

RELIEVE KARSTICO Y FITOECOLOGIA DEL AREA DE LA CAVERNA DE LAS BRUJAS-BARDAS BLANCAS MALARGÜE - MENDOZA

*Raúl Alejandro Mikkan¹
Moira Alessandro de Rodriguez²*

Los estudios de relieves kársticos en la República Argentina, en particular en la Provincia de Mendoza, son escasos.

Justamente, es en esta última donde se emplaza uno de los carsos más importantes del país, ocupando gran parte del sureño Departamento de Malargüe. Allí se sitúa, en la localidad de Bardas Blancas, la famosa Caverna de las Brujas, la mayor cavidad natural en caliza explorada hasta el momento en Argentina.

En ese sitio, investigadores y alumnos de las carreras de Geografía de las Universidades Nacionales de Cuyo y San Juan,³ desarrollaron estudios relativos a la geomorfología y vegetación del área que rodea a la caverna y, dentro de ésta, detallaron su morfología, cartografiaron gran parte de la misma y realizaron observaciones medioambientales como calidad del agua, variaciones de la temperatura en diferentes salas y procesos que rigen la evolución de la gruta.

Este trabajo aspira a colaborar en el conocimiento de esta belleza natural y servir como base para estudios futuros que, sin duda, deberán desarrollarse para un buen manejo de este patrimonio mundial.

¹ Departamento e Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo.

² Coautora a cargo de la parte fitoecológica. Depto. e Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNCuyo.

³ Se agradece la colaboración de la Prof. María Cleotilde González, María Concepción Navas y Emilia Sánchez de la Universidad Nacional de San Juan y de los alumnos Darío Soria, Ricardo Fernández, Carina Camargo, Ivana Morellato, Ana Jelet, Gustavo Aloí, Alejandra Arrigo, Elizabeth Chiappa, Amalia Ramirez, Viviana Arce y Javier Medina, como así también de la Cartógrafa Alicia Nobiltá de la Universidad Nacional de Cuyo.

Ubicación Cueva de las Brujas

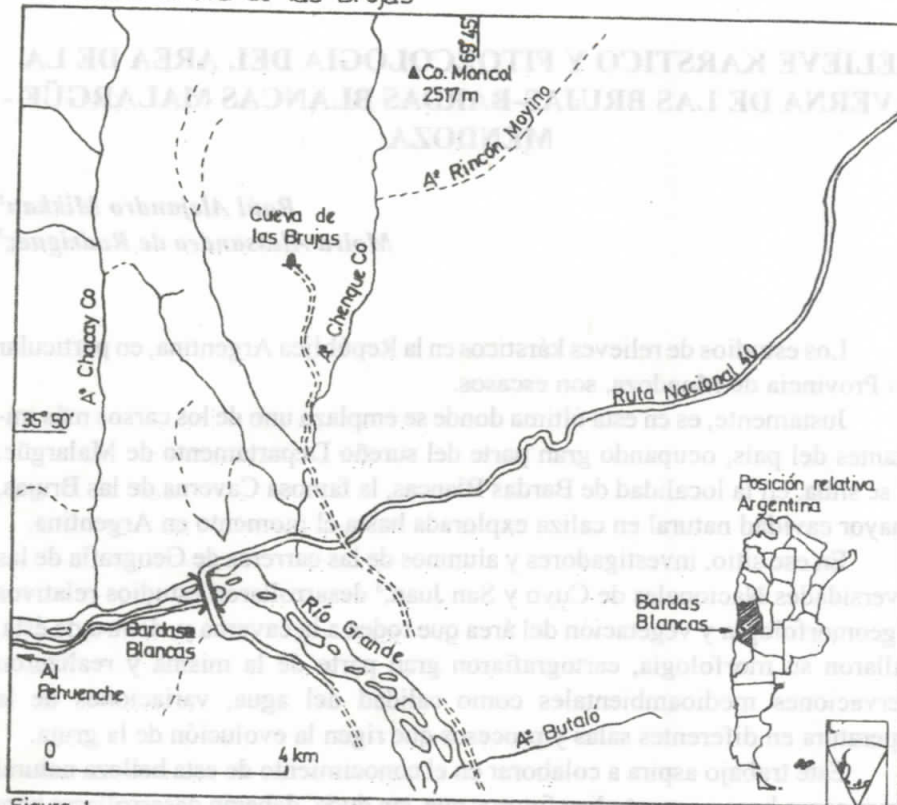


Figura 1

1. Área de estudio

A 487 km al suroeste de Mendoza, se sitúa, a orillas del río Grande, el pueblo de Bardas Blancas (Fig.1). El acceso a Bardas Blancas desde Mendoza puede realizarse por la ruta Nacional 40, pasando por la ciudad de Malargüe. Bardas Blancas se ubica en el valle del río Grande a 1450 m sobre el nivel del mar.

El clima de la zona, según datos del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo 1961 - 1968, se caracteriza por una temperatura media anual de 11,9°C, con máximas absolutas en el mes de diciembre de 36,5 °C y mínimas absolutas de -14,6 °C en agosto.)

La humedad relativa del ambiente es baja, solo del 48%, (con precipitaciones promedio de 300 mm.) no contándose con datos de presión atmosférica

y heliofanía. El viento presenta una dirección predominante del suroeste, por estar bajo la influencia del Anticiclón del Pacífico, siendo su velocidad media de 8 km/h, a veces incrementada por la presencia de vientos Zonda (Föhn), provenientes del oeste con ráfagas, en ocasiones, superiores a 100 km/h., lo que favorece un incremento en las condiciones de sequedad ambiental.

(Este área se ubica en entre dos regiones morfoclimáticas bien definidas (Capitanelli, 1966): la de "Grandes Montañas dominadas por masas del Pacífico con precipitaciones invernales, tipo nival" y la "Región de Payunia, dominada por masas del Pacífico, con precipitaciones pluviales y nivales de invierno".

El sector comparte características de ambas regiones, con precipitaciones invernales y de carácter principalmente nival, aunque en verano pueden caer lluvias convectivas acompañadas de granizo y con gran cantidad de agua precipitada en reducido espacio de tiempo. Los vientos soplan del oeste, los veranos son templados con noches frescas y los inviernos rigurosos. Las heladas son posibles todo el año, aunque raras en enero y febrero.)

La zona estudiada tiene como límite norte el cerro Moncol (2.517 m), al sur el curso del río Grande, al este y oeste los arroyos Chenque-co y Chacai-co respectivamente, abarcando una superficie de 64 km² (Fig.1). Ocupa el frente oriental de un relieve montañoso que forma parte de la Cordillera Principal que está compuesta por una sucesión de cordones orientados de norte a sur, que superan a veces los 4.000 m de altura. Son cortados transversalmente por el valle del río Grande, que con más de 100 m³/seg., es el curso más caudaloso de la Provincia.

Este río, apenas traspone Bardas Blancas, toma dirección sur, como consecuencia de una falla regional. El río Grande y los arroyos mencionados anteriormente, son los únicos cursos de agua permanentes del área estudiada, alimentados por el derretimiento de nieves y glaciares situados en zonas vecinas; por lo tanto son alóctonos con respecto al espacio trabajado.

El resto de los cauces (uadis) presentan un escurrimiento esporádico, generalmente durante la fusión de las nieves invernales o durante las lluvias estivales de carácter torrencial.

2. La Litología

El sector se asienta principalmente sobre calizas de edades jurásicas y cretácicas (Fig. 2).

(En el afloramiento jurásico, denominado, Formación Calizas del Calabozo (Desanti, 1962), es donde se encuentra la Caverna de las Brujas) "Esta formación tiene una composición relativamente uniforme en la que participan casi exclusivamente sedimentitas calcáreas" (Desanti, 1962). Los sedimentos son calizas, calizas arenosas y dolomíticas.

