Estudio hidrogeológico de los macizos kársticos de Izarraitz y Arno (Gipuzkoa, País Vasco).

Hydrogeological study of Izarraitz and Arno Mountain karsts (Gipuzkoa, Basque Country).

Carlos Galán.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Diciembre de 1992.

Estudio hidrogeológico de los macizos kársticos de Izarraitz y Arno (Gipuzkoa, País Vasco)

Hydrogeological study of Izarraitz and Arno Mountain karsts (Gipuzkoa, Basque Country)

PALABRAS CLAVE: Hidrogeología, Karst, Espeleología Física, Bioespeleología, Gipuzkoa, País Vasco.
KEY WORDS: Hydrogeology, Karst, Physical Speleology, Biospeleology, Gipuzkoa, Basque Country.

Carlos GALAN.
Sociedad de Ciencias Aranzadi.
Museo de San Telmo. 20003 San Sebastián, Spain.
Diciembre de 1992.

RESUMEN

Se describen las características geológicas e hidrogeológicas de los macizos kársticos de Izarraitz y Arno. Se presentan datos de 329 cavidades exploradas. Se delimitan unidades hidrogeológicas y se estudia el funcionamiento hidraúlico de los acuíferos kársticos. En el sistema Marikutxa - Kilimón, el más extenso, las aguas subterráneas recorren 5,8 Km de distancia y -550 m de desnivel (datos verificados mediante ensayos con trazadores). Las simas de Marikutxa 3, Aitzbeltz, Leizeta, Goenaga y Mantarregi superan los -200 m de desnivel, mientras la cueva de Aixa posee 8 Km de desarrollo de galerías. Algunas simas presentan verticales absolutas de 180 m. La fauna cavernícola presenta una alta diversidad, con muchos taxones endémicos. Son citadas 20 especies troglobias. El trabajo supone una síntesis de los conocimientos actuales sobre los karsts del NW de Gipuzkoa.

ABSTRACT

Geological and Hydrogeological features of Izarraitz and Arno Mountain karsts are described. 329 caves are located and explored. Hydrogeological units are delimited and described. The hydraulic functionality of karstic aquifers are estudied. The Marikutxa - Kilimón system is the biggest subterranean system. The circulation of subterranean waters across the massif is 5,8 Km long and -550 m deep (verified by die-tests). Marikutxa 3, Aitzbeltz, Leizeta, Goenaga and Mantarregi chasms are bigger -200 m deep. Aixa cave has 8 Km of gallery development. Some chasms have deep pits about 180 m deep. The cavernicolous fauna has a high biodiversity with many endemics taxa. Twenty troglobionts species are cited. This paper is a syntesis of present-day knowledge of NW Gipuzkoa karsts.

EL MACIZO DE IZARRAITZ

El macizo kárstico de Izarraitz se extiende en la parte norte del territorio de Gipuzkoa entre los valles de los ríos Deba y Urola, que constituyen su nivel de base. Su máxima elevación se alcanza en el monte Erlo (1.026 m.snm.), mientras que las cotas más bajas del macizo se encuentran en el extremo NW, sobre el valle del Deba, donde alcanzan 2 m.snm. El potencial de karstificación es próximo a los 800 m.

La superficie total del macizo calcáreo es de 58 km2. El relieve general sigue la estructura local del anticlinorio norte del Arco Plegado Vasco, de orientación NW-SE aunque con toda una serie de accidentes locales. Geográficamente el macizo es disectado por tres valles principales. Al N el valle cerrado de Lastur, al S el valle de Aran erreka y al E el valle de Saastarrain erreka, formado por la confluencia de las regatas Beliosoro y Goltzibar. Los principales valles tienen una disposición NW-SE, paralela al grano de la serranía.

Los materiales karstificables en el macizo son las calizas recifales y pararrecifales del complejo Urgoniano (de edad Aptiense-Albiense), que lateral y verticalmente cambian de facies a calizas margosas, margas y arcillas impermeables.

La estructura general es la de un anticlinorio NW-SE, cuyo núcleo, constituido por arcillas yesíferas del Keuper y materiales Jurásicos, sólo aflora en una estrecha banda entre Azkoitia y Azpeitia. Sobre ellos se depositan materiales arcillosos de la serie Purbeck-Weald. En la mayor parte del macizo sólo son visibles los materiales urgonianos, los cuales son cubiertos en la periferia por materiales supraurgonianos constitudos básicamente margas y limolitas margo-arenosas.

El estudio espeleológico del macizo de Izarraitz fue iniciado a finales de los años 40 por miembros de la S.C.Aranzadi, siendo un hito destacable entre las grandes exploraciones de la época el descenso con torno de la sima de Aitzbeltz, que alcanza 279 m de profundidad y posee una primera vertical absoluta de 187 m de caída libre. Esta exploración fue efectuada en 1955, pero sus antecedentes se remontan a varios años de exploraciones previas. A partir de la década del 70 los trabajos son efectuados básicamente por dos grupos: el C.D.Eibar y la S.C.Aranzadi. Trabajos sobre el macizo o alguna de sus cavidades han sido producidos por RAT (1957), GOMEZ DE LLARENA (1961), HERNANZ (1975), EUSKAL ESPELEOLOGI ELKARTEA (1980), DIP.FOR.GUIP. (1985), CARRERAS et al. (1987), GALAN (1988). Algunas menciones sobre la fauna cavernícola son debidas a GALAN (1970), MARGALEF (1970), ESPAÑOL et al. (1980). Los trabajos sobre temas antropológicos, arqueológicos y paleontológicos son mucho más numerosos, ya que el macizo posee cavidades con importantes yacimientos prehistóricos (p.ej.: cuevas de Urteaga, Ermittia, Arbil) y pinturas rupestres (cueva de Ekain); a este respecto remitimos al lector a la Carta Arqueológica de Gipuzkoa (ALTUNA et al., 1982), donde encontrará una numerosa bibliografía sobre estos temas.

Actualmente son conocidas en el macizo 273 cavidades. El total de galerías subterráneas exploradas alcanza 25.993 m de desarrollo y 6.295 m de desnivel acumulado. Entre las cavidades de mayores dimensiones destacan las simas de Marikutxa 3 (-488 m), Aitzbeltzko leizea (-279 m), Leizeta (-230 m), Goenaga (-216 m), Mantarregi (-205 m) y Sesiarte (-188 m). Por su desarrollo es notable Aixako zuloa (8 Km). Entre las grandes verticales descendidas está el primer pozo de Aitzbeltz (187 m) y la primera vertical de Mantarregi (188 m), que constituyen las mayores verticales absolutas de Gipuzkoa. Entre las circulaciones subterráneas verificadas mediante ensayos con trazadores (fluoresceína sódica) merece destacarse el recorrido de las aguas subterráneas entre Marikutxa 3 (en Madarixa) y la surgencia de Kilimón (en el valle de Aran erreka), con una distancia de 5,8 Km y un desnivel de 553 m.

GEOLOGIA DE LA REGION

Los materiales karstificables son las calizas del complejo Urgoniano. Estas forman un cuerpo calcáreo de espesor variable, con frecuentes cambios de facies. Según un trabajo de la Empresa Nacional de Petróleos de Navarra (IGME, 1964) el espesor total varía entre 600 y 1.500 m. Sin embargo, en campo sólo ha sido observada una potencia máxima de 700-800 m, que disminuye brusca o progresivamente hacia los bordes del macizo.

Estratigrafía.

En la base del complejo Urgoniano se encuentran margas calcáreras masivas, de color gris oscuro y en parte con esquistosidad. Por debajo de estas margas se encuentran materiales arcillosos del complejo Purbeck-Weald. El sustrato impermeable de las calizas karstificables está constituido por estos materiales o bien por los tramos argilíticos y margosos del propio complejo Urgoniano. Las margas basales pasan hacia arriba y lateralmente a calizas Urgonianas. Estos materiales basales afloran en el macizo al W del monte Andutz, en la parte alta de la regata Goltzibar, y en una extensa zona al S del macizo entre las cercanías de Madarixa, Azkoitia y Azpeitia.

En las calizas, en general mal estratificadas, se pueden distinguir dos facies: (1) Calizas masivas en masas homogéneas de colores claros, con estratificación métrica poco visible o nula. Afloran constituyendo la casi totalidad de los relieves positivos del macizo. (2) Calizas margosas de color gris oscuro, con marcada esquistosidad e intercalaciones de calizas claras en capas decimétricas. Constituyen capas de transición en los cambios laterales y verticales de facies. Afloran en el núcleo del anticlinorio en la zona de Sasiola (a orillas del Deba) y también a continuación de las margas calcáreas basales en los afloramientos antes citados.

Sobre las calizas masivas claras se sitúan margas y limolitas margo-arenosas que constituyen facies de transición hacia el complejo Supraurgoniano. Para simplificar serán llamados materiales supraurgonianos. Estos materiales se comportan como rocas impermeables e imponen las condiciones de borde en la mayor parte del macizo, ya que afloran en su periferia en todo el perímetro N, E y SW del mismo.

Un mapa geológico general es presentado en la Figura 1. Las fuentes de información utilizadas han sido los trabajos de IGME (1971), HERNANZ (1975), DIP.FOR.GUIP. (1985) y observaciones de campo del autor. Conviene destacar que el volumen calcáreo karstificable es mayor de lo que sugieren las superficies de afloramiento, ya que las margas superiores y

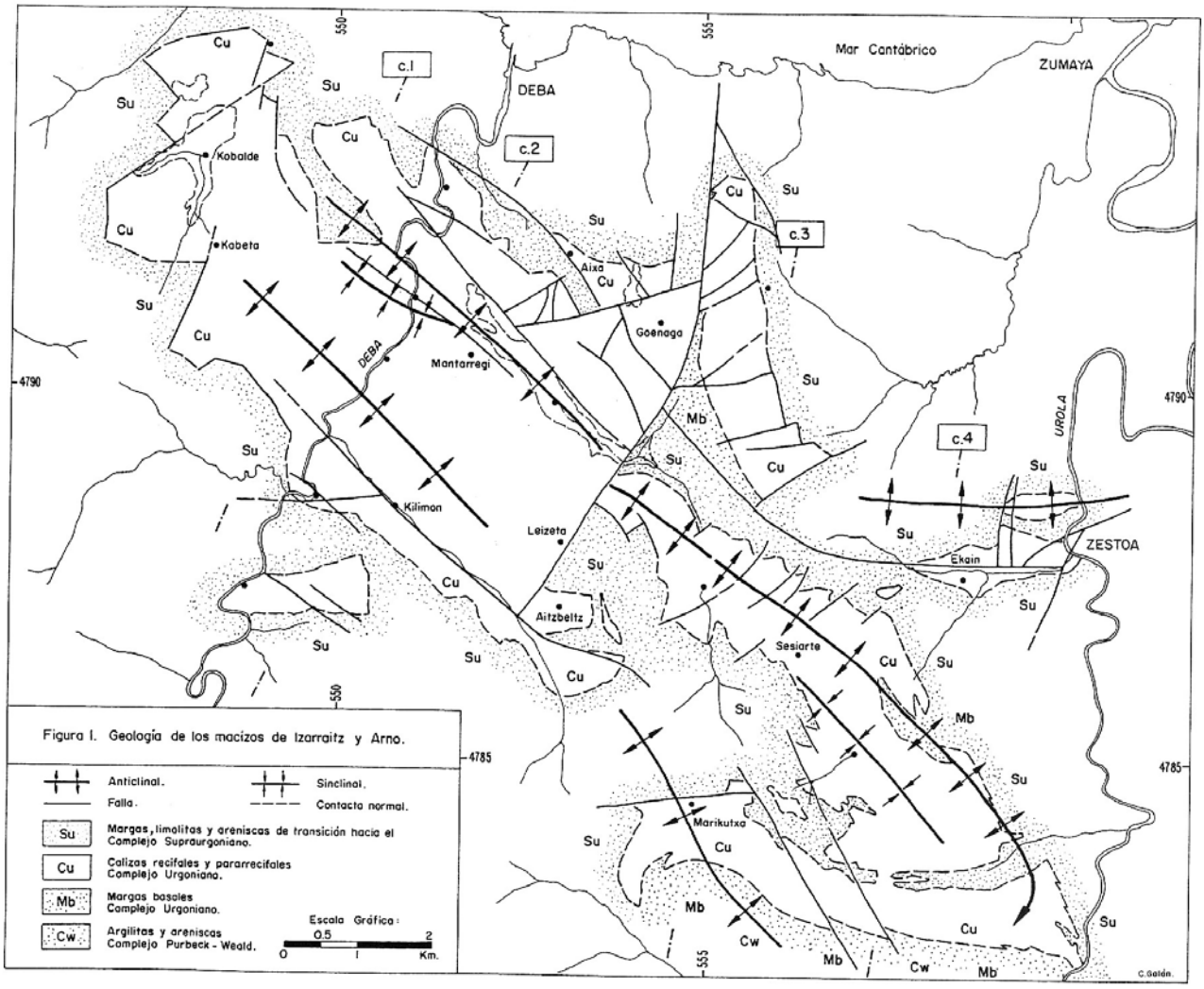


Figura I. Geología de los macizos de Izarraitz y Arno.

- Anticlinal.
- Sinclinal.
- Falla.
- Contacto normal.
- Su — Margas, limolitas y areniscas de transición hacia el Complejo Supraurgoniano.
- Cu — Calizas recifales y pararrecifales Complejo Urgoniano.
- Mb — Margas basales Complejo Urgoniano.
- Cw — Argilitas y areniscas Complejo Purbeck - Weald.

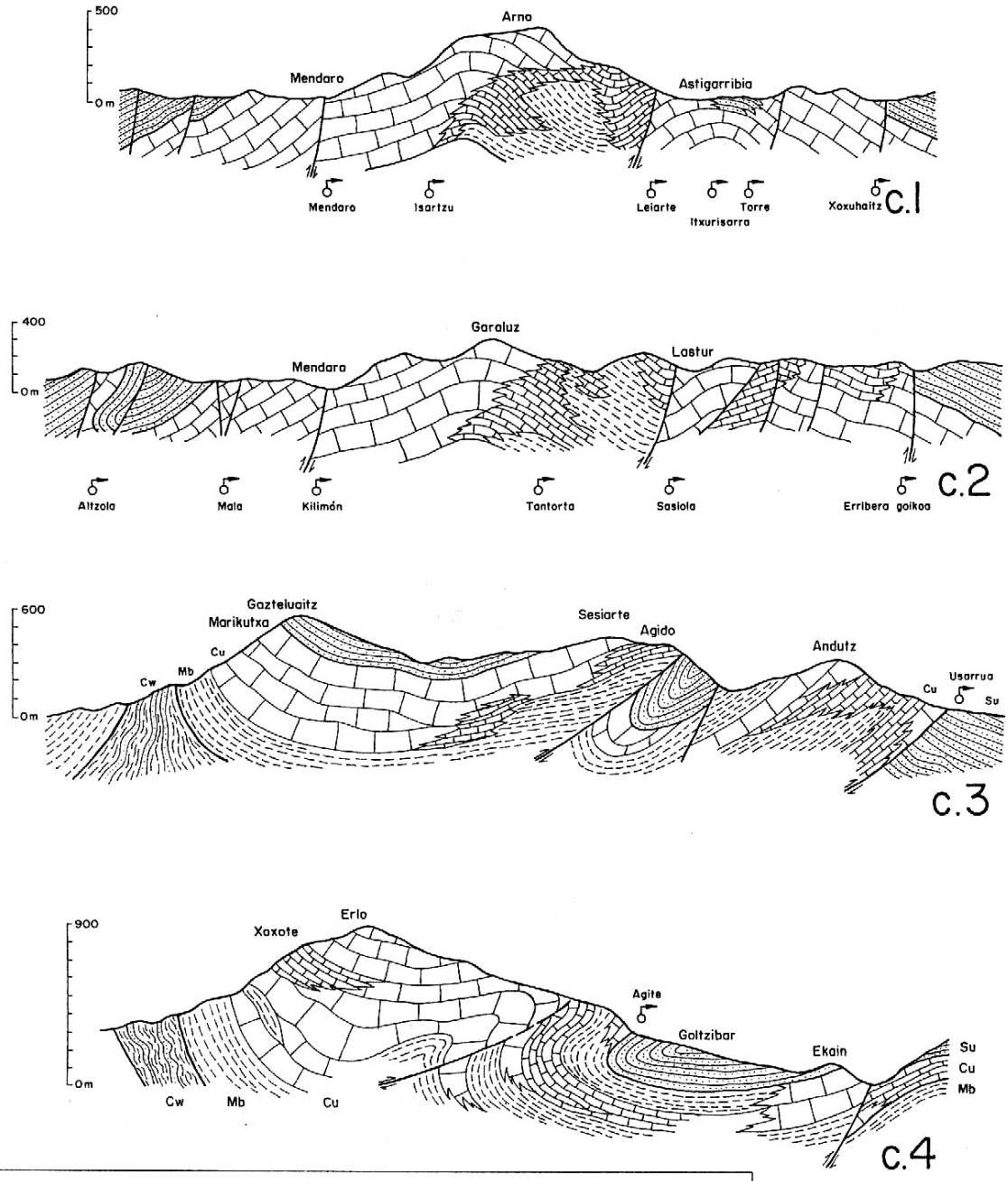


Figura 2. Cortes geológicos de los macizos de Izarraitz y Arno. Posición relativa de las surgencias principales.

los materiales supraurgonianos cubren a calizas karstificadas en distintos sectores, sobre todo en la parte S, y bajo estos terrenos impermeables existen importantes cavidades y circulaciones subterráneas que se desarrollan en las calizas infrayacentes. Esto ha sido constatado tanto en la parte N (zona de Aixa) como en la parte S del macizo (circulaciones entre Madarixa y cuenca baja de Aran erreka). Esta evidencia invalida hipótesis anteriores, basadas sólo en cartografía geológica de superficie, y los esquemas de delimitación de cuencas de ellos derivados.

Estructura.

En líneas generales el complejo Urgoniano está plegado en forma de anticlinorio. La estructura general del área corresponde a una sucesión de pliegues de rumbo NW-SE. En la mitad meridional los pliegues son inclinados o tumbados, vergentes hacia el N, con un máximo en la proximidad de Azpeitia, donde las capas del flanco N se hallan en posición invertida (HERNANZ, 1975). En la mitad NW los pliegues son de geometría aproximadamente recta (ver cortes geológicos en la Figura 2).

El anticlinorio está cortado por una red de fallas, cuya disposición puede observarse en la Figura 1. Existen dos importantes sistemas de fractura: un sistema NW-SE, paralelo al rumbo de los pliegues, en el que destacan las fallas Mendaro - valle de Aran erreka y la de Cestona - Beliosoro erreka. El segundo sistema es NNE-SSW, destacando la importante falle Andutz-Lastur, que hunde la mitad oriental del bloque; esta falla bordea el lado W del monte Andutz, pasa por S.Nicolás de Lastur y confluye con la falla de Mendaro (HERNANZ, 1975).

Este dispositivo subdivide el macizo en sectores cuyas características diferenciales influyen en la delimitación de cuencas y en la organización del drenaje subterráneo.

En la mitad oriental podemos distinguir tres grandes zonas: el bloque del monte Andutz, unos afloramientos aislados en la zona de Ekain, y la cubeta sinclinal de Erlo.

Las calizas recifales del monte Andutz forman una cuesta de buzamientos muy fuertes (50-80 grados) y rumbo N-S, limitada por fracturas de similar orientación. Esta disposición es anómala con respecto al resto de las estructuras regionales. La fractura que limita el flanco E es normal, provocando que los materiales supraurgonianos recorten progresivamente a las calizas recifales. La falla que limita el flanco W es probablemente la más importante de todo el macizo: hace aflorar a las margas basales y, en su parte S, hunde hacia el E la mitad oriental del anticlinorio. El bloque de Andutz queda de este modo aislado como una unidad independiente.

En la zona de Ekain existen otros afloramientos aislados de calizas recifales. La estructura es anticlinal y el flanco S está cortado por una falla E-W (paralela al rumbo del pliegue) sobre la cual se instala el talweg de Saastarrain erreka. Periféricamente las calizas están bordeadas por materiales supraurgonianos.

El sector de Erlo, mucho más extenso, tiene una geometría variable. En la parte SE el anticlinorio consta de dos anticlinales separados por un sinclinal intermedio, todos ellos de rumbo NW-SE. Los anticlinales son pliegues tumbados y en el más septentrional las capas del flanco N están en posición invertida. Conviene destacar que el afloramiento calcáreo queda elevado sobre los terrenos adyacentes pero, en su interior, la disposición de las calizas es sinclinal y genera una cubeta estructural que facilita la infiltración masiva.

Este dispositivo va cambiando hacia el NW, extinguiéndose el anticlinal meridional en la proximidad de la falla Andutz-Lastur, y acentuándose el carácter tumbado del anticlinal norte, hasta adoptar una disposición de frente cabalgante. Las calizas tienen continuidad hacia el W, pero en el resto del perímetro entran en contacto con materiales supraurgonianos o con las margas basales y el complejo Purbeck-Weald (zona sur, desde Madarixa hasta Azpeitia).

En la mitad occidental del macizo, al W de la falla Andutz-Lastur, el anticlinorio está constituido por varios pliegues NW-SE, complicados por fracturas locales y con importantes cambios laterales de facies, sobre todo en el N. Aunque las calizas karstificables forman una extensión contínua, los cambios litológicos y el dispositivo estructural facilitan la separación del drenaje subterráneo en varias unidades hidrogeológicas. Al N y al S del afloramiento el complejo Urgoniano está limitado por margas y limolitas margo-arenosas del complejo Supraurgoniano.

En la parte S, a orillas del Deba, existe un afloramiento aislado de calizas, con buzamiento SW, que se extiende entre Altzola y el monte Etún.

El pliegue más importante del anticlinorio es un anticlinal que se extiende por los montes Garaluz y Gaintxipixa y posee ligera vergencia N. Su flanco S está constituido por calizas recifales masivas, muy karstificadas y de suave buzamiento (15 a 25 grados hacia el SW). La inclinación de las capas aumenta en la proximidad de la falla de Mendaro - Aran erreka, que discurre paralela al rumbo del pliegue. En la zona de Mendaro existen dos fallas de menor importancia que afectan al techo de calizas masivas y complican su contacto con las margas y limolitas margo-arenosas.

Su flanco N buza 25 a 40 grados hacia el N y presenta importantes cambios laterales de facies. Las calizas masivas

cambian a calizas margosas y margas calcáreas oscuras que localmente contienen alguna masa calcárea recifal. Esta variación tiene lugar en la parte inferior, quedando las calizas masivas limitadas a las partes altas y avanzando a modo de cuña hacia el N (ver Figura 2). Las calizas margosas y margas presentan una esquistosidad de fractura oblícua a la estratificación.

En la zona de Sasiola-Mantarregi existe una falla NW-SE. Al sur de la misma se desarrolla un pequeño sinclinal que tiene continuidad en el macizo de Arno. La parte oriental de este pliegue queda laminada por la falla de Sasiola, al ser ambos ligeramente oblícuos.

Al norte de la falla citada, flanqueado por otra falla paralela a ésta, se desarrolla otro anticlinal, constituido esencialmente por calizas masivas. Sobre la traza de este pliegue se desarrolla el valle cerrado de Lastur. Su flanco N, a nivel del valle del Deba, presenta una complicación local: una falla inversa que buza hacia el S hace cabalgar las calizas masivas sobre las calizas margosas negras.

La fractura que limita por el N el anticlinal presenta otra falla satélite que converge con ella en la margen izquierda del Deba; entre ambas ha quedado pinzada una masa de calizas recifales que hacia el S cambia lateralmente a calizas pararrecifales y margas. Al norte de estas fracturas aparecen de nuevo margas y limolitas que recubren a las calizas, las cuales sólo vuelven a aflorar localmente al N de la falla Aixa-Istiña y en las proximidades de Itziar, donde la estructura se complica con otra serie de fracturas menores.

A modo de resumen puede decirse que en la mitad occidental existen dos zonas distintas: (1) Una zona sur homogénea, correspondiente al anticlinal meridional y compuesta casi exclusivamente por calizas masivas muy karstificadas, con escasas complicaciones estructurales. Esta zona tiene continuidad hidrológica con la cubeta sinclinal de Erlo. (2) Una zona norte de mayor variedad litológica y estructural, con mayor complicación tectónica y frecuentes cambios laterales y verticales de facies. Este dispositivo fragmenta a las calizas en varias unidades hidrogeológicas con drenaje independiente.

FORMAS KARSTICAS DE SUPERFICIE

El relieve del macizo de Izarraitz presenta numerosas cumbres de altitudes comprendidas entre 600 y 900 m.snm. La elevación máxima se alcanza en el monte Erlo (1.026 m). El macizo es disectado internamente por los valles de Lastur, Aran erreka y Goltzibar. Estos valles están profundamente encajados y existen fuertes desniveles entre las cumbres y los fondos de valle. Algunas zonas poseen una topografía más suave, como el sector próximo a Itziar y el fondo alargado de los valles longitudinales internos de Egiaundi, Aran erreka, Ugarte berri y Lastur.

Casi todas las cumbres importantes del macizo (Andutz, Lizarreta, Garaluz, Gaintxipixa, Kakuta, Xoxote, Erlo) están instaladas sobre calizas recifales, masivas y compactas. Algunas de estas montañas presentan paredes y flancos abruptos, y zonas donde aflora el lapiaz desnudo. Pero en general la cobertura vegetal es importante en el macizo.

Las formas kársticas de superficie más destacables son: los valles de Lastur, Urgarte berri y Egiaundi, cuyo drenaje es capturado por sumideros, y zonas de grandes dolinas en Aixa y Marikutxa. Dolinas menores son frecuentes en todo el territorio. Los afloramientos de lapiaz también son ubiquistas y su distribución actual en parte es debida a acción antrópica (destrucción del bosque para instalación de prados y cultivos).

El valle de Egiaundi es, topográficamente, la cabecera del valle de Goltzibar. Su parte superior se desarrolla principalmente sobre materiales supraurgonianos y, a continuación, sobre calizas margosas poco permeables. Posee una superficie de cuenca de 1 Km2 y las aguas superficiales desaparecen al alcanzar un sumidero en calizas compactas.

El valle de Ugarte berri es la continuación superior del valle de Lastur; su cuenca es de 2,5 Km2 y se desarrolla principalmente sobre materiales supraurgonianos. El valle es recorrido por el riachuelo de Ugarte berri o Arrospide erreka y su caudal desaparece por pérdida difusa en varios sumideros. En la proximidad del más importante de ellos se localiza la cueva de Kobeta, de 380 m de desarrollo, y que funciona como sumidero activo en aguas altas, cuando los sumideros superiores no pueden absorber todo el caudal circulante. Han sido efectuados aforos invernales de 10-13 lt/sg, pero dicho caudal es sólo el sobrante de una toma que se hace para Itziar aguas arriba; el caudal medio generado por la cuenca es de 60 lt/sg.

Poco después de la zona calcárea de Ugarte berri, el talweg sigue aguas abajo sobre terrenos impermeables y se genera un nuevo riachuelo, Gaztañaga erreka, que pasa por Lastur. La gran depresión o valle cerrado de Lastur tiene una longitud de 3 Km y está instalada sobre calizas. La zona superior, con una cuenca impermeable de 3 Km2, se desarrolla sobre margas basales del complejo Urgoniano y sobre margas y limolitas supraurgonianas. El caudal medio anual es de 75 lt/sg y desaparece en varios sumideros próximos a los caseríos Leizaola y Ubitxe. En aguas bajas el caudal se infiltra al alcanzar las calizas en los sumideros de Leizaola; en aguas altas llega hasta el centro de la cuenca, donde se localiza el sumidero de Ubitxe o Abeletxe. A partir de este punto sigue un valle seco, con antiguos sumideros colmatados y abandonados, hasta la zona de Sustraixa. En el perfil longitudinal de este valle seco hay zonas de relieve invertido, con

depresiones más bajas a medida que se asciende aguas arriba, generadas por el retroceso progresivo del punto de captura. El umbral que separa la cuenca de Lastur del valle del Deba tiene 700 m de longitud y escasa elevación. La zona de infiltración ha retrocedido en el transcurso del tiempo 3 Km de distancia, desde los antiguos sumideros de Sustraixa hasta la proximidad de S.Nicolás de Lastur.

FORMAS SUBTERRANEAS

Para referirnos a las 273 cavidades catalogadas en el macizo lo haremos por unidades hidrogeológicas. Los criterios utilizados para la delimitación de cuencas son expuestos en el apartado de Hidrogeología. Este inventario comprende 28 manantiales y 245 cavidades no surgentes.

En el macizo predominan ampliamente las simas y son escasas las cuevas: existen 19 simas con un desnivel superior a -100 m (5 de ellas mayores de -200 m), mientras que sólo 3 cuevas superan 1 Km de desarrollo. En general las simas son de trazado simple (uno o varios pozos sucesivos), profundizan enseguida verticalmente y su extensión lateral es reducida. Ninguna de las cavidades exploradas prosigue a gran profundidad en galerías horizontales extensas. El mayor desnivel es alcanzado en Marikutxa 3, sima de -488 m; si a ello agregamos que su boca se abre en el fondo de una gran dolina de 60 m de profundidad, el desnivel total entre la superficie topográfica y el fondo de la cavidad alcanza 550 m. La única cavidad extensa es Aixa (8 Km de galerías). Esta cueva posee en su interior un pequeño río subterráneo y profundiza un desnivel de 167 m; la extensión lateral de la red de galerías es de 0,6 Km.

En la Figura 3 se presenta el relieve de la región (con curvas de nivel cada 200 m) y la localización de todas las cavidades exploradas. Se han destacado las cavidades que por su importancia hidrológica o dimensiones serán objeto de comentarios a lo largo del texto. Los datos completos de cada cavidad (coordenadas UTM, altitud, zona, etc.) son presentados en la Tabla 1. Los nombres de zona utilizados aparecen en la Figura 3.

Puede apreciarse que las cavidades se reparten con relativa uniformidad por todo el macizo. La densidad de cavidades por Km2 no es muy diferente de unos sectores a otros. El territorio ha sido prospectado con bastante detalle, excepto en el caso de los abruptos relieves de Erlo, en el extremo SE.

En un trabajo anterior (GALAN, 1988) el macizo fue subdividido en 6 unidades principales. En este trabajo hemos hecho un análisis más detallado y distinguimos 10 unidades hidrogeológicas. Estas pueden ser agrupadas en: 5 unidades principales y 5 unidades periféricas (3 de ellas desconectadas). Las unidades desconectadas son: Andutz, Ekain y Altzola. Las otras unidades periféricas son: Goltzibar y Azpeitia. Las unidades principales son: Kilimón, Mala, Tantorta, Sasiola y Aixa. Expondremos a continuación sus características espeleológicas.

(1) Unidad de Andutz.

Previamente hemos hecho referencia a la estructura del monte Andutz y a su anómala disposición estructural. Probablemente ha jugado un importante papel (para determinar esta disposición) la gran fractura Andutz-Lastur. Esta fractura hace que afloren las margas impermeables de la base del Urgoniano en el flanco W del monte Andutz, quedando desconectado hidrológicamente del resto del macizo.

En la unidad se conocen 32 cavidades, distribuidas en las siguientes zonas (entre paréntesis, número de cavidades): Itziar (6), Usarrua (3), Andutz (17) y Saltsamendi (6). Cuatro cavidades son surgencias situadas en el contacto entre las calizas y los materiales impermeables supraurgonianos. Predominan las pequeñas simas de trazado simple, algunas de cierto desnivel. Las cavidades de mayor desnivel son: Andutz 05 (-100 m), Saltsamendi 3 (-83 m), Olanoko leizea (-70 m), Saltsamendi 1 (-50 m) y Andutz 11 (-50 m). Los mayores desarrollos: Andutz 05 (180 m), Urteagako kobea (110 m), Saltsamendi 3 (90 m). Es de destacar la cueva de Urteaga por su importante yacimiento con restos antropológicos y paleontológicos del Paleolítico superior.

(2) Unidad de Ekain.

Se trata de un conjunto de pequeños afloramientos de caliza. Algunos de ellos se extienden hasta el valle del Urola, estando desconectados del resto del macizo por terrenos supraurgonianos.

En la unidad se conocen 10 cavidades: 8 en la zona de Ekain y 2 en Beliosoro. Una de ellas es un manantial. Destacan por sus dimensiones dos cavidades: la Sima de Ekain 2, de 540 m de desarrollo, y la Cueva de Ekain, de 250 m; esta última es de gran importancia para la Prehistoria del País Vasco por sus pinturas rupestres. Ambas cavidades constituyen un único

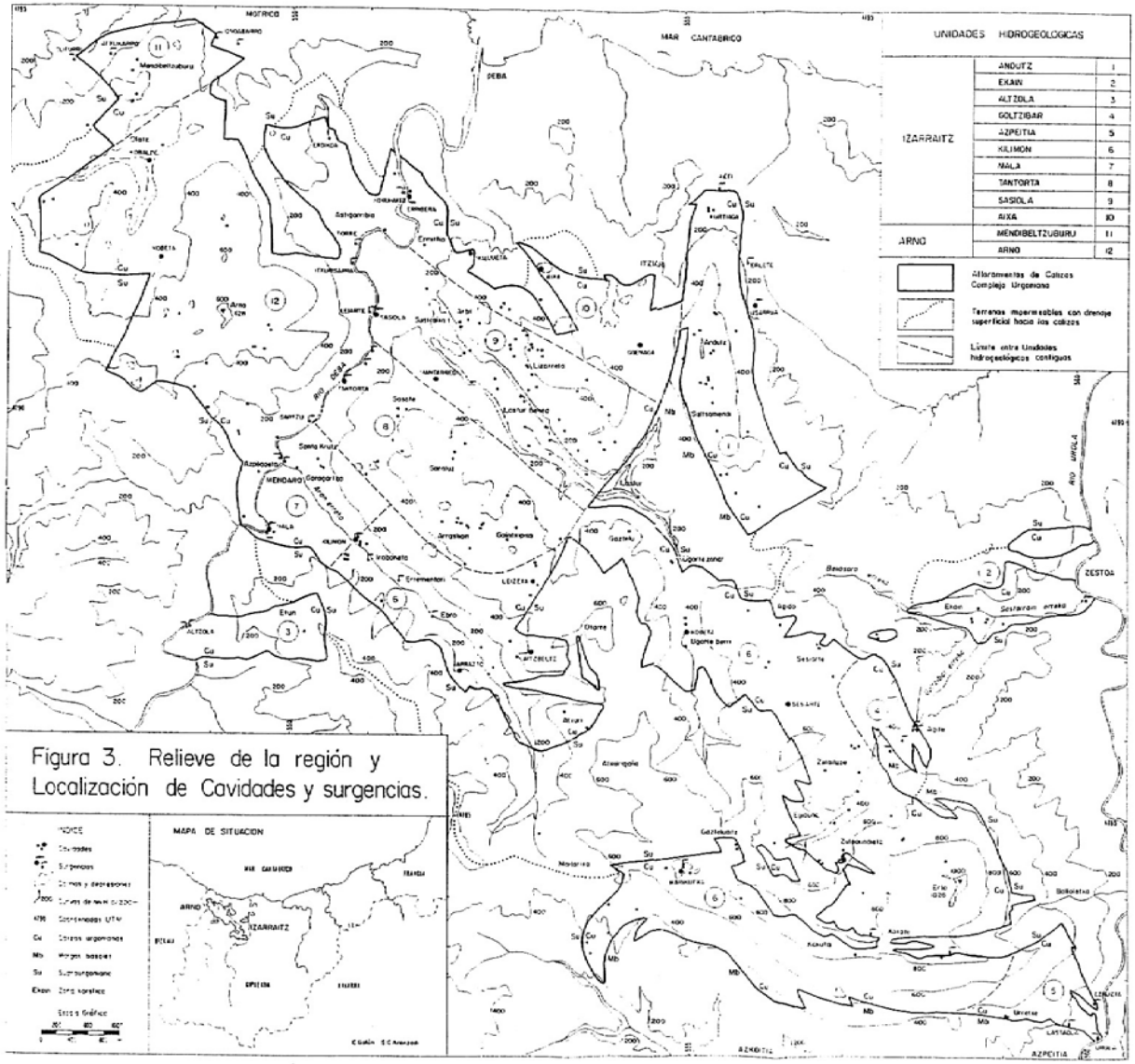
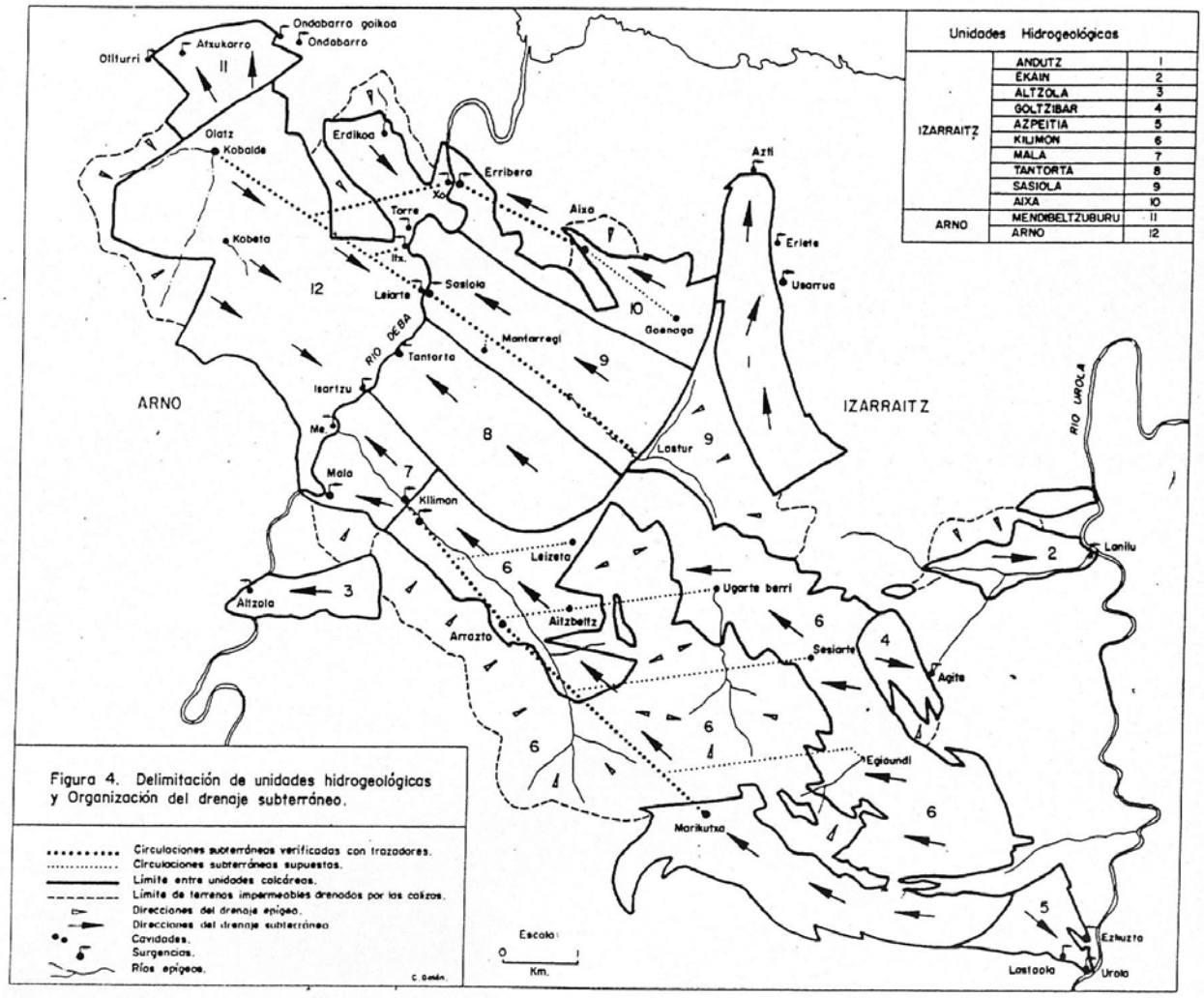


Figura 3. Relieve de la región y Localización de Cavidades y surgencias.


Unidades Hidrogeológicas
IZARRAITZ
ANDUTZ 1
ÉKAIN 2
ALTZOLA 3
GOLTZIBAR 4
AZPEITIA 5
KILIMON 6
MALA 7
TANTORTA 8
SASIOLA 9
AIXA 10
ARNO
MENDIBELTZUBURU 11
ARNO 12
Ondabarro goikoa
Ondabarro
Atzukarro
Olaiturri
Olatz
Kobalde
Erdikoa
Erribera
Aixa
Azti
Erlete
Usarrua
Torre
Kobeta
Itx.
Sasiola
Leiarte
Goenaga
RIO DEBA
Mantarregi
Tantorta
Isartzu
ARNO
IZARRAITZ
Me
Mala
Kilimon
Lastur
RIO UROLA
Lanilu
Leizeta
Ugarte berri
Altzola
Altzbeltz
Arrazto
Sesiarte
Agiña
Egiaundi
Marikutxa
Ezkuzta
Urola
Lastaola
Escala:
0
1
Km.
Figura 4. Delimitación de unidades hidrogeológicas y Organización del drenaje subterráneo.
Circulaciones subterráneas verificadas con trazadores.
Circulaciones subterráneas supuestas.
Límite entre unidades calcáreas.
Límite de terrenos impermeables drenados por los calizas.
Direcciones del drenaje epígeo.
Direcciones del drenaje subterráneo
Cavidades.
Surgencias.
Ríos epígeos.

sistema, fragmentado por la existencia de rellenos quimiolitogénicos y detríticos. Las galerías de la sima, localizadas en un nivel superior, prácticamente se superponen en algunos puntos a las de la cueva inferior. El sector de Beliosoro es una pequeña masa recifal contenida entre margas supraurgonianas. Las aguas subterráneas de la unidad emergen de manera difusa a nivel de los talwegs de Beliosoro, Saastarrain erreka y del río Urola.

(3) Unidad de Altzola.

Es otra pequeña unidad desconectada del cuerpo principal del macizo. El afloramiento de calizas y margas se extiende entre el monte Etún y Altzola, a orillas del río Deba. En la unidad sólo son conocidas una sima-cueva de 32 m de desarrollo (Muniolako kobea) y dos surgencias, una de ellas termal.

(4) Unidad de Goltzibar.

Se trata de una unidad periférica localizada en la parte media de la regata Goltzibar. A nivel del talweg está separada de las calizas de la parte alta por el afloramiento de margas basales urgonianas. Son conocidas 6 cavidades, 4 de ellas surgentes; la mayor es una cueva de 66 m (Ezkapaioko kobea).

(5) Unidad de Azpeitia.

Pequeña unidad periférica en la que se conocen 7 cavidades, 3 de ellas surgentes. La cueva de Ezkuzta tiene 115 m de desarrollo y Urretxeko leizea -20 m de desnivel. El drenaje subterráneo se dirige hacia el valle del Urola. Las 3 cavidades inferiores (surgentes) se localizan en el contacto con materiales impermeables o a nivel del río Urola. Las cavidades superiores (no surgentes) se desarrollan en conglomerados de la serie Purbeck-Weald.

(6) Unidad de Kilimón.

Es la unidad más importante del macizo de Izarraitz. Las calizas masivas de la mitad S del anticlinorio tienen una extensión lateral de 10 Km, aunque en su parte media están parcialmente cubiertas por materiales supraurgonianos. Las cotas de borde de la base de la unidad se sitúan a altitudes de 400 m en la parte E, mientras que el techo de las calizas es cortado a altitudes de entre 10 y 2 m por el valle del Deba. Ello determina una circulación general hacia el W, con una zona surgente instalada en las proximidades de Mendaro. La surgencia principal es Kilimón y está localizada en la parte baja del valle de Aran erreka. La unidad drena una extensa zona que comprende la cubeta sinclinal de la parte E y el flanco S del anticlinal meridional de la parte W.

En la unidad son conocidas 102 cavidades. Su distribución por zonas es como sigue (el número de cavidades entre paréntesis): Agido (4), Aitzbeltz (5), Aran erreka (17), Arrazto (1), Atxuri (5), Egiaundi (5), Eleuntza (2), Erlo (8), Errementari (1), Gaztelu (2), Gazteluaitz (2), Kakuta (5), Lastur (1), Leizeta (5), Madarixa (8), Marikutxa (5), Sesiarte (4), Ugarte berri (5), Ugarte zahar (2), Xoxote (5), Zelailuze (4), Zuloaundieta (6).

7 cavidades son surgentes. 3 de ellas corresponden a pequeños manantiales de acuíferos epikársticos instalados en materiales supraurgonianos; las aguas de estos manantiales vuelven a infiltrarse en las calizas. Las otras 4, todas ellas relacionadas, forman el complejo surgente de Kilimón; las cavidades superiores son surgencias temporales y funcionan como aliviaderos (trop pleins) en períodos de aguas altas.

Las cavidades de mayor desnivel son: Marikutxako leizea 3 (-488 m), Aitzbeltzko leizea (-279 m), Leizeta (-230 m), Sesiarteko leizea (-188 m), Arrazto zuloko leizea (-160 m), Azurkiko leizea (-141 m), Goltzibarreko leizea (-140 m), Txoriaitzeko leizea (-130 m), Benta zelai barreneko leizea (-124 m), Eperkueneko leizea (-100 m). Los mayores desarrollos los presentan algunas de las simas anteriores (Arrazto, 1.180 m; Leizeta, 880 m; Marikutxa 3, 700 m; Irabanetako leizea, 545 m; Aitzbeltz, 390 m), la cueva de Kataolaza (890 m) y la cueva-sumidero de Kobeta (340 m), la cual drena la cuenca epígea de Ugarte berri.

En esta unidad se localiza el sistema hidrológico más extenso del macizo, constituido por la sima de Marikutxa 3 (-488 m), la sima de Arrazto (-160 m; en su fondo circula el colector principal y la sima actúa como chimenea de equilibrio) y el complejo surgente de Kilimón. La circulación de las aguas entre estas cavidades ha sido verificada mediante ensayos con trazadores. La distancia y el desnivel recorridos por las aguas subterráneas son, respectivamente, de 5,8 Km y -553 m.

(7) Unidad de Mala.

Es una pequeña unidad que drena la zona de Mendaro Garagartza y la ladera S del monte Santa Krutz. Parte del sobrante de aguas de la unidad de Kilimón ingresa a esta unidad, con la cual está relacionada. El funcionamiento hidrológico es explicado en otro apartado. Son conocidas 11 cavidades: 3 en la zona de Mala y 8 en la zona de Mendaro. Tres cavidades son surgentes. Las únicas cavidades de cierto desnivel son Olabazako leizea (-90 m) y Otamotzeko leizea (-80 m). Los mayores desarrollos los poseen Olabaza (740 m), Otamotz (90 m) y Lumixako zuloa (63 m).

(8) Unidad de Tantorta.

Esta unidad, como las siguientes, se extiende en la mitad occidental del anticlinorio, entre la falla Andutz-Lastur y el valle del Deba. Estructuralmente ocupa el flanco N del anticlinal meridional. En la unidad son conocidas 30 cavidades, siendo Tantorta la surgencia principal, aunque existen otros 2 pequeños manantiales. La distribución de cavidades por zonas es: Arraskain (8), Gaintxipixa (8), Garaluz (5), Sosote (7), Tantorta (2). Las simas de mayor desnivel son: Sosoteko leizea 2 (-140 m), Arraskaingo leizea 3 (-120 m), Garaluzeko leizea (-103 m), Gaintxipixako leizea (-90 m), Txakurleizea (-80 m). Los mayores desarrollos: Sosote 2 (215 m), Garaluzeko leizea (200 m), Arraskaingo leizea 3 (140 m), Gaintxipixako leizea (110 m), Txakurleizea (100 m). Como puede apreciarse, en la unidad no existen cuevas horizontales extensas y predominan las simas de trazado simple.

(9) Unidad de Sasiola.

Se desarrolla sobre calizas masivas que ocupan el eje y flancos del anticlinal norte. Dichas calizas cambian de facies lateralmente a calizas pararrecifales y margas, separando así a esta unidad de las unidades contiguas.

Son conocidas 54 cavidades, distribuidas por zonas del siguiente modo: Arbil (10), Lastur Behea (8), Lizarreta (34), Mantarregi (1), Sasiola (1). La única surgencia es Sasiola. Entre las cavidades destacan diversos sumideros en el valle cerrado de Lastur; la unidad captura además las aguas superficiales de la cuenca de Gaztañaga erreka, desarrollada sobre materiales impermeables. Ha sido verificada por coloración la circulación subterránea de las aguas entre el valle cerrado de Lastur y Sasiola. Aunque la densidad de cavidades es elevada en algunos sectores (sobre todo en el monte Lizarreta), predominan las simas de trazado simple. Los mayores desniveles son: Mantarregi (-205 m), Lizarreta 9 (-103 m), Sustraixako leizea (-66 m), Lizarreta 25 (-60 m). Los mayores desarrollos: Mantarregi (280 m), Arbilko kobea (180 m), Sustraixako leizea (152 m), Lizarreta 9 (140 m). La sima de Mantarregi posee la mayor vertical absoluta de Gipuzkoa: un pozo de entrada de 188 m.

(10) Unidad de Aixa.

Ocupa la zona más septentrional del anticlinal norte, hasta el contacto con margas y limolitas margo-arenosas que recubren parcialmente a las calizas. La unidad es compleja litológica y estructuralmente. Son conocidas 18 cavidades, distribuidas en las zonas de: Aixa (5), Deba (1), Ermittia (4), Goenaga (1) y Mallueta (7). La única surgencia conocida es Erribera goikoa y ha sido verificada la circulación entre el río subterráneo de Aixa y esta surgencia.

En la unidad predominan las cuevas extensas horizontales, poseyendo las cavidades de mayor desarrollo (considerablemente) de todo el macizo de Izarraitz. No obstante, también posee algunas simas importantes. Destaca además la presencia de grandes dolinas y depresiones en el sector comprendido entre Aixa e Itziar.

Los mayores desniveles los poseen: Goenagako leizea (-216 m), Aixa (-167 m), Pagatzako leizea (-132 m). Los mayores desarrollos son los de: Aixa (8 Km), Malluetako kobea (2 Km), Goenagako leizea (374 m), Pagatza (170 m). Las cuevas de Aixa y Mallueta presentan sectores en los que aún quedan interrogantes sin explorar o topografiar debidamente; estos sectores terminales, próximos al nivel piezométrico, están sujetos a inundación periódica y/o colmatación por arcillas, lo que ha dificultado la conclusión de los trabajos en dichas cavidades.

HIDROGEOLOGIA

El drenaje subterráneo.

Los materiales permeables del macizo de Izarraitz son las calizas recifales y pararrrecifales del complejo Urgoniano. El valle del Deba constituye el área de menores cotas topográficas (entre 2 y 15 m). Las cotas de borde ascienden a niveles de 300 a 550 m en el E y S. Ello genera en el cuerpo principal del macizo una dirección general del drenaje subterráneo hacia el NW, hacia el valle del Deba. La existencia de varios pliegues y de cambios laterales de facies determina una organización de la red de drenaje en varios sistemas, paralelos unos a otros, y que siguen la orientación de las grandes estructuras SE-NW del anticlinorio. En la periferia del macizo existen algunas unidades menores, parcial o totalmente desconectadas del cuerpo principal. En ellas la circulación está controlada por factores locales. La delimitación de unidades hidrogeológicas está basada en datos e interpretaciones de distinta naturaleza. La evidencia más sólida para sustentar las direcciones del drenaje y la conexión entre sectores la proporcionan las pruebas de trazado. Los datos de caudal de las surgencias indican -de modo aproximado- las superficies de cuenca drenadas. Por último, diversas detalles observados tanto en el interior de las cavidades como en superficie (dispositivo estructural, litologías involucradas, caudales subterráneos, etc.) permiten afinar la interpretación y llegar a delimitaciones más precisas. Veremos a continuación los distintos factores que intervienen.

Superficies de alimentación.

La superficie de afloramiento de las calizas urgonianas totaliza en el macizo 41,4 Km2. En un trabajo anterior (GALAN, 1988) ofrecíamos una cifra aproximada de 40 Km2 y en el balance hídrico global no eran tenidas en cuenta algunas pequeñas unidades periféricas ni algunos aportes de cuencas externas sobre terreno impermeable. En este caso las medidas de superficie han sido hechas con planímetro de precisión sobre mapas 1:25.000. Las cuencas externas desarrolladas sobre materiales de baja permeabilidad totalizan 16,6 Km2. El drenaje epígeo es capturado en su totalidad por las calizas en el caso de los riachuelos que ingresan a los sumideros de las zonas de Egiaundi, Ugarte berri y del valle cerrado de Lastur. En el resto de los casos, y particularmente en la unidad de Kilimón (12,8 Km2 de superficies de baja permeabilidad), la captura de las aguas epígeas sólo es parcial. La suma total de las superficies de afloramiento citadas es de 58 Km2. En la Tabla 3 se muestra su distribución por unidades hidrogeológicas.

Circulaciones subterráneas.

Han sido efectuados ensayos con trazadores (fluoresceína sódica) entre distintos puntos del karst de Izarraitz. De ellos han resultado positivos los efectuados entre el río subterráneo de Aixa y la surgencia de Erribera goikoa, entre los sumideros del valle cerrado de Lastur y la surgencia de Sasiola, y entre las simas de Arrazto y Marikutxa 3 y la surgencia de Kilimón. Resultados negativos han sido obtenidos en Sasiola y Tantorta de las pruebas efectuadas en dos ocasiones en los sumideros de Ugarte berri. Un resumen de datos es presentado en la Tabla 2.

La circulación entre Aixa y Erribera goikoa se desarrolla en calizas parcialmente cubiertas en superficie por materiales supraurgonianos. La velocidad de circulación es lenta y sugiere un desarrollo en zona saturada.

La circulación Lastur-Sasiola es algo más rápida, lo que sugiere mayor desarrollo de drenes y grandes conductos.

En Arrazto-Kilimón fueron obtenidas velocidades de 250 m/h en períodos de aguas altas, mientras que las velocidades menores corresponden a períodos de aguas bajas. Velocidades similares son obtenidas entre Marikutxa 3 y Kilimón; en este caso la circulación se desarrolla en calizas infrayacentes a una cubertura superficial supraurgoniana, relativamente extensa, situada en la parte sur-central del macizo. Las altas velocidades de circulación sugieren una circulación a través de grandes conductos. El colector principal puede observarse en la cota 50 m de Kilimón y en la cota 70 m en el fondo de la sima de Arrazto; esta última actúa como chimenea de equilibrio. El nivel del agua también es encontrado en la sima de Ebro, situada en un punto intermedio entre las dos anteriores, a una cota de 60 m. El fondo de la cavidad más distante (sima de Marikutxa 3) está situado a una cota de 115 m.

Considerando la distancia y desnivel entre el fondo de las cavidades y las surgencias, obtenemos un gradiente hidraúlico entre Arrazto y Kilimón del 1% y entre Marikutxa y Kilimón de 1,12%. Resultados similares son obtenidos entre el fondo de Aixa y Erribera goikoa (2,6%). Ello sugiere una rápida infiltración hasta la proximidad del nivel piezométrico, una circulación rápida a través de grandes conductos (red espeleológica) en zona vadosa, y un retardo de la circulación con desarrollo de sistemas anexos (red de fisuras y conductos) en zona freática en la proximidad de las surgencias.

La existencia de litologías menos permeables (calizas margosas, intercalaciones arcillosas) en el espesor de la serie dificulta la conexión hidraúlica, limitando el desarrollo de grandes conductos a las zonas de calizas más compactas y masivas. Lateralmente, las zonas de menor permeabilidad aislan unos sistemas de otros. Esto es evidenciado por los resultados puntuales obtenidos en los ensayos con trazadores y por las exploraciones espeleológicas.

Los resultados negativos obtenidos en Sasiola y Tantorta sugieren que las zonas de alimentación de Ugarte berri,

Sesiarte y Egiaundi tributan al sistema de Kilimón.

Evidencia indirecta adicional es aportada por la calidad química y bacteriológica de las aguas. Los datos de HERNANZ (1975) muestran que la presencia de bacilos coliformes es elevada en Sasiola, mientras que los resultados en Tantorta y Kilimón son negativos. El resto de los parámetros químicos es similar en las diferentes surgencias: son aguas bicarbonatadas cálcicas, escasa o moderadamente mineralizadas. La única excepción la constituye el manantial de Erribera goikoa; datos de DIP.FOR.GUIP. (1985) muestran aguas cloruradas sódicas con una concentración salina muy alta, producto de contaminación marina. Las muestras fueron obtenidas en estiaje (caudal muy bajo) después de que la pleamar inundara completamente la zona surgente (penetración de agua salada en los conductos kársticos).

El alto contenido de bacilos coliformes en Sasiola es debido a que captura las aguas del valle de Lastur, con una cuenca superficial con caseríos y por tanto polucionada. El hecho de que esta contaminación no aparezca en las unidades contiguas indica su relativo aislamiento.

Las velocidades de circulación sugieren una buena conexión hidraúlica en la parte sur del anticlinorio y una conexión mucho más pobre en la zona norte. Esto estaría en correspondencia con las características geológicas: calizas masivas, muy karstificadas, con escasa complicación estructural, en la zona sur, y mayor variedad litológica y complicación tectónica en la zona norte.

En conjunto, el cuerpo principal del macizo presenta un drenaje organizado en varios sistemas, con descarga en surgencias localizadas en la margen derecha del Deba. En la periferia del macizo hay unidades con circulaciones independientes, como veremos a continuación.

Surgencias.

El régimen de caudales de las surgencias es muy variable y acusan con gran rapidez las variaciones pluviométricas. Los datos que presentamos en este apartado tienen un carácter puntual ya que los aforos han sido hechos en épocas y fechas distintas; en el apartado de Balance hídrico los datos han sido compensados y aproximados a su valor medio anual.

La posición de las surgencias en el macizo y sus caudales respectivos constituyen buenos indicadores de las superficies de cuenca drenadas y de su distribución espacial.

En la unidad de Andutz son conocidas 4 surgencias. La más importante es el manantial de Usarrua, localizada en el flanco E del monte Andutz en el contacto entre las calizas y materiales supraurgonianos. Su cota es de 125 m. El agua mana a través de una cueva de 20 m formada a expensas de la estratificación y de una fisura vertical situada a 20 m de la cueva. El caudal de estiaje es de 10 lt/sg; en crecida puede alcanzar valores próximos a 100 lt/sg. Aguas abajo de la surgencia y durante unos 200 m hay depósitos de travertino generados por las aguas emergentes. A unos 30 m de la anterior y a una cota similar hay una cuevita de 7 m (Usarrua 2) por la que mana agua en las crecidas que siguen a lluvias importantes. Junto a la surgencia hay una antigua presa con la cual la tejería Arrona Echaide producía energía eléctrica. La presa está abandonada y el manantial ha sido captado para el abastecimiento de aguas a Zumaya; su caudal es similar al anterior, de unos 10 lt/sg en estiaje.

A unos 500 m al N de Usarrua se encuentra Erleteko iturria, en la cota 135 m. El agua mana por varios puntos en una zona de contacto entre margas y calizas. El caudal de estiaje es próximo a 1 lt/sg y es aprovechado en su totalidad por los caseríos cercanos.

En el extremo N de la unidad se encuentra el manantial de Azti, en la cota 100 m. Su caudal de estiaje es próximo a 1 lt/sg, pero en épocas de precipitaciones puede alcanzar varias decenas de lt/sg.

El caudal de conjunto de estos 4 manantiales corresponde al total de la infiltración de la unidad de Andutz, la cual queda desconectada del cuerpo principal del macizo por el afloramiento de las margas basales urgonianas. El drenaje subterráneo se dirige hacia el N, para luego emerger en el contacto con materiales supraurgonianos en el flanco E. La parte N del bloque de Andutz presenta fracturas transversales que pueden originar una compartimentación local, con el caudal de cada compartimento fluyendo hacia cada uno de los grupos surgentes. No obstante, la mayor parte del caudal emerge en las dos surgencias de Usarrua, localizadas en la cabecera del valle de Presalde.

En la unidad de Ekain sólo es conocida una surgencia: Laniluko iturria, situada en la cota 40 m, en la confluencia de Saastarrain erreka con el río Urola. Su caudal de estiaje es próximo a 1 lt/sg. Las aguas infiltradas en los distintos bloques calcáreos de esta unidad deben emerger en forma difusa a nivel de los valles de Beliosoro, Goltzibar, Saastarrain y Urola, que poseen cursos de agua permanentes. En las cuevas exploradas en el bloque de Ekain se encuentran galerías que corresponden a antiguos niveles de circulación, de morfología freática. Estos conductos, hoy inactivos, poseen espeleotemas y pavimentos estalagmíticos. La circulación actual debe desarrollarse en la proximidad del nivel piezométrico, por debajo de las galerías conocidas.

En la unidad de Altzola son conocidos dos manatiales situados en la cota 15 m a orillas del río Deba. Según datos de DIP.FOR.GUIP. (1985) uno de ellos es termal (temperatura de 28,4 ºC) y de 3 lt/sg de caudal constante. El otro, próximo al primero, tiene un caudal variable aunque elevado en estiaje (puede alcanzar 100 lt/sg). Creemos que esta cifra es exagerada para un caudal de estiaje y existe confusión en el texto sobre si los 100 lt/sg corresponden al período de estiaje o a otras épocas del año con altas precipitaciones. El segundo caso podría ser real ya que la superficie de alimentación es de 1,1 Km2, por lo que puede esperarse valores medios anuales de 25 lt/sg y puntas de crecida próximas a 100 lt/sg. Valores más altos indicarían que existe transmisión desde las unidades contiguas (Mala y Kilimón) hacia la de Altzola, lo que hidrológicamente, dada su posición, parece poco probable. No obstante, como no existen aforos de cierta consistencia, dejamos abierta esta última posibilidad.

En la unidad de Goltzibar son conocidas 4 surgencias. Todas ellas situadas, a diferentes altitudes, en el talweg de la regata Goltzibar, en una zona de contacto y transición entre calizas y niveles margosos y argilíticos. El manantial superior es Ezkapaio iturria, cota 280 m; el agua emerge en una zona de margas y se vuelve a infiltrar en las calizas; su caudal es próximo a 1 lt/sg. Aguas abajo se localiza Agite 3, en la cota 225 m, con un caudal de estiaje estimado en 15 lt/sg. Las aguas emergentes se vuelven a infiltrar. Los otros dos manantiales (Agite 1 y Agite 2) están situados en la cota 200 m a ambas márgenes de la regata. Uno de ellos forma una cueva de 9 m. El caudal de conjunto de ambos manantiales es de 25 lt/sg e incluye los caudales infiltrados previamente. Uno de ellos está captado para el abastecimiento de Cestona. Las dos surgencias terminales capturan las aguas de los flancos calcáreos y de los tramos margosos superiores. El sentido de la circulación es convergente hacia las surgencias situadas en el talweg que constituye el nivel de base local.

En la unidad de Azpeitia se conocen 3 surgencias. Lastaola es la situada a mayor altitud (cota 150 m); su caudal es de 2 lt/sg en sequía, pero en épocas luviosas supera los 10 lt/sg. En una cantera en la cota 100 m se encuentra el manantial de Ezkuzta, que es una cueva de 20 m de desarrollo; su caudal en sequía es de 1 lt/sg. La surgencia más importante es la de Urola, situada en la margen izquierda del río Urola en la cota 75 m; su caudal de estiaje es próximo a los 10 lt/sg. Las dos primeras surgencias están situadas en el contacto entre calizas y materiales impermeables, mientras que la última está condicionada por el nivel de base del río Urola, el cual deja inundada a la surgencia en aguas altas, desconociéndose su caudal en esa época, que pudiera ser importante dada su posición más baja. La falta de aforos torna imprecisa la cuantificación del caudal surgente en esta unidad, que corresponde a la terminación periclinal del anticlinorio. Su cuenca de alimentación sin duda comprende el extremo SE del macizo, en el cierre periclinal, pero cabe la posibilidad de que extienda algo más sobre el flanco S de los relieves del monte Erlo.

En la unidad de Kilimón son conocidas 7 surgencias. Tres de ellas están situadas en la parte alta (zonas de Xoxote y Marikutxa) y poseen caudales inferiores a 1 lt/sg; las aguas provienen de acuíferos epikársticos en las margas suprayacentes y los caudales vuelven a infiltrarse en las calizas. En el borde sur de la unidad existen otros manantiales pequeños de tipo epikárstico, formados en el contacto entre calizas y tramos con materiales poco permeables; éstos sólo funcionan en épocas de fuertes precipitaciones, pero el caudal emergente escapa de la unidad.

La otras 4 surgencias constituyen el complejo surgente de Kilimón, instalado en calizas recifales. Se trata de 4 manantiales relacionados situados en el talweg de Aran erreka. Los dos inferiores son permanentes y están situados en las cotas 25 y 50 m.snm. Los dos superiores, ligeramente más altos, sólo funcionan en períodos de fuertes aportaciones pluviométricas; el más bajo (cota 50 m) en las grandes crecidas anuales, y el más alto (cota 70 m) en grandes crecidas cada 5 ó 6 años; se trata en consecuencia de trop pleins.

De las dos surgencias permanentes (las inferiores), la boca de la cota 50 m es un túnel artificial que alcanza una cavidad natural por la que circula el río subterráneo; el desarrollo de las galerías es de 200 m. El caudal subterráneo es detenido por una presa de la cual sale un canal (para el abastecimiento a Mendaro) a través del túnel. Como el caudal del río subterráneo es muy grande (200-400 lt/sg) y el canal sólo capta una pequeña parte (20 lt/sg), la mayor parte rebosa y sigue el curso subterráneo. Parte de este caudal (60-100 lt/sg) emerge por la boca de la cota 25 m (que es una cueva en la cual han podido ser explorados 50 m); el resto emerge en forma difusa en el cauce epígeo inferior. Las aguas emergentes se incorporan a las de Aran erreka, río que a su paso por Mendaro lleva 300-400 lt/sg. El río subterráneo de la surgencia de Kilimón es sin duda el caudal más importante que emerge del macizo de Izarraitz. Aunque los aforos son variables e incompletos, las estimaciones comparadas de caudal (efectuadas en las mismas fechas) entre Kilimón y las surgencias de las unidades vecinas de Tantorta y Sasiola, indican que los caudales de la unidad de Kilimón al menos triplican o cuadruplican a los de las otras.

La surgencia de Kilimón (como otras del macizo) experimenta grandes variaciones de caudal que siguen con rapidez a las oscilaciones pluviométricas. En las grandes crecidas el agua se enturbia ligeramente. HERNANZ (1975) sugiere que el río subterráneo circula por los conductos de una karstificación precuaternaria, que han sido limpiados en parte de sus

rellenos.

Otra característica peculiar de Kilimón son los “parones” que experimenta el manantial (durante los cuales deja de manar agua) en momentos de máximo estiaje. Los parones o intermitencias suelen ser períodos de 5 a 12 horas, conociéndose un caso histórico en el cual el parón duró 27 horas. Esta intermitencia ha sido explicada hipotéticamente por la existencia de un sifón conectado a una cámara o depósito (ver DIP.FOR.GUIP., 1985).

En la unidad de Mala son conocidas dos surgencias próximas situadas en la cota 9 m a orillas del Deba. El caudal conjunto de estas surgencias, instaladas en calizas recifales, es de 15 lt/sg en estiaje. Tras las lluvias experimentan grandes aumentos de caudal con escasa turbidez; en agual altas han sido observados caudales de 150-200 lt/sg. En la cota 8 m, en la confluencia de Aran erreka con el río Deba, existe otra pequeña surgencia (Garagartza) captada para una fábrica; su caudal es próximo a 1 lt/sg.

La superficie de alimentación de la unidad es de 1,7 Km2, lo que daría caudales medios del orden de 50 lt/sg. Como probablemente los caudales medios descargados por los manantiales de Mala son más considerables, ello indicaría que parte de las aguas provendrían de otras zonas. Una hipótesis sugiere su procedencia de la contigua unidad de Kilimón, bien sea que se trate de las aguas observadas en el río subterráneo de la cota 50 m y que no emergen por la boca inferior, o bien de aguas que circulan en la zona saturada del acuífero por debajo de Kilimón o de pérdidas que se sumen o infiltran en el talweg inferior de Aran erreka. La existencia de cierta transmisión desde la unidad de Kilimón a la de Mala es en parte confirmada por dos sondeos efectuados en la proximidad de Kilimón. Uno de ellos, realizado por el IGME, alcanza 100 m de profundidad y da 25 lt/sg; el otro, realizado por DIP.FOR.GUIP., es del orden de 60 lt/sg. Estos sondeos han encontrado cavernas a más de 90 m de profundidad, con los conductos colmatados por arcillas (CARRERAS et al., 1987). Otra posibilidad sería que parte del caudal proceda de la cabecera de cuenca de Aran erreka, discurriendo en forma paralela al colector de Kilimón; en tal caso la superficie de cuenca de la unidad sería incluso algo mayor de lo considerado. Ambas hipótesis están abiertas a ulterior investigación.

En la unidad de Tantorta son conocidos tres manantiales. La surgencia principal es Tantorta, localizada en la cota 9 m a orillas del Deba. Se trata de una cueva penetrable de 95 m de desarrollo, instalada en calizas pararrecifales. Está captada en parte (bombean 30 lt/sg) para el abastecimiento de aguas a Deba. Han sido aforados caudales de 94 lt/sg y caudales de estiaje de 15 lt/sg. Experimenta grandes aumentos de caudal con ligera turbidez en época de lluvias. A unos 400 m al N de esta surgencia existen dos pequeños manantiales de tipo epikárstico con caudales de 1 lt/sg: Sosote iturria (en la cota 6 m) y Tantortako kobea (cueva de 25 m de desarrollo, situada en la cota 15 m).

En la unidad de Sasiola sólo es conocida la surgencia de este nombre, localizada en la cota 6 m, en la margen derecha del Deba. Está instalada en una zona de fractura con calizas margosas y margas fisuradas. Como en el caso de Tantorta sufre grandes variaciones estacionales y tras las lluvias experimenta grandes crecidas, enturbiándose. Se han aforado caudales medios de 40 lt/sg más una cantidad adicional que sale directamente al cauce del río Deba y no ha sido posible aforar. De modo comparado se estima en conjunto, para la unidad de Sasiola, un caudal igual o ligeramente mayor que el de unidad de Tantorta, y sensiblemente inferior (varias veces) al de la unidad de Kilimón. La falta de aforos precisos a lo largo del año es uno de los mayores obstáculos con que tropiezan actualmente los cálculos de balance hídrico, como podrá verse en el siguiente apartado. En este este sentido, los datos que presentamos en este trabajo sólo tienen un valor indicativo aproximado y -repetimos- hace falta más datos para poder afinar el estudio hidrogeológico del macizo.

En la unidad de Aixa se encuentra la surgencia de Erribera goikoa, en la cota 2 m, e instalada en calizas recifales a orillas del Deba. Este manantial suele quedar inundado durante la pleamar. Su caudal es muy variable: en épocas lluviosas sobrepasa los 100 lt/sg, mientras que en estiajes prolongados puede llegar a secarse. Se desconocen los caudales máximos, ya que en este caso el río Deba viene crecido y oculta la surgencia.

Delimitación de unidades hidrogeológicas y Balance hídrico.

En los apartados anteriores han sido indicadas algunas características de las circulaciones subterráneas, caudales surgentes y superficies de alimentación. Para la delimitación de cuencas y unidades esta información debe estar en correspondencia con los datos de balance hídrico. Los dos factores con los cuales es posible jugar hasta lograr una correspondencia de conjunto son: las discontinuidades geológicas y la extensión de las superficies o cuencas de alimentación.

La alimentación de los acuíferos procede de la infiltración directa de las precipitaciones sobre las calizas y de la captura del drenaje epígeo a través de sumideros. La precipitación anual en el macizo es de 1.550 mm y la evapotranspiración real

de 651 mm (GALAN, 1988). Los recursos disponibles son de 899 mm/a, lo que equivale a un caudal generado por Km2 de superficie de 28,9 lt/sg.Km2. La infiltración real es algo inferior y ha sido estimado un Módulo de Infiltración Eficaz de 25 lt/sg.Km2 (GALAN, 1988). Dicho módulo puede también ser expresado en términos de un volumen total anual, según la equivalencia: 1 lt/sg.Km2 = 0,031536 Hm3/a.Km2.

En las áreas karstificadas y en las cuencas sobre terrenos impermeables capturados por las calizas, la infiltración equivale a este módulo. En las áreas poco karstificadas, en zonas de fuerte pendiente en la periferia del macizo, y en ríos epígeos cuya infiltración sólo es parcial, la infiltración equivale a un porcentaje variable de dicho módulo, ya que parte del agua disponible abandona la unidad en forma de escorrentía. El porcentaje que se pierde de este modo suele ser muy considerable en épocas de fuertes precipitaciones, y éstas son precisamente las que hacen elevar considerablemente el valor de los caudales medios.

En el macizo de Izarraitz casi todas las áreas de calizas masivas están karstificadas, según lo demuestra la densidad y distribución de cavidades y dolinas. Sólo parecen menos karstificadas los relieves de la unidad de Ekain, Altzola y el borde sur del macizo. Las cuencas epígeas de Lastur - Gaztañaga erreka, Ugarte berri y Egiaundi son capturadas íntegramente. Mientras que el drenaje epígeo que alimenta Aran erreka atraviesa la unidad caliza aparentemente con escasas pérdidas (infiltración reducida).

La delimitación de cuencas no ofrece dudas en el caso de las unidades desconectadas de Andutz, Ekain y Altzola. En Andutz la correspondencia entre superficie de alimentación y caudales surgentes es muy buena. En Ekain, por el contrario, el único manantial conocido no puede dar cuenta de los volúmenes infiltrados, por lo que resulta evidente la existencia de surgencias difusas a nivel de los valles que atraviesan o delimitan la unidad (Beliosoro, Saastarrain y Urola). En el caso de la unidad de Altzola existen esquemáticamente dos posibilidades: (1) Que el caudal medio de las surgencias sea del orden de 25 lt/sg y corresponda a la superficie propuesta de 1,1 Km2. (2) Que el caudal surgente sea más considerable y exista transmisión desde las unidades próximas. La segunda hipótesis nos parece menos probable, por dos razones. La primera, geológica, es que entre ambas unidades afloran margas y limolitas negras en disposición sinclinal; la circulación sólo podría realizarse a muy considerable profundidad (varios centenares de metros). La segunda, hidrogeológica, es que sí parece existir transmisión desde Kilimón a Mala, según indican los sondeos efectuados; la dirección del drenaje es NW y Mala ocupa una posición inferior (cota 9 m) con respecto a Altzola (15 m). Para que se produjera la circulación entre Kilimón y Altzola tendría que haber una difluencia hacia una surgencia superior y en una dirección que se aparta de las directrices regionales. Además, en caso de conexión, es más lógico que el agua circulara desde la zona de alimentación de Altzola hacia Mala, y no al revés. En conclusión, mientras no existan otras evidencias, optamos por la primera hipótesis.

La delimitación de las unidades periféricas de Goltzibar y Azpeitia se basa en las relaciones superficie / caudal surgente y en la estructura local. En Goltzibar la estructura corresponde al flanco N, invertido, del anticlinal norte; en Azpeitia, al cierre periclinal del anticlinorio. El límite propuesto en Goltzibar lo hemos hecho coincidir con un afloramiento de margas basales que interrumpe el talweg entre la zona de Egiaundi y el valle inferior de Goltzibar erreka. En Azpeitia es arbitrario y sólo hay una concordancia de conjunto con los caudales emergentes observados; el límite N es impuesto por un afloramiento supraurgoniano en el que se instala la regata epígea de Balloletxo erreka, tributaria del Urola. No obstante, habría que dejar abierta la posibilidad de una mayor extensión de esta unidad sobre el flanco S de Erlo, donde las pérdidas por escorrentía son también muy considerables.

En el cuerpo principal del macizo el drenaje se organiza en varios sistemas paralelos, de rumbo SE-NW, con emergencia en el valle del Deba. En éste sólo hay 5 surgencias importantes, que de N a S son las siguientes: Erribera goikoa, Sasiola, Tantorta, Kilimón y Mala. Han sido verificadas con trazadores las circulaciones Aixa-Erribera, Lastur-Sasiola, y Marikutxa-Kilimón. Los resultados negativos obtenidos entre Ugarte berri y Tantorta/Sasiola, hacen suponer que el drenaje de Ugarte berri y Egiaundi corresponde a la unidad de Kilimón. Por otro lado, en la parte sur del anticlinorio las calizas masivas forman un cuerpo recifal continuo con escasas complicaciones estructurales. El único accidente importante, la falla Andutz-Lastur, no obstaculiza la circulación SE-NW, como la prueba la conexión Marikutxa-Kilimón. Los volúmenes surgentes más importantes corresponden precisamente a las surgencias meridionales y particularmente a Kilimón. Hemos delimitado así 5 unidades dispuestas en 4 bandas paralelas (Mala y Kilimón ocuparían prácticamente la misma banda, aunque Mala al estar en posición inferior, podría recibir aportes tanto de la unidad de Kilimón como de la cabecera de Aran Erreka, aspecto éste que resta por elucidar), con el drenaje organizado en sistemas aproximadamente paralelos, de sentido SE-NW, hacia las surgencias principales.

El límite entre las unidades de Aixa y Sasiola en la zona próxima al Deba coincide con un afloramiento de calizas pararrecifales y margas en la proximidad de la falla que corta el flanco N del anticlinal norte. La surgencia de Erribera goikoa se localiza en calizas masivas al N de este sector. Suponemos que el acuífero se extiende siguiendo este banco de calizas hasta Aixa y zona próxima a Itziar.

La unidad de Sasiola se desarrolla sobre el anticlinal norte, constituido esencialmente por calizas masivas. En el flanco S el valle cerrado de Lastur sigue la traza de este pliegue, aunque la surgencia de Sasiola está instalada en un afloramiento de calizas margosas infrayacentes. En este caso, en la zona de surgencia las calizas masivas superiores recargan a las

calizas margosas, que en este lugar presentan fuerte fisuración local. El límite entre las unidades de Sasiola y Tantorta coincide con el sinclinal que queda laminado por la falla de Sasiola. Al S de este accidente aflora una banda de calizas margosas y margas masivas, que actúan como barrera de baja permeabilidad. Sobre esta banda margosa no se presentan cavidades, como puede apreciarse en el mapa de localización (Figura 3).

El límite entre las unidades de Tantorta y Kilimón-Mala coincide aproximadamente con el eje del pliegue anticlinal meridional. La separación del drenaje en este caso obedecería al dispositivo estructural. Las aguas de infiltración divergerían siguiendo el buzamiento, hacia Tantorta en el flanco N, y hacia Kilimón-Mala en el flanco S. La surgencia de Tantorta está instalada en calizas pararrecifales, las cuales son alimentadas por las calizas masivas superiores que avanzan a modo de cuña hacia el N. La existencia de calizas pararrecifales y margas en la parte inferior de la unidad de Tantorta explica a su vez que las mayores cavidades sólo alcancen un moderado desnivel (-120 m en la zona de Arraskain, donde el espesor de las calizas masivas es máximo). Teórica e hipotéticamente pudiera existir cierto grado de transmisión en la zona saturada entre los acuíferos de Tantorta y Kilimón, pero hasta el momento no hay evidencias que permitan confirmar la interconexión.

Los resultados negativos de ensayos con trazadores entre Ugarte berri y Tantorta hacen descartar su pertenencia a esta unidad que, por otro lado, en caso contrario daría una extensión muy grande, sin relación con los caudales observados (según los aforos y estimaciones comparativas disponibles). La extensión propuesta para Tantorta es coincidente con los datos de balance hídrico expuestos.

Aunque geológicamente es lógico que Tantorta continuara hacia el SE (como Kilimón lo hace hace Marikutxa), no hay evidencia de que ocurra así, y toda la estructura en cubeta sinclinal de la mitad oriental del anticlinorio parece drenar hacia Kilimón. Hemos incluido también la zona de Leizeta en la unidad de Kilimón, tanto porque la falla Andutz-Lastur no constituye una barrera (sino más bien una zona transmisiva) como porque este sector enlaza con el dispositivo de la mitad oriental.

La extensión propuesta para la unidad de Kilimón presenta una buena correspondencia con los caudales generados. La existencia misma de la surgencia de Kilimón impone un límite con la unidad de Mala, situada ésta a menor altitud. Kilimón es el colector principal de una red hidrográfica subterránea en la cual la circulación se verifica a través de grandes conductos. En la zona próxima a esta surgencia y aguas abajo de la misma parece existir una zona saturada con permeabilidad por fisuras; este acuífero profundo sería menos transmisivo y más capacitivo, tal como lo sugieren los datos de caudal de Mala y los sondeos efectuados.

Parte del caudal visible en el río subterráneo de Kilimón parece derivar a este acuífero inferior, que pudiera en parte alimentar a Mala, pero que también descarga a través de surgencias difusas al curso inferior de Aran erreka (aguas abajo de Kilimón) y que incluso puede llegar a descargar en el propio talweg del Deba. El acuífero de Mala captura la infiltración de los flancos calcáreos de un área que se extiende al W y NW de Kilimón. Las aguas que se infiltran en estas superficies no alimentan el río subterráneo de Kilimón, sino la unidad de Mala, que tiene por tanto su propia individualidad.

Para el balance hídrico tendremos así en cuenta a la unidad de Mala - curso inferior de Aran erreka. Los caudales que ingresan a esta última unidad corresponden a la infiltración local sobre su superficie, más los caudales transmitidos desde el acuífero superior de Kilimón. Cabe por último la posibilidad de un aporte hacia Mala desde la cabecera de Aran erreka, en forma paralela al gran colector de Kilimón: esta última línea de circulación SE-NW marcaría el límite S del macizo y podría capturar en parte la infiltración difusa que se produjera en la poco permeable cobertera supraurgoniana que recubre a las calizas masivas del macizo. De momento, esta línea es sólo una hipótesis.

Los datos potenciales y reales de balance hídrico de las distintas unidades son presentados en la Tabla 3. Los datos de caudal surgente potencial suponen un Módulo de Infiltración eficaz de 25 lt/sg.Km2. La infiltración corresponde a este módulo en las unidades de Goltzibar, Mala, Tantorta y Sasiola. En las unidades de Andutz, Ekain, Altzola, Azpeitia y Aixa, situadas en la periferia del macizo, existen algunas pérdidas adicionales, por escorrentía que escapa de las respectivas unidades sobre todo en períodos de aguas altas. Las pérdidas por escorrentía son muy considerables en la unidad de Kilimón y se producen en dos sectores distintos: (1) sobre las calizas en fuerte pendiente topográfica en el borde E y S de Erlo; y (2) sobre la extensa cuenca impermeable que cubre a las calizas y es drenada por el curso epígeo de Aran erreka, el cual atraviesa las calizas del valle con escasas pérdidas.

Los valores presentados para Kilimón y Mala requieren un comentario adicional. El caudal total del complejo surgente de Kilimón probablemente corresponde a una cifra de 400-450 lt/sg, mientras que hasta 100-150 lt/sg adicionales pueden llegar a ser transmitidos por el acuífero fisurado inferior a la unidad de Mala. La suma de caudales surgentes de esta última unidad ascendería en consecuencia a valores de 150-200 lt/sg, que pueden ser repartidos entre las surgencias de Mala, surgencias difusas en el tramo inferior del valle de Aran erreka, e incluso surgencias difusas (no detectadas) al cauce del río Deba.

Funcionamiento hidraúlico.

El caudal medio que circula subterráneamente en Izarraitz totaliza 1.177 lt/sg (en volumen = 37,12 Hm3/a). El 84% de esta cifra (= 990 lt/sg) corresponde al cuerpo principal del macizo, donde el drenaje está organizado en 5 unidades con un dispositivo en paralelo. La circulación se dirige hacia el cauce del río Deba, donde se encuentran las menores cotas topográficas y se localizan las principales surgencias.

Las unidades de Kilimón, Mala y Tantorta ocupan la zona sur del anticlinorio y descargan las 3/4 partes del caudal infiltrado (= 720 lt/sg). Esta zona sur es muy homogénea y en ella predominan las calizas masivas, altamente permeables y muy karstificadas. En la zona norte (unidades de Sasiola y Aixa) la complicación tectónica es mayor y son frecuentes los cambios de facies; su extensión es más reducida y descarga 1/4 parte del caudal (= 270 lt/sg).

Los ensayos de trazado con fluoresceína sódica han mostrado que la descarga es puntual y se limita en cada caso a un único manantial, lo que sugiere un funcionamiento independiente de cada unidad. Las velocidades de circulación son variables y dependen de las condiciones pluviométricas en el momento del ensayo. Estas velocidades oscilan entre 10 y 250 m/h y en general aumentan de N a S. Esto coincide con la mayor complejidad litológica y estructural de la zona norte y una mayor permeabilidad en la zona sur.

El régimen de las surgencias es variable y sus caudales acusan con gran rapidez las oscilaciones pluviométricas. La capacidad de regulación de estos acuíferos es reducida. Sólo en un caso parecer existir transmisión desde una unidad a otra (desde Kilimón a Mala). Las 8 pruebas de trazado efectuadas entre 1962 y 1984 (ver Tabla 2) no evidencian transmisión horizontal detectable entre unos y otros acuíferos, aunque teóricamente no cabe descartar que pueda existir en la zona profunda inundada una baja interconexión por fisuras, de tránsito muy lento, y por ello no detectado en las pruebas de trazado. En este sentido, un estudio geoquímico de las aguas subterráneas permitiría conocer el tiempo de residencia y el funcionamiento de la red profunda.

La circulación subterránea se realiza fundamentalmente a través de una red de grandes conductos o drenes desarrollados en paralelo sobre los ejes principales de drenaje de cada unidad. Esto ha sido puesto de manifiesto por las exploraciones espeleológicas y los ensayos con trazadores. En efecto, existe una comunicación rápida y directa entre las áreas de alimentación y las surgencias. En los acuíferos puede además existir una zona saturada, de mayor o menor extensión, particularmente en la proximidad de las zonas de surgencia. La circulación es esta zona sería más lenta y se realizaría a través de redes de vacíos conectados por fisuras y drenes menores. Esta sería la zona más capacitiva de los acuíferos y contribuiría a dotar al macizo de cierta capacidad de regulación. La existencia de caudales muy bajos durante el estiaje, la desecación temporal de algunas de las surgencias y la intermitencia observada en el complejo surgente de Kilimón (la más caudalosa de todas), sugieren una baja capacidad de almacenamiento. Para conocer ésta en detalle sería necesario estudiar en cada unidad la curva de agotamiento de sus respectivos manantiales.

El mayor volumen drenado por el macizo corresponde al primer tipo de redes, con grandes conductos en la proximidad del nivel piezométrico, y descarga rápida a través de manantiales de elevado caudal, aunque con régimen muy variable. La circulación en zona saturada, a través de sistemas anexos a los drenes principales, parece ser limitada y poco significativa, según lo sugiere el rápido descenso del caudal de las surgencias en estiaje. En todo caso parece evidente que existe una compartimentación del macizo en unidades con funcionamiento autónomo e independiente unas de otras. Con la ya comentada excepción de la posibilidad de transmisión desde Kilimón a Mala, el macizo en su conjunto posee una baja transmisividad lateral. La conexión entre sectores sólo se ve facilitada a lo largo de los ejes principales del drenaje subterráneo.

Los sondeos próximos a Mendaro han mostrado la existencia, en zona saturada, de una importante colmatación de conductos y fisuras por arcillas y arenas. Una de estas galerías colmatadas se encuentra a 90 m de profundidad. La génesis y colmatación de estos conductos sin duda está en relación con antiguas fases de karstificación asociadas a las oscilaciones climáticas plio-cuaternarias.

Ha sido postulada una relación entre esta colmatación y la oscilación del nivel del mar durante el Cuaternario (DIP.FOR.GUIP., 1985). Esta teoría propone que el nivel del mar en épocas relativamente recientes era más bajo que el nivel actual, y que en ese momento se producía una karstificación hasta la cota del nivel de base (nivel del mar), colmatándose la red al ascender éste a su posición actual.

No creemos probable una relación de ese tipo, ya que no existe comunicación con el mar. A finales del Pleistoceno (durante el último máximo glaciar) el nivel del mar estaba 70 m más bajo, pero la línea de costa también estaba alejada varios kilómetros de su posición actual. El nivel de base del macizo es el nivel de base local constituido por el fondo del valle del Deba, el cual no ha experimentado un descenso paralelo al del mar y una colmatación posterior. La existencia de galerías por debajo del nivel piezométrico actual puede ser explicada simplemente por el hundimiento de las líneas de corriente antes de alcanzar las surgencias, lo que es muy frecuente en numerosos karsts del mundo y completamente independiente del nivel marino.

La excavación de conductos en unas épocas, y su colmatación posterior o su reutilización en otras, debe estar asociada a la existencia de fases áridas y húmedas durante el glaciarismo cuaternario. En alguna de las últimas fases áridas se

produjo la colmatación observada y en la actualidad asistimos a una fase húmeda.

También ha sido un tópico el considerar a los macizos de Izarraitz y Arno como una única unidad hidrogeológica. Como luego veremos, la mayor parte de la circulación subterránea del macizo de Arno descarga al Deba a través de surgencias difusas no conocidas; la suma de caudales de las surgencias conocidas constituye sólo una fracción del volumen total. Pero éste no parece ser el caso en el macizo de Izarraitz, donde los importantes volúmenes descargados por las surgencias corresponden a la totalidad de la infiltración. Ninguna de las pruebas de trazado efectuadas en estos macizos ha dado resultados positivos en surgencias de la margen opuesta. Adicionalmente la investigación bioespeleológica ha mostrado que existen conjuntos faunísticos diferentes a ambos lados del valle del Deba (ver apartado de Bioespeleología). Por todo ello, aunque existe una continuidad de la estructura geológica, consideramos a ambos macizos hidrológicamente independientes.

En las condiciones actuales las relaciones río-acuífero son sencillas: el nivel del río impone las cotas más bajas y actúa como área de drenaje. La superficie piezométrica o nivel de la zona saturada en los acuíferos se encuentra a cotas ligeramente superiores a las del río y asciende a medida que aumenta la distancia al mismo. No obstante, conviene destacar que una fuerte explotación de la zona saturada puede producir el descenso del nivel piezométrico y la intrusión de las aguas altamente contaminadas del río Deba hacia el interior de los acuíferos.

EL MACIZO DE ARNO

El macizo kárstico de Arno está situado al sur de Motrico. Su estructura es la continuación del Anticlinorio norte de Gipuzkoa al W del Deba. Posee una superficie de 16 Km2 con una elevación máxima de 628 m.snm.

Los materiales karstificables son las calizas del complejo Urgoniano (de edad Aptiense-Albiense), rodeadas periféricamente por margas y limolitas margo-arenosas que constituyen materiales de transición hacia el complejo Supraurgoniano. El estudio espeleológico del macizo ha sido efectuado por la S.C.Aranzadi a partir de 1950.

Actualmente son conocidas 56 cavidades, 11 de las cuales constituyen surgencias. El desarrollo total de galerías alcanza 2.909 m y el desnivel acumulado 695 m. La cavidad de mayor desnivel es la sima de Kobeta, de -100 m. Los mayores desarrollos los poseen la cueva-sumidero de Kobalde (575 m) y la ya citada sima de Kobeta (500 m). En el macizo son conocidas varias cavidades con yacimientos arqueológicos: Aizkoltxo, Irurain, Langatxo, Jentiletxeta 1 y 2 (ALTUNA et al., 1982). Datos publicados sobre fauna cavernícola pueden consultarse en GALAN (1970) y ESPAÑOL et al. (1980); información inédita está en estudio por el autor en el laboratorio de Bioespeleología de la S.C.Aranzadi.

Geología de la región.

En la proximidad de Motrico aparece a través del flysch Albiense una lámina del Keuper diapírico acompañado de ofitas. La edad de estos materiales es Triásico. El Jurásico no llega a aflorar. El eje del anticlinorio está constituido por calizas urgonianas, que constituyen la prolongación del macizo de Izarraitz al W del Deba. Los materiales karstificables urgonianos tienen una potencia máxima de 700 m, con importantes variaciones laterales y frecuentes cambios de facies. Periféricamente estos materiales están bordeados por tramos argilíticos y margosos del propio complejo Urgoniano en su transición hacia margas y limolitas supraurgonianas, que en algunos sectores poseen intercalaciones basales de brechas. El sustrato impermeable está constituido por niveles arcillosos de la base del Urgoniano. Las cotas de borde más bajas del macizo se alcanzan en el río Deba (2 a 6 m). Las cotas de borde ascienden a 110 m en el lado N y a 520 m en el extremo W.

La estructura geológica es continuación de la ya indicada para Izarraitz (ver mapa geológico en Figura 1). A grandes rasgos existe un anticlinal norte y otro sur, separados por un sinclinal fallado intermedio (corte geológico en Figura 2). La mayor extensión de los afloramientos de calizas recifales se alcanza en el anticlinal sur, en el cual las calizas masivas avanzan a modo de cuña hacia el N. Lateral y verticalmente cambian de facies a calizas pararrecifales y margas, que llegan a aflorar en el núcleo sinclinal a orillas del Deba. En el anticlinal norte predominan las calizas margosas con algunas extensiones de calizas recifales. En la parte central del anticlinal norte las margas y limolitas supraurgonianas recubren a las calizas. Los pliegues mencionados poseen una orientación SE-NW.

La zona próxima a Motrico está muy fracturada debido al afloramiento del Trías. En esta zona todos los contactos supraurgoniano - calizas recifales están mecanizados y existen importantes zonas miloníticas (HERNANZ, 1975). La fracturación intensa ha facilitado el paso de fluidos hidrotermales que han producido silicificaciones locales, tanto en el supraurgoniano como en las calizas recifales. En el extremo NW aparecen intercalaciones de brechas, bastante potentes, en la base del supraurgoniano.

La tectónica en el borde W es más tranquila, con algunas fallas NW-SE. Existe también una importante falla NE-SW que limita por el W la depresión de Olatz y define el bloque de Mendibeltzuburu.

Conviene destacar la existencia de una zona sur, más karstificada, con predominio de calizas masivas, y una zona norte, con menor espesor de calizas recifales y mayor extensión de calizas pararrecifales y margas de transición.

Formas kársticas de superficie.

La distribución de dolinas y lapiaz, como en el caso de Izarraitz, es ubiquista. El mayor desarrollo de lapiaz expuesto se presenta en las zonas altas del anticlinal sur. Lo más notable del macizo es la existencia de la gran depresión de Olatz y otras depresiones en la zona W.

La depresión cerrada de Olatz drena una cuenca de 6 Km2, lo que representa el 37% de la superficie del macizo. En el fondo de la depresión (cota 178 m) se encuentra el sumidero de Kobalde, la mayor cueva del macizo, con 575 m de desarrollo. En esta zona baja de la depresión los rellenos de materiales cuaternarios cubren una superficie cercana a 1 Km2. En uno de los valles internos de Olatz, en la cota 295 m, se encuentra la sima-sumidero de Kobeta, de -100 m de desnivel y 500 m de desarrollo, con un río subterráneo en su interior. Las bocas de ambas cavidades son hidrológicamente activas en períodos de lluvias. La enorme cuenca drenada por la depresión de Olatz asciende hasta cotas de 532 m en su extremo W.

Al N de Olatz, en la zona de Mendibeltzuburu, se encuentra otra gran depresión, de 0,5 Km2 de cuenca.

En el sector de Astigarribia, a orillas del Deba, existen algunas zonas llanas, con relleno de materiales cuaternarios. Uno de los valles que desde el N se dirige hacia Astigarribia es recorrido por el riachuelo de Xoxuarte erreka. Las aguas del mismo son capturadas por el sumidero de Erdikoa, cueva de 180 m de desarrollo y -50 m de desnivel.

Formas subterráneas.

La localización y datos de las 56 cavidades conocidas en Arno son mostrados en la Figura 3 y Tabla 4. El macizo ha sido dividido en dos unidades (ver apartado de Hidrogeología): la unidad de Mendibeltzuburu, con 9 cavidades (zona de Mendibeltz), y la unidad de Arno, con 47 cavidades (la cual comprende las restantes zonas).

La unidad de Mendibeltzuburu ocupa la zona NW próxima a Motrico. Posee 4 surgencias, localizadas todas ellas en el borde N, en el contacto con materiales impermeables, a una cota de 110 m.snm. Las cuevas de mayor desarrollo son: Atxukarro (surgencia con 190 m de galerías), Jentiletxeta 2 (100 m), Ziñua (70 m), Jentiletxeta 3 (50 m). No son conocidas simas o cavidades de fuerte desnivel.

La unidad de Arno ocupa la mayor extensión del macizo. Posee una surgencia epikárstica y 6 surgencias localizadas a orillas del Deba. Las simas de mayor desnivel son: Kobeta (-100 m), Ormola (-74 m), Arnoko leizea (-60 m), Arteta 1 (-60 m), Erdikoa (-50 m), Kobalde (-45 m). Los mayores desarrollos: Kobalde (575 m), Kobeta (500 m), Erdikoa (180 m), Mendaroko kobea (126 m) y Basarte (98 m). Entre estas cavidades destaca la sima de Kobeta, que posee una zona vertical de entrada de 83 m de desnivel. Al pié de las verticales se alcanza una galería meandro que conduce hasta un río subterráneo permanente. El río posee importantes rellenos arcillosos y puede ser seguido a lo largo de un recorrido horizontal de 300 m que finaliza en ambos extremos en sifones. La cota del sifón terminal es de 195 m.snm. La parte superior de la cavidad se desarrolla en calizas masivas; el río subterráneo en calizas margosas.

La cueva de Kobalde es activa temporalmente: las aguas del riachuelo epígeo se infiltran en un sumidero difuso antes de alcanzar la boca, pero en época de lluvias ingresan directamente a la cavidad. Esta consta de una galería única, sinuosa, de 575 m. Su morfología es la de un antiguo conducto freático, con importantes rellenos detríticos. La galería posee un cauce central con suelo de gravas y cantos rodados, muchos de ellos alóctonos (cantos de arenisca provenientes de la parte superior de la cuenca). En su fondo se alcanza la cota 150 m.snm. En Olatz cuentan como hecho histórico que en una ocasión de fuertes lluvias la cueva no pudo absorber todo el caudal y el agua ascendió inundando la depresión; en un momento dado, con fuerte ruido, la cueva se desobstruyó y se vació rápidamente el lago formado. Este comportamiento pudo deberse a la formación de un tapón temporal en algun punto estrecho de la galería.

Hidrogeología.

Los materiales permeables del macizo son las calizas recifales y pararrecifales del complejo Urgoniano, que hacia su base y lateralmente cambian de facies a calizas margosas y margas. En el anticlinal sur las calizas afloran sobre un área extensa y avanzan a modo de cuña hacia el N, de modo que en la mitad N el espesor de las calizas masivas es reducido,

siendo sustituidas en profundidad y lateralmente por calizas margosas, menos karstificables. Esto podría explicar el hecho de que las simas conocidas no lleguen a profundizar mucho verticalmente (100 m), pese a existir importantes desniveles topográficos (del orden de 600 m entre la zona alta de Arno y el valle del Deba).

Las cotas de borde más bajas del macizo se sitúan a orillas del Deba y ello genera unas direcciones preferenciales del drenaje subterráneo hacia dicho valle. En el extremo NW existe un bloque relativamente desconectado del resto que constituye la unidad de Mendibeltzuburu, con drenaje hacia el N y surgencia en el contacto de las calizas con materiales supraurgonianos.

La superficie de afloramiento de las calizas es de 13,7 Km2. La superficie de terrenos de baja permeabilidad cuyo drenaje epígeo es capturado por las calizas asciende a 2,5 Km2, totalizando el macizo 16,2 Km2. La distribución de superficies por unidades es mostrada en la Tabla 5.

El drenaje subterráneo es conocido por los ensayos efectuados con trazadores. La S.C.Aranzadi efectuó varias pruebas de coloración con fluoresceína en los ríos subterráneos de Kobeta y Erdikoa en los años 1964-66, pero (a diferencia de los efectuados en el macizo de Izarraitz) fueron realizados de modo inadecuado. Los resultados obtenidos fueron negativos, probablemente debido a varias razones: (a) cantidades muy pequeñas del trazador (del orden de 100 grs); (b) corto período de control (sólo unos días) en las mismas; (c) escaso caudal en el momento de los ensayos (aguas bajas). Habrá que esperar a abril de 1975 para que se obtenga un resultado positivo en la prueba efectuada por Euroestudios (HERNANZ, 1975). En este caso se vertieron 2,5 Kg de fluresceina en el sumidero principal de la cuenca de Olatz, con adecuados controles; las aguas aparecieron coloreadas en tres surgencias distintas, a orillas del Deba: en Itxurisarra (cota 4 m) y Leiarteko iturria (cota 6 m) unas 18 horas después de la inyección, y en Xoxuhaitzko iturri (cota 2 m) 11 días después de la inyección.

Este resultado muestra una circulación muy rápida por conductos hasta las primeras surgencias. Muy probablemente se trata de conductos aprovechados en aguas altas, por los cuales circulan corrientes rápidas que en gran parte no llegan a incorporarse a las reservas del acuífero, como lo prueba la escasa persistencia del colorante en las surgencias. El resultado de Xoxuhaitz, con más tiempo de circulación al igual que mayor persistencia en la emisión, indica que las aguas que se hunden en Olatz llegan a incorporarse al acuífero y que éste está instalado en toda la masa calcárea, sin estar compartimentado por las fracturas existentes entre Olatz y la zona de resurgencia en el Deba.

La distancia Olatz-surgencias es de 2.900-3.400 m para las dos primeras y de 3.300 m para la última. Las velocidades de circulación son muy desiguales: 190-160 m/h en el primer caso y 12 m/h en el segundo. El gradiente hidraúlico es de 5%. Si consideramos el gradiente desde el fondo de Kobalde la cifra sería del 4%.

En la zona de Astigarribia existe un sondeo positivo con 6 lt/sg de caudal. En este sondeo (sondeo Goriyo; DIP.FOR.GUIP., 1985) el nivel piezométrico se sitúa en la cota 8 m y el nivel de drenaje en el río Deba en la cota 4 m, a una distancia de 750 m. En este caso el gradiente entre el sondeo y el río Deba es del 0,5%.

El resultado de los ensayos de trazado confirma que la circulación subterráneo se dirige hacia la margen izquierda del río Deba y el nivel piezométrico se sitúa ligeramente por encima del nivel del río.

Trataremos a continuación de las características de las surgencias. De los 11 manantiales conocidos, 4 se localizan en el borde N (unidad de Mendibeltzuburu), 1 es una pequeña cueva que drena un acuífero epikárstico (en Olatz, unidad de Arno, y cuyas aguas vuelven a infiltrarse) y 6 se localizan a orillas del Deba (unidad de Arno).

Las surgencias de la zona norte son: Ondabarro goikoa, Ondabarro, Oliturri y Atxukarro. Están situadas a una cota similar (110 m) en calizas recifales. En Ondabarro las calizas están silicificadas. En Atxukarro la surgencia constituye una cueva de 190 m y existen también dos puntos de surgencia adicional que funcionan en aguas altas (trop pleins). Los caudales de estiaje de estos manantiales son del orden de 1 a 2 lt/sg; pero tras lluvias importantes experimentan aumentos considerables de caudal: 80-100 lt/sg en Ondabarro goikoa y 100-200 lt/sg en Atxukarro, con ligera turbidez que desaparece rápidamente. El caudal medio anual del conjunto de estas surgencias ha sido estimado en 42 lt/sg.

Las surgencias de la margen izquierda del Deba son, de N a S, las siguientes: Xoxuhaitz, Torre, Itxurisarra, Leiarte, Isartzu y Mendaro.

Xoxuhaitz está localizada en calizas recifales en la cota 2 m, frente a la surgencia de Erribera goikoa del macizo de Izarraitz; su caudal medio es de 20-40 lt/sg. En estiajes prolongados puede llegar a secarse, mientras que en épocas lluviosas llega a sobrepasar los 100 lt/sg. Los caudales máximos son desconocidos por quedar ocultos por el nivel del río. Durante la pleamar suele quedar inundado.

Torre está al S del barrio de Astigarribia, en la cota 3 m y a 6 m de distancia del cauce. Forma una cuevita de 17 m desarrollada a expensas de una diaclasa vertical. Su caudal medio ha sido estimado entre 3 y 10 lt/sg, pero pudiera ser algo mayor ya que existe un lecho de arena entre la surgencia y el río y es probable que parte del caudal emergente filtre directamente a través de él.

Itxurisarra está situado a 300 m al S del anterior, en la cota 4 m. Mana a nivel del río y no ha sido posible estimar su caudal.

Leiarteko iturria está situado frente al manantial de Sasiola del macizo de Izarraitz, en la cota 6 m. El agua mana de una

fractura que afecta a calizas pararrecifales y margas. Su caudal medio es próximo a los 15 lt/sg.

Isartzu se localiza en la cota 5 m, al S del anterior, y está instalado en calizas recifales. Mana directamente al río y no ha sido posible estimar su caudal. Posee una boca intermitente superior por la cual mana agua después de fuertes lluvias.

Mendaroko iturria se localiza en el pueblo de Mendaro, al NW de Kilimón del macizo de Izarraitz, en la cota 6 m de la margen izquierda. Está instalado en calizas recifales y mana directamente al río; su caudal se estima inferior a 10 lt/sg.

El caudal medio anual de este conjunto de surgencias de la unidad de Arno es difícil de estimar, ya que parte de sus caudales respectivos queda oculta por el nivel de las aguas del río Deba. Puede suponerse una cifra de entre 50 y 100 lt/sg, estimándose un promedio de 80 lt/sg.

Para la delimitación de cuencas nos hemos basado en dos hechos: (1) La prueba de trazado en el sumidero de Olatz y su posición en el macizo sugieren que la mayor extensión del mismo es drenada por las surgencias de la margen izquierda del Deba; la salida de las aguas de Olatz en 3 surgencias distintas indica que existe una zona saturada extensa y probablemente poco compartimentada. (2) El caudal surgente en los manantiales del borde N corresponde bastante bien con la superficie de alimentación del bloque de Mendibeltzuburu, limitado por una importante falla que flanquea el borde NW de la gran depresión de Olatz. Así pués, hemos elegido este accidente como límite hipotético entre las dos unidades. En la Tabla 5 se presentan las superficies de afloramiento y los caudales generados por las respectivas unidades.

Hemos considerado (al igual que en Izarraitz) un Módulo de Infiltración eficaz de 25 lt/sg.Km2. Pero existen pérdidas por escorrentía, sobre calizas margosas en la zona N, y sobre calizas recifales en fuerte pendiente topográfica en la zona S. El drenaje superficial hacia el valle del Deba es importante en períodos de fuertes precipitaciones. Las pérdidas por escorrentía totalizan 85 lt/sg. El caudal surgente real asciende a 320 lt/sg, y aproximadamente 280 lt/sg deben circular subterráneamente hacia el Deba. Como el caudal visible de las surgencias de la unidad de Arno ha sido estimado en unos 80 lt/sg, queda una diferencia del orden de 200 lt/sg que emerge a través de surgencias ocultas y/o difusas en el Deba a su paso por el tramo calcáreo.

El funcionamiento hidraúlico es sencillo. En la unidad de Mendibeltzuburu el drenaje subterráneo se dirige hacia el N, hacia el nivel de base local impuesto por el borde N, donde se localizan las surgencias. En la unidad de Arno las direcciones preferenciales del drenaje tienen un sentido SE, hacia el nivel de base impuesto por el Deba. Parte de la circulación se efectúa a través de grandes conductos, por encima o en la proximidad del nivel piezométrico. Y otra parte, probablemente también muy considerable, a través de redes de fisuras y drenes menores en la zona saturada.

Existe así en la unidad de Arno una doble permeabilidad. La emergencia de las aguas en Leiarte indica que las calizas margosas y margas fisuradas inferiores son recargadas desde las calizas masivas superiores. Es probable que ésto suceda en muchas otras partes de la unidad, funcionando simultáneamente una red de conductos de circulación rápida en zona vadosa, y una red de vacíos conectados por fisuras y drenes menores, con circulación lenta, en zona saturada. Aunque pueda existir cierta compartimentación (p.ej. entre el anticlinal norte y el sur) debe existir un acuífero extenso en zona saturada, sobretodo en la proximidad de la zona de surgencia del Deba. Probablemente las zonas con mayor facilidad de descarga correspondan a posiciones simétricas a las de las zonas surgentes de Izarraitz, es decir: frente a Erribera goikoa, Sasiola, Tantorta y Kilimón.

DIP.FOR.GUIP. (1985) indica que en una campaña de aforos efectuada en Diciembre de 1983, el incremento de caudal del río Deba en su tránsito por las calizas de Izarraitz-Arno era del orden de 1.500 lt/sg (2.008-2.097 lt/sg en Mendaro, aguas arriba del contacto con las calizas, y 3.525 lt/sg en la zona de Deba, aguas abajo de las calizas). No es indicado qué porcentaje representa el caudal del río en esas fechas con respecto al caudal medio anual, pero probablemente sea próximo al mismo.

Nuestro trabajo presenta valores para las circulaciones subterráneas de Izarraitz y Arno hacia el Deba de 1.200 y 280 lt/sg, respectivamente, y para la escorrentía superficial (incluyendo el valle de Aran erreka) de 200 y 80 lt/sg, respectivamente. Lo que suma un total del orden de 1.760 lt/sg. En las cifras de Arno se incluyen aprox. 200 lt/sg de descargas ocultas al río, como ha sido indicado anteriormente. Creemos que estas cifras expresan bien el balance hídrico global de estas cuencas y que no existen otros aportes subterráneos no controlados.

Los datos globales de balance hídrico presentados confirman la independencia funcional de los macizos de Arno e Izarraitz. Ambos macizos tienen en común la continuidad de las estructuras geológicas y un nivel de base local impuesto por el río Deba a su paso por las calizas. Ello determina en la mayor extensión de ambos macizos unas direcciones preferenciales del drenaje subterráneo hacia el valle del Deba. La organización de las redes subterráneas se adapta al rumbo de los pliegues del anticlinorio y a la permeabilidad de los materiales urgonianos.

GRANDES CAVIDADES Y SISTEMAS SUBTERRANEOS

Marikutxa 3.

La cavidad, situada en el fondo de la enorme dolina de Marikutxa o Maikutxa, estaba inicialmente obstruida por bloques. En 1981-82 miembros del GERS del Club de Muntanya de Barcelona desobstruyen la pequeña entrada y exploran la cavidad, constituida por una sucesión de pozos verticales, hasta la cota -488 m. En 1984 el C.D.Eibar efectúa una prueba de coloración, que da resultado positivo en el manantial de Kilimón. Las aguas subterráneas recorren una distancia en planta de 5,8 Km y un desnivel de -553 m. En 1986-87 la S.C.Aranzadi reexplora la cavidad, sin encontrar continuaciones, y confirma la exactitud de la topografía original del GERS.

La sima se compone de una sucesión de pozos verticales enlazados por rampas y meandros cortos. El mayor de ellos es una vertical de 66 m. A partir de la cota -225 m aparece una pequeña corriente de agua que prosigue hasta el fondo. La zona de entrada es algo caótica por la presencia de bloques. La sucesión de verticales es como sigue: P8, P5, P46, P33, P5, P9, P52, P5, P14, P3, P9, P66, P8, P25, P22, P43, P21, P32. Ello suma un total de 400 m de verticales. El fondo constituye un salón de 20 m de diámetro y gran altura, con suelo de bloques entre los cuales se infiltra la corriente de agua.

Esta cavidad da origen al sistema subterráneo más extenso del macizo, que drena la mayor parte de la mitad meridional de Izarraitz. El sistema está constituido por la sima de Marikutxa 3 (en el sector de cabecera de cuenca), la sima de Arrazto (cavidad de -160 m de desnivel y 1.180 m de desarrollo, por cuyo fondo circula el colector principal, y que actúa como chimenea de equilibrio, situada en la zona media), y el complejo surgente de Kilimón (en la zona inferior). La circulación de las aguas subterráneas entre estas cavidades ha sido verificada por ensayos con trazadores (pruebas efectuadas por el C.D.Eibar y la S.C.Aranzadi en 1973, 1975 y 1984). Otras dos grandes simas mayores de -200 m de desnivel (Aitzbeltz y Leizeta) se presume que tributan al mismo sistema.

Aitzbeltz.

La sima de Aitzbeltz o Aizbeltzeko leizea, de -279 m de desnivel y 390 m de desarrollo, se sitúa en la ladera SW del monte Otarre. Relativamente próxima se encuentra la cueva de Aitzbeltz, de 280 m de desarrollo y -42 m de desnivel, la cual presenta un importante yacimiento prehistórico del Paleolótico superior.

El descenso y exploración de la sima de Aitzbeltz, en 1955 (pero cuyos antecedentes se remontan a varios años de exploraciones previas), fue efectuado por miembros de la S.C.Aranzadi, constituyendo un hito destacado entre las grandes exploraciones de la época. La sima, de 10 m de diámetro, tiene un pozo de entrada muy regular, con una vertical absoluta de 187 m de caída libre. Para su descenso la S.C.Aranzadi construyó el torno Mendibil 3, accionado mecánicamente mediante un trident y freno,y en el cual pedaleaban tres ciclistas. Los espeleólogos colgaban del cable mediante un arnés de paracaidista, también de fabricación artesana, y el equipo era completado por teléfonos suecos de campaña los cuales mediante cable permitían asegurar las comunicaciones entre el grupo de descenso y el de superficie, el cual accionaba el torno a pedal. Con este ingenioso sistema de torno para la primera vertical, y con técnica de escalas para los pozos sucesivos, los espeleólogos de Aranzadi alcanzaron el fondo de Aitzbeltz, a -279 m, en Junio de 1955. El grupo de exploradores permaneció tres días en la sima, efectuando su topografía y toma de datos geológicos, fotográficos y faunísticos. Otros descensos fueron efectuados en años posteriores, con técnica de jumars, sin encontrar otras continuaciones y verificando la exactitud de la primera topografía.

La sima se compone del citado (y espectacular) pozo de entrada de 187 m, al que sigue una rampa de bloques y un segundo pozo de 80 m (rampa y vertical de 70 m), terminado en obstrucción. A 10 m sobre el fondo del primer pozo y a 20 m bajo el mismo se abren varios laterales horizontales de corto desarrollo. La cavidad no posee circulación hídrica, a excepción de pequeños goteos, motivo por el cual no se han podido efectuar pruebas de trazado. Su adscripción a la unidad de Kilimón es por tanto hipotética, basada en la interpretación geológica.

Leizeta.

Esta cavidad está situada sobre la línea de cresta Otarre - Gaintxipixa, a unos 900 m al N de Aitzbeltz y en posición más alta. Posee un desnivel de -230 m y un desarrollo de 700 m. La exploración y topografía de la galería principal hasta la cota -230 m fue efectuada en 1977 por la S.C.Aranzadi, descubriéndose y topografiánse varios laterales adicionales en 1987.

La cavidad se inicia con un P10 que da acceso a una amplia galería descendente, la cual se desarrolla a expensas del buzamiento, en dirección SW. La fuerte inclinación, de 52º, obliga a equipar con cuerda esta rampa, constituida por un P32 seguido por un P28. En la cota -70 m un paso estrecho da acceso a la continuación de la galería, constituida por un P90, inicialmente en rampa escalonada que se torna vertical los últimos 54 m. En este punto, cota -160 m, hay dos laterales: una galería colgada ascendente de unos 70 m de largo y otra horizontal y concrecionada de 150 m de largo. Siguiendo hacia el SW la galería principal se amplía y presenta un P20 en cuya base la cavidad se bifurca (cota -190 m). La continuación más

amplía sigue hacia el SW en pendiente de bloques seguida de un P32. La base de este pozo es la cota -230 m. La otra rama que parte de la cota -190 m es una sima en rampa de fuerte inclinación que desemboca en el mismo sitio, la base del P32 en la cota -230. Un pequeño hilo de agua de goteo, procedente de las últimas verticales, se sume entre bloques en este punto. A partir de aquí se desarrolla una galería ascendente, de 110 m de largo, con suelo de grandes bloques y la cual, tras una corta escalada, finaliza en un sector horizontal en la cota -185 m. Existen numerosas espeleotemas en toda la cavidad, particularmente en el lateral horizontal de la cota -160 m, el cual presenta grandes gours activos tapizados de cristalizaciones.

Goenaga.

La sima de Goenaga se sitúa en el polígono industrial de Itziar y tributa al sistema Aixa - Erribera goikoa, ocupando su cabecera, a unos 1.500 m al SE de Aixa. La cavidad fue explorada y topografiada por la S.C.Aranzadi en 1964.

Una pequeña boca horizontal da paso de inmediato a un amplio P20. En su base una galería descendente de 3 m de diámetro y 70 m de largo conduce a un P12. Superado éste un tramo horizontal lleva al inicio de un gran pozo en la cota -63 m. La base de este amplio P73 es una rampa de bloques. En su base y a través de un paso estrecho, se accede a un P9, donde la cavidad de nuevo se amplía en galería de 3-4 m de sección. Este punto es la cota -154 m. Sigue una galería descendente de 110 m de largo que conduce a un pequeño lago o tramo inundado en la cota -200 m. En este punto es necesario mojarse porque el lago, de 1 m de profundidad y 11 m de largo, es de techo bajo y sólo deja libre un exigüo espacio con aire. Superado el tramo inundado la cavidad prosigue con un P7 y una galería de fuerte pendiente, destrepable en oposición, que finaliza en la cota -216,5 m en estrechamiento impracticable.

Mantarregi.

La sima de Mantarregi se localiza en la ladera N del monte Sosote, el cual domina por el lado S la gran depresión cerrada de Lastur. El drenaje de este sector deriva a la unidad de Sasiola, verificada por coloración de la S.C.Aranzadi en 1962. Las aguas que se infiltran en los sumideros de Lastur reaparecen en el manantial de Sasiola, recorriendo una distancia de 3,5 Km. La cavidad fue explorada y topografiada por la S.C.Aranzadi en 1962-63.

La cavidad consta de una boca vertical con un pozo de 188 m, lo que constituye la mayor vertical absoluta conocida en cuevas de Gipuzkoa. El espectacular pozo de entrada tiene inicialmente una sección circular, de 6 m de diámetro, pero a partir de la cota -30 se amplía y toma una forma oval, con un diámetro mayor de 12 m. El descenso de esta vertical, de dimensiones prácticamente iguales a la del primer pozo de la sima de Aitzbeltz, no obstante resulta facilitada por existir una cornisa o repisa en la cota -50 m, en la cual es posible detenerse (a diferencia de Aitzbeltz, donde la vertical no ofrece puntos de descanso). En este punto la cavidad se bifurca y un meandro conduce a un pozo paralelo, de 2 m de sección, que vuelve a conectar con la pared del pozo principal en la cota -84. La base de la gran vertical es un cono de derrubios que prosigue en galería descendente por espacio de 40 m. Tras un resalto vertical de 2 m, la galería se estrecha y termina en obstrucción en la cota -205 m. Adicionalmente, sobre el sector terminal se levanta una alta chimenea paralela al gran pozo de entrada. A diferencia de Aitzbeltz, cuyo primer descenso fue efectuado con torno en 1955, la sima de Mantarregi fue explorada íntegramente con técnica de escalas en 1962.

Aixa.

La cueva-sumidero de Aixa se localiza en la gran depresión de Aixa, situada a 1 Km al W de Itziar. Descubierta en 1971, es explorada inicialmente por el C.D.Eibar. La topografía existente, de 5 Km de galerías y -167 m de desnivel es efectuada conjuntamente por la S.C.Aranzadi y el C.D.Eibar, concluyéndose en 1987. La prueba de coloración efectuada en 1972 demuestra la conexión hídrica entre Aixa y la surgencia de Erribera goikoa, constituyendo de esta manera la unidad hidrogeológica más septentrional del cuerpo principal del macizo de Izarraitz. Las aguas recorren una distancia de 1,9 Km salvando un desnivel de 191 m. A la misma unidad tributa la sima de Goenaga, que ocupa el sector de cabecera de cuenca, el cual dista 3,5 Km de la surgencia.

La boca es de grandes dimensiones y el río que ingresa en la cueva-sumidero se sume a los pocos metros de la entrada, para reaparecer luego en las galerías inferiores. La galería principal, descendente, forma una sucesión de tres grandes salas fósiles de las cuales parten redes laberínticas menores. Tres accesos distintos permiten alcanzar el río subterráneo a través de pasos estrechos y cortas verticales: dos de ellos conectan con el curso principal y el tercero con un afluente del mismo. En la zona de unión del afluente al curso principal existe un P20. La galería activa es un meandro

horizontal, estrecho y alto, que tras 600 m de recorrido finaliza en sifón en la cota -167 m. Un poco antes de este punto existe una ampliación de la galería, sujeta a inundación periódica y con grandes rellenos de barro, que da acceso a una red fósil ascendente aún no topografiada. El curso del río, aunque es de escaso caudal, puede experimentar grandes crecidas en épocas de lluvia, inundando los sectores más bajos de la cavidad.

Se estima que han sido explorados 3 Km de galerías adicionales en la zona terminal, pero hasta el momento no existe una topografía para respaldar la magnitud de esta cifra, muy variable a tenor de la impresión de los exploradores. También cabe señalar que el gran desarrollo de esta cueva es debido a las redes laberínticas -muy ramificadas- que enlazan las tres grandes salas iniciales, pero la extensión lateral de su planta sólo alcanza 570 m. Mas que grande, se trata en realidad de una cueva de trazado complejo, cuyo desarrollo próximo al nivel piezométrico y sujeto por tanto a inundación dificulta la continuidad de las exploraciones.

BIOESPELEOLOGIA DE LOS MACIZOS DE IZARRAITZ Y ARNO

Aunque no ha sido efectuado un estudio exhaustivo de la fauna cavernícola, vale la pena destacar que los macizos de Izarraitz y Arno presentan una gran diversidad en especies de alto interés bioespeleológico y biogeográfico. Entre el material hasta ahora estudiado por el autor hay al menos 20 especies troglobias y un número aún mayor de formas troglófilas y troglóxenas. De modo provisional contabilizamos una representación de 58 taxones, lo que es un valor muy alto en biodiversidad para la fauna de cuevas de macizos de tan reducida extensión como de los que tratamos. La subdivisión o compartimentación de estos macizos en unidades hidrogeológicas menores, en parte explica y es a la vez responsable de esta alta diversidad. Conviene además resaltar que, en el caso de los taxa troglobios (cavernícolas muy modificados -ciegos y depigmentados- que viven en el ambiente profundo de las cuevas), un gran número de especies son formas endémicas del País Vasco, en su mayoría derivadas de estirpes de antiguo origen y por tanto de gran valor como indicadores biogeográficos. Adicionalmente, dos especies troglobias nuevas para la Ciencia han sido descritas de simas de estos macizos, una de Izarraitz y la otra de Arno. Estos casos constituyen endemismos exclusivos, es decir, que cada una de estas especies sólo es conocida en el mundo de una única cavidad de esta región. Expondremos a continuación un suscinto inventario de las especies más significativas.

Entre los arácnidos (Araneida: Linyphiidae) ha sido encontrada la especie *Troglohyphantes allaudi* Fage. Es una forma troglobia, descrita de la cueva de San Valerio (Mondragón) y encontrada únicamente en cavidades de Gipuzkoa y Bizkaia, por lo que constituye un endemismo del País Vasco. En Gipuzkoa habita en cavidades de la zona de Mondragón, Ekain (Izarraitz) y Ernio.

Entre los crustáceos terrestres Isopoda (Oniscoidea: Trichoniscidae) ha sido encontrada la especie *Trichoniscoides cavernicola* Budde-Lund. Forma troglobia, y endemismo vasco, en Gipuzkoa es donde tiene el mayor número de localidades hipógeas, incluyendo varias cavidades del macizo de Izarraitz (Goenaga, Aixa, Mallueta).

Entre los crustáceos Amphipoda han sido identificadas dos especies. Perteneciente a la familia Niphargidae (superfamilia Crangonyctoidea) ha sido hallado *Niphargus ciliatus cismontanus* Margalef. Es un stygobio (troglobio acuático) que constituye un endemismo gipuzkoano extraordinariamente raro. La especie fue descrita por R.Margalef de la cueva de Gesaltza (Aizkorri), y sólo es conocida de esta cavidad y de la sima de Goenaga (Izarraitz), donde lo colectamos en el lago subterráneo existente a -200 m de profundidad.

Otra especie de anfípodo, perteneciente a la familia Hadziidae (superfamilia Hadzidioidea) es el taxón de origen marino *Pseudoniphargus vasconiensis* Notenboom. Es un stygobio, endémico del País Vasco, de amplia distribución hipógea en Gipuzkoa, y ha sido colectado en numerosas cavidades y surgencias de Izarraitz.

Entre los diplópodos o milpiés de la familia Iulidae han sido encontradas dos especies del género *Mesoiulus*. *Mesoiulus cavernarum* Verhoeff es un troglobio endémico exclusivamente de Gipúzkoa. En Izarraitz ha sido colectado en la cueva y en la sima de Aitzbeltz (a -270 m de profundidad). La otra especie, *Mesoiulus stammeri stammer*i Verhoeff es un troglobio endémico de Bizkaia y Gipuzkoa. En Izarraitz ha sido colectado en las galerías más profundas de la sima de Ekain. El género *Mesoiulus* presenta un notable interés biogeográfico; en la península ibérica está circunscripto a la región vasco-cantábrica (donde todas sus especies son endémicas); otras especies de *Mesoiulus* son conocidas de los Balcanes y Mediterráneo Oriental; posee además grandes afinidades con el primitivo género *Apfelbeckiella*, el cual posee numerosas especies cavernícolas en Bulgaria y Rumania; tal coincidencia sugiere un antiguo origen, paleo-mediterráneo, para el grupo.

Entre los Chilopoda o cienpiés han sido encontradas tres especies pertenecientes a la familia Lithobiidae. *Lithobius anophthalmus* Matic es un troglobio sólo conocido de Gipuzkoa y Bizkaia. En Izarraitz ha sido colectado en cavidades de la zona de Ekain.

Lithobius romanus inopinatus Matic es también una forma troglobia, sólo conocida de cavidades de Gipuzcoa, por lo que constituye un endemismo restringido a este territorio. En Izarraitz esta especie ha sido colectada de la sima de Potaitz y en

el macizo de Arno a -100 m en la sima de Kobeta.

Lithobius derouetae Demange es una forma troglobia, descrita de cuevas de Santander y Asturias; ha sido encontrada posteriormente en Gesaltza (Aizkorri) y Kobeta (Arno). Posee varias subespecies de difícil interpretación. *L.d.cuadridens* Demange es conocida de una cueva de Oviedo, de Aizkirri (Aizkorri) y de las cuevas de Ugarte berri (Izarraitz), las dos últimas en Gipuzkoa.

Entre los insectos apterygotos del orden Collembola han sido encontradas varias especies troglobias del género *Pseudosinella* (familia Entomobryidae), el género más modificado entre los colémbolos troglobios europeos. Las especies colectadas en Izarraitz y Arno está aún en proceso de estudio a nivel específico. Provisionalmente hemos separado tres taxa de Izarraitz y dos de Arno.

Los coleópteros Carabidae de la subfamilia Trechinae comprenden a dos taxones poco modificados, que unos autores consideran troglófilos y otros troglobios de reciente origen (neo-troglobios). Los dos taxones poseen una amplia distribución en el norte peninsular. *Trechus distigma* Kiesenwetter ha sido colectado en cavidades del macizo de Arno y *Trechus grenieri uhagoni* Crotch en varias cavidades de Izarraitz.

También de la familia Carabidae, pero de la subfamilia Pterostichinae, ha sido hallado el raro troglobio *Troglorites breuili mendizabali* Jeannel. La especie *T.breuili* es un endemismo vasco, mientras que la subespecie *T.b.mendizabali* está aún mucho más restringida, ya que sólo es conocida de cavidades del macizo de Ernio y de la zona de Ekain en Izarraitz.

Los coleópteros Catopidae: Bathysciinae (que algunos autores tienden a incluir en Cholevidae: Leptodirinae) pertenecen a dos secciones distintas. La Sección Speocharis presenta la forma troglobia poco modificada *Speocharis noltei* Coiffait. El taxón es un endémismo vasco. La especie sólo es conocida de cuevas en la zona litoral de Bizkaia (sector Gernika-Lekeitio), y penetra en Gipuzkoa hasta el macizo de Izarraitz, donde ha sido colectado en las cuevas de Ermittia, Arbil y Aitzbeltz.

Los Bathysciinae de la Sección Speonomus comprenden las formas troglobias más modificadas entre los cavernícolas terrestres de Izarraitz-Arno y todas ellas son endemismos exclusivos de Gipuzkoa. Los dos taxones que citamos a continuación constituyeron especies nuevas para la Ciencia, restringidas cada una de ellas a una única cavidad en su respectivo macizo. *Speocharidius vivesi* Español & Bellés, sólo es conocida en el mundo de la zona profunda de Ekaingo leizea (Izarraitz), mientras que *Aranzadiella leizaolai* Español (nuevo género y nueva especie) es un taxón exclusivo de la sima de Kobeta (Olatz, Arno). El primer ejemplar colectado de este género monoespecífico era una hembra (colectada por F.Leizaola), que no permitía un estudio completo, aunque ya revelaba que se trataba de un taxón muy raro y de alto interés. Mediante salidas sucesivas con empleo de cebos el autor de esta nota logró colectar en la zona profunda de la sima de Kobeta (a -100 m) una serie completa de machos y hembras, lo que permitió a F.Español (del Museo de Zoología de Barcelona) estudiar y describir el nuevo género y especie de coleóptero, cuyo nombre genérico fue dedicado a propuesta nuestra a la S.C.Aranzadi, mientras el nombre específico fue dedicado al colector del primer ejemplar.

Estos taxones, al igual que los anfípodos stygobios antes citados, y otras especies troglobias que constituyen endemismos vascos (o incluso exlusivamente gipuzkoanos) revelan la gran diversidad y alto interés que presentan las cavidades de Izarraitz y Arno, las cuales en varios casos presentan especies distintas en cada macizo.

Muchas otras especies troglófilas (cavernícolas facultativos, con rasgos anatómicos poco modificados) y troglóxenas (cavernícolas ocasionales, que no llegan a completar todo su ciclo de vida en las cuevas) habitan en estos karsts. Muchas de ellas son frecuentes en la zona de entrada de las cuevas y comienzos de la zona oscura, como: diversos moluscos, arácnidos, tricópteros Limnephilidae, Lepidopteros Geometridae de los géneros *Ortolita* y *Scoliopteryx*, muy diversos dípteros, coleópteros e incluso vertebrados. Algunos de las especies anteriores pueden eventualmente penetrar a considerable profundidad en zona oscura, pero de modo cíclico o estacional.

Entre estas últimas son muy conspícuos, frecuentes y fáciles de observar en ambos macizos los murciélagos de herradura (Chiroptera: Rhinolophidae). Tres especies del género *Rhinolophus* son comunes. *Rh.euryale* Blasius, se presenta en cuevas a baja altitud y ha sido colectado en Izarraitz en Ekaingo leizea y en la cueva de Urteaga, donde existen pequeñas colonias. *Rh.ferrumequinum* (Schreber) es de valencia ecológica amplia y se presenta en cuevas entre 0 y 1.000 m de altitud; ha sido colectado en Izarraitz en: Aitzbeltzko leizea, Ekaingo leizea, Leizeta y Urteaga; y también en la cueva de Kobalde del macizo de Arno. *Rh.hipposideros* (Bechstein) prefiere cavidades algo más frías, a mayor altitud, generalmente por encima de los 700 m; esta especie ha sido colectada en Aitzbeltzko leizea (Izarrraitz) y Kobalde (Arno), pero ha sido observada además en muchas otras. En algunos casos incluso pueden presentarse ejemplares de las dos últimas especies en la misma cueva, porque su rango se solapa. Generalmente sólo se encuentran ejemplares aislados o pequeños grupos, sin llegar a formar colonias como lo hace *Rh.euryale*.

Muchos otros vertebrados e invertebrados frecuentan ocasionalmente la zona de entrada de las cuevas y contribuyen de este modo, como eslabones de la cadena trófica, a incrementar la complejidad de la red ecológica de la que en último término dependen los cavernícolas estrictos o troglobios de la zona profunda.

Lo hasta ahora conocido es sólo una parte de lo que aún resta por descubrir en las cavidades de estos macizos, por lo que no debemos dejar pasar la ocasión para recordar la importancia que reviste la conservación del karst y de algunas

cuevas y sectores de estos macizos, ya que ellos albergan algunos de los más altos valores en endemismo y biodiversidad zoológica de Gipuzkoa.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los macizos kársticos de Izarraitz y Arno, a diferencia de otros karsts de Gipuzkoa, comparten el hecho de poseer una gran extensión contínua de calizas, la cual es drenada subterráneamente por una serie de surgencias situadas en ambas márgenes y a lo largo del talweg del río Deba, donde se encuentran las cotas de borde más bajas de las unidades calcáreas. A excepción de algunos sectores desconectados o periféricos, lo esencial de las precipitaciones infiltradas en ambos macizos se dirige hacia el valle del Deba, a lo largo de ejes de drenaje paralelos, de azimut SE-NW en Izarraitz y NW-SE en Arno, los cuales son concordantes a su vez con el dispositivo estructural del anticlinorio y con el grano de las serranías montañosas.

El relieve topográfico, la litología de los materiales aflorantes y el dispositivo estructural, determinan situaciones de cierta complejidad. Ha sido indicada la existencia de cambios laterales y verticales de facies en el interior del complejo carbonatado Urgoniano. Igualmente ha sido visto que varias surgencias instaladas en calizas pararrecifales, calizas margosas y margas fisuradas, son recargadas a partir de las calizas recifales masivas. No obstante, lo fundamental de las aguas infiltradas emerge en sólo unas pocas grandes surgencias, siguiendo ejes de drenaje bien definidos. Por su funcionamiento hidraúlico se trata de acuíferos kársticos con una red de conductos muy selectiva, que descarga con rapidez la mayor parte del volumen de agua que circula anualmente en cada unidad. En las clasificaciones propuestas por BAKALOWICZ & MANGIN (1980) y BAKALOWICZ (1986), corresponden a sistemas kársticos con un drenaje muy organizado, que poseen escasas reservas y escasa capacidad de almacenamiento. Los sistemas anexos a los drenes principales en la zona saturada parecen estar poco desarrollados, con una muy pobre o inexistente conexión hidraúlica entre aparatos contiguos.

Las pruebas de trazado hasta ahora efectuadas muestran que el colorante circula rápidamente a través de grandes conductos o drenes preferenciales hacia una única surgencia, que es reducido el lapso de tiempo en que las aguas emergentes tienen una alta concentración de fluoresceína (p.ej. mayor de 50 ppm), y que a ello sigue un período más largo de emergencia con concentraciones muy bajas a bajísimas del trazador (p.ej. menor de 0,05 ppm). En algunos casos, incluso, esta emergencia muy diluída aparece simultáneamente en varios manantiales. Se puede hablar por tanto de acuíferos con una doble permeabilidad: más del 95% de la infiltración circula con rapidez a través de drenes hacia cada una de las surgencias individuales y menos del 5% (e incluso tal vez menos del 1-2%) recarga la zona saturada y circula a través de sistemas anexos muy lentamente, distribuyéndose a través del macizo.

Según cómo se consideren los hechos que acabamos de exponer, puede considerarse que se trata de sólo una gran unidad en cada macizo, con surgencia múltiple, o bien puede tratar de delimitarse unidades hidrogeológicas más restringidas e independientes, cada una de ellas con descarga a una única surgencia individual. Debido a que la mayor parte del volumen es descargado del último modo, nosotros optamos por una delimitación en varias unidades, que no serían compartimentos completamente estancos, sino sólamente separados por una muy baja conexión hidraúlica entre unidades contiguas. Su extensión y delimitación es un mero ejercicio de cálculo que tiene en cuenta los datos de trazado y los datos de caudal disponibles para las surgencias. Las superficies de alimentación propuestas para cada unidad están en relación con los datos globales de balance hídrico.

El trazado de galerías de las redes espeleológicas conocidas muestra un predominio de las simas y conductos verticales, que profundizan muy rápidamente hasta la proximidad del nivel piezométrico. La extensión lateral de las redes en zona vadosa es en cambio muy reducida. Pero la rapidez de la circulación hacia las emergencias muestra que existen drenes muy selectivos y direcciones preferenciales del drenaje, posiblemente instalados en el límite entre la zona vadosa y la zona saturada de los acuíferos. El cambio de facies, de calizas masivas a margosas, ocurre vertical y lateralmente, dificultando la excavación de redes espeleológicas extensas. Muchas simas, con conductos verticales de importante diámetro, finalizan a cierta profundidad de modo abrupto, sin dar lugar a continuaciones horizontales de importancia. Tal vez la única excepción notable en este sentido la constituyen unas pocas cuevas de gran desarrollo, como Aixa y Mallueta, con redes de galerías fósiles horizontales, localizadas ambas en la unidad más septentrional. Pero ya ha sido indicado que se trata de cuevas ramificadas, que en realidad tampoco son muy extensas lateralmente. Este predominio de la verticalidad entre las cavidades conocidas en ambos macizos sugiere que gran parte de la karstificación se ha producido en el pasado en la zona profunda. El ciclo de karstificación actual reutiliza las vías de infiltración rápida, predominantemente verticales, sin llegar a acceder a las redes de transmisión horizontal.

Dejamos abierta la posibilidad de que futuras exploraciones y datos permitan modificar o reestructurar la visión aquí presentada. No obstante, los 40 años de exploraciones espeleológicas en estos macizos hacen albergar pocas esperanzas

de encontrar nuevas cavidades con otras características. En cambio, un adecuado plan de aforos de las surgencias y ríos superficiales, el estudio de las curvas de agotamiento de los manantiales y el estudio hidroquímico de sus aguas, podrían arrojar mucha luz adicional sobre el funcionamiento de los acuíferos. Todo ello escapa al alcance de este trabajo, el cual tan sólo pretende sintetizar el estado actual del conocimiento de estos importantes karsts del NW de Gipuzkoa.

AGRADECIMIENTOS

Gran parte de la información aquí presentada es debida a los espeleólogos de la S.C.Aranzadi y C.D.Eibar que contribuyeron con sus exploraciones en Izarraitz y Arno en distintas épocas, entre otros: Félix Ruiz de Arcaute, Juan San Martín, Adolfo Leibar, Juan M. Laredo, Fermín Leizaola, J.M. Clavero, Juan Cruz Vicuña, J.C. Iribarren, J.A.Barea, Juan M. Ormazabal, J.Villota, D.Adrian, Pedro Sistiaga, José A. Martínez, José Tellería, José J. Berasategi, Javier Zabala, Rafael Zubiría, Francisco Etxeberria, Imanol Goikoetxea. Agradezco a Angel Hernanz por su contribución al conocimiento geológico de la región y a Imanol Goikoetxea por su ayuda en la obtención de datos y trabajos de campo.

BIBLIOGRAFIA

ALTUNA, J. et al. 1995. Carta Arqueológica de Gipuzkoa, II. Cuevas. Munibe, S.C.Aranzadi, Suplemento nº 10: 220 pp.

BAKALOWICZ, M. 1986. De l´Hydrogeologie en Karstologie. Jornadas sobre el Karst en Euskadi. Com., San Sebastián, Tomo 2: 105-129.

BAKALOWICZ, M. & A. MANGIN. 1980. L´acuifère karstique: sa definition ses caractéristiques et son identification. Mem. h. ser. Soc. Geol. Fr., 11: 71-79.

CARRERAS, A. et al. 1987. Estudio de evaluación de los recursos hidraúlicos subterráneos de la provincia de Guipúzcoa. Munibe (Cienc.Nat.), S.C.Aranzadi, 39: 9-50.

DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA. 1985. Estudio de evaluación de los recursos hidraúlicos subterráneos del territorio histórico de Guipúzcoa. Dir. Obras. Hidraúl., Serv. Geol., Memoria 320 pp., anexos.

EUSKAL ESPELEOLOGI ELKARTEA. 1980. Espeleología en el País Vasco. Enciclop.Gral.Illus. País Vasco. Zarauz, Imp. Itxaropena, pp: 352-404.

ESPAÑOL, F. et al. 1980. Contribución al conocimiento de la fauna cavernícola del País Vasco. Kobie, 10: 525-568.

GALAN, C. 1970. Aportación al conocimiento de los quirópteros cavernícolas del País Vasco. Munibe, 22(1-2): 61-66.

GALAN, C. 1988. Zonas kársticas de Guipúzcoa: Los grandes sistemas subterráneos. Munibe (Cienc. Nat.), 40: 73-89.

GOMEZ DE LLARENA, J. 1961. Nota geológica sobre la cueva de Urtiaga. Munibe, t. XIII-1. San Sebastián.

HERNANZ, A. 1975. Estudio hidrogeológico de los alrededores de Deva, Guipúzcoa. Euroestudios S.A., Inf. ES 220/17, 49 pp.

IGME. División Aguas Subterráneas. 1971. Estudio hidrogeológico general de la provincia de Guipuzcoa. Memoria y anexos, 4 vols. Madrid.

MARGALEF, R. 1970. Anfípodos recolectados en aguas subterráneas del País Vasco. Munibe, 22(3-4): 169-174.

RAT, P. 1957. Introduction géologique à l´étude du gouffre et de la grotte d´Aitzbeltz. Speleon, 8 (1-4): 89-106.

Tabla 2. Macizo de Izarraitz. Pruebas de trazado.

Punto de Inyección	Punto de Surgencia	Resultado	Distancia	Desnivel	Vel.circ. m/h	Fecha	Fuente
Aixa	Erribera	Positivo	1,9 Km	191 m	10	1972	C.D.Eibar
Lastur	Sasiola	Positivo	3,5 Km	125 m	50	1962	SC.Aranzadi
Lastur	Sasiola	Positivo	2,4 Km	71 m	35-50	1969-83	C.D.Eibar
Arrazto	Kilimón	Positivo	2 Km	143 m	250	1973	C.D.Eibar
Arrazto	Kilimón	Positivo	2 Km	143 m	60	1975	SC.Aranzadi
Marikutxa 3	Kilimón	Positivo	5,8 Km	553 m	80	1984	C.D.Eibar
Ugarte berri	Sasiola	Negativo	5,6 Km	259 m	-	1968-69	SC.Aranzadi
Ugarte berri	Tantorta	Negativo	5,3 Km	265 m	-	1968-69	SC.Aranzadi

Tabla 3. Macizo de Izarraitz. Superficies de alimentación:
1 = en calizas. 2 = en terrenos impermeables. 3 = sumas parciales. 4 = Caudal surgente potencial.
Pérdidas por escorrentía: 5 = en Km2 equivalentes. 6 = en lt/sg. 7 = Caudal surgente real.

Unidad	1	2	3	4	5	6	7
1 Andutz	3,2 Km2	-	3,2 Km2	80 lt/sg	0,20 Km2	5 lt/sg	75 lt/sg
2 Ekain	1,5 Km2	0,5 Km2	2,0 Km2	50 lt/sg	0,40 Km2	10 lt/sg	40 lt/sg
3 Altzola	1,1 Km2	-	1,1 Km2	28 lt/sg	0,24 Km2	6 lt/sg	22 lt/sg
4 Goltzibar	0,8 Km2	0,2 Km2	1,0 Km2	25 lt/sg	-	-	25 lt/sg
5 Azpeitia	1,4 Km2	-	1,4 Km2	35 lt/sg	0,40 Km2	10 lt/sg	25 lt/sg
6 Kilimón	19,0 Km2	12,8 Km2	31,8 Km2	795 lt/sg	9,50 Km2	237 lt/sg	558 lt/sg
7 Mala	1,7 Km2	0,3 Km2	2,0 Km2	50 lt/sg	-	-	50 lt/sg
8 Tantorta	4,5 Km2	-	4,5 Km2	112 lt/sg	-	-	112 lt/sg
9 Sasiola	5,2 Km2	2,4 Km2	7,6 Km2	190 lt/sg	-	-	190 lt/sg
10 Aixa	3,0 Km2	0,4 Km2	3,4 Km2	85 lt/sg	0,20 Km2	5 lt/sg	80 lt/sg
Totales	41,1 Km2	16,6 Km2	58,0 Km2	1.450 lt/sg	10,90 Km2	273 lt/sg	1.177 lt/sg

Tabla 5. Macizo de Arno. Superficies de alimentación:
1 = en calizas. 2 = en terrenos impermeables. 3 = sumas parciales. 4 = Caudal surgente potencial.
Pérdidas por escorrentía: 5 = en Km2 equivalentes. 6 = en lt/sg. 7 = Caudal surgente real.

Unidad	1	2	3	4	5	6	7
1 Mendibeltz	1,7 Km2	-	1,7 Km2	42 lt/sg	-	-	42 lt/sg
2 Arno	12,0 Km2	2,5 Km2	14,5 Km2	363 lt/sg	3,4 Km2	85 lt/sg	278 lt/sg
Totales	13,7 Km2	2,5 Km2	16,2 Km2	405 lt/sg	3,4 Km2	85 lt/sg	320 lt/sg

Tabla 1. Lista de cavidades de Izarraitz

Sigla	Nombre	Desnivel	Desarrollo	Macizo	Zona	X	Y	Z
1076	ABELETXEKO LEIZEA 1	0	0	IZARRAITZ	LIZARRETA	553400	4789330	160
1077	ABELETXEKO LEIZEA 2	15	15	IZARRAITZ	LIZARRETA	553775	4789270	190
179	AGARREKO KOBEA	20	165	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550864	4788465	47
1078	AGIDOKO KOBEA	23	54	IZARRAITZ	AGIDO NORTE	556250	4787455	630
1079	AGIDOKO LEIZEA 1	18	18	IZARRAITZ	AGIDO SUR	556050	4786910	645
1080	AGIDOKO LEIZEA 2	6	13	IZARRAITZ	AGIDO SUR	556090	4786970	665
1081	AGIDOKO LEIZEA 3	63	80	IZARRAITZ	AGIDO NORTE	555820	4787620	545
1045	AGITE 1	0	9	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	557990	4786190	203
1046	AGITE 2	0	0	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	558005	4786120	198
701	AGITE 3	0	0	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	557800	4786000	225
1696	AIE ZELAI	6	13	IZARRAITZ	ERLO	557458	4784612	680
1702	AITZ-USTUN	0	5	IZARRAITZ	XOXOTE	558786	4783070	715
202	AITZBELTZKO KOBEA 1	42	280	IZARRAITZ	AITZBELTZ	552892	4786983	370
1082	AITZBELTZKO KOBEA 2	0	2	IZARRAITZ	AITZBELTZ	552815	4787170	265
1698	AITZBELTZKO KOBEA 3	0	11	IZARRAITZ	AITZBELTZ	552679	4787050	215
101	AITZBELTZKO LEIZEA	279	390	IZARRAITZ	AITZBELTZ	553050	4787045	405
673	AITZGAIZTOKO KOBA	3	10	IZARRAITZ	LIZARRETA	552860	4790735	325
1083	AIXAKO ZULOA	167	8000	IZARRAITZ	AIXA	553265	4791790	193
1703	ALABIER	1	3	IZARRAITZ	AZPEITIA	559673	4783024	380
42	ALKORTA SORO AUNDI LEIZEA	13	13	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	552220	4788157	400
743	ALTZOLA 1	0	0	IZARRAITZ	ALTZOLA	548840	4787370	15
781	ALTZOLA 2	0	0	IZARRAITZ	ALTZOLA	548810	4787350	15
1084	ANDUTZ 01	30	30	IZARRAITZ	ANDUTZ	554990	4790745	465
1085	ANDUTZ 02	21	21	IZARRAITZ	ANDUTZ	555400	4791285	430
1086	ANDUTZ 03	32	32	IZARRAITZ	ANDUTZ	555380	4791290	430
1087	ANDUTZ 04	12	12	IZARRAITZ	ANDUTZ	555650	4791090	340
1088	ANDUTZ 05	100	180	IZARRAITZ	ANDUTZ	555670	4790345	405
1089	ANDUTZ 06	0	0	IZARRAITZ	ANDUTZ	555430	4790670	495
1090	ANDUTZ 07	0	50	IZARRAITZ	ANDUTZ	555335	4790815	535
1091	ANDUTZ 08	0	15	IZARRAITZ	ANDUTZ	555360	4790825	525
1092	ANDUTZ 09	4	4	IZARRAITZ	ANDUTZ	555200	4790445	580
1093	ANDUTZ 10	15	15	IZARRAITZ	ANDUTZ	555290	4790500	570
1094	ANDUTZ 11	50	50	IZARRAITZ	ANDUTZ	555290	4790470	575
1095	ANDUTZ 12	6	6	IZARRAITZ	ANDUTZ	555265	4790430	547
1096	ANDUTZ 13	18	18	IZARRAITZ	ANDUTZ	555355	4790380	560
1097	ANDUTZ 14	0	0	IZARRAITZ	ANDUTZ	555360	4790190	520
1098	ANDUTZ 15	5	5	IZARRAITZ	ANDUTZ	555105	4791055	516
1099	ANDUTZ 16	0	0	IZARRAITZ	ANDUTZ	555180	4791075	550
74	ARALUZETAKO LEIZEA	10	15	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	552640	4790320	110
31	ARBILKO KOBEA 1	10	180	IZARRAITZ	ARBIL	552160	4791155	245
1100	ARBILKO KOBEA 2	17	17	IZARRAITZ	ARBIL	552260	4791170	305
1101	ARBILKO KOBEA 3	5	25	IZARRAITZ	ARBIL	552400	4791140	355
1102	ARBILKO KOBEA 4	0	1	IZARRAITZ	AIXA	552720	4791380	365
1710	ARBILKO KOBEA 5	0	8	IZARRAITZ	ARBIL	552393	4791203	390
1711	ARBILKO KOBEA 6	1	6	IZARRAITZ	ARBIL	552374	4791206	380
1712	ARBILKO KOBEA 7	0	4	IZARRAITZ	ARBIL	552500	4791116	400
374	ARRASKAINGO LEIZEA 1	28	50	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552256	4788616	513
1103	ARRASKAINGO LEIZEA 2	44	51	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552288	4788606	513
1104	ARRASKAINGO LEIZEA 3	120	140	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552175	4788650	513
1105	ARRASKAINGO LEIZEA 4	30	35	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552140	4788659	513
1106	ARRAZTO ZULOKO LEIZEA	160	1180	IZARRAITZ	ARRAZTO	552190	4786850	193
1107	ARRUAN BURU	38	60	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	552815	4790215	145
1108	ARRUANZARREN LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	552615	4790447	129
289	ASTA LEIZEA	10	10	IZARRAITZ	MADARIXA	553160	4784780	450
1109	ASTIEKO KOBEA	4	50	IZARRAITZ	EGIAUNDI	556135	4784705	515
685	ASTIGARRAGAKO KOBEA	8	70	IZARRAITZ	EGIAUNDI	557250	4785580	430
201	ATXIKIKO KOBEA	20	80	IZARRAITZ	EGIAUNDI	557230	4785350	380

Tabla 1. Lista de cavidades de Izarraitz

443	ATXURIKO LEIZEA 1	47	90	IZARRAITZ	ATXURI	553375	4786345	510
1111	ATXURIKO LEIZEA 2	0	0	IZARRAITZ	ATXURI	553455	4786315	540
1112	ATXURIKO LEIZEA 3	0	0	IZARRAITZ	ATXURI	553770	4786115	575
782	AZKETAKO ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	XOXOTE	558360	4783320	860
786	AZTI	0	0	IZARRAITZ	ITZIAR	555440	4792820	100
278	AZURKIKO LEIZEA	141	230	IZARRAITZ	MARIKUTXA	554747	4784375	675
1113	BELATEGIKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	552310	4790430	163
1114	BELEZKO LEIZEA	27	32	IZARRAITZ	GARALUZ	552235	4789642	472
1115	BELIOSORO 1	0	0	IZARRAITZ	BELIOSORO	557490	4787320	270
1116	BELIOSORO 2	0	0	IZARRAITZ	BELIOSORO	557515	4787295	260
297	BENTA ZELAI LEIZEA	124	140	IZARRAITZ	MADARIXA	554390	4783840	474
1117	EBROKO LEIZEA	19	40	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	551855	4787485	70
1118	EGUZKITAKO LEIZEA 1	23	34	IZARRAITZ	AIXA	553175	4791438	288
404	EKAIN 1	17	250	IZARRAITZ	EKAIN	558910	4787525	90
405	EKAIN 2	30	540	IZARRAITZ	EKAIN	558730	4787480	140
709	EKAIN 3	5	40	IZARRAITZ	EKAIN	558900	4787480	100
707	EKAIN 4	2	20	IZARRAITZ	EKAIN	558730	4787520	120
1725	EKAIN 5	1	10	IZARRAITZ	EKAIN	558610	4787480	150
1119	ELEUNTZA BARRENEKO LEIZEA	13	16	IZARRAITZ	ELEUNTZA	552765	4788995	395
1051	ELEUNTZAKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	ELEUNTZA	552600	4788900	342
1120	EPERKUENEKO LEIZEA	100	106	IZARRAITZ	ERLO	557645	4785040	530
1121	ERENTZAKO LEIZEA	3	3	IZARRAITZ	LEIZETA SUR	553060	4787750	470
706	ERLAITZ	5	50	IZARRAITZ	EKAIN	558820	4787660	105
787	ERLETEKO ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	USARRUA	555860	4791900	135
1122	ERLO 1	6	10	IZARRAITZ	ERLO	557605	4784070	780
1123	ERLO 2	0	25	IZARRAITZ	ERLO	557270	4784082	745
1124	ERLO 3	7	10	IZARRAITZ	ERLO	557820	4784750	685
1125	ERLO 4	5	5	IZARRAITZ	ERLO	557805	4784745	690
1126	ERLO PUNTAKO LEIZEA	30	30	IZARRAITZ	ERLO	558335	4784475	915
32	ERMITTIA 1	10	164	IZARRAITZ	ERMITTIA	551690	4792100	115
30	ERMITTIA 2	2	7	IZARRAITZ	ERMITTIA	551690	4792100	115
1726	ERMITTIA 3	0	12	IZARRAITZ	ERMITTIA	551691	4792053	135
1727	ERMITTIA 4	0	3	IZARRAITZ	ERMITTIA	551681	4792123	85
1127	ERREMENTARIKO URZULOA	0	4	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	551400	4787935	50
1128	ERRIBERA GOIKOA	0	0	IZARRAITZ	MALLUETA	551490	4792700	2
45	ERRIBERA KOBATXIKIA	4	11	IZARRAITZ	MALLUETA	551515	4792735	11
1052	ETXEBERRIKO LEIZEA	15	50	IZARRAITZ	UGARTE BERRI	554950	4787605	280
161	EUZKITZAKO KOBEA	5	36	IZARRAITZ	ERREMENTARI	551930	4787605	125
834	EZKAPAIO ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	557640	4785860	280
1716	EZKAPAIOKO KOBEA	7	66	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	557245	4785493	425
705	EZKUZTA 1	6	115	IZARRAITZ	AZPEITIA	560200	4782715	85
789	EZKUZTA 2	0	0	IZARRAITZ	AZPEITIA	560285	4782715	75
1732	GAINTXIPIXA TXIKI 1	0	5	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	553119	4788182	525
1129	GAINTXIPIXAKO LEIZEA	90	110	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	552775	4788430	545
1042	GARAGARTZAKO ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	MENDARO	549940	4789380	8
1130	GARALUZEKO KOBEA	0	0	IZARRAITZ	GARALUZ	551120	4789395	335
1131	GARALUZEKO LEIZEA 1	103	200	IZARRAITZ	GARALUZ	552072	4789450	501
1132	GARALUZEKO LEIZEA 2	41	41	IZARRAITZ	GARALUZ	552107	4789530	467
1133	GARALUZEKO LEIZEA 3	0	0	IZARRAITZ	GARALUZ	550990	4789250	335
1734	GAZTELU	21	145	IZARRAITZ	GAZTELU	554290	4788442	490
1134	GAZTELUAGA 1	20	20	IZARRAITZ	MADARIXA	553795	4783300	270
1135	GAZTELUAGA 2	45	60	IZARRAITZ	MADARIXA	553750	4783440	325
1136	GAZTELUAITZEKO KOBEA 1	0	7	IZARRAITZ	GAZTELUAITZ	555640	4784665	725
1137	GAZTELUAITZEKO KOBEA 2	0	10	IZARRAITZ	GAZTELUAITZ	555655	4784635	725
687	GAZTELUKO KOBEA - AZ	5	60	IZARRAITZ	GAZTELU	554295	4788574	470
41	GOENAGAKO LEIZEA	216	374	IZARRAITZ	GOENAGA	554410	4790880	305
681	GOIKO OLABERRI KOBEA	2	16	IZARRAITZ	LASTUR	554405	4788990	176
37	GOLTZIBARREKO LEIZEA	140	250	IZARRAITZ	EGIAUNDI	557120	4785120	320

Tabla 1. Lista de cavidades de Izarraitz

1138	GOLTZIBARREKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	EGIAUNDI	556925	4784945	328
141	GURPIL LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	SOSOTE	551380	4790060	360
1736	GURUTZEPE	0	12	IZARRAITZ	XOXOTE	558351	4783389	860
1737	IERTZA	3	14	IZARRAITZ	ITZIAR	555366	4791991	340
1738	IMANOLEN ARROBIA	0	4	IZARRAITZ	MALLUETA	551544	4792794	40
408	IRABANETAKO LEIZEA 1	30	545	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	551000	4788320	50
1139	IRABANETAKO LEIZEA 2	0	0	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550905	4788365	35
1747	ISTINAZPI	0	10	IZARRAITZ	MALLUETA	551531	4792706	13
1748	ITURRIAGATXO	0	3	IZARRAITZ	AZPEITIA	560486	4781328	90
1044	IZKI ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	XOXOTE	557390	4783550	775
276	KAKUTAKO LEIZEA 1	75	100	IZARRAITZ	KAKUTA	555700	4783985	853
1140	KAKUTAKO LEIZEA 2	17	21	IZARRAITZ	KAKUTA	557180	4783300	830
1054	KATAOLAZAKO KOBEA	20	890	IZARRAITZ	MADARIXA	553110	4785290	250
1055	KATAOLAZAKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	MADARIXA	553100	4785300	250
1141	KERETXURI	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	553305	4789685	160
9	KILIMON	3	50	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550805	4788445	25
1752	KOBA LOTX	4	46	IZARRAITZ	ERLO	563263	4777300	285
693	KOBAZARRA	0	40	IZARRAITZ	LIZARRETA	553025	4790315	250
145	KOBAZARRA 1	9	100	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550912	4788385	40
661	KOBAZARRA 2	0	8	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550933	4788388	43
4	KOBETA - IZ	20	340	IZARRAITZ	UGARTE BERRI	555008	4787535	275
186	KURPITXAIKO KOBEA 1	0	33	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	551175	4787665	228
1757	KURPITXAIKO KOBEA 2	5	54	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	551361	4787765	110
1758	KURUTZEKO AITZA	0	15	IZARRAITZ	GOLTZIBAR	556642	4784829	440
1759	LABETXO 1	2	12	IZARRAITZ	ATXURI	553661	4786359	440
1760	LABETXO 2	0	5	IZARRAITZ	ATXURI	553671	4786358	440
833	LANILUKO ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	EKAIN	560100	4787780	40
710	LARRABIEL	4	40	IZARRAITZ	ITZIAR	555300	4792560	195
1643	LASTAOLA	0	0	IZARRAITZ	AZPEITIA	559820	4782340	150
1142	LASTURKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	553300	4789515	104
1762	LATSURREGI	0	8	IZARRAITZ	DEBA	552380	4793553	25
293	LEIZETA 1	55	70	IZARRAITZ	LEIZETA SUR	553140	4787900	475
1143	LEIZETA 2	0	4	IZARRAITZ	LEIZETA NORTE	553125	4788125	521
1144	LEIZETA 3	0	7	IZARRAITZ	LEIZETA NORTE	553100	4788160	525
271	LEIZETA 4	230	880	IZARRAITZ	LEIZETA SUR	553100	4787930	510
1155	LIZARRETAKO KOBEA 01	0	20	IZARRAITZ	LIZARRETA	553065	4790500	368
1156	LIZARRETAKO KOBEA 02	0	11	IZARRAITZ	LIZARRETA	553035	4790800	430
1157	LIZARRETAKO LEIZEA 01	18	18	IZARRAITZ	LIZARRETA	553760	4790440	485
1158	LIZARRETAKO LEIZEA 02	15	15	IZARRAITZ	LIZARRETA	553625	4790300	410
1159	LIZARRETAKO LEIZEA 03	30	50	IZARRAITZ	LIZARRETA	554039	4790007	425
1160	LIZARRETAKO LEIZEA 04	25	25	IZARRAITZ	LIZARRETA	553196	4790750	490
1161	LIZARRETAKO LEIZEA 05	12	15	IZARRAITZ	LIZARRETA	553060	4790830	435
1162	LIZARRETAKO LEIZEA 06	13	13	IZARRAITZ	LIZARRETA	553150	4790795	480
1163	LIZARRETAKO LEIZEA 07	11	11	IZARRAITZ	LIZARRETA	553180	4790800	477
1164	LIZARRETAKO LEIZEA 08	5	5	IZARRAITZ	LIZARRETA	553066	4790940	432
1165	LIZARRETAKO LEIZEA 09	103	140	IZARRAITZ	LIZARRETA	552960	4791030	400
1166	LIZARRETAKO LEIZEA 10	26	31	IZARRAITZ	LIZARRETA	552805	4790875	330
1167	LIZARRETAKO LEIZEA 11	6	8	IZARRAITZ	LIZARRETA	553059	4790851	419
1168	LIZARRETAKO LEIZEA 12	5	5	IZARRAITZ	LIZARRETA	553000	4790985	415
1169	LIZARRETAKO LEIZEA 13	22	54	IZARRAITZ	LIZARRETA	552939	4791330	370
1170	LIZARRETAKO LEIZEA 14	45	66	IZARRAITZ	LIZARRETA	552985	4791182	380
1171	LIZARRETAKO LEIZEA 15	0	2	IZARRAITZ	LIZARRETA	553025	4790600	380
1172	LIZARRETAKO LEIZEA 16	0	11	IZARRAITZ	LIZARRETA	553025	4790605	380
1173	LIZARRETAKO LEIZEA 17	3	8	IZARRAITZ	LIZARRETA	553762	4789428	275
1174	LIZARRETAKO LEIZEA 18	18	18	IZARRAITZ	LIZARRETA	553649	4789552	295
1175	LIZARRETAKO LEIZEA 19	23	44	IZARRAITZ	LIZARRETA	553944	4790115	435
1176	LIZARRETAKO LEIZEA 20	30	35	IZARRAITZ	LIZARRETA	553934	4789660	370
1177	LIZARRETAKO LEIZEA 21	7	7	IZARRAITZ	LIZARRETA	553416	4789930	260

Tabla 1. Lista de cavidades de Izarraitz

1178	LIZARRETAKO LEIZEA 22	18	30	IZARRAITZ	LIZARRETA	553015	4790610	380
1179	LIZARRETAKO LEIZEA 23	6	6	IZARRAITZ	LIZARRETA	553480	4789800	295
1180	LIZARRETAKO LEIZEA 24	0	16	IZARRAITZ	LIZARRETA	553030	4790595	380
1181	LIZARRETAKO LEIZEA 25	60	93	IZARRAITZ	LIZARRETA	553255	4790840	460
1182	LIZARRETAKO LEIZEA 26	29	38	IZARRAITZ	LIZARRETA	554115	4789660	325
1183	LIZARRETAKO LEIZEA 27	0	11	IZARRAITZ	LIZARRETA	553975	4789575	335
659	LIZARROLAKO KOBEA	3	20	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	552452	4787100	90
1184	LIZARROLAKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	552585	4786855	105
1185	LIZARROLAKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	552548	4786775	108
1056	LUMIXARAKO ZULOA	7	63	IZARRAITZ	MENDARO	550080	4789295	18
1057	MALA 1	0	0	IZARRAITZ	MALA	549740	4788540	9
1058	MALA 2	0	0	IZARRAITZ	MALA	549700	4788480	9
1059	MALAKO KOBEA	6	15	IZARRAITZ	MALA	549790	4788525	25
1186	MALLUETAKO KOBEA	30	2000	IZARRAITZ	MALLUETA	551580	4792005	75
6	MANTARREGIKO LEIZEA	205	280	IZARRAITZ	MANTARREGI	551850	4790440	360
1041	MARIKUTXA ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	MARIKUTXA	554970	4784380	640
1187	MARIKUTXAKO INGURUKO LEIZEA	32	32	IZARRAITZ	MARIKUTXA	555050	4784305	670
277	MARIKUTXAKO KOBEA	66	170	IZARRAITZ	MARIKUTXA	554960	4784380	630
903	MARIKUTXAKO LEIZEA 3	488	700	IZARRAITZ	MARIKUTXA	554940	4784340	603
146	MIRAFLORESKO ZULOA	0	2	IZARRAITZ	ARBIL	551720	4791550	166
1189	MIRUITE GAäEKO LEIZEA	3	3	IZARRAITZ	ARRASKAIN	551960	4788662	508
294	MUNIOLAKO KOBEA	7	32	IZARRAITZ	ETUN	550190	4787300	330
1190	MUNTOBASOKO LEIZEA	20	40	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	552889	4788615	485
1060	OLABAZAKO LEIZEA	90	740	IZARRAITZ	MENDARO	550415	4789667	95
1191	OLANOKO LEIZEA	70	80	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555810	4789840	383
1767	OREI	0	3	IZARRAITZ	SOSOTE	550711	4790092	160
535	OSTAZURIKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	553420	4788450	330
1192	OTAMOTZEKO KOBEA	0	4	IZARRAITZ	MENDARO	550400	4789330	123
1193	OTAMOTZEKO LEIZEA	80	90	IZARRAITZ	MENDARO	550430	4789310	130
1194	PAGATZAKO LEIZEA	132	170	IZARRAITZ	AIXA	552790	4791285	382
1768	PENDIZE	0	2	IZARRAITZ	MENDARO	550355	4789438	150
155	POTAITZEKO KOBEA 1	5	100	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550720	4788250	80
1195	POTAITZEKO KOBEA 2	0	35	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550760	4788185	100
1196	POTAITZEKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550740	4788250	68
1197	POTAITZEKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	ARAN ERREKA	550715	4788195	75
1770	PRAILE AITZ 1	0	40	IZARRAITZ	MALLUETA	551388	4791984	55
1771	PRAILE AITZ 2	0	6	IZARRAITZ	MALLUETA	551240	4791915	85
1198	SAGARRETAKO LEIZEA	8	15	IZARRAITZ	SESIARTE NORTE	556930	4786790	614
147	SALBATOREKO LEIZEZULOA	8	15	IZARRAITZ	ITZIAR	555300	4792600	200
1199	SALTSAMENDI 1	50	50	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555460	4789305	387
1200	SALTSAMENDI 2	12	32	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555410	4789850	565
1201	SALTSAMENDI 3	83	90	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555655	4789090	382
1202	SALTSAMENDI 4	9	17	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555535	4789315	394
1203	SALTSAMENDI 5	4	4	IZARRAITZ	SALTSAMENDI	555955	4788915	324
1772	SANTA KRUTZ	0	6	IZARRAITZ	MENDARO	550202	4789529	185
184	SANTAKRUTZEKO KOBEA	0	5	IZARRAITZ	MENDARO	550360	4789425	150
1204	SARMAKATZ KOBEA	0	16	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	553125	4788705	405
1205	SARMAKATZ LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	553128	4788710	400
1067	SASIOLA	0	0	IZARRAITZ	SASIOLA	551060	4791200	6
1206	SASTARRAIN	0	0	IZARRAITZ	EKAIN	559055	4787470	65
100	SESIARTEKO LEIZEA 1	188	200	IZARRAITZ	SESIARTE SUR	556340	4786455	625
1207	SESIARTEKO LEIZEA 2	70	70	IZARRAITZ	SESIARTE NORTE	556735	4787215	607
1208	SESIARTEKO LEIZEA 3	64	64	IZARRAITZ	SESIARTE NORTE	556740	4787170	610
1043	SOSOTE ITURRIA	0	0	IZARRAITZ	SOSOTE	551030	4790750	6
1209	SOSOTEKO KOBEA	0	0	IZARRAITZ	SOSOTE	551425	4789530	375
1210	SOSOTEKO LEIZEA 1	0	0	IZARRAITZ	SOSOTE	551370	4789960	370
1211	SOSOTEKO LEIZEA 2	140	215	IZARRAITZ	SOSOTE	551310	4789670	375
1212	SOSOTEKO LEIZEA 3	0	0	IZARRAITZ	SOSOTE	551480	4790055	375

Tabla 1. Lista de cavidades de Izarraitz

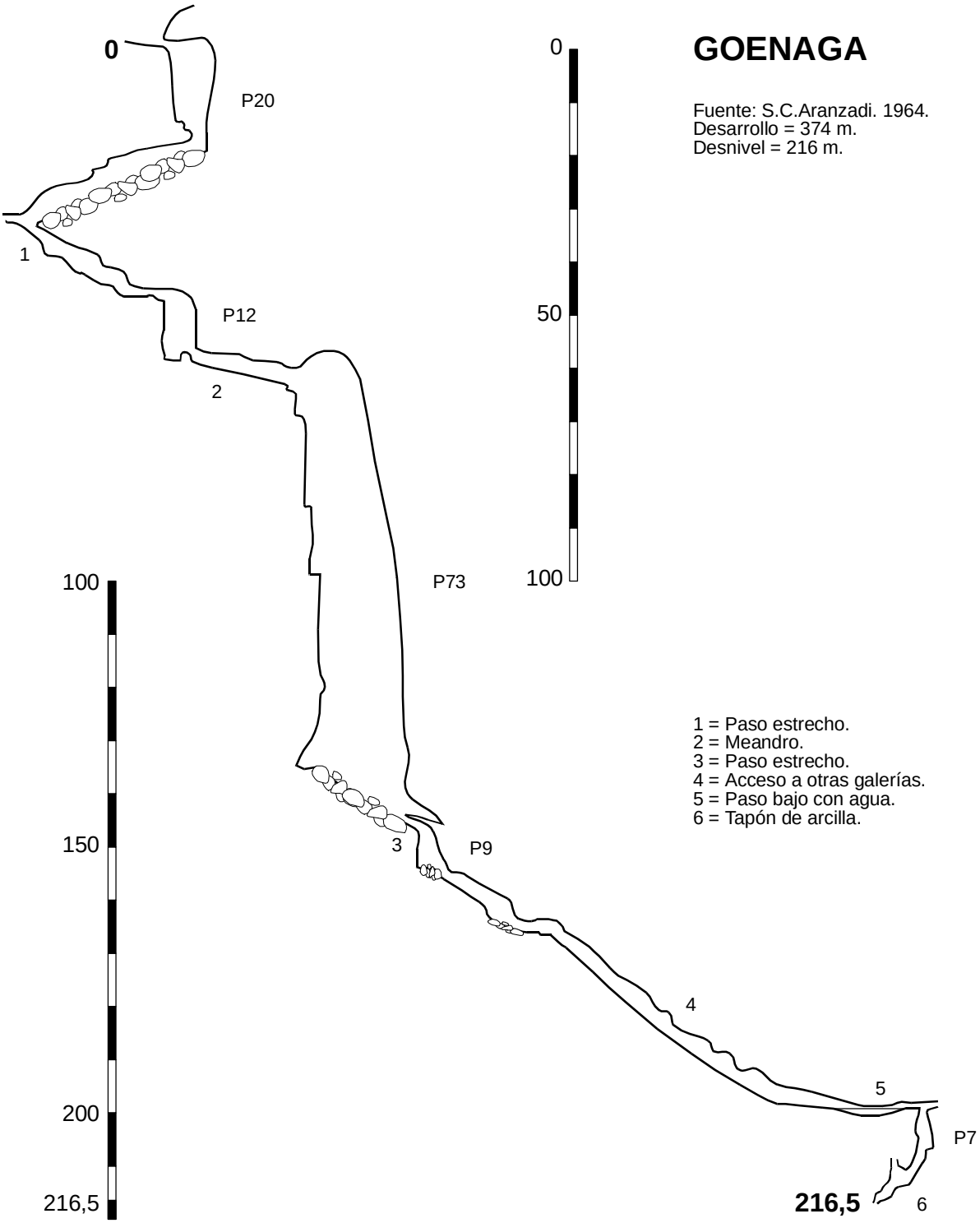
59	SUSTRAIXAKO KOBEA	6	45	IZARRAITZ	AIXA	552670	4791327	377
8	SUSTRAIXAKO LEIZEA 1	66	152	IZARRAITZ	ARBIL	552290	4790815	158
89	SUSTRAIXAKO LEIZEA 2	20	30	IZARRAITZ	ARBIL	552200	4790780	126
90	SUSTRAIXAKO ZULOA	5	10	IZARRAITZ	ARBIL	552178	4791105	230
1	TANTORTA	4	95	IZARRAITZ	TANTORTA	550680	4790390	9
1213	TANTORTAKO KOBEA	0	25	IZARRAITZ	TANTORTA	550965	4790610	15
1214	TXAKURLEIZEA	80	100	IZARRAITZ	GAINTXIPIXA	552290	4788346	463
716	TXOMINEN KOBA	1	25	IZARRAITZ	LIZARRETA	553126	4790360	370
292	TXORIAITZKEKO LEIZEA	130	155	IZARRAITZ	AITZBELTZ	553320	4787125	585
1215	UBITXEKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	553030	4789605	118
3	UBITXEKO URZULOA	0	0	IZARRAITZ	LASTUR BEHEA	553000	4789850	77
1779	UEI	0	6	IZARRAITZ	ANDUTZ	555841	4791555	185
1217	UGARTE BERRI URZULOA