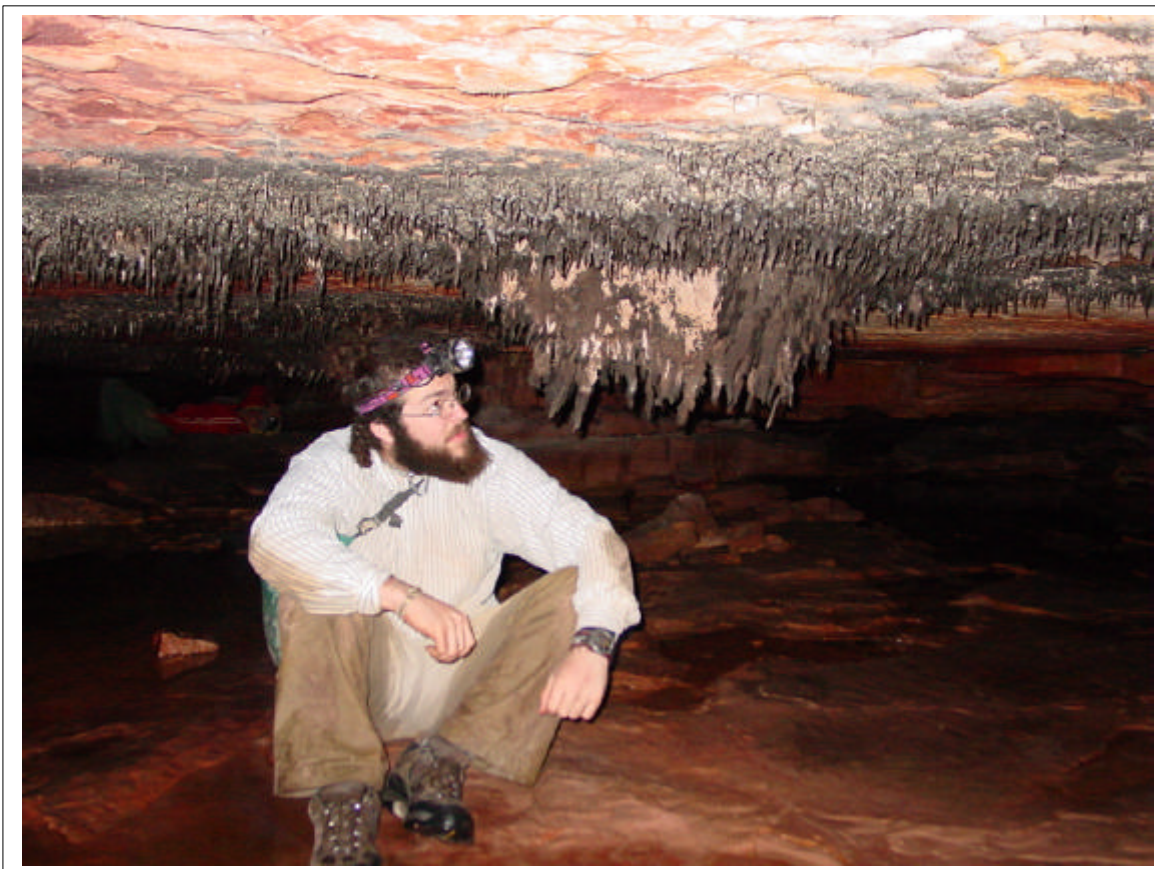
Aproximación a la pared Sur de Roraima. El sistema Roraima Sur se localiza sobre la pared que se observa al fondo.