CARTA GEOLÓGICA - Bardas Blancas

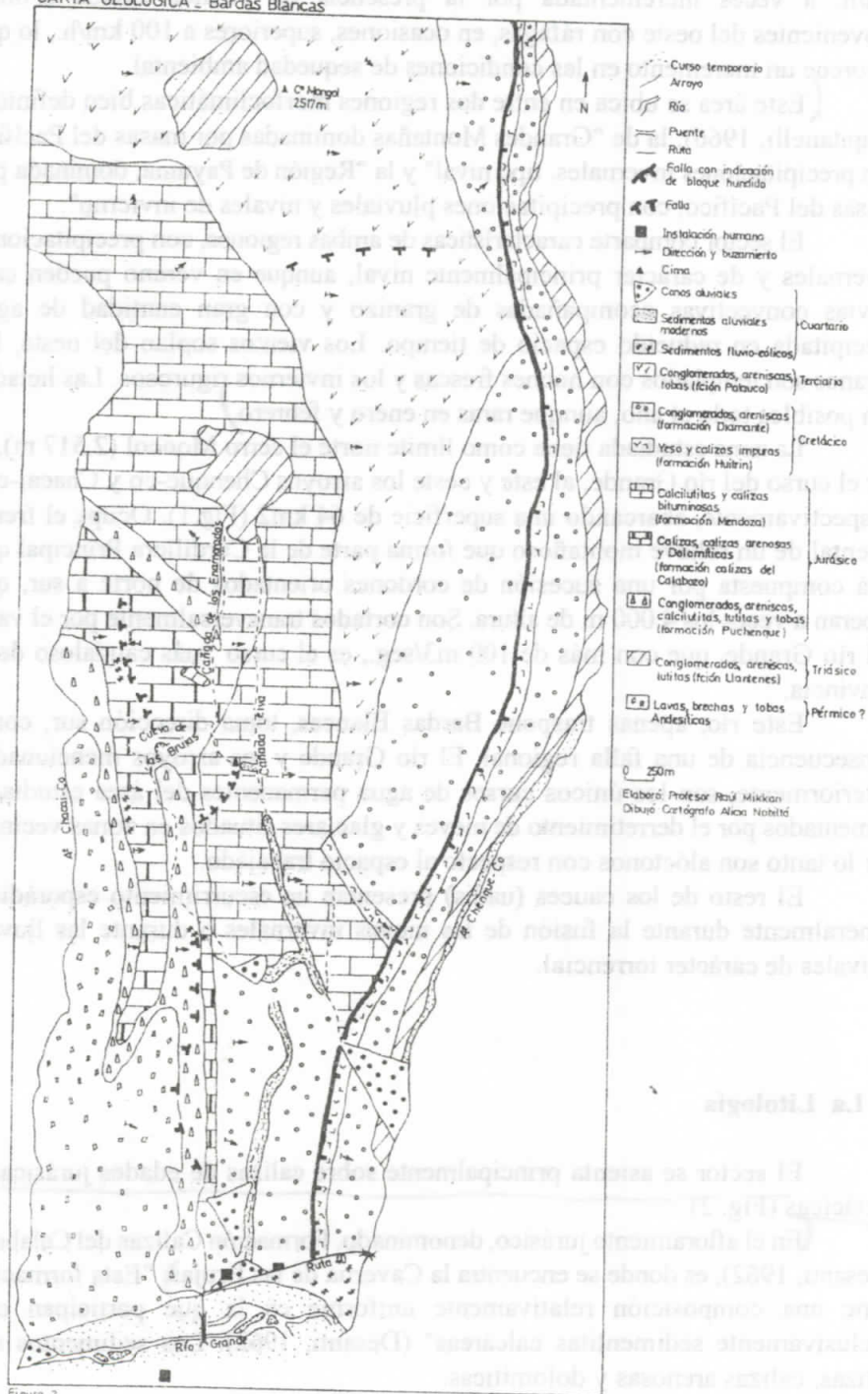


Figura 2



Foto 1: Arroyada difusa con pavimento



Foto 2: Lapiaz descubierto

G geomorfología kárstica de Bardas Blancas

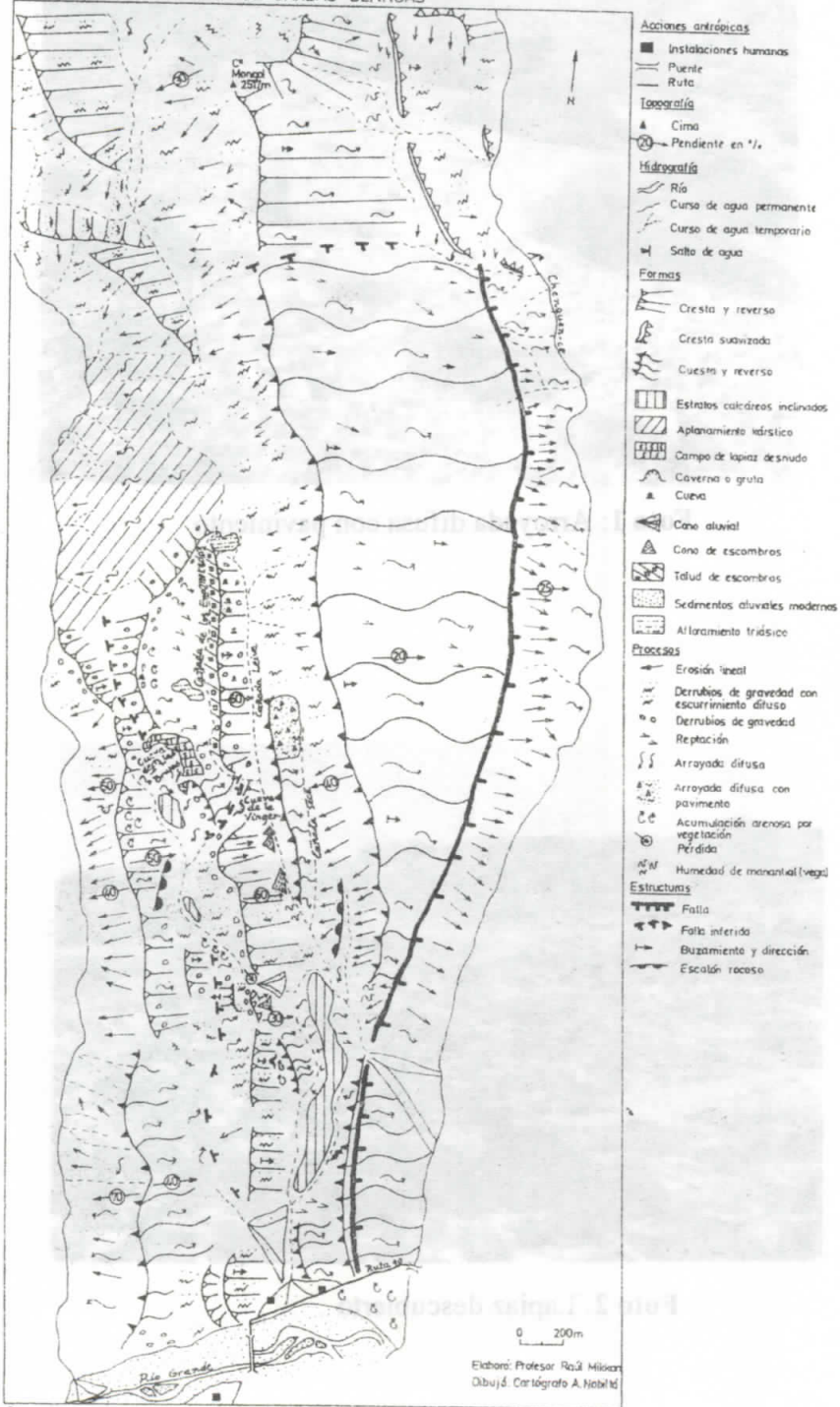


Figura 2

La estratigrafía del Jurásico continúa con la Formación Mendoza (Desanti, 1962) que "corresponde a una facie calcárea lutítica muy uniforme y forman una sucesión continua que no es posible subdividir sin recurrir a prolijos estudios paleontológicos, es decir constituyen una única unidad de roca" (Desanti, 1962). Fundamentalmente está compuesta por calcáreos impuros arenosos, dolomíticos y/o silificados, y por calcáreos alveolares con cavidades dejadas por disolución de sales depositadas junto con los carbonatos. También se intercalan depósitos yesíferos de varios metros de espesor. El Jurásico se completa con la Formación Puchenque (la más antigua), caracterizada por conglomerados, areniscas, calcilutitas, lutitas y tobas.

El Cretácico está compuesto por conglomerados y areniscas de la Formación Diamante (Cretácico superior) y los yesos y calizas impuras de la Formación Huitrín.

El marco geológico se complementa con la Formación Sierra Azul (Desanti, 1962), de edad pérmica posiblemente, compuesta por lavas, brechas y tobas andesíticas. Luego el Triásico aparece con la Formación Llantenes con conglomerados, areniscas y lutitas.

El Terciario, con edad miopliocénica, encuentra la Formación Palauco (Desanti, 1962), integrada por mantos y brechas basálticas, piedra pómez, andesita y tobas blancas dacíticas.

La columna finaliza con el cuartario, representado por sedimentos fluviales y eólicos que tapizan el fondo de los lechos o se agrupan en montículos a sotavento de arbustos o forman conos aluviales.

Por último, hay que destacar una extensa falla geológica regional, que desvía el curso del río Grande hacia el sur, atravesando la zona con marcada dirección norte - sur, bordeando el arroyo Chenque-co, bautizada por Desanti como "Falla del Chenqueco".

3. Las formas del relieve

Observando el cuadro anterior, se destaca la predominancia de calizas; no es de extrañar entonces que se haya desarrollado un verdadero relieve kárstico. Es un carst tectonizado como consecuencia de los poderosos empujes provenientes del levantamiento de la Cordillera Principal, erigida a partir, como se ha expuesto, de un importante geosinclinal.

Las geoformas compuestas de calizas que se encuentran, son las siguientes (Fig. 3):

CRESTAS: Presentan sus estratos inclinaciones promedio de 70°. Tanto sus frentes como reversos, son afectados por procesos morfogenéticos, entre los que se destacan derrubios por gravedad, derrubios por gravedad con escurrimiento difuso y en menor grado erosión lineal.

Los derrubios por gravedad se ven favorecidos por el alto diaclasamiento de la caliza. Muestras tomadas cerca de la entrada de la Caverna de las Brujas, dieron como resultado 8 m de diaclasa/ metro cuadrado. En algunos casos el diaclasamiento no respeta ninguna dirección predominante, pero en otros, se cruzan en ángulo recto formando verdaderos rectángulos.

Los bloques se desprenden por termoclastismo y crioclastismo y a veces, debido a su gran volumen, suelen trasladarse varios metros pendiente abajo. El desplazamiento de los derrubios de menor calibre, una vez depositados al pie del frente de las crestas, se encuentra, en muchos casos, favorecido por una importante arroyada difusa.

Este arroyamiento, que afecta principalmente sedimentos de fina granulometría, -generado principalmente luego del derretimiento de las nieves invernales- arrastra consigo un volumen de materiales considerable, que en ocasiones, deja al descubierto las raíces de los arbustos. Estos mismos materiales, al acumularse, forman conos o taludes de escombros tanto en el reverso como en el frente de las crestas. La erosión lineal es el proceso menos difundido, a causa de la alta infiltración del karst, reduciéndose sólo a algunos surcos labrados en la roca.

Algunas crestas alcanzan alturas importantes, como la que da lugar a la cumbre mayor de la zona estudiada, el cerro Moncol de 2.517 m. Sus reversos presentan buzamientos con direcciones diversas, unos al Oeste, otros al Este y algunos al Norte.

CUESTAS: Presentan reversos con inclinaciones promedio de 20° mientras que sus frentes alcanzan los 40°. En ellos los procesos modeladores son menos intensos que en las crestas a causa de la menor pendiente, destacándose arroyadas difusas y algo de creeping en diferentes puntos.

En los frentes los agentes erosivos son más intensos a través de la erosión lineal, derrubios por gravedad con arroyada difusa y arroyada difusa. Esta última traslada los materiales previamente meteorizados por el termo y crioclastismo, ladera abajo, movimiento que genera una serie de terracillas en las vertientes y en ciertos puntos, y, favorecida por la baja pendiente, produce un pavimento con los materiales más gruesos, en el que la capa de rocas superior tiene poco o nada de matriz. Los clastos se disponen en forma plana y en dirección a la pendiente (Foto 1).

Por último los frentes de las cuestas presentan algo de reptación y derrubios por gravedad, ambos procesos favorecidos siempre por un alto grado de diaclasamiento de la roca que permite una intensa meteorización.

De acuerdo a los procesos observados, se concluye que se está en un ambiente de erosión predominantemente periglacial, desarrollado por sobre los 1.500 m de altitud.

CRESTAS SUAVIZADAS POR LA EROSIÓN: Estas, a pesar de que sus estratos

presentan una importante inclinación, han sido rebajadas por procesos erosivos y parcialmente recubiertas por los propios sedimentos generados. Esto se debe a que si bien los estratos están fuertemente tectonizados en profundidad, no han aflorado lo suficientemente para formar resaltos importantes; ese débil afloramiento fue rápidamente atacado por la erosión, siendo rebajado en gran medida.

APLANAMIENTOS: Algunos estratos calcáreos están débilmente inclinados, sin llegar a formar ni crestas, ni cuestas, sólo producen ciertas ondulaciones en el paisaje, sin poder indentificar un frente o un reverso.

Sobre estos estratos se han producido algunos aplanamientos a causa de agentes modeladores, como la arroyada difusa. Estos son muy reducidos en superficie y dan el aspecto de pequeños pedimentos.

CAMPO DE LAPIAZ: Son lapiaces descubiertos (Foto 2), muy marcados en la zona adyacente a la Caverna de las Brujas. Las acanaladuras que presentan poseen como promedio 10 cm de profundidad.

ACUMULACIONES ARENOSAS: El viento las ha generado a sotavento de arbustos en determinados sectores a partir de la alteración de areniscas. En estas acumulaciones, la posibilidad de una mejor conservación de la humedad ha permitido una cobertura vegetal más densa y de mayor altura que en el resto de la estepa arbustiva.

CONOS ALUVIALES: Los cursos de agua, permanentes o no, los han originado. Son de reducidos espesores; sin embargo, los caudales que los conformaron fueron mayores que los actuales. Prueba de ello es la densa cobertura de *Stipas* que presentan y que marcan una dilatada inactividad.

Hoy, los caudales provenientes del derretimiento de nieves y, principalmente, de lluvias torrenciales de verano, sólo los disectan por sus partes centrales, buscando el nivel de base local que es el río Grande.

Los cursos de agua, a su vez, se han abierto paso entre las crestas y cuestas, cortándolas de manera cataclinal, formándose, en ocasiones, pronunciados saltos en los cauces.

SEDIMENTOS ALUVIALES MODERNOS: La disposición ortoclinal de varios cursos, escurriendo por el frente de cuestas o crestas, forma las llamadas "cañadas", tapizadas por sedimentos modernos depositados por el mismo curso o provenientes de las laderas. Se destacan la cañada de Leiva y de Los Enamorados. Los sedimentos aluviales modernos cubren también el lecho del río Grande y en gran parte el de los arroyos Chacaico y Chenque -co.

CUEVAS Y CAVERNAS: Por la cantidad de cuevas existentes en el área y por la importancia que reviste una de las cavernas estudiadas, la de "Las Brujas", serán

tratadas en especial posteriormente.

En suma, de acuerdo a las formas descriptas, se está en presencia de un relieve cárstico tectonizado a causa del levantamiento de la Cordillera de Los Andes y por efectos de la Neotectónica. Es además, un cars modelado por procesos periglaciares en su gran mayoría, procesos que se ven sumamente favorecidos por el alto grado de diaclasamiento de la caliza.

En el área existen cursos de agua alóctonos y algunos uadis, predominando una circulación en profundidad. Los casos de surgencias de agua, son fácilmente reconocibles por la presencia de vegetación higrófila en esos puntos, constituyendo lo que localmente se conoce como "vegas".

4. Carta fitoecológica

Caracteres mesológicos del área

El paisaje del área de Bardas Blancas se caracteriza por una multiplicidad de geoformas: cuestras, crestas, valles, conos, acumulaciones arenosas, etc. enclavadas en la Cordillera Principal de Malargüe. La presencia de un relieve cárstico brinda una fisonomía particular, bajo un clima seco, frío y ventoso.

El frío, los vientos constantes, las grandes amplitudes térmicas, el sustrato cárstico y las precipitaciones níveas, originan un paisaje estepario arbustivo y herbáceo que sufre adaptaciones fenotípicas altamente xerófilas como las formas pulvinadas, hemisféricas o "en cojín" de algunos arbustos; o, en otros casos, modifican su apariencia temporariamente, como las gramíneas con estructuras subcirculares de hojas duras, con espesa capa de cutina, frecuentemente enrollados; o, plantas que crecen superpuestas, con sistemas radicales poderosos y profundos.

Abundan también los casos de enanismo y espiniscencia. Es por ello que, en presencia de un clima frío y de una vegetación esclerófila y dispersa, la edafogénesis es lenta, pues, la acción de los microorganismos descomponedores se ve aletargada. Existen, en estos ecosistemas, ejemplos notables de restos orgánicos que quedan sin descomponer.

La composición florística es variada, según los diferentes geotopos, pero hay una constante climática en todo el ecosistema estepario andino-patagónico en el que predominan los géneros arbustivos **Ephedra**, **Mulinum**, **Cassia** y **Schinus**; y **Stipa**, **Festuca** entre las herbáceas. Mientras que, en las vegas, bordes de los ríos y arroyos, se establecen comunidades integradas por Ciperáceas y Juncáceas. Luego, y por los extremos expresados, se puede decir que hay suelos esqueléticos, no evolucionados o, escasamente formados cuando las particularidades locales lo permiten, como lo son las orillas de las vegas o algunos pastizales abrigados.

La fisonomía de la vegetación muestra, en algunos sectores, la acción depredadora del hombre, de manera que se trataría en algunos casos, de comu-

nidades secundarias inducidas. Esto es evidente en este piso (1.800 a 2.200 m.s.m.) de "veranadas" especialmente en los sectores donde pasta el ganado, para su engorde, en el breve período estival libre de fuertes heladas.

Si bien la composición florística es bastante homogénea (Provincia fitogeográfica Patagónica-Andina), las residencias ecológicas constituyen un mosaico heterogéneo. Las causas son múltiples, en primer lugar, porque el relieve predominante es variado, compuesto de crestas y cuestras; valles y fluvios menores; formaciones medanosas y kársticas y otras geoformas menores. En segundo término, y como consecuencias de éstas, los factores mesológicos (exposición a la luz, las amplitudes térmicas, el grado de sequedad, el escurrimiento, la topografía, los grados de inclinación de las pendientes, procesos geomorfológicos), originan biocenosis individualizables en el paisaje.

Por lo tanto, debido a la compleja situación del área estudiada se ejecutaron dos cartas: a) una, a escala 1:25.000 con la localización de la vegetación correspondiente a las geoformas predominantes y a ciertos procesos morfoclimáticos; b) otra, a escala 1:3.500 del área circundando la Caverna de las Brujas, donde se destacan las biocenosis relacionadas con la acción microclimática y edáfica.

Fitoecología del área

Las cartas se realizaron sobre la base de fotografías aéreas, cartas topográficas, el croquis geomorfológico a escala 1:25.000 y la observación directa en el terreno. El objetivo de la carta (Fig. 4) es mostrar los distintos grupos fitoecológicos en función de las geoformas, procesos y variaciones microclimáticas.

Tres ambientes caracterizan el paisaje del área estudiada: las formaciones vegetales en los relieves de cuestra; la vegetación de los relieves de cresta y las formaciones higrófilas de los márgenes de arroyos, vegas y ríos.

Se debe destacar que, dentro de estos grupos, existen numerosas comunidades edáficas y sectores donde la vegetación evidencia cambios, en función de los intensos procesos morfoclimáticos como lo son: las arroyadas, la erosión lineal, la disolución kárstica, los derrumbes y las acumulaciones.

1. Formaciones vegetales en los ambientes del relieve de cuestra

Estos se extienden al este de la Caverna de las Brujas en una franja N-S, donde las cuestras caracterizan el paisaje, elevándose en la parte central del área, con su reverso orientado hacia el arroyo Chenque-Co, que marca su borde oriental. Mientras que, hacia el norte el relieve de cuestras queda limitado por una falla transversal, hacia el sur, termina al llegar al sector de sedimentos modernos que bordean el río Grande. Una segunda franja de cuestras, con la misma orientación que las anteriores, pero de menor extensión, se ubica al sur de la caverna y llega

también, hasta los sedimentos aluviales antes mencionados.

El tipo morfofisionómico de la vegetación lo constituye una estepa arbustiva baja, con un estrato herbáceo de gramíneas. Los géneros arbustivos dominantes son la **Ephedra (Solupe)**, **Adesmia (Cuerno de Cabra, Leña Amarilla)** y **Cassia (Tara)**, mientras que, en el herbáceo, prevalecen los géneros **Stipa**, **Nassauvia**, **Festuca** y otras. Esta formación se desarrolla sobre el reverso de cuesta con una pendiente aproximada de 20° y en suelos muy poco evolucionados. Se observan, a la sazón, gravas dispersas sobre una matriz arenosa y sólo se encuentran manifestaciones edáficas debajo de las hierbas y arbustos.

El proceso geomorfológico que aquí se destaca es el de la erosión difusa, especialmente las pendientes suaves del reverso ya que la vegetación frena bastante la posible erosión lineal. En el escalón de falla ubicado cerca del final del reverso, la erosión se vuelve lineal por el abrupto cambio de pendiente, disminuyendo, por ende el grado de cobertura vegetal.

Los reversos de estas cuestas orientados hacia el este-noreste reciben la influencia de la fuerte insolación diaria, comportándose -para la vegetación allí instalada- como una ladera de solaña (con gran evapotranspiración, radiación y sequedad). De allí que las comunidades crezcan bajas y espaciadas, realizando así, su economía de agua.

Dentro del ambiente descrito hay comunidades menores o **biocenosis** configurados por condiciones edáficas, topográficas, químicas, de humedad, etc., que se analizarán a continuación:

1.1. Comunidad arbustiva baja y abierta en suelos areno - arcillosos con erosión lineal

La vegetación se manifiesta aquí muy baja y dispersa. Especialmente, en los frentes de cuesta, a lo largo del arroyo Chenque-Co. Realizan escesis allí **Azorella**, **Grindelia** y **Ephedra**, dando el aspecto de pequeñas manchas en el terreno, resaltando su porte sólo en las huellas que produce el escurrimiento lineal.

1.2. Comunidad herbácea en áreas de derrubios

En el centro-oeste del relieve de cuestas aparece una comunidad herbácea del género **Stipa**, con escasa cobertura. Se desarrolla preferentemente entre los derrubios de granulometría mediana a grande, producto de la intensa defoliación.

2. Formaciones vegetales en el ambiente de crestas

El ambiente de crestas constituye una franja N-S que se ubica entre el límite occidental del relieve de cuestas y el arroyo Chacay-Co. Al sur, llega hasta la formación de sedimentos aluviales del río Grande y al norte, se extiende hacia el este, hasta llegar al arroyo Chenque-Co.

CARTA FITOECOLÓGICA DEL ÁREA DE LA CAVERNA DE LAS BRUJAS, BARDAS BLANCAS (MALARGÜE)

Autor: Mara, Alessandro de Rodríguez
 Colaboradores: Ana Jelit, Gustavo Miranda
 Año: 1994

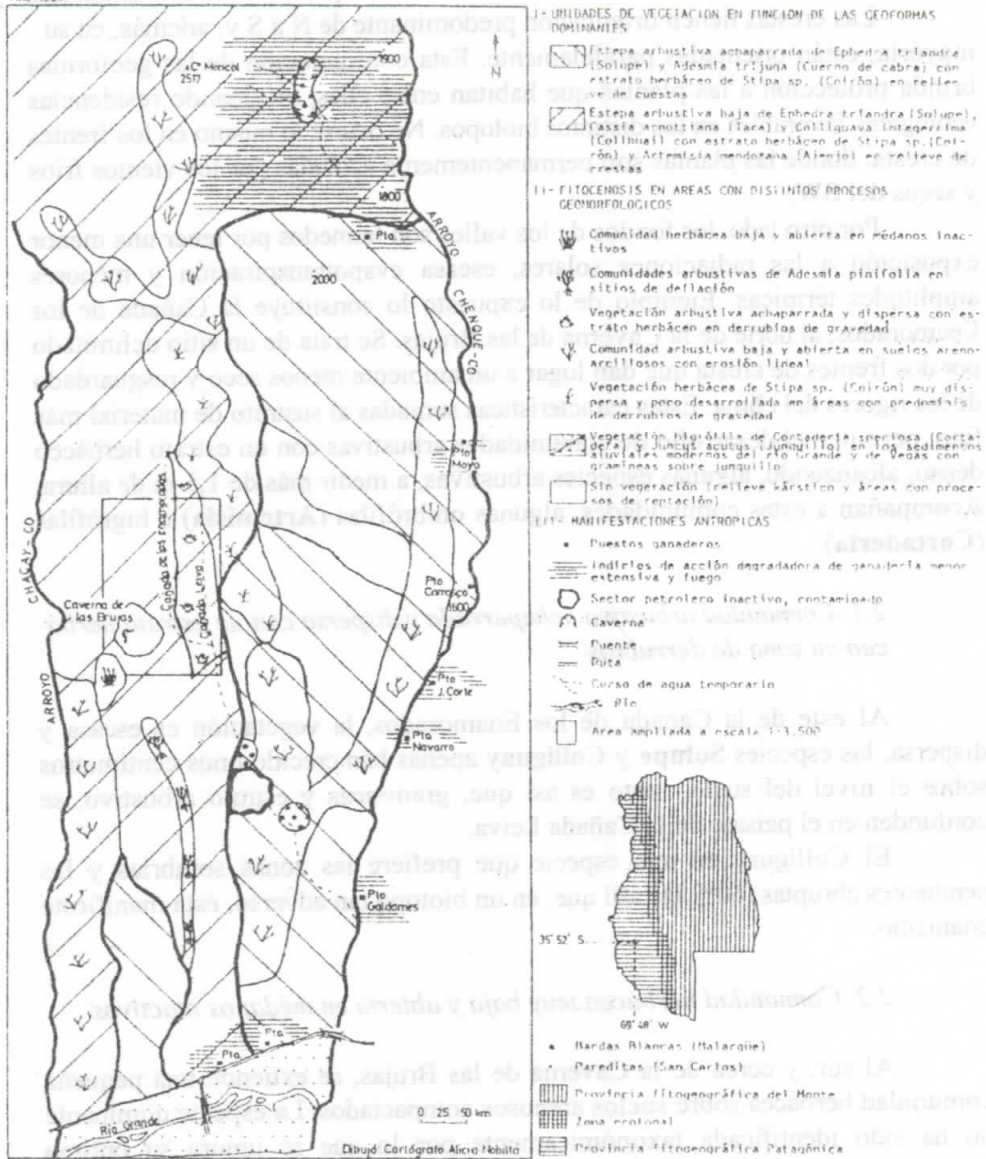


Figura 4

Aquí se observa una estepa arbustiva con estrato herbáceo. Dominan en el nivel superior **Ephedra**, **Colliguaja** y **Cassia**; acompañan a éstas, en el inferior, **Stipa** y **Adesmia**, ésta última toma la bioforma de un arbusto pulvinado.

En este ecosistema, las formaciones arbustivas son más densas y más altas que en el relieve de cuevas. Diversos son los factores que motivan esta situación.

Las crestas tienen orientación predominante de N a S y, además, en su mayoría, están orientadas paralelamente. Esta configuración de las geoformas brinda protección a las plantas que habitan entre ellas, originando residencias ecológicas favorables en los distintos biotopos. No ocurre lo mismo en los frentes de cresta, donde las plantas son permanentemente azotadas por los vientos fríos y secos del SW.

Por otro lado, los fondos de los valles son húmedos por tener una menor exposición a las radiaciones solares, escasa evapotranspiración y menores amplitudes térmicas. Ejemplo de lo expuesto lo constituye la Cañada de los Enamorados, al norte de la Caverna de las Brujas. Se trata de un sitio delimitado por dos frentes de cresta que dan lugar a un ambiente menos seco y resguardado de los rigores del clima. Estas características sumadas al sustrato de material más fino, permiten el desarrollo de comunidades arbustivas con un estrato herbáceo denso, alcanzando, algunas especies arbustivas, a medir más de 1,5 m. de altura. Acompañan a estas comunidades, algunas ombrófilas (**Artemisia**) e higrófilas (**Cortaderia**).

2.1. Comunidad arbustiva achaparrada y dispersa con un estrato herbáceo en zona de derrubios

Al este de la Cañada de los Enamorados, la vegetación es escasa y dispersa, las especies **Solupe** y **Colliguay** apenas han crecido unos centímetros sobre el nivel del suelo, tanto es así que, gramíneas y estrato arbustivo, se confunden en el paisaje de la Cañada Leiva.

El Colliguay es una especie que prefiere las zonas sombrías y las pendientes abruptas (60°). De allí que, en un biotopo tan adverso, ésta manifieste enanismo.

2.2. Comunidad herbácea muy baja y abierta en médanos inactivos

Al sur, y cerca de la Caverna de las Brujas, se extiende una pequeña comunidad herbácea sobre suelos arenosos compactados. La especie dominante no ha sido identificada taxonómicamente por lo que se ignora su óptimo ecológico.

*2.3. Comunidades arbustivas de **Adesmia pinifolia** en áreas de deflación*

Al sur de la caverna, y recorriendo las orillas del camino que conduce

hasta la ruta principal, se extiende una estepa arbustiva con una cobertura del 50%, predominando **Adesmia pinifolia** en el estrato superior, **Azorella**, **Mulinum**, en el segundo - como pulvinadas- y por último, se desarrolla, en el estrato inferior, un tapiz discontinuo de **Stipa**.

El material del suelo es suelto y posee gravas sobre una matriz arenosa. Es en esta zona donde el viento constante produce efectos de deflación muy visibles en el suelo, dejando las raíces de los arbustos al descubierto, acelerando de esta manera, los procesos de desecamiento.

Por otro lado, en estos biotopos, los Coirones (**Stipa**) presentan formas subcirculares notables debido a la acción conjunta de la nieve y del viento.

2.4. Áreas sin vegetación

En las crestas de la Caverna de las Brujas, el tapiz vegetal recubre un 10% de la superficie debido a la acción de los procesos de disolución kárstica, la exposición a los vientos y a la falta de suelos. Estos factores se acentúan aún más en los campos de lapiaz, donde la vegetación es nula.

Otro sector desnudo, se encuentra al noreste de la caverna, entre la formación de cuevas y la comunidad herbácea de derrubios de gravedad. El proceso de reptación que allí se produce no deja que las cubiertas arbustiva y herbácea realicen su establecimiento.

3. Vegetación higrófila de vegas y sedimentos aluviales del río Grande

Hacia el sur del relieve de cuevas, se distinguen dos comunidades higrófilas aisladas de vegas, en las que prevalecen las Cortaderas como dominantes, en los bordes de las mismas. No se han observado comunidades de Juncáceas ni de Ciperáceas en las vegas visitadas; más bien, se aprecian mantos verdes de gramíneas como **Agrostis**, **Calamagrostis** y otras.

Por otro lado, en los sedimentos aluviales modernos del río Grande, existen comunidades de Cortaderas mientras que, en los bancos arenosos de los ríos crecen **Verbascum thapsus** (yerba del paño), **Grindelia chiloensis** (Melosa), **Psila spartioides** (Pichana) y, en las zonas medanosas inactivas, se establecieron **Zuccagnia punctata** (Jarilla macho), **Ephedra** (Solupe), etc.

4. Diversos deterioros antropógenos

El mayor flagelo de la vegetación es producido por el ganado menor que se alimenta de los pastos, en el verano. Ejemplo de ello es lo que ocurre en el sector del arroyo El Difunto donde el Molle (**Schinus polygamus**) y el Coirón (**Stipa**) aparecen muy ramoneados.

Pero, las manifestaciones más importantes de esta degradación pueden observarse a lo largo del arroyo Chenque-Co donde se sitúa la mayor cantidad de

puestos ganaderos. Estos también se advierten en las cercanías del Co. Moncol donde la vegetación sufre, además, los incendios periódicos.

Otra actividad humana que ha dejado huella es la petrolera, especialmente, en el ambiente de cuesta. Si bien la explotación ha sido abandonada, todavía quedan vestigios de aceite en los cursos de agua y en los suelos cercanos a los pozos.

La tala indiscriminada de arbustos para la leña y con fines medicinales, constituye otra actividad de deterioro para el equilibrio de este ecosistema frágil.

Las **Adesmia** en todas partes de la cordillera mendocina, proporciona leña que, los arrieros y montañeses, usan como combustible; de allí que la llaman "la leña" por antonomasia, aún cuando también pueden suministrarle otros arbustos y consecuentemente, designan los lugares ricos en vegetación leñosa, con esa denominación, así por ejemplo, Valle de las Leñas, donde **Adesmia pinifolia** constituye extensas comunidades, (Ruiz Leal, 1972).

5. Las biocenosis en los alrededores de la Caverna de las Brujas

Area de crestas

La ampliación sectorial de la carta 1:25.000 se ha realizado a escala 1:3.500. (Fig.5) con el objeto de estudiar con mayor profundidad la vegetación del área circundante a la caverna. Es aquí donde el equipo de trabajo centró la atención por ser una zona de interés turístico, espeleológico y, por ende, geográfico.

La cubierta vegetal dominante corresponde a una estepa arbustiva de **Ephedra** en el estrato superior, y **Stipa** en el inferior. Esta formación aparece en todo el centro de la carta, alternando con otras biocenosis. La estepa mencionada se desarrolla con características diferentes según los geotopos:

1 - en la parte superior de la vertiente occidental de la Cañada de los Enamorados, el solupal es denso sólo en los suelos arenosos, mientras que el Coirón prefiere los materiales finos con mayor aporte orgánico.

2 - en zonas más bajas, umbrosas, se nota un predominio del estrato arbustivo sobre el herbáceo aumentando notablemente su densidad y vitalidad a medida que se extiende hacia el sur, por el costado oriental del campo de lapiaz, hasta llegar al camino que conduce a la Caverna de Las Brujas. Además, aparece otro elemento arbustivo la **Cassia arnottiana** (Tara) que junto con el **Solupe** llegan a medir dos metros de altura, cubriendo, en más de un 70% el suelo. Debido a los múltiples microambientes formados por la disposición del relieve de crestas, aparecen diferentes comunidades vegetales, que a continuación se describirán.

FITOCENOSIS EN EL ÁREA DE LA CAVERNA DE LAS BRUJAS

Autor: Maira Alejandra de Rodríguez
 Colaboradores: Ana Jelit, Gustavo Miranda
 Año: 1994

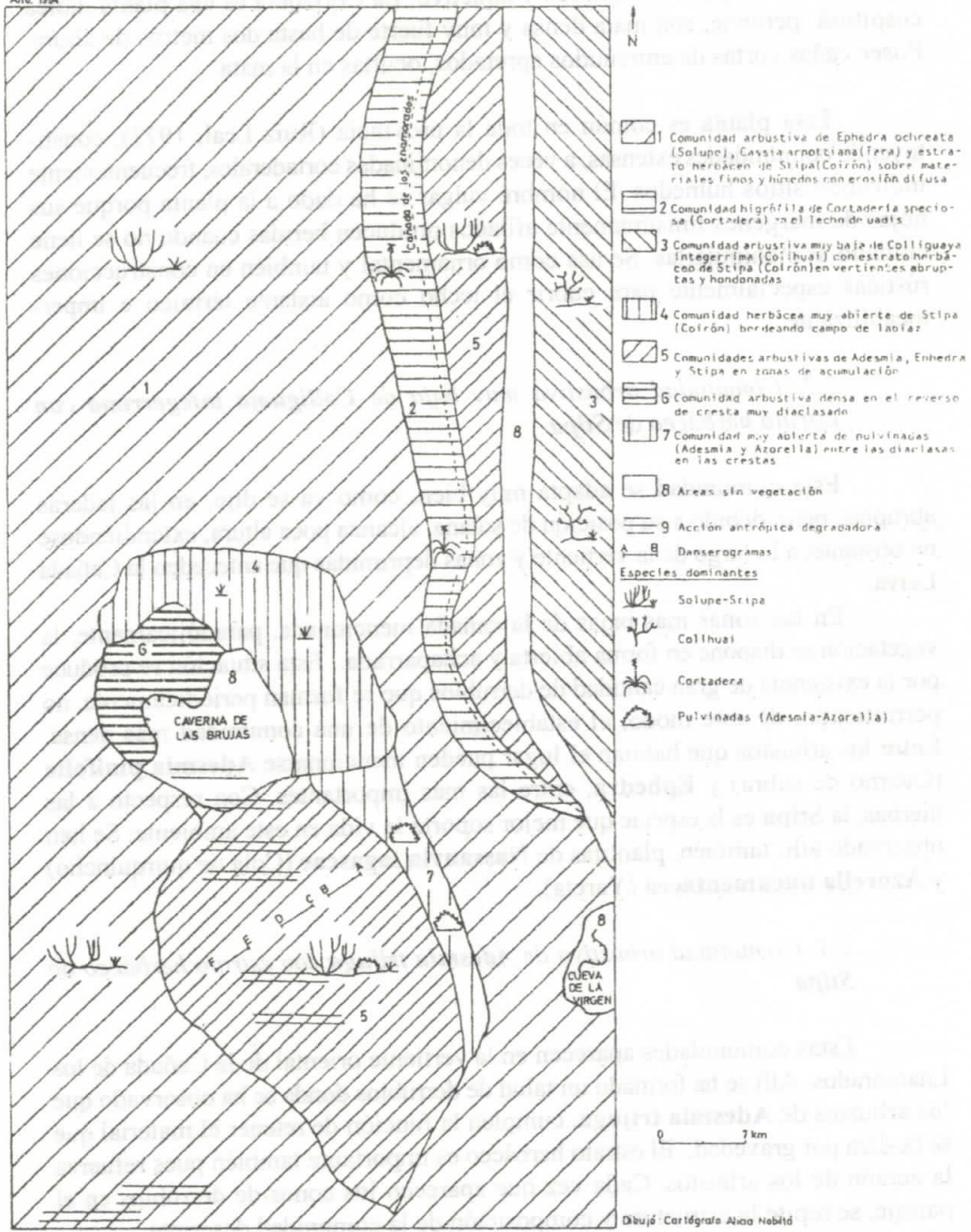


fig 5

2.1. Comunidad higrófila de *Cortaderia selloana* en el lecho de los wadis

A lo largo del lecho de los arroyos temporarios se observan hermosos Cortaderales de aspecto vigoroso y atractivo. La Cortadera es una planta dioica cespitosa, perenne, con mata densa y muy fuerte de hasta dos metros de altura. Posee cañas cortas de entrenudos apretados, ocultas en la mata.

Esta planta es común en toda la provincia (Ruiz Leal, 1972), constituyendo comunidades extensas, a veces denominadas cortaderales, frecuentemente indicando sitios húmedos. El nombre vulgar se ha dado a la planta porque sus hojas de márgenes finísimamente afilados producen heridas cuando no se tiene cuidado al manipularlas. Se usa como ornamental y también en construcciones rústicas especialmente para cubrir el techo como aislante térmico e impermeabilizante.

2.2. Comunidad arbustiva muy baja de *Colliguaja integerrima* con estrato herbáceo de *Stipa*

Esta comunidad se adapta muy bien, como ya se dijo, en las laderas abruptas; pero, debido a su posición de solana, alcanza poca altura, extendiéndose no obstante, a lo largo de la vertiente y zonas deprimidas que anteceden la Cañada Leiva.

En las zonas más bajas de la cañada mencionada, paradójicamente, la vegetación se dispone en forma abierta y achaparrada. Esta situación se produce por la existencia de gran cantidad de derrubios que se forman periódicamente, no permitiendo, de éste modo, el establecimiento de una comunidad más densa. Entre los arbustos que habitan el lugar pueden mencionarse *Adesmia pinifolia* (Cuerno de cabra) y *Ephedra*, entre las más importantes. Con respecto a las hierbas, la *Stipa* es la especie que mejor soporta la vida en este ambiente. Se han observado allí, también, plantitas de *Nassauvia lagascae* (Colá de quirquincho) y *Azorella nucamentacea* (Yareta).

2.3. Comunidad arbustiva de *Adesmia trijuga* con estrato herbáceo de *Stipa*

Estas comunidades aparecen en la vertiente oriental de la Cañada de los Enamorados. Allí se ha formado un talud de derrubios donde se ha observado que los arbustos de *Adesmia trijuga*, cumplen la función de retener el material que se desliza por gravedad. El estrato herbáceo es importante también pues refuerza la acción de los arbustos. Cada vez que aparecen los conos de derrubios en el paisaje, se repite la estructura y composición de la comunidad descripta.

2.4. Comunidad muy abierta de *Stipa* bordeando el campo de lapiaz

La acción química de disolución que se produce en los relieves kársticos originan paisajes sin cubierta vegetal. El campo de lapiaz es un ejemplo de ello. Al norte y este de la Caverna de Las Brujas aparece una zona que está prácticamente desnuda; sólo se vislumbran algunos ejemplares de **Stipa** creciendo en las diaclasas que bordean el campo mencionado, con una cobertura no mayor del 10%.

2.5. *Vegetación arbustiva en el reverso de cresta muy diaclasado*

La parte superior de la caverna tiene una pendiente aproximada de 50° y un gran porcentaje de roca caliza, surcada por numerosas diaclasas. En cada una de éstas habita una frondosa comunidad arbustiva de **Adesmia trijuga**, **Ephedra ochreatea** y **Colliguaja intejerrima**, conviviendo con el estrato gramíneo de **Stipa**.

Se advierte que la "frondosa" comunidad está circunscripta exclusivamente a las hendiduras -diaclasas- en las calizas, donde hay mayor aporte de humedad, y se forma la delgada capa de suelo que permite el crecimiento del sustrato vegetal. Pero, si se observa este biotopo desde el aire se notarán espacios de roca desnuda, a la sazón, las compactadas, donde al no existir las hendiduras de las diaclasas, no es posible el establecimiento de vegetación alguna.

2.6. *Comunidad muy abierta de pulvinadas sobre las crestas*

En la parte superior de la cresta, que se encuentra al SE de la caverna, se hacen presentes hermosos ejemplares pulvinados de **Azorella nucamentacea** (Yareta) ubicadas en las diaclasas del material calcáreo.

En este biotopo, las hendiduras -donde se desarrolla la vegetación- se encuentran más separadas que en el anterior. Razón por la cual, la comunidad arbustiva es abierta realizándose, solamente, la escasis de especies pulvinadas.

Ello demuestra un ambiente **xérico** y de condiciones muy rigurosas, por exceso de frío, falta de agua y exposición a los vientos constantes.

2.7. *Área sin vegetación*

Las vertientes con procesos de reptación (Cañada de los Enamorados), las paredes rocosas y abruptas (Cueva de la Virgen) y los frentes de las crestas (Caverna de Las Brujas), son por antonomasia áreas sin vegetación. Esto se debe a la inestabilidad del material de sustento y a la excesiva verticalidad de las paredes rocosas.

2.8. *Áreas de deterioro antropógeno*

Dentro de la carta, se ha señalado el camino de entrada a la caverna como

un sector degradado por los vehículos que transportan los contingentes turísticos, como así mismo, un área impactada por los incendios.

6. Cuevas y cavernas

La diferenciación de términos ha sido realizada exclusivamente para este trabajo, ya que en el lenguaje científico no existe una distinción entre los vocablos mencionados.

Por cuevas se han considerado ahondamientos por disolución en las calizas que no presentan dimensiones considerables en alto y largo. Son muy comunes en el área estudiada.

Cavernas serían entonces las formas de absorción y conducción mayores, como la "Caverna de las Brujas".

La "Caverna de Las Brujas"

Los objetivos principales del estudio de esta caverna fueron tres: a) Determinar su génesis, b) Realizar un cartografiado detallado de la misma y c) Reconocer formas típicas de su relieve interno.

1 - Génesis de la caverna

La entrada de la caverna aparece a 1.800 m.s.n.m., a 35° 48 m. S y a 69° y 49 m. O y orientada al Suroeste (Fig. 3). El clima que la rodea soporta un déficit de agua importante, con precipitaciones que no superan los 300 mm.

Este monto de agua disponible, sin duda, demuestra que la caverna es obra de procesos con mayor provisión de agua y que hoy la infiltración sólo la retoca. Por este motivo es una caverna senil, con poca actividad de agua cárstica y ésta, a su vez, es intermitente, con periodos en que la caverna está prácticamente seca y en otros con un aumento de infiltración considerable, dependiendo del monto de nevadas y su posterior derretimiento.

Se expondrá a continuación el esquema que se piensa es el responsable de esta forma de modelado terrestre: El recorrido principal de la cueva, también denominado "Recorrido turístico", que abarca 200 m de longitud de manera casi horizontal, sería obra de una corriente de agua subterránea, en épocas anteriores a la tectonización del karst (Fig. 6).

De acuerdo a esto último, y por el modelado dejado por el agua en el interior de la caverna, la actual entrada habría sido la resurgencia en el pasado. Posteriormente sobrevino la tectonización de la zona por levantamiento de la Cordillera de Los Andes y, en el lugar de emplazamiento de la caverna, se formó una importante cuesta. Como consecuencia de la nueva topografía, el antiguo curso habría modificado su recorrido y su viejo pasadizo en la caliza quedó

totalmente seco.

La caliza, casi verticalizada y sumamente fisurada a causa de la tectónica, se convirtió en un medio donde la infiltración comenzó a ser protagonista principal en la formación de espeleotemas y ensanchamiento de fisuras. Esta infiltración se vio sumamente favorecida a fines de la época glacial que afectó Los Andes, al derretirse un monto de nieve mucho mayor que el actual, depositada en el área a causa del cambio climático ocurrido.

Los montos de agua infiltrada fueron considerables, suficientes para ampliar en buena medida nuevos pasadizos y crear todas las formas de modelado interno de la caverna (estalactitas, estalagmitas, coladas, columnas, etc.).

A medida que el valor de precipitaciones níveas descendió, también fue declinando la cantidad de agua infiltrada, hasta llegar al presente, cuando ésta es mínima y sólo produce acreciones reducidas. Como ejemplo: en una estalactita que fue cortada en su parte media por un visitante, se ha controlado su crecimiento anual, resultando de 1 cm/año.

2 - Cartografía y modelado de la caverna

La Caverna de Las Brujas presenta tres niveles de corredores principales: En el primero, o intermedio, se encuentra el recorrido más conocido, que se extiende casi horizontalmente con respecto a la entrada y por espacio de 200 m. Es el "Circuito turístico", denominado así, por ser el único que recorren los turistas en sus visitas a la caverna.

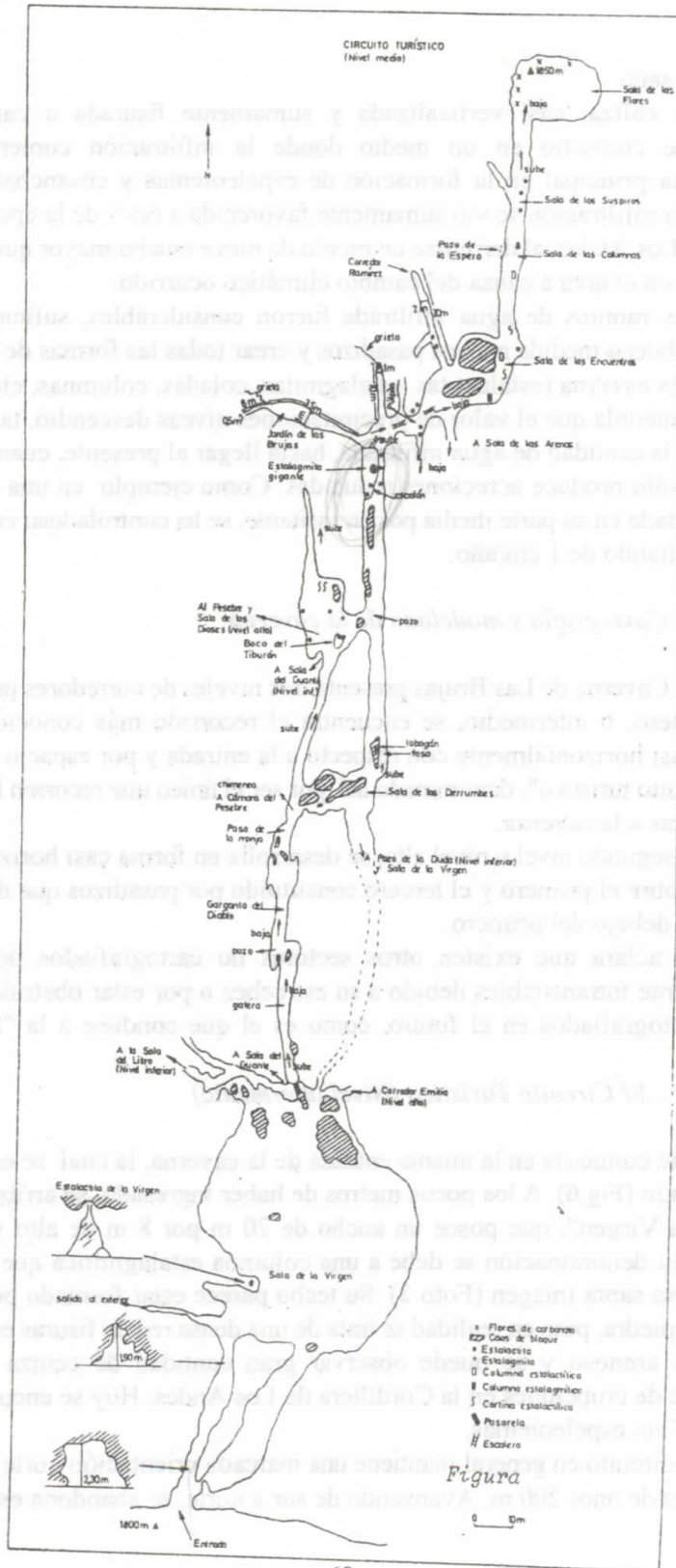
El segundo nivel o nivel alto, se desarrolla en forma casi horizontal pero 20 m por sobre el primero y el tercero constituido por pasadizos que descienden a 20 m por debajo del primero.

Se aclara que existen otros sectores no cartografiados por resultar prácticamente intransitables debido a su estrechez o por estar obstruidos. Otros serán recartografiados en el futuro, como es el que conduce a la "Sala de la Madre".

2.1. El Circuito Turístico (Nivel intermedio)

Este comienza en la misma entrada de la caverna, la cual se encuentra a 1.800 m.s.n.m (Fig.6). A los pocos metros de haber ingresado, se arriba a la gran "Sala de la Virgen", que posee un ancho de 20 m por 8 m de alto y 30 m de longitud. Su denominación se debe a una columna estalagmítica que semeja la forma de esa santa imagen (Foto 3). Su techo parece estar formado por grandes bloques de piedra, pero en realidad se trata de una densa red de fisuras en la caliza. El piso es arenoso y se puede observar gran cantidad de ceniza volcánica proveniente de erupciones en la Cordillera de Los Andes. Hoy se encuentra muy saqueada y sin espeleotemas.

El circuito en general mantiene una marcada orientación norte - sur, y su extensión es de unos 200 m. Avanzando de sur a norte, se abandona esta primera



sala a través de un caos de bloques, provenientes del techo de la misma, para ingresar a una estrecha gatera, que luego de un corto ascenso, comienza a descender hasta llegar a una nueva sala, denominada "De los Derrumbes". Como su nombre lo indica, se trata de un espacio sembrado de bloques derrumbados, de considerable volumen.

En este punto, el recorrido se divide en dos brazos, siendo sólo transitable el de la derecha, que conduce a la "Sala de la Estalagmita Gigante", previo paso por un punto clave de la caverna, llamado "Boca del Tiburón". Este sitio permite, a través de aberturas en el techo y piso del corredor principal, comunicarse con los niveles inferior y superior de la caverna.

La "Sala de la Estalagmita Gigante", llamada así por la presencia de una estalagmita de 1,50 m de alto (Foto 4), es de extrema belleza, ya que junto a esta forma pavimentaria, se hallan otras de no menor belleza, como macizos estalagmíticos y grandes estactitas, muy degradadas por la acción del hombre. Por otra parte, aquí es donde se pudo observar mayor infiltración de agua, y por ende, el punto de mayor actividad de esta senil forma de conducción.

Luego de traspasar una serie de escaleras colocadas allí para el turismo, se llega a la "Sala de los Encuentros", caracterizada por bloques derrumbados de gran calibre, columnas estalagmíticas y estalactíticas, estalactitas y cortinas estalactíticas.

Una vez dejada atrás esta sala, se transita por un corredor sembrado de columnas estalactíticas y estalagmíticas, como así también de bellas estalactitas.

Durante todo el trayecto, se comprueba, con gran regularidad, la acción depredadora del hombre, manifestada principalmente por cortes de estalactitas y estalagmitas y pintado de paredes.

Finalmente, el circuito concluye en la "Sala de Las Flores", la que se sitúa a 1850 m.s.n.m., caracterizada por sus paredes tapizadas por formaciones parietales semejantes a hongos o corales achaparrados de carbonato. En ella se pueden encontrar colémbolos, fauna ciega y despigmentada, común en estos medios subterráneos.

En el nivel intermedio, se encuentra el "Jardín de las Brujas", al cual se accede, girando hacia la izquierda, desde la "Sala de la Estalagmita Gigante". Este sector se destaca por la buena conservación de estalactitas, al quedar fuera del recorrido habitual de los turistas y por ser su acceso más dificultoso.

Completando el nivel intermedio, se puede recorrer también en "Pozo de la Duda" (Fig. 7). Se accede desde la "Sala de los Derrumbes". El "Pozo" tiene 1,70 m de profundidad. Transpuesto éste y luego de un recorrido sin muchos aspectos que destacar - sólo algunas columnas estalactíticas -, se puede arribar directamente a la "Sala de la Virgen".

2.2. Nivel inferior

Este nivel está compuesto por diferentes corredores que comunican con

distintas salas:

- "*Sala del Guante*": A ella se puede acceder desde el punto donde se abandona la "Sala de la Virgen" o desde el "Tiburón" en el nivel intermedio (Fig.8). Su cota de menor altura es de 1780 m/s/n/m y se conecta con la "Sala de la Madre", que pertenece al mismo nivel pero que no fue cartografiada en este trabajo.

- "*Sala del Libro*": Denominada así por encontrarse en ella, antiguamente, un libro de visitas. El recorrido para visitarla es uno de los más extensos del nivel inferior (Fig.9). Se accede desde la "Sala de la Virgen" y luego de un largo descenso se arriba a esta sala que se encuentra a 1770 m.s.n.m, donde se observa una interesante cantidad de estalactitas, columnas estalagmíticas y cortezas calcáreas. En general el recorrido posee escasa cantidad de formas, reduciéndose sólo a estalactitas, estalacmitas y cortezas sobre las paredes.

- "*Sala de las Arenas*": Se arriba desde la "Sala de Los Encuentros" en el nivel medio. El trayecto es corto, encontrándose algunas estalactitas. El punto final está a 1.780 m.s.n.m y el piso de la sala se caracteriza por la presencia de ceniza volcánica que desciende a través de una grieta desde la "Sala de la Virgen".

2.3. Nivel superior

En este nivel se cartografiaron dos recorridos muy interesantes: el "Corredor Emilia" y la "Cámara del Pesebre", conjuntamente con la "Sala de Los Dioses"(Fig.10). El primero parte directamente desde la "Sala de la Virgen" con una pronunciada pendiente en ascenso que se desarrolla entre columnas estalagmíticas y estalactitas, para culminar a 1.820 m.s.n.m en una estrecha grieta de imposible tránsito.

La "Cámara del Pesebre" y la "Sala de los Dioses", que se ubican a 1820 m.s.n.m, son dos de los sectores de mayor belleza de la caverna por encontrarse su multitud de formas (pavimentarias, combinadas, parietales, cenitales, etc.) muy bien conservadas debido a su difícil acceso, lo que las mantiene protegidas de depredadores humanos. A ellas se accede directamente desde la "Boca del Tiburón" y desde la "Sala de los Derrumbes".



Foto 3: Columna estalagmita denominada "De la Virgen"

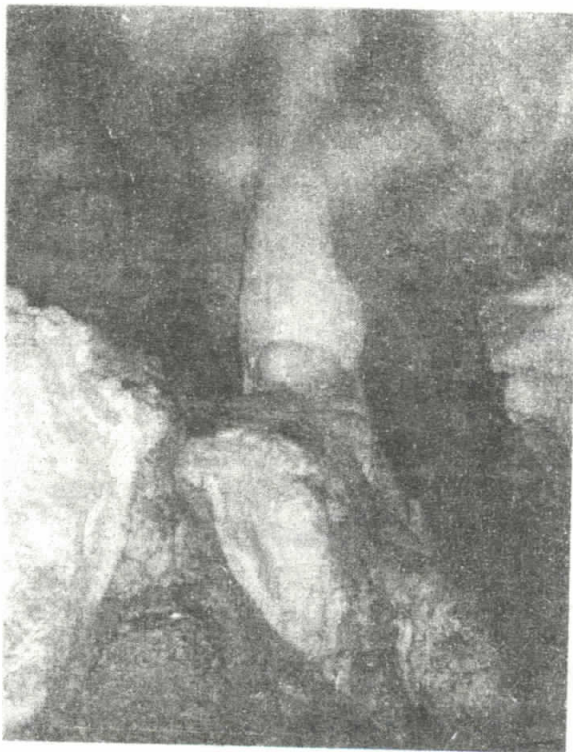


Foto 4:
Estalagmita
Gigante

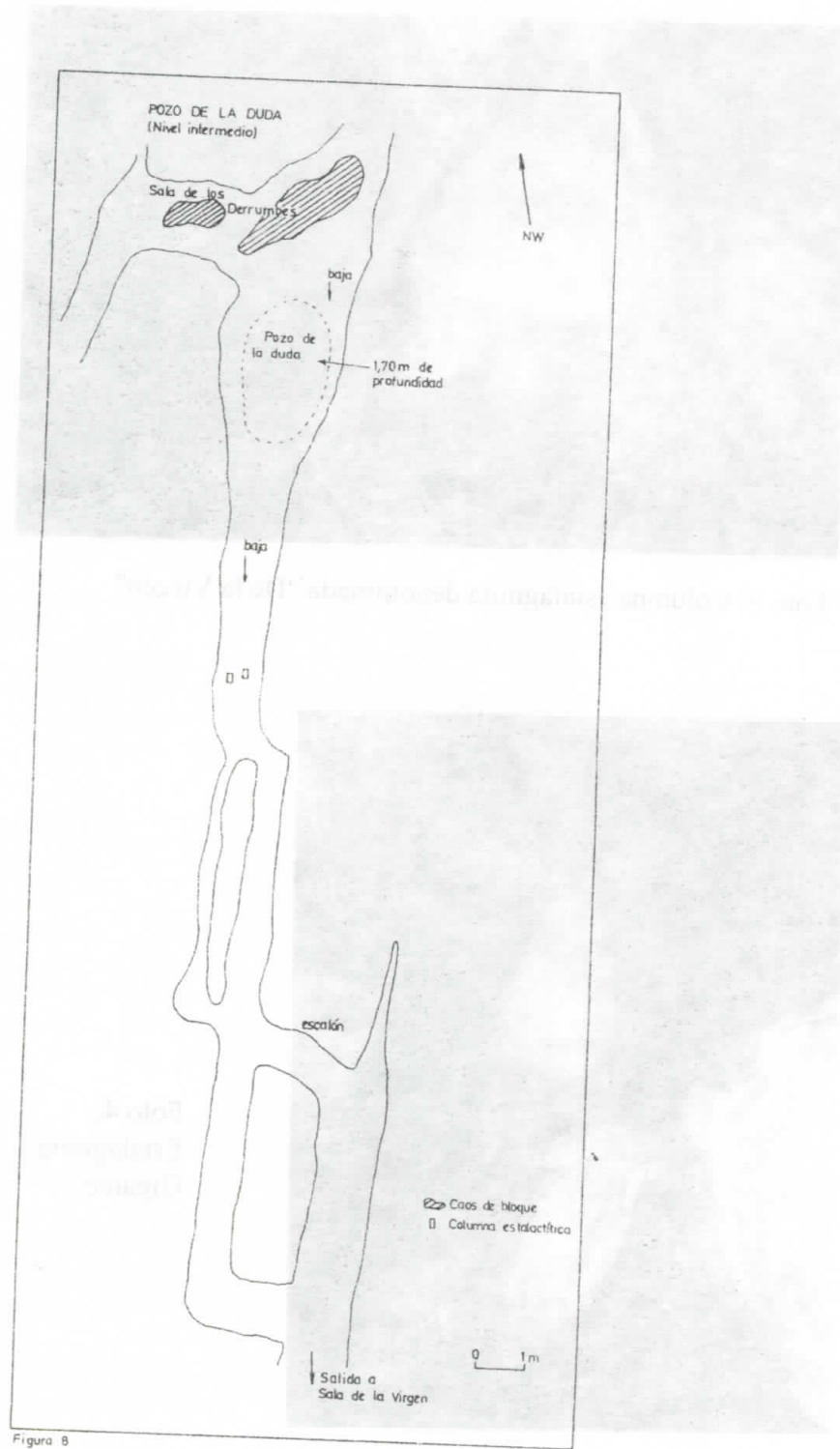
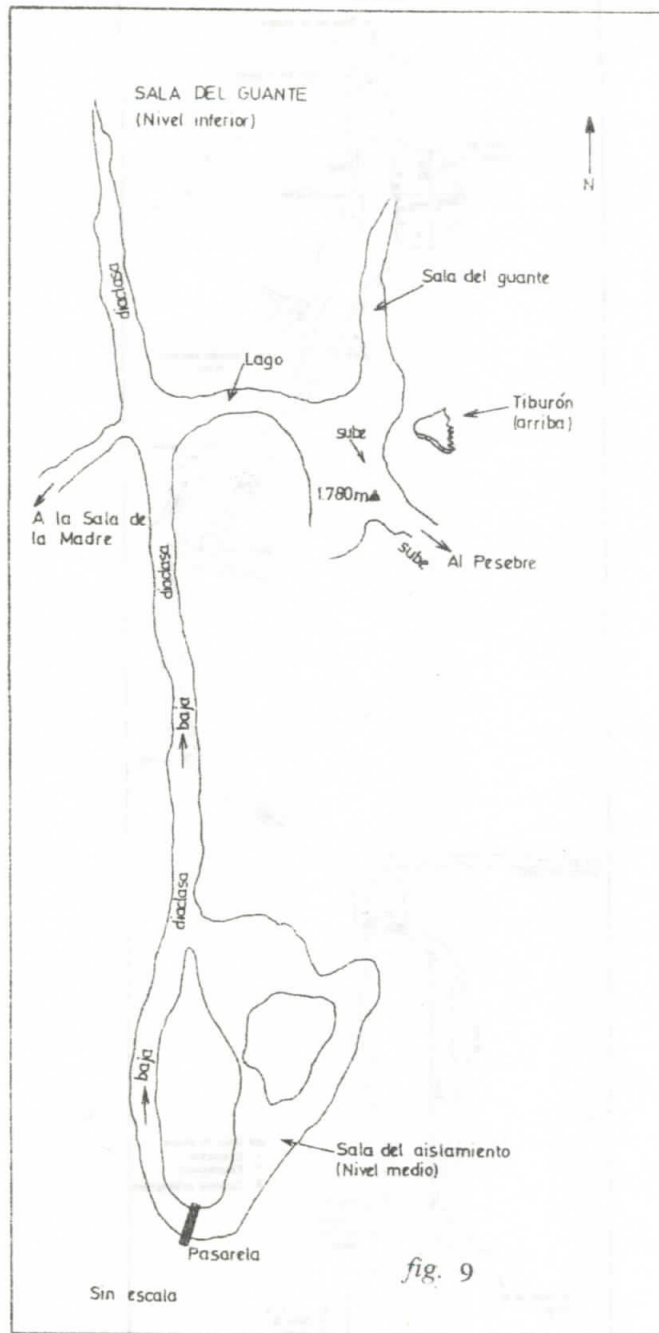


Figura 8



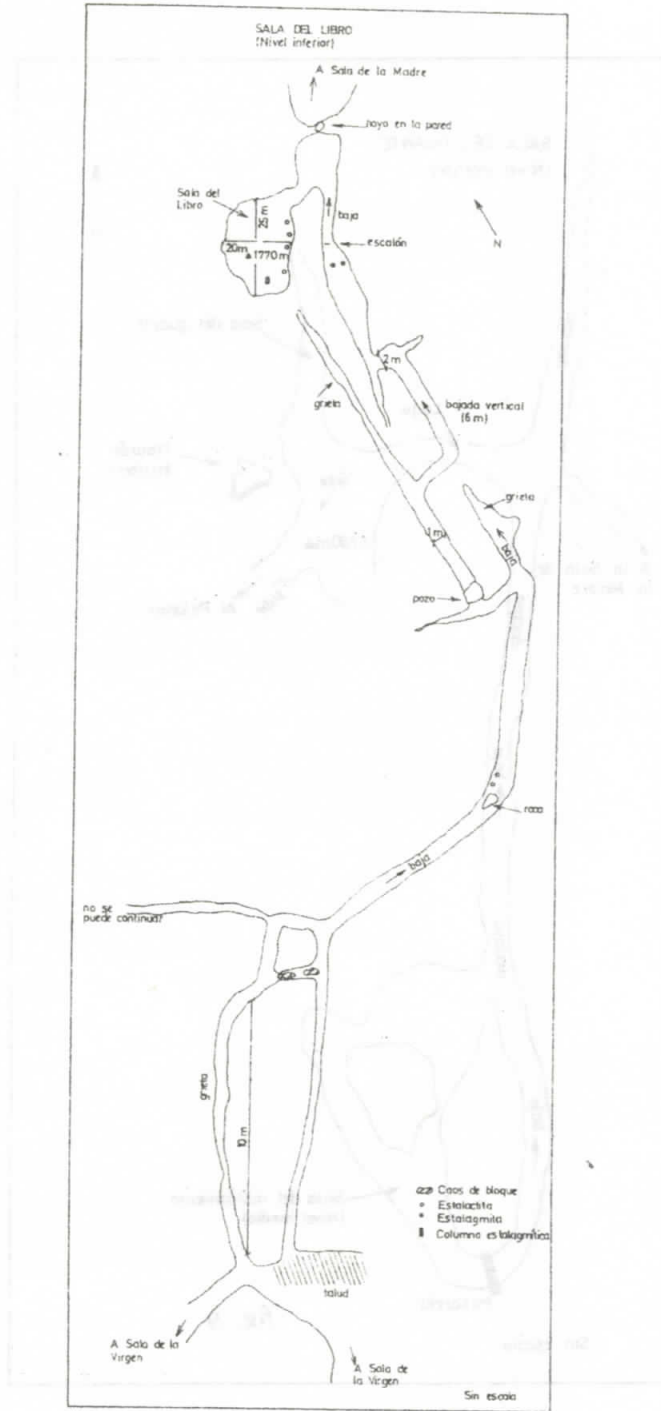


Figura 1.

7. Conclusión

La morfología de la Caverna de las Brujas demuestra un estado de senilidad, relleno de cavidades kársticas, sin circulación fluvial importante, sólo reducido a pobres goteos a través de fisuras. Las fases clásticas y la fuerte estalagmitización son también claras muestras de esa vejez.

Sin embargo, es una de las cavidades kársticas más interesantes del país desde el punto de vista científico, rodeada de interesantes formas cársticas, cada una con un biotopo particular.

Los estudios dentro de ella recién comienzan a concretarse. Es indispensable, por lo tanto, su cuidado y conservación, especialmente frente al ingreso de turistas y científicos inescrupulosos que la mutilan sin piedad.

Será por lo tanto imprescindible recordar y hacer recordar que:

- Las grutas son templos de la naturaleza; por ello se les debe el máximo respeto.
- El agua que se bebe puede ser la misma que se contamina.
- Romper una estalactita es como quebrar una flor que vive desde hace 100.000 años.
- Un nombre escrito en las paredes de una caverna es como la tarjeta de visita de la estupidez humana.
- En las cavernas, tomar fotografías y dejar sólo la huella de los zapatos.
- En las cavernas nadie vigila, salvo la propia conciencia.

Bibliografía

- CAPITANELLI, Ricardo (1966), "Geomorfología y Clima de la Pcia. de Mendoza", en **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, Vol.XIII, Mendoza, Ministerio de Economía.
- DESANTI, C. (1966), "Descripción geológica de la hoja 29 b, Bardas Blancas, Prov. de Mendoza", en **Boletín de la Dirección Nacional de Geología y Minería**, N° 139, Buenos Aires, Ministerio de Economía.
- FERRARI, R. (1976), "La Caverna de las Brujas: apuntes para su estudio arqueológico" en Actas y Memorias del IV Congreso Nacional de Arqueología, **Revista del Museo de Historia Natural**, San Rafael, Mendoza.
- FORTI, P, BEDEDETTO, C. y COSTA, G., (1993), "Las Brujas Cave: an example of the oil pools control on the speleogénesis", **Theoretical and Applied Karstologie**, Ed. Acad. Romane, Bucarest, vol. 6.

RESUMEN

El Departamento de Malargüe está ubicado al suroeste de la Provincia de Mendoza. Su sector occidental fue cubierto, en reiteradas oportunidades, por las aguas del Océano Pacífico durante los periodos Jurásico y Cretácico.

Como consecuencia, la zona es hoy asiento de grandes acumulaciones de calizas, generándose un medio ideal para la existencia de un interesante relieve kárstico. En el área, importantes dolinas, simas, cavernas, etc., son, y han sido, atractivo permanente para investigadores y turistas, especialmente "La Caverna de las Brujas".

En este trabajo se detallan los estudios geomorfológicos y fitoecológicos que se desarrollaron en la zona, mientras que, dentro de la caverna, se confeccionó una cartografía detallada de la mayor parte de la misma.

ABSTRACT

The Malargüe department is located at the southwest of Mendoza Province. Its occidental zone was covered with Ocean Pacific water, in successive opportunities, in the Jurassic and Cretaceous periods. Because of that, nowadays, the area is covered with big extensions of limestone, generating an ideal environment for a diverse karstic surface.

Important dolines, deep caverns, caves, etc., have been and are permanent attractive for investigators and tourists, mainly "Las Brujas cave".

In this report is detailed the geomorphologic and fitoecologic studies developed in this zone, while, inside the cave, a particular cartography of the major part of it is prepared.

RESUME

Le département de Malargue est situé au sudoest de la Province de Mendoza. Son secteur occidental fut couvert, à plusieurs reprises, par les eaux de l'Océan Pacifique durant les périodes Jurassique et Crétacé. En conséquence, la région est aujourd'hui le dépôt de grandes accumulations de calcaires, tout cela engendre un milieu idéal pour l'existence d'un relief karstique. Dans l'aire, d'importantes dolines, simas, cavernes, etc., sont et ont été un attractif permanent pour les chercheurs et les touristes, spécialement une beauté très particulière de la nature argentine: "La Caverna de las Brujas" (La Caverne des Sorcières). Dans ce travail, des études géomorphologiques et géologiques, développés sur place, ont été traités, en même temps une cartographie détaillée de l'intérieur de la caverne a été élaborée.