

MUNIBE (Ciencias Naturales - Natur Zientziak)	Nº 46	63-79	SAN SEBASTIAN	1994	ISSN 0214-7688
---	-------	-------	---------------	------	----------------

Acceptado: 15.09.1994

Estudio hidrogeológico del macizo kárstico de Uzturre (Gipuzkoa, País Vasco)

Hydrogeological stud of Uzturre Mountain karst (Gipuzkoa, Basque Country).

PALABRAS CLAVE: Hidrogeología, Karst, Espeleología, Gipuzkoa, País Vasco.

KEY WORDS: Hydrogeology, Karst, Speleology, Gipuzkoa, Basque Country.

**C. GALAN, C. GARCIA MAIZTEGI, K. SANSINENEA,
N. AÑIBARRO & R. MUÑOZ***

RESUMEN:

Se describe el macizo kárstico de Uzturre y sus características geológicas e hidrogeológicas. Se presentan datos de exploración de 17 cavidades y 19 surgencias. Se definen tres unidades hidrogeológicas: Amasa, Guadalupe y Pisuaga. Se evalúan las reservas hídricas y el funcionamiento hidráulico de los acuíferos kársticos. Se definen sus posibilidades de aprovechamiento.

ABSTRACT:

Geological and Hydrogeological features of Uzturre Mountain karst are described. 17 caves and 19 springs has been located and explored. The karst presents three hydrogeological units: Amasa, Guadalupe and Pisuaga. This work presents quantification of hydric reserves and discussion about hydraulic functionality of karstic aquifers. Explotable hydric ressources are evaluated.

LABURPENA

Uzturre mendigune karstikoa, bere geologia eta hidrogeologia deskribatzen dira. 17 leize eta 19 ur-agerketen ikertutako datuak aurkezten ditugu. 3 unitate hidrogeologikoak definitzen dira: Amasa, Guadalupe eta Pisuaga. Urdun karstikoen funtzionamendu hidraulikoa eta erreserba hidrikoa ebaluatzen dira, eta beraien probetxurako posibilitateak definitu.

INTRODUCCION

La finalidad del presente estudio es definir las características y posibilidades de aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sector del macizo kárstico de Uzturre correspondiente al término municipal de Irura.

Durante el desarrollo del trabajo se vió la necesidad de extender el estudio al conjunto del macizo, ya que no podían ser evaluados los recursos hídricos sin tener en cuenta el funcionamiento global de las unidades hidrogeológicas involucradas.

El trabajo de campo incluyó: reconocimiento detallado del macizo; levantamiento de cortes geológicos y

confección de mapas mediante fotointerpretación y datos directos; inventario y medidas de caudal en 19 puntos de agua; localización y exploración de 17 cavidades, la mayoría de ellas simas.

Datos litológicos, rumbos y buzamientos, observaciones geomorfológicas e hidrológicas, fueron tomados tanto en superficie como en el interior de las cavidades accesibles. La bibliografía existente fue revisada.

Adicionalmente, datos de aforos o estimaciones de caudal fueron efectuadas y/o consultadas a los encargados de aguas de Tolosa, Irura y Anoeta, y a personas de caseríos próximos a los manantiales.

El trabajo de interpretación permitió delimitar tres unidades hidrogeológicas y definir sus características y

* Sociedad de Ciencias Aranzadi.

Sección Karstología.

Museo de San Telmo. 20003 San Sebastián, Spain.

funcionamiento hidráulico. Un énfasis particular ha sido puesto en las posibilidades de aprovechamiento del sector Irura. Los resultados prácticos se exponen al final de este trabajo.

RASGOS GENERALES DEL MACIZO DE UZTURRE

El monte Uzturre constituye un sinclinal asimétrico, vergente al norte, que es la prolongación oriental de la estructura del monte Ernio, pero con características geomorfológicas algo diferentes. Es un pliegue colgado, con su flanco meridional invertido, y cuya estructura se relaciona con la disposición del zócalo, ya que se sitúa en una depresión del substrato, limitada por dos pliegues anticlinales: al Norte el del monte Ondolar, que se cierra periclinalmente en Billabona, y al Sur el de Belaunza, que hunde su eje hacia el Oeste. La estructura sinclinal se acentúa en los materiales de la cobertera, que se encuentran visiblemente despegados del zócalo.

El pliegue sinclinal de Uzturre tiene dirección ENE-WSW. Los buzamientos en sus flancos N y S son medios a altos, disminuyendo hacia E y W para hacerse muy suaves, pero siempre con las capas buzando en sentido contrario a las laderas del monte, en todo su perímetro. Así, la geometría del pliegue corresponde a una cubeta de bordes cerrados en sentido N-S y muy abiertos en sentido E-W. Como las condiciones de borde en el muro de cada unidad hidrogeológica se sitúan a mayor altitud en el E, las direcciones generales del drenaje subterráneo son en sentido E-W, hacia el valle del Oria, donde se sitúan las más importantes surgencias, en las menores cotas de altitud, en el contacto con los materiales impermeables basales.

Hemos diferenciado tres unidades acuíferas, permeables por karstificación. Los materiales permeables son, de muro a techo: 1- Las calizas y dolomías del Jurásico basal (Lías), que ocupan la periferia del macizo. 2- Las calizas grises bien estratificadas del Jurásico medio (Dogger). 3- Una serie calcárea, en parte con intercalaciones arcillosas o arenosas poco permeables que comprende desde los últimos estadios del Jurásico (Malm) hasta el Cretáceo inferior (calizas negras del Purbeck-Weald; calizas recifales y pararecifales del Complejo Urganiano, de edad Aptiense-Albiense), y que ocupa el núcleo del sinclinal en las partes altas y centrales del macizo.

En la última unidad (serie Malm-Urganiano) exploramos tres cavidades y tres grupos surgentes; la surgencia principal, Pisuaga, da nombre a la unidad. En la segunda unidad (Dogger) las cavidades exploradas fueron nueve y las surgencias dos; lo fundamental del drenaje subterráneo es descargado por la cueva-surgencia de

Guadalupe. La unidad basal que ocupa la periferia del macizo (Lías calizo) se presenta compartimentada y posee el mayor número de surgencias en la proximidad de Amasa; en ella se exploraron cuatro cavidades y trece surgencias y/o sondeos. Los datos de localización (coordenadas y altitud) y un resumen de las características más sobresalientes, son presentados en las tablas 1 y 2. La ubicación de cavidades y surgencias, el relieve topográfico del macizo, y las superficies de afloramiento de cada unidad permeable son mostradas en los figuras 3 y 4.

GEOLOGIA DEL MACIZO

El área estudiada, encuadrada en la cuenca vasco-cantábrica, se sitúa geológicamente al E de una unidad estructural mayor, denominada Anticlinal Tolosa - monte Arno de la cual se puede considerar su terminación, al W del macizo paleozoico de Cinco Villas.

Se trata de un pliegue sinclinal, asimétrico y vergente al N, cuyo flanco septentrional presenta suaves buzamientos y el meridional es prácticamente vertical, pudiendo llegar a invertirse cerca del núcleo (Figuras 1 y 2).

Litoestratigrafía

Lo constituyen materiales de edad Mesozoico, que abarcan desde el Trías superior hasta el Cretáceo inferior.

Atendiendo a criterios fundamentalmente litológicos e hidrológicos (permeabilidad), hemos individualizado las siguientes unidades litoestratigráficas:

Triásico; representado fundamentalmente por materiales del Trías superior de facies germánica (Keuper). Se trata de margas y arcillas abigarradas de colores rojizo-violáceos y con niveles yesíferos e importantes masas de ofitas.

Localmente afloran materiales del Trías inferior, facies Buntsandstein, constituidos por areniscas rojas muy compactas. Los contactos son complejos dada la gran plasticidad del Keuper, que determina una tectónica fuertemente diapírica.

No se encuentran afloramientos del Muschelkalk. La permeabilidad de este tramo es muy baja (prácticamente nula) e impone las condiciones de borde de los materiales acuíferos suprayacentes.

Jurásico; constituido por una potente serie marina carbonatada, que constituye los principales materiales acuíferos de la zona. De muro a techo encontramos:

Lías inferior; lo integran dolomías y calizas dolomíticas, con niveles carnolares y brechoides en la base.

Presentan en superficie tonos amarillentos. Se estima su potencia en 150 m. Permeable por fisuración y/o karstificación, pudiendo darse también una porosidad primaria en las carnioles basales.

Lías superior; margas de color gris oscuro, laminadas y compactas, con intercalaciones de bancos centimétricos de margocalizas en la base. Belemnites, Ammonites y Braquiópodos. Su potencia es de aproximadamente 50 m. Impermeable.

Dogger; Calizas grises bien estratificadas en bancos decimétricos con intercalaciones de niveles margosos de color gris y rosa con Belemnites y Ammonites. Permeable por fisuración y karstificación.

Malm inferior; areniscas calcáreas y margas arenosas muy micáceas (mica blanca) estratificadas en niveles centimétricos. En superficie se presentan muy alteradas, bajo el aspecto de una arena limosa de color amarillento. Poco permeable.

Malm superior; calizas micríticas, bioclásticas, bien estratificadas en capas centi y decimétricas, algo areniscosas en la base haciéndose más puras hacia el techo. Se observan fragmentos de equínidos, crinoideos y lamelibranchios, etc. Los tramos superiores de esta unidad pueden pertenecer ya al Cretácico basal. Incluye niveles de calizas negras fétidas. Permeable por fisuración y karstificación.

Complejo Purbeck-Weald; se trata de un tramo principalmente detrítico de aguas dulces que supone la transición entre el Jurásico marino y el Cretácico inferior, nuevamente marino pero con unas condiciones de sedimentación diferentes.

Presenta varias litologías; calizas más o menos arenosas, areniscas, lutitas y argilitas arenosas, y su potencia es variable de unos puntos a otros, pudiendo ser casi imperceptible en algunas zonas. Impermeable.

Cretácico inferior; representado por los materiales carbonatados del complejo Urgoniano, que en el monte Uzturre se reducen a las facies calcáreas masivas y estratificadas, no apareciendo sin embargo los tramos margosos y lutíticos que se observan en otras zonas (Ernio, Aralar, etc.)

Si bien este tramo es permeable por karstificación, a efectos prácticos se ha incluido en la unidad hidrogeológica del Jurásico superior (unidad de Pisuaga).

Cuaternario; sedimentos no consolidados de origen aluvial, coluvial, correspondientes a gravas, arenas, limos y arcillas. De potencia y geometría muy variables y en general, salvo el aluvial del río Oria, de escasa extensión. Debido a ello, no se han considerado como acuíferos de interés (pese a poseer una porosidad primaria y permeabilidad alta), excepto el aluvial del río Oria, que

por su conexión directa con el río (muy contaminado) presenta problemas.

Estructura

El macizo de Uzturre es un pliegue sinclinal asimétrico, isopaco, vergente al N. Su eje posee una dirección aproximada E-W y se encuentra flexionado, con concavidad al N y suave inmersión hacia el W.

Dicha estructura se encuentra individualizada por accidentes tectónicos en toda su periferia, que se corresponden, en general, con accidentes del zócalo paleozoico. Es esta disposición la que determina las características geométricas de los acuíferos ya descritos.

La fracturación, dentro del macizo, no es muy intensa, y se concentra en dos zonas: Al W, con una disposición radial y probablemente relacionada con la extrusión de los materiales del Triásico superior a lo largo de una falla del zócalo, en la que se encaja el valle del Oria, y al N, en una serie de cabalgamientos de vergencia N, a favor de los cuales llegan a aflorar también materiales triásicos, que suponen en algunos casos el límite septentrional de la unidad hidrogeológica de Amasa.

Por otra parte, es de reseñar la disposición de las capas en el flanco meridional, que se encuentran prácticamente verticales, y condicionan fuertemente la dirección del flujo subterráneo (en sentido E-W), con un drenaje rápido, como hemos tenido ocasión de comprobar. Señalar por último, que esta estructura se halla notablemente despegada del zócalo a nivel del Triás-Keuper.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE PISUAGA

Ocupa la parte superior del macizo, extendiéndose por las cumbres de Uzturre (728 m.snm.), Atxupiaga (699 m.snm.) y Loatzo (633 m.snm.).

Los materiales permeables son: calizas bioclásticas arenosas del Malm, calizas margosas y calizas conchíferas alternantes con niveles detríticos de argilitas y areniscas de la serie Purbeck-Weald, y calizas estratificadas y recifales del complejo Urgoniano.

El sustrato impermeable que delimita la unidad está constituido por niveles arenosos de la base del Malm. Las cotas de borde de la unidad se sitúan a 400 m de altitud en el N, 500 m en el S, 700 m en el E y descienden hasta 175 m en la parte central W, donde se sitúa la surgencia de Pisuaga, en el valle del mismo nombre.

La unidad presenta una karstificación moderada, con tres simas en calizas urgonianas, la mayor de ellas de -28 m de desnivel. Igualmente se presentan formas kársticas de superficie (lapiaz, dolinas) en los terrenos urgonianos de las partes altas, zonas de menor pendiente.

te topográfica. En el resto de la unidad las pendientes son fuertes, formando farallones casi verticales en las laderas situadas al W de la cumbre de Uzturre. Esto, unido a la presencia de intercalaciones detríticas poco permeables entre los niveles calizos, determina que, en conjunto, los valores de infiltración en la unidad sean moderados.

La superficie total de afloramiento es de 4,22 km². Por su disposición estructural, el flujo subterráneo tiene una dirección preferencial E-W.

Tres grupos surgentes han sido detectados en la unidad. El grupo de manantiales de Arriztiko iturria, que captura parte del drenaje subsuperficial del Weald y Urganiano de Loatzo; las cotas de los mismo se sitúan entre 315 y 330 m.snm. La surgencia de Kaxkardi, en la cabecera del barranco de Pisuaga, a 385 m.snm., y que drena una buena parte de lo infiltrado en la importante masa de calizas recifales masivas de Uzturre. Las aguas de esta surgencia siguen un corto curso epígeo, uniéndose al de otras pequeñas emergencias situadas al S, y descienden por el barranco hacia el W, hasta la cota 175 m, donde se encuentra la toma y el grupo de surgencias de Pisuaga, en la base de la unidad. Así, el caudal en la toma de Pisuaga totaliza 50-80 l/s de media anual, e incluye unos 5-10 l/s aportados por la surgencia de Kaxkardi. Esto constituye más del 90% del drenaje subterráneo de la unidad. El grupo Arrizti, en proporción, aporta un caudal escaso, estimado en 5 l/s de media anual. Adicionalmente podrían existir salidas difusas y estacionales a lo largo del contacto de la unidad con los materiales impermeables de muro, pero sus valores de caudal serían reducidos. En resumen, la casi totalidad de los recursos subterráneos de la unidad son descargados por la surgencia de Pisuaga (incluyendo Kaxkardi), mientras que Arrizti aporta un volumen muy pequeño.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE GUADALUPE

Está constituida por calizas grises estratificadas del Dogger y ocupa una posición de media ladera en el macizo de Uzturre, rodeando como una banda a la unidad de Pisuaga, de la que está separada por un tramo de areniscas del Malm.

El substrato impermeable está constituido por margas del Lías. Como en el caso anterior, las condiciones de borde en el muro de la unidad alcanzan sus cotas más bajas en el borde W, donde se sitúa la cueva surgente de Guadalupe, a 90 m.snm. Las cotas más altas, en el E, alcanzan 600 m.snm.

Esta unidad es la que posee una karstificación más intensa, con mayor número de formas hipógeas, incluyendo 7 simas y 2 cuevas. Las simas de mayor desnivel son Arrizti leizea 1, de -57 m, y Leizeondo de -51 m, lo-

calizadas en las laderas W y E del monte Loatzo. En las cavidades exploradas hay trazas indicadoras de circulaciones subterráneas que siguen un sentido paralelo a la estratificación, hacia el WSW. El fondo de Arrizti leizea 1 posee un salón de 40 x 20 m, que corresponde al nivel de un antiguo lago subterráneo.

En el flanco S de Uzturre, la sima de Orieta, de -40 m, posee un río subterráneo con dos lagos navegables, pero de escaso caudal y con circulación hacia el W; a corta distancia del lago terminal se presenta la surgencia exterior, en el talweg de un barranco que recorta en esa parte la barra caliza. La surgencia de Guadalupe, la más importante de la unidad, es una cueva penetrable por espacio de 70 m; el río subterráneo que emerge de ella surge siguiendo la estratificación en forma vauclosiana; las aguas parecen provenir principalmente del ENE.

La superficie total de afloramiento es de 4,94 km², de los que 3,8 km² corresponden a las calizas del Dogger y 1,14 km² a la cuenca epígea del Malm, que drena hacia la unidad.

Los puntos de agua detectados corresponden a las dos únicas surgencias antes mencionadas: Guadalupe, con un caudal medio próximo a los 50 l/s, y Orieta, con escasos 2 l/s estimados.

Dado que los valores de infiltración calculados ofrecen un caudal surgente mayor que el drenado por las surgencias conocidas, se presume que existe una descarga subterránea adicional que se efectúa en forma difusa hacia el aluvial del río Berástegi, al NE de Ibarra, donde el muro de la unidad se sitúa a cotas de 100 m.snm., similares a la de la surgencia principal. El valor de esta transferencia subterránea hacia el aluvial de Berástegi se estima entre 10 y 20 l/s de media anual.

Adicionalmente, y debido a que la terminación occidental de la unidad está afectada por fallas inversas que complican su estructura, se piensa que es posible que exista en pequeño grado transmisión subterránea desde la unidad de Pisuaga a la de Guadalupe, y desde esta última, a través del Cuaternario, a la de Amasa. El valor de estas transferencias se estima bajo (inferior a 10 l/s) y en todo caso su efecto final es la recarga del acuífero de Amasa, jugando la unidad de Guadalupe un papel intermediario donde se equilibran las entradas desde Pisuaga con las salidas hacia Amasa.

UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE AMASA

Está constituida por calizas dolomíticas del Lías y forma una banda fragmentada que circunda la base del macizo de Uzturre. En el techo de la unidad se presentan materiales del Lías margoso que lo separan de la unidad de Guadalupe.

El sustrato impermeable lo constituye el Triás. Los materiales impermeables son arcillas yesíferas con masas de ofitas del Keuper, areniscas rojizas y margas de facies Buntsandstein. Sobre estos materiales se desarrolla el fondo de los valles del Oria (al W), del río Berastegi (al S), y del río Beotegi o Troskaerreka (al N). Los afloramientos calizos del Lías se extienden también más al N del río Beotegi, pero, por efectos tectónicos, la zona norte se presenta compartimentada en bloques, de funcionamiento hidrogeológico independiente unos y otros. Colocamos el límite N de la unidad en el talweg del río Beotegi, que coincide con una zona de contacto mecánico entre el Triás y el Lías. El nivel de base del río, en los escasos lugares donde afloran calizas en el cauce, aísla la unidad del monte Uzturre de otros afloramientos situados más la Norte. Al respecto, en la bibliografía se señala la presencia de un importante manantial (Floriaga) en este sector.

Nuestro reconocimiento muestra que Floriaga es simplemente la resurgencia de un trayecto subterráneo subsuperficial, de escasos cien metros, proveniente de las aguas del río Beotegi; salvo este pequeño tramo, el curso del río Beotegi, hasta la confluencia con el Oria, es epígeo y se desarrolla sobre materiales impermeables triásicos.

Así delimitada la unidad, diremos que su superficie de afloramiento, incluyendo el Lías margoso, que drena hacia ella, totaliza 3,28 Km². Las cotas de borde en el muro de la unidad alcanzan sus valores más bajos, 60 m.snm., en el límite W, ascendiendo hasta 500-600 m.snm. en el extremo E.

La unidad está poco karstificada, habiéndose detectado cuatro cavidades. La mayor de ellas es una cueva surgencia de 15 m de desarrollo; otra cavidad, Katategi, es un grupo de pequeñas minas excavadas artificialmente. Sin embargo, la fisuración debe ser importante, como lo demuestra el elevado número de surgencias detectadas (que asciende a 10 manantiales). A ello hay que agregar tres sondeos, dos de los cuales proporcionan los mayores caudales extraídos de la unidad (Laskibar y Malaka o Guadalupe).

La disposición estructural de las calizas determina una dirección preferencial del flujo subterráneo en sentido E-W. Pero el acuífero se presenta compartimentado, particularmente en las zonas N y S, en subunidades independientes. En el resto, la conexión hidráulica parece ser mayor, pero es difícil precisarla, ya que en el valle del Oria (donde la unidad alcanza sus cotas más bajas), el contacto con el Triás se sitúa bajo los aluviones (o a veces coluviones) del valle. El contacto es complejo y existe una transmisión subterránea desde los niveles permeables de la unidad de Amasa (e incluso desde la

de Guadalupe) hacia los aluviones y otros materiales porosos (tramos basales carnioles), con descarga final de éstos al río Oria. De hecho, los dos sondeos que suministran un caudal apreciable, no parecen alcanzar propiamente las calizas de la unidad, sino que bombean de un nivel piezométrico que se extiende en esta zona compleja de contacto cubierta por los aluviones del Oria.

Los datos de aforo reunidos son mostrados en la Figura 4 y Tablas 2 y 3. El grupo de surgencias del S (surgencias de Santa Lucía, Errotzar, Beotibar) totaliza 18 l/s de caudal medio anual. El grupo del N (surgencias de Igarategi y zona de Larre) alcanza unos 12 l/s. Los valores de infiltración calculados indican que existe un caudal adicional, próximo a 20 l/s, que no reaparece a través de surgencias visibles, y que debe ser transmitido al aluvial del Oria desde el acuífero confinado de Amasa.

Los sondeos de Laskibar y Malaka bombean, irregularmente (según las necesidades de suministro), del nivel freático del mismo, y los caudales extraídos de esta forma sólo deben constituir una parte del potencial aprovechable, ya que la extracción es discontinua y el acuífero posee una gran facilidad de recarga.

Adicionalmente, la existencia de transmisión subterránea al Oria, no quiere decir que exista, al menos en la zona de Irura, una comunicación directa entre la unidad de Amasa y las aguas del río. Un ejemplo nos lo proporciona la mina de Errota, situada en Anoeta, en la margen izquierda y a orillas del río: la mina posee un pozo vertical de 30m y galerías horizontales bajo el cauce del Oria, y recoge pequeñas circulaciones subterráneas que provienen de la base de las laderas de Uzturre. La transmisión final de los aluviones del valle al cauce del río debe efectuarse en forma difusa y progresiva aguas abajo de la zona de estudio.

CATALOGO DE CAVIDADES DEL MACIZO

Garmendiko koba

Pequeña cueva de escaso desarrollo horizontal. Situada en las faldas del monte Loatzo. Un tapón de barro y arcilla impide la progresión hacia su interior. Inactiva.

Mina Katategi

Antigua mina de extracción de mineral hoy abandonada. Es accesible en sólo 8m. Sector Katategi. Inactiva.

Agarreko leizea.

Cavidad situada en las faldas del monte Loatzo. Consta de un pequeño pozo de 9 m, en su fondo se accede por una ventana superior a otro pozo de iguales dimensiones alcanzando un desnivel total de -18 m. Inactiva.

Mina Errota.

Situada cerca del apeadero RENFE de Anoeta y en la orilla del río Oria. Antigua mina hoy abandonada. Según sus explotadores, tenía un pozo vertical de 33 m, con una galería excavada por debajo del río Oria, y de la cual brotaban algunos manantiales. Actualmente es inaccesible por encontrarse obstruida de escombros e inundada.

Cueva surgencia de Beotibar.

Cercana al caserío Beotibar en la carretera Ibarra-Berastegi. Pequeña cavidad surgente, que mana agua por medio de un sifón. Activa.

Leizeondo.

Cavidad formada por un primer pozo de -16 m en cuyo fondo se accede a otros dos pozos verticales y paralelos alcanzando por el mayor de ellos un desnivel total de -51 m. Inactiva. (Figura 9).

Larreko leizea.

Cavidad inaccesible por taponamiento reciente.

Andre leiza.

Tiene una sola vertical de -31 m. Su fondo se encuentra taponado de bloques. Inactiva. Buzamiento de los estratos: 30° S. (Figura 5).

Arristiko leizea 1.

Cavidad con un único pozo de -57 m. En su fondo se accede a una sala de considerables proporciones. Fondo colmatado de bloques y arcillas. Inactiva. Antiguo lago subterráneo. (Figura 6).

Arristiko leizea 2.

Cavidad obstruida actualmente.

Arristiko leizea 3

Tiene un pozo vertical ligeramente escalonado por el que se alcanza una profundidad de -40 m. Buzamiento de estratos 20° S. (Figura 7).

Cueva surgencia Guadalupe.

Cueva surgencia practicable por una galería que sigue el cauce de un río subterráneo hasta cerca de 70 m. Al final de la galería accesible el agua surge de manera sifonante. Activa. (Figura 10).

Orietako leizea.

Tiene un pozo vertical de -17 m, en cuyo fondo hay dos galerías desarrolladas en sentidos opuestos. Hay un pequeño río subterráneo, en cuya terminación (río abajo) hay dos pequeños lagos cuyas aguas desembocan en la surgencia de Orieta, muy cercana del final de la galería. Activa.

Lizartzuko koba.

Amplia entrada. Consta de una gran sala y una pequeña galería superior de corto desarrollo. Inactiva.

Loatzo 1.

Tiene un pozo de -7 m. Fondo colmatado de bloques y basura. Inactiva.

Loatzo 2.

Tiene un pozo de -5 m. Fondo taponado de bloques y arcillas. Inactiva.

Loatzo 3.

Tiene un pozo de -20 m en cuyo fondo hay un pequeño meandro descendente estrechándose hasta su inaccesibilidad. Desnivel total -28 m. Inactiva. (Figura 8).

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Datos complementarios de los puntos de agua se presentan resumidos en la Tabla 2.

Floriaga

T.M. Billabona. Surgencia localizada en la erreka de Beotegi a la altura del caserío Floriaga. El caudal surgente parece corresponder al que se infiltra de forma difusa cien metros más arriba en la regata de Beotegi. Aprovechamiento para el abastecimiento de Billabona.

El sondeo, muy cercano a las surgencias, se encuentra cerrado y no se aprovecha. Caudal medio estimado para el grupo de surgencias y el sondeo es de 6 l/s, con estiaje de 1-2 l/s.

Larreko iturria.

T.M. Billabona. Grupo de tres pequeñas surgencias con obra para toma. Se encuentran cerca del caserío de Larre. Caudal medio estimado en 5 l/s, con estiaje de 0,5-2 l/s. Se utiliza para el abastecimiento de Tolosa.

Caserío Larre.

T.M. Irura. Pequeña surgencia con obra de toma. Sita al lado del caserío de Larre. Aprovechada para el caserío y Hotel Laskibar. Caudal medio 2 l/s y 1 l/s en estiaje.

Sondeo Laskibar.

T.M. Irura. Pozo-sondeo, situado en las cercanías del Hotel Laskibar junto a una fábrica. Caudal medio estimado en 10 l/s y 5 l/s en estiaje. Utilizado para el abastecimiento de Irura.

Manantial Laskibar.

T.M. Irura. Pequeña surgencia situada junto al sondeo Laskibar. Caudal medio estimado, 0,5 l/s. Utilizada por un caserío.

Sondeo Guadalupe (Pozo Malaka)

T.M. Irura. Pozo-sondeo cubierto con caseta situado muy cerca de la cueva-surgencia de Guadalupe. Caudal medio 10-20 l/s y 5 l/s en estiaje. Uso industrial, no utilizado actualmente.

Fuente de Gone.

T.M. Tolosa. Pequeña fuente surgente en el barrio

de Santa Lucía que se sume a los cien metros de recorrido epígeo. Caudal medio estimado en 1 l/s y 0,5 l/s en estiaje. No utilizado, se le supone contaminado.

Bidarte.

T.M. Tolosa. Surgencia en las laderas del barrio Santa Lucía, cercano al caserío Bidarte. Caudal medio estimado, 5-10 l/s y 2-5 l/s en estiaje. Utilizado por caseríos.

Errotzar.

T.M. Ibarra. Son dos pequeñas fuentes situadas en el borde de la carretera de Ibarra a Berastegi. Caudal medio estimado en 3 l/s y 1 l/s en estiaje. No utilizados, uno de ellos está considerado como no potable.

Beotibar.

T.M. Berrobi. Se trata de una cueva-surgencia situada en una antigua cantera y caserío del mismo nombre. Caudal medio estimado en 3 l/s y 1 l/s en estiaje. No utilizado.

Guadalupe.

T.M. Irura. Cueva-surgencia, situada junto a la auto-vía Donostia-Tolosa. Caudal medio 40-50 l/s y 2,5-5 l/s en estiaje. Uso industrial, no utilizado actualmente.

Orieta.

T.M. Berrobi. Pequeña fuente surgente en una cochava que se sume a los pocos metros. Caudal medio estimado, 2 l/s y 0,5 l/s en estiaje. Utilizado por caserío.

Arristiko iturria.

T.M. Irura. Grupo ramificado de pequeñas fuentes que tienen obras de toma. Situadas en la zona denominada Arristi del monte Uzturre. Caudal medio de 5 l/s y 0,5-2 l/s en estiaje. Utilizado para el abastecimiento de Irura.

Kaxkardi.

T.M. Tolosa. Surgencia que se precipita por la ladera W del monte Uzturre y se une a la de Pisuaga. Caudal medio, 5-10 l/s y 1,5-5 l/s en estiaje. Utilizado para el abastecimiento de Tolosa.

Pisuaga.

T.M. Tolosa. Surgencia con obra de toma muy cerca de una antigua central hidroeléctrica. Caudal medio de 50-80 l/s y 3-10 l/s en estiaje. Se utiliza junto con la anterior para el abastecimiento de Tolosa.

CONCLUSIONES

Funcionamiento hidráulico y balance

El macizo de Uzturre recibe precipitaciones de 1.700 mm/a y pierde 680 mm/a por Evapotranspiración real. Los recursos disponibles para Infiltración y/o esco-

rrería ascienden a 1.020 mm/a. En base al grado de karstificación, litología, pendientes topográficas y disposición estructural de las diferentes unidades, ha sido calculado para cada una de ellas un Módulo de Infiltración eficaz media anual de 14,7 l/s por Km². La presencia de formas kársticas hipógeas y/o epígeas ha sido utilizada como indicador de karstificación, resultando equivalentes Pisuaga y Guadalupe, la primera por poseer mayor número de formas epígeas de absorción y la segunda por su mayor desarrollo de formas hipógeas.

La unidad en posición topográfica inferior, Amasa, es la menos karstificada, pero los valores de fisuración son altos e igualmente se beneficia de la captura parcial de la escorrentía que escapa de las unidades superiores. En este sentido, la disposición altitudinal de las tres unidades determina un funcionamiento "en cascada" con respecto a la escorrentía, resultando Amasa la más favorecida en cuanto a condiciones de recarga de su acuífero.

Por otro lado han sido hechos cálculos de superficie sobre mapas 1:25.000. Los datos de balance para las diferentes unidades ofrecen los siguientes resultados:

Amasa, 48 l/s; Guadalupe, 72 l/s; y Pisuaga, 62 l/s.

El total para los acuíferos kársticos de Uzturre asciende a 182 l/s de valor medio anual. Una discriminación detallada de los datos de balance es presentada en la Tabla 3. Los caudales de entrada se equilibran con los de salida, con una importante excepción: la unidad de Amasa transmite subterráneamente al aluvial del Oria un caudal medio estimado en 18 l/s; los caudales extraídos por los sondeos de Malaka y Laskibar no corresponden a valores surgentes sino al bombeo bajo el nivel piezométrico que se efectúa de forma discontinua (temporal).

Los acuíferos kársticos de cada una de las unidades se encuentran en parte confinados bajo materiales impermeables del techo de cada una de ellas; en el caso de Amasa y Guadalupe, el confinamiento es grande, mientras que en la unidad de Pisuaga el confinamiento se reduce a la presencia de intercalaciones arcillosas, particularmente de la serie Purbeck-Weald, y su comportamiento hidráulico se aproxima más al de un acuífero libre.

Las características geométricas determinan buzamientos muy suaves en el E y el W. La potencia de la zona saturada es pequeña en los dos acuíferos superiores (son cubetas de fondo casi plano en sentido E-W), y algo más considerable en el acuífero inferior (unidad de Amasa).

Elo determina una escasa capacidad de regulación de los acuíferos de Pisuaga y Guadalupe, que, aunque

poseen recursos hídricos más importantes, presentan una respuesta rápida a las precipitaciones, estando sujetos a crecidas bruscas y estiajes marcados. El acuífero de Amasa, en cambio, posee mayor capacidad de regulación pero sus recursos son menores. Por otro lado, los sectores N y S de la unidad de Amasa están compartimentados por efectos tectónicos en una serie de pequeños aparatos con baja conexión hidráulica. Las mayores posibilidades de regulación, y por tanto de explotación, las ofrece el sector centro-occidental de la unidad de Amasa, pero la magnitud de los recursos disponibles es, en términos relativos, reducida.

Posibilidades de aprovechamiento.

En la Tabla 3 y Figura 4 se muestran los valores de las circulaciones subterráneas y el sentido de las direcciones de flujo hacia las zonas de surgencia y/o transmisión. Del apartado anterior se desprende que los mayores recursos se presentan en las unidades de Pisuaga (62 l/s) y Guadalupe (72 l/s), acuíferos que presentan escasas posibilidades prácticas de regulación. Las formas de explotación actual utilizan prácticamente la totalidad de los recursos disponibles.

La unidad de Amasa, en cambio, posee menores recursos (48 l/s) pero presenta las mejores posibilidades de regulación. La desconexión hidráulica entre diferentes compartimentos reduce las posibilidades de explotación. Estimamos que el sector centro-oeste, próximo a Irura, dispone de un mínimo de 20 l/s de media anual, actualmente subexplotado. La compleja estructura de la zona de contacto con el Trías permite suponer que puede tener éxito la instalación de un sondeo adicional situado entre los de Laskibar y Malaka. Este sector se beneficia de una transmisión adicional que se efectúa desde la unidad de Guadalupe, que no es posible cuantificar, pero que debe elevar el valor mínimo de los recursos disponibles. Por otro lado, los sondeos ya instalados en este sector, bombean en la zona freática de un acuífero con gran facilidad de recarga.

Las observaciones de campo en la zona de Katategi, proximidad del casco urbano de Irura, y trazas de flujo hacia las galerías de la mina Errota, permiten su-

poner que pueden existir recursos actualmente no utilizados entre el sector afectado por el sondeo Laskibar y el correspondiente al sondeo Malaka. El valor de estos recursos puede estimarse como equiparable al de Laskibar o Malaka, es decir, de unos 5 l/s en estiaje.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado por encargo del Ayuntamiento de Irura, durante 1987; la realización de los trabajos contó con una subvención otorgada por dicho ayuntamiento.

Expresamos nuestro agradecimiento a D. José Brit y a los distintos baserritarras de la zona, por los datos facilitados respecto a localización de cavidades y puntos de agua, y a los encargados de aguas de Tolosa, Irura y Anoeta, cuyas informaciones sobre aforos han sido de gran valor para la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFIA

CARRERAS, A. et al.

1987. Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos de la provincia de Guipúzcoa. *Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi*, 39: 9-50.

ETXEBERRIA, F.; J. ASTIGARRAGA; C. GALAN & R. ZUBIRIA.

1980. Estudio de zonas kársticas de Guipúzcoa: el Urgoniano Sur de la Sierra de Aralar. *Munibe, S.C.Aranzadi*, 32(3-4): 207-256.

GALAN, C.

1978. El río subterráneo de Ondarre y la karstificación en la Sierra de Aralar. *Munibe, S.C.Aranzadi*, 30(4): 257-282. (Aparece como anónimo).

GALAN, C.

1988. Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos. *Munibe, S. C.Aranzadi*, 40: 73-89.

GALAN, C.

1989. Estudio hidrogeológico del sistema kárstico de Ormazarreta (Sierra de Aralar). Príncipe de Viana (Supl.Ciencias), *Gob. Navarra, Dpto. Educación y Cultura*, IX (9): 5-42.

VILLOTA, J. & C. GALAN.

1970. Complejo Leize aundia 2 - Sabe saia ko leizea. *Munibe, S.C.Aranzadi*, 22(3-4): 175-182.

TABLA 1. CAVIDADES.

CAVIDADES	COORD. U.T.M.		ALTITUD	DESNIVEL	DESARROLLO	OBSERVACIONES	T.M.	U. HIDRO.
	E	N	s.n.m.					
Garmendiko kobea	577.300	4.781.390	95 m.		7 m.		Billabona	Amasa
Mina Katategi	576.340	4.780.100	125 m.		8 m.	Artificial	Irura	Amasa
Agarreko leizea	576.280	4.780.100	125 m.	-18 m.			Irura	Amasa
Mina Errota	575.820	4.779.520	60 m.	-33 m.	100 m.	Artificial, inundada	Anoeta	Anoeta
Surgencia Beotibar	577.920	4.777.540	170 m.		15 m.	Surgencia	Berrobi	Amasa
Leizeondo	578.640	4.779.520	330 m.	-51 m.			Billabona	Guadalupe
Larreko leizea	577.220	4.780.230	425 m.	(-10 m.?)		Taponada actualmente	Irura	Guadalupe
Andre leiza	577.260	4.779.970	430 m.	-31 m.			Irura	Guadalupe
Arristi leizea 1	577.100	4.779.640	350 m.	-57 m.		Antiguo lago subterráneo	Irura	Guadalupe
Arristi leizea 2	577.050	4.779.620	335 m.	(-15 m.?)		Taponada actualmente	Irura	Guadalupe
Arristi leizea 3	577.050	4.779.590	320 m.	-40 m.			Irura	Guadalupe
Surg. Guadalupe	576.120	4.778.990	90 m.		72 m.	Surgencia río subterráneo	Irura	Guadalupe
Orietako leizea	577.060	4.777.720	365 m.	-40 m.		Río subterráneo	Ibarra	Guadalupe
Lizaratzuko kobea	577.890	4.777.720	250 m.		18 m.		Ibarra	Guadalupe
Loatzo leizea 1	577.800	4.779.720	625 m.	-7 m.			Irura	Pisuaga
Loatzo leizea 2	577.760	4.779.690	620 m.	-5 m.			Irura	Pisuaga
Loatzo leizea 3	577.650	4.779.760	580 m.	-28 m.			Irura	Pisuaga

TABLA 2. PUNTOS DE AGUA.

Ptos. DE AGUA	COORD. U.T.M.		ALTITUD	CAUDALES (lt/sg.)		OBSERVACIONES	T.M.	UNID. HIDRO.
	E	N	s.n.m.	ESTIAJE	MEDIO			
Floriaga	578.330	4.781.000	120 m.	5	10-20	Resurgencia río Beotegi	Billabona	Floriaga
Igarategi / Garne.	577.240	4.781.450	65 m.	1-2	6	Grupo de 4 surgencias	Billabona	Amasa
	577.420	4.781.400	100 m.			(+ Sondeo)	Billabona	Amasa
Igarategi (Sondeo)	577.410	4.781.440	75 m.			Sondeo	Billabona	Amasa
Larreko iturria	577.140	4.781.140	125 m.	0.5-2	5	Grupo de tomas	Billabona	Amasa
	577.180	4.780.990	150 m.				Billabona	Amasa
Larre baserria	576.920	4.780.990	80 m.	0.5-1	2	Surgencia	Irura	Amasa
Sondeo Laskibar	576.520	4.780.630	60 m.	5	10	Sondeo	Irura	Amasa
Manant. Laskibar	576.520	4.780.620	60 m.	0,1	0,5	Surgencia	Irura	Amasa
Sondeo Guadalupe (Pozo Malaka)	576.080	4.778.980	80 m.	5	10-20	Sondeo	Irura	Amasa
Goneko iturria	576.220	4.777.720	150 m.	0,1	1	Surgencia - sumidero	Tolosa	Amasa
Bitarte	576.180	4.777.570	150 m.	2-5	5-10	Surgencia	Tolosa	Amasa
Errotzar	576.980	4.777.000	150 m.	1	3	Surgencia	Ibarra	Amasa
Beotibar	577.920	4.777.540	170 m.	1	3	Surgencia - cueva	Berrobi	Amasa
Surg. Guadalupe	576.120	4.778.990	90 m.	2.5-5	40-50	Cueva - Surgencia	Irura	Guadalupe
Surgencia Orieta	577.060	4.777.480	325 m.	0,5	2	Resurgencia Orieta	Berrobi	Guadalupe
Arristiko iturria	577.300	4.779.420	315 m.	0,5-2	5	Grupo de tomas	Irura	Pisuaga
	577.110	4.779.360	370 m.				Irura	Pisuaga
Kaxkardi	576.880	4.778.370	385 m.	1,5-5	5-10	Surgencia	Tolosa	Pisuaga
Pisuaga	576.540	4.778.170	175 m.	3-10	50-80	Toma grupo surgencias	Tolosa	Pisuaga

TABLA 3. BALANCE HIDROGEOLOGICO

Precipitación: 1.700 mm/a. Altitud media: 400 m.snm. Temperatura media: 11.5°C Evapotranspiración real: 680 mm/a.
 Recursos disponibles para infiltración y/o escorrentía: 1.020 mm/a. Módulo de infiltración eficaz: 0,45 RD = 14,7 lt&s.Km2
 Superficie total: 12,44 Km2 Circulaciones subterráneas: 14,7 x 12,44 = 182 lt/s.

UNID. HIDRO.	SUPERFICIE	ENTRADAS	DISTRIBUCION CAUDALES SURGENTES Y/O EXTRAIDOS		SALIDAS	
		(CAUDAL)			(CAUDAL)	
Pisuaga	4,22 Km2	62 lt/s.	Surgencia Pisuaga (Incluye Kaxkardi 5-10 lt/s.)	50-80 lt/s.	57 ius.	
			Aristiko iturria	5 lt/s.	5 lt/s.	
Guadalupe	4,94 Km2	72 lt/s.	Surg. Guadalupe	40-50 lt/s.	50 lt/s.	
			Orieta	2 lt/s.	2 lt/s.	
			Transmisión subterránea aluvial río Berastegi	10-12 lt/s.	12 lt/s.	
			Transmisión subterránea a la unidad de Amasa	5-10 lt/s.	8 lt/s.	
Amasa	3,28 Km2	48 lt/s.	Grupo Norte 12 lt/s.	Surgs. y sondeo Igarategi	5 lt/s.	
				Tomas Larre	5 ius.	
				Surg. Larre baserria	2 lt/s.	12 lt/s.
			Grupo Sur 18 lt/s.	Surgs. Santa Lucía	5-10lt/s.	
				Errotzar	3 lt/s.	
				Beotibar + difusas	5-10 lt/s.	18 lt/s.
			Trans. subt. aluvial Oria 18 lt/s.	Sondeo Laskibar	8-10lt/s.	Extrac. bombeo
				Sondeo Malaka	10-15 lt/s.	N. piezométrico
						18-26lt/s.
+ Transmisión subterránea desde Unidad de Guadalupe		+8 lt/s.	+8 lt/s.			

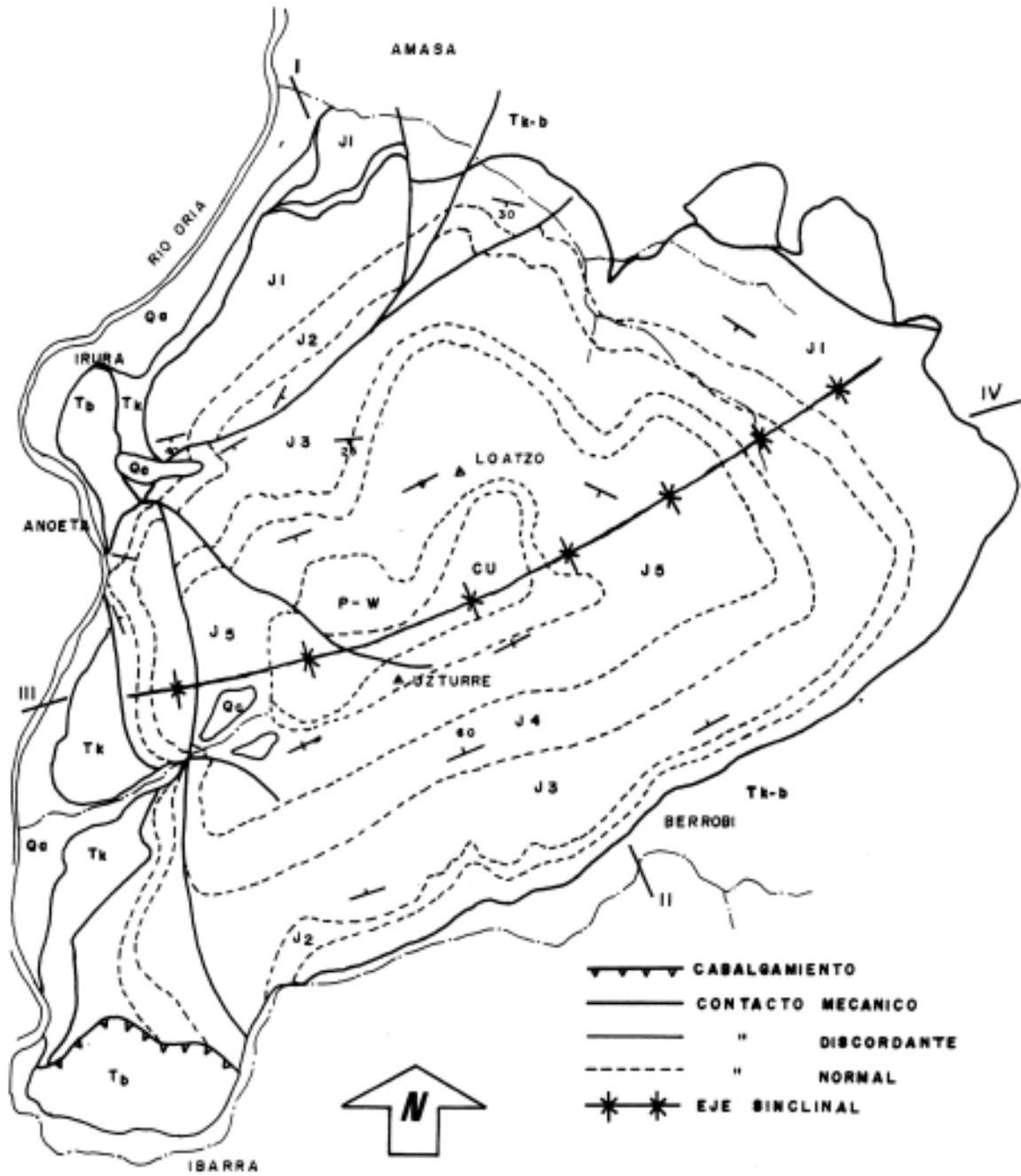


Figura 1. Mapa geológico

Figura 3. Localización de Cavidades y Surgencias

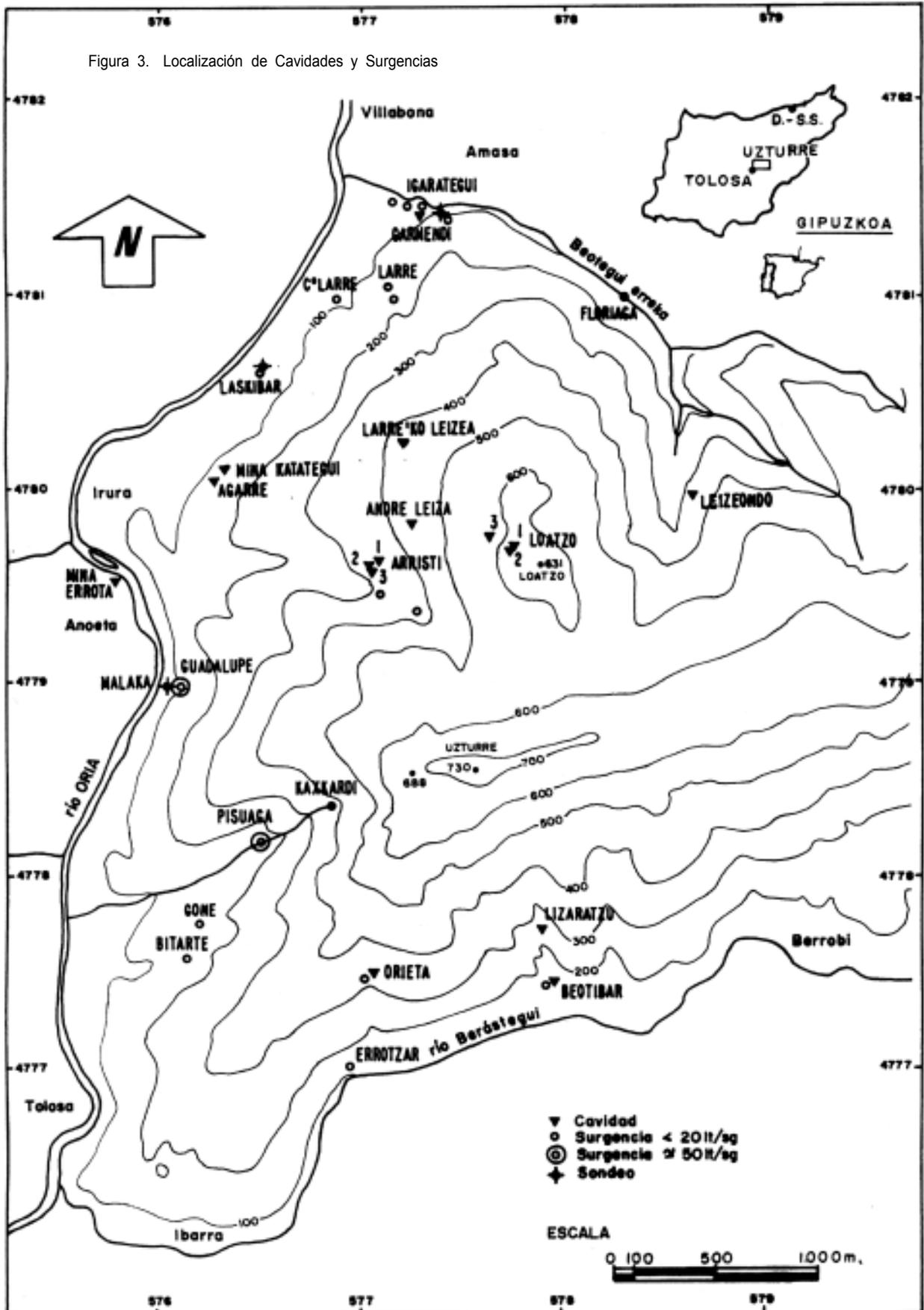
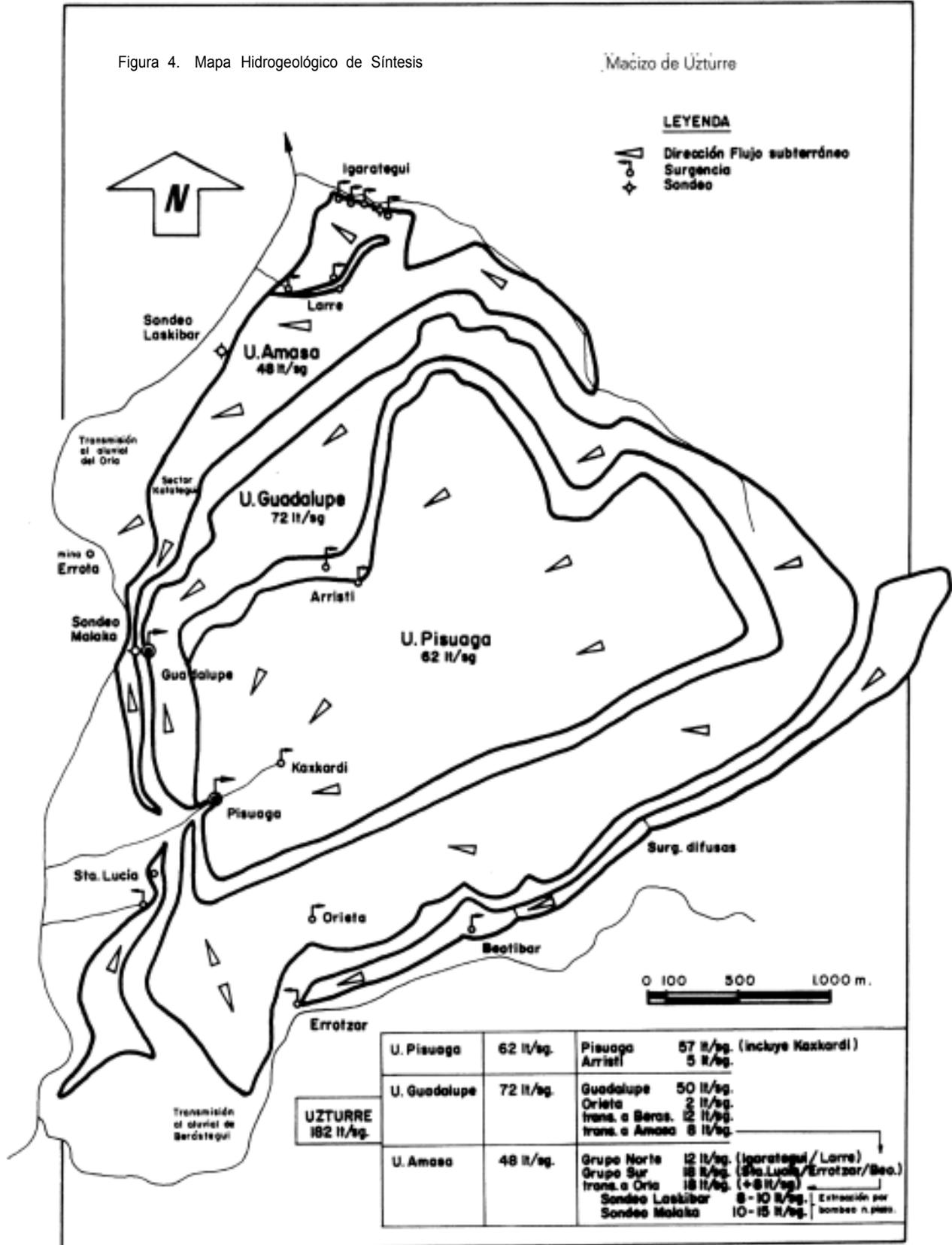


Figura 4. Mapa Hidrogeológico de Síntesis



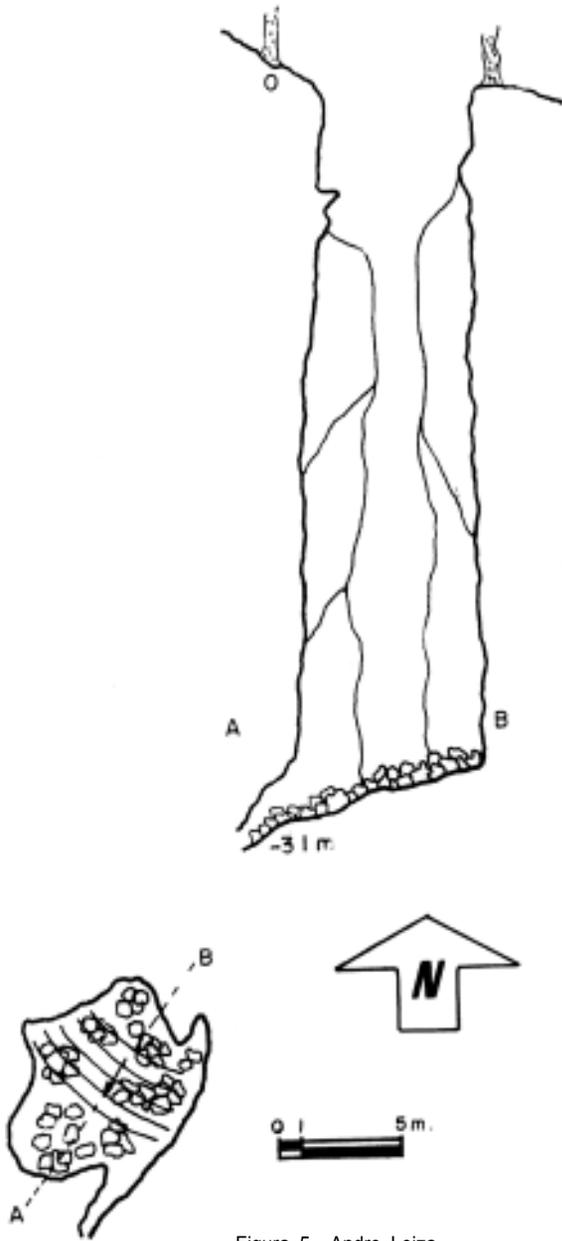


Figura 5. Andre Leiza

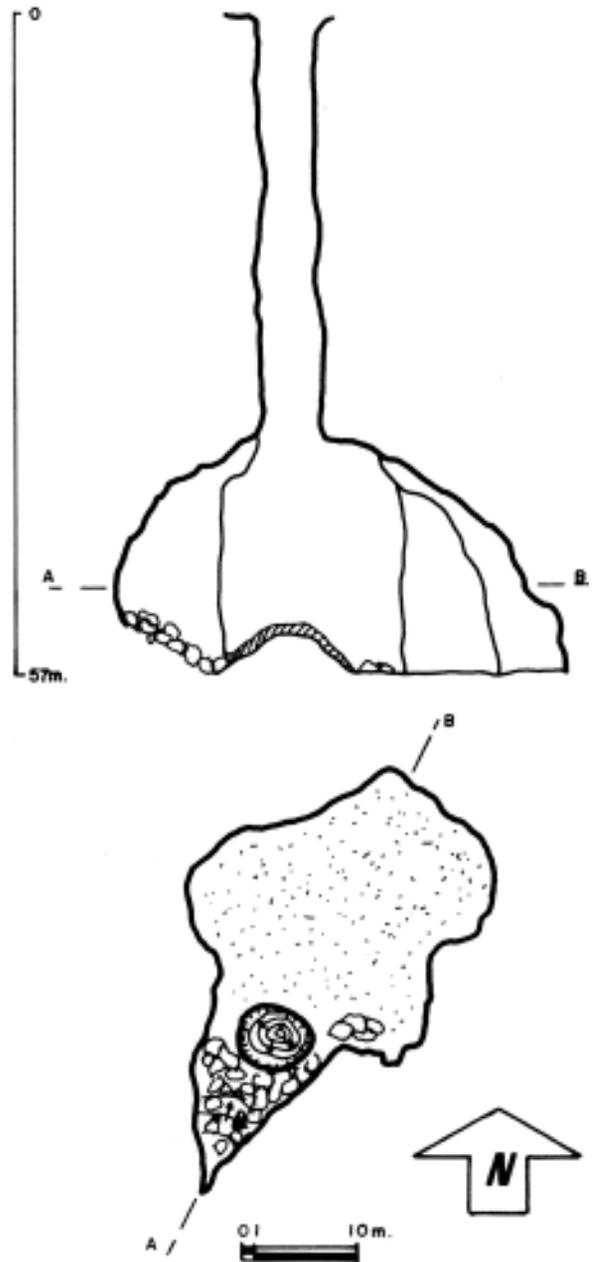


Figura 6. Arristi Leiza 1

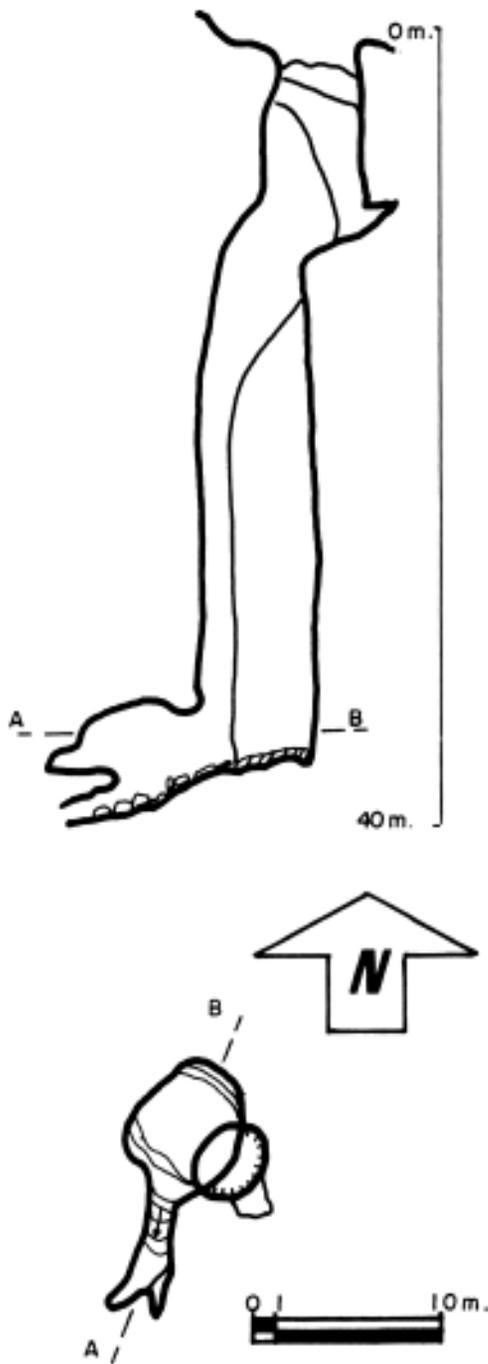


Figura 7. Arristi Leizea 3

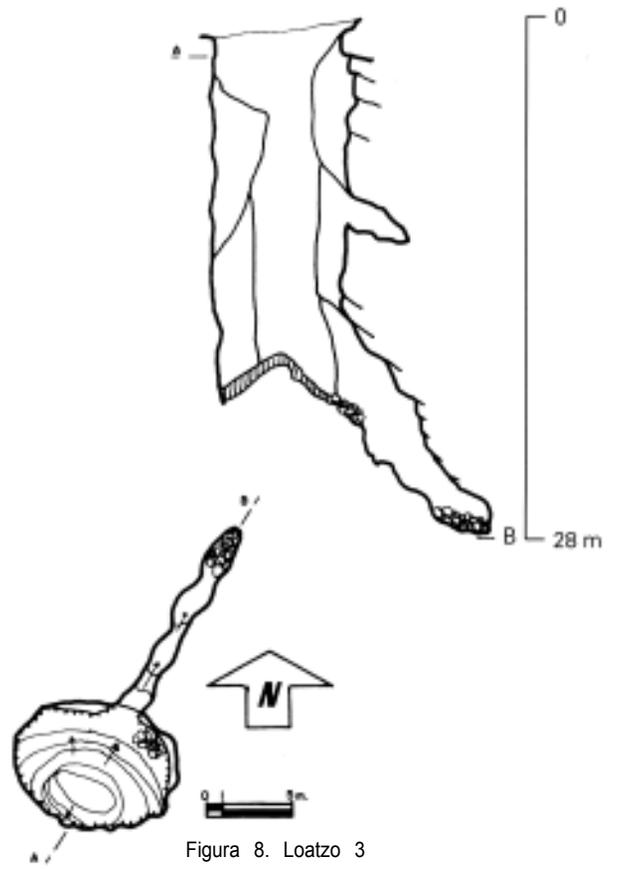


Figura 8. Loatzo 3

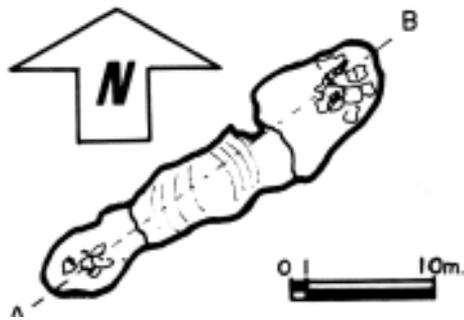
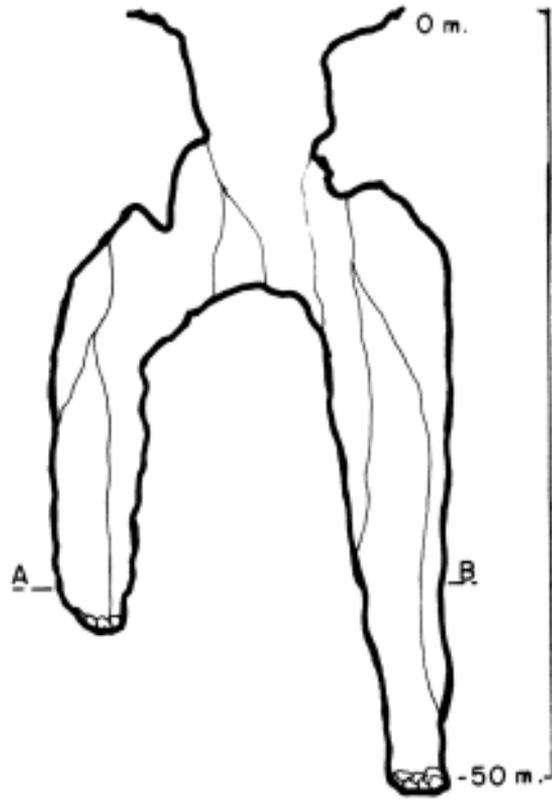


Figura 9. Leizeondo

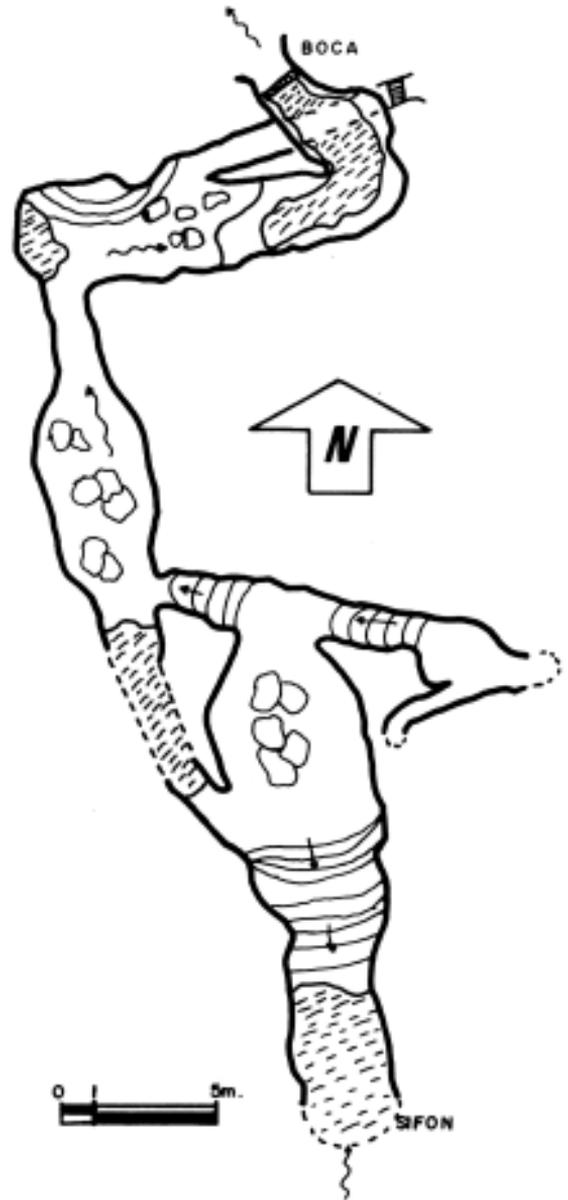


Figura 10. Surgencia de Guadalupe