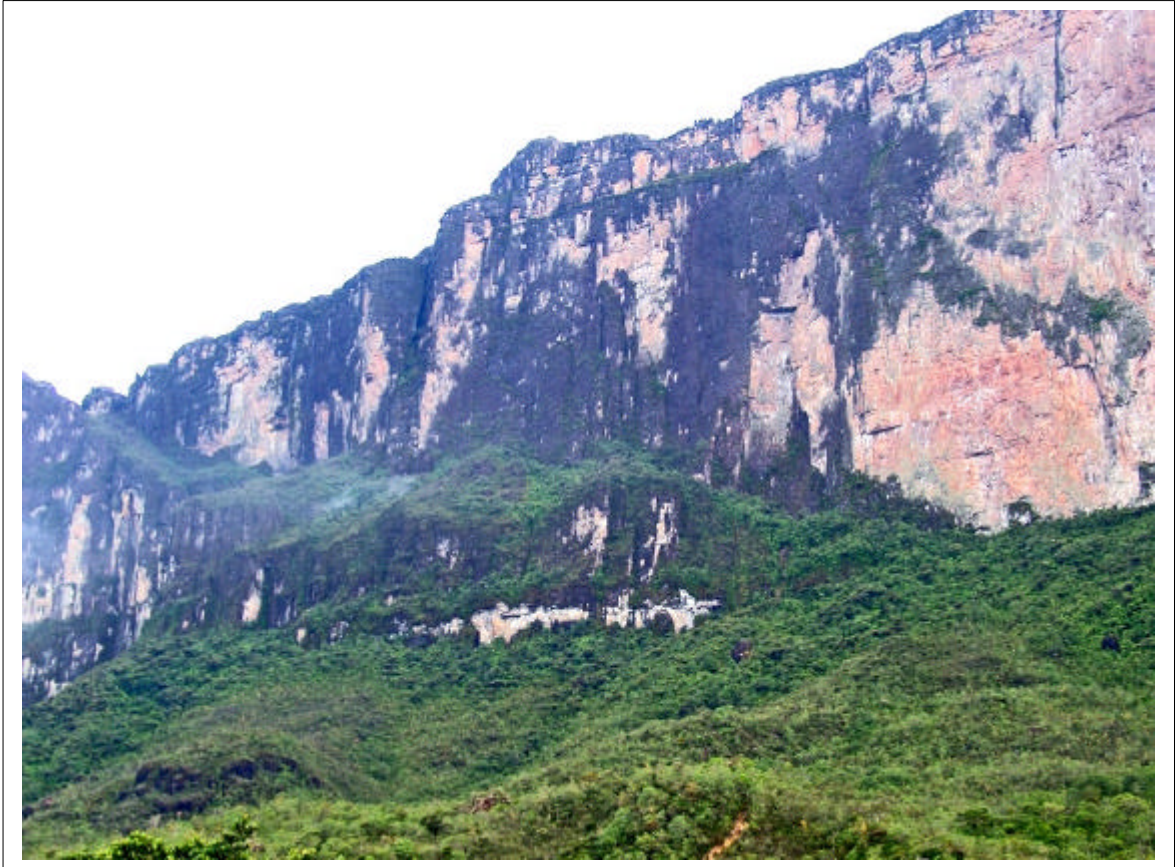
Prospección de cañones y simas en la cumbre.



Vivac en la cumbre de Roraima y Galería Este del Subsistema 1.



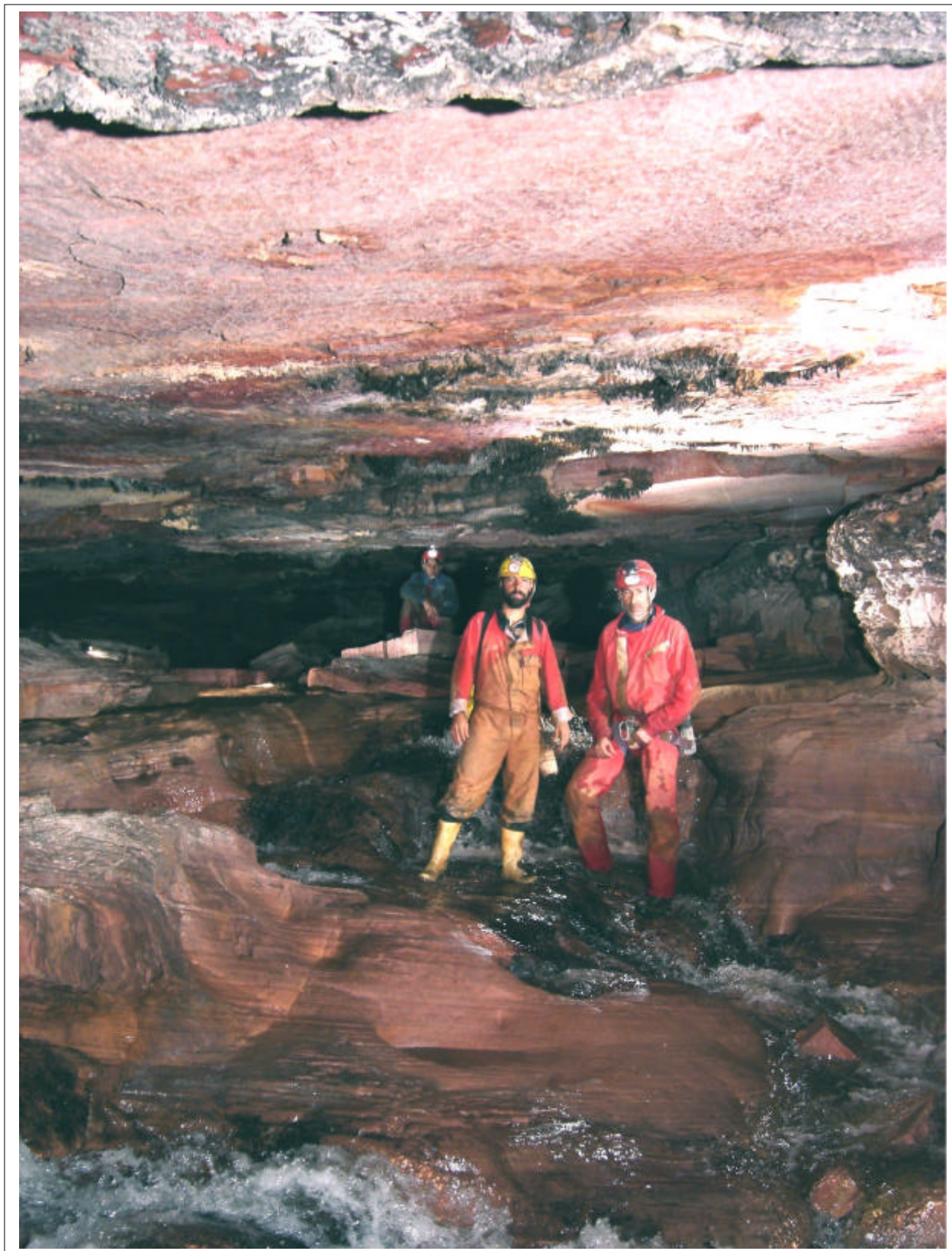
Espeletemas diversas de ópalo, calcedonia y calcita.



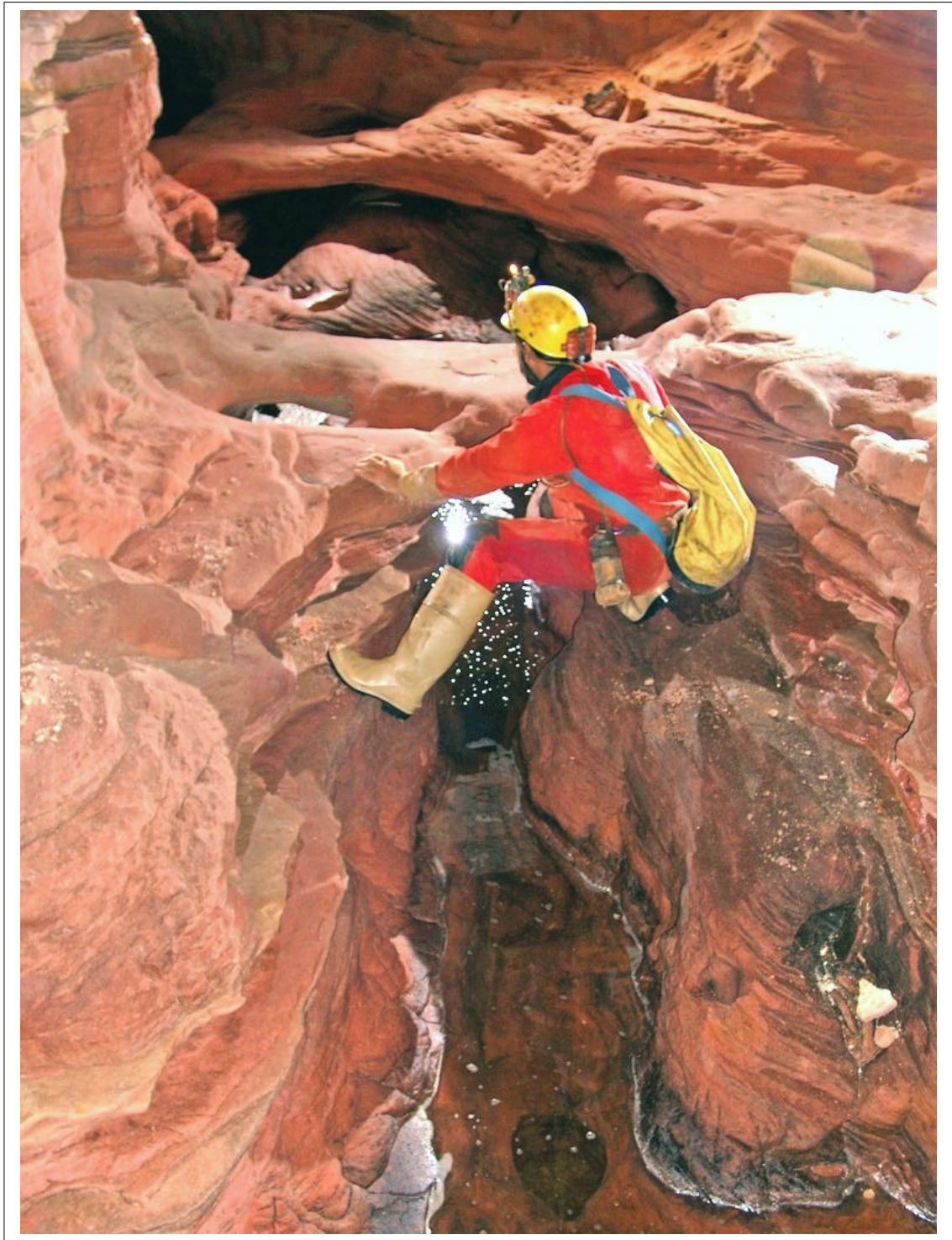
Ruta de ascenso al Roraima y Campo Base en la cumbre.



Río subterráneo en la Galería Central del Subsistema 1 y detalle de Guácharo.



Exploración de la Galería del Río en el Subsistema 2.



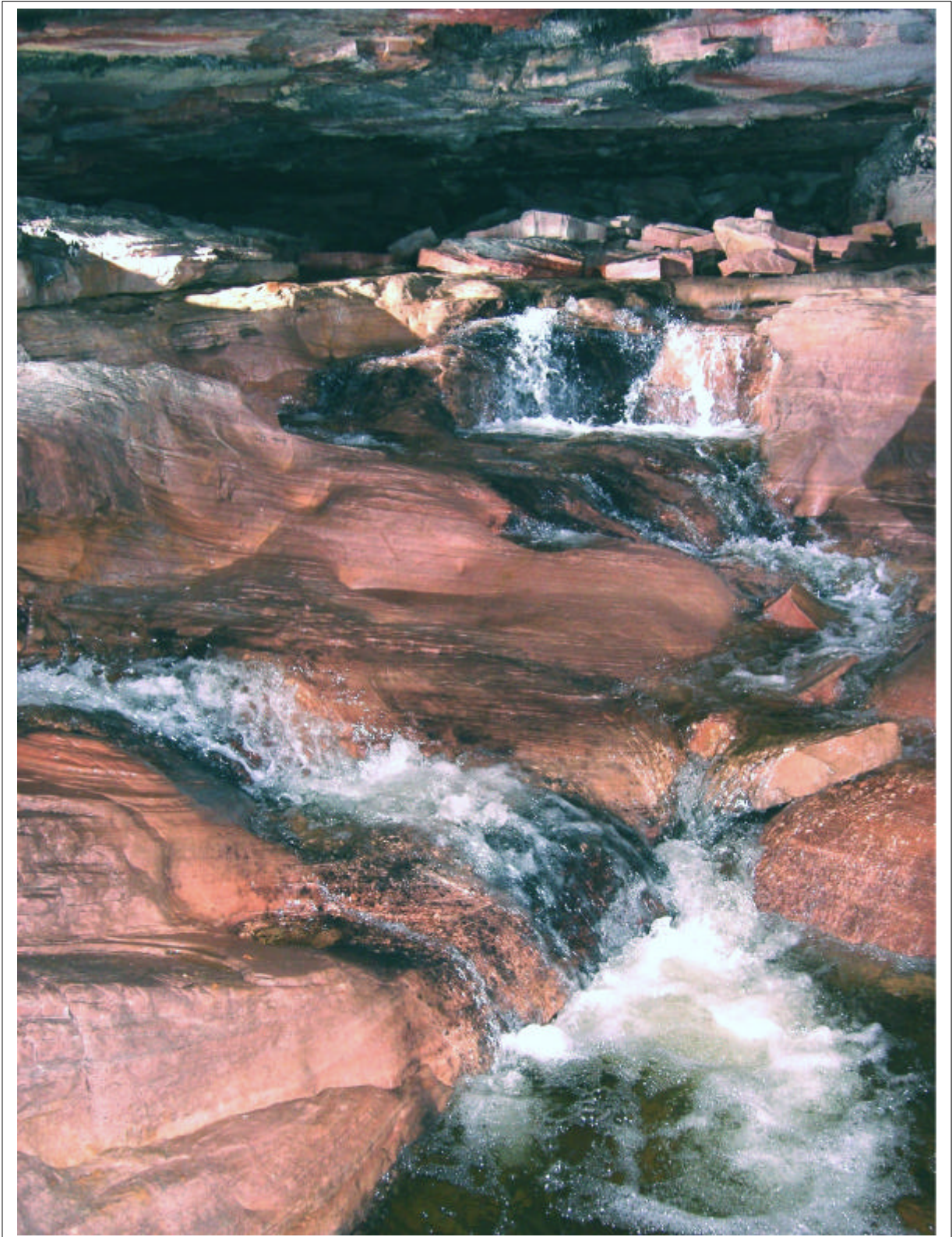
Puentes de roca en la Galería Central del Subsistema 1.



Acceso a Sima 2.



Ascenso en jumars de la vertical de 27 m.



El río colector y un afluente en zona de cascadas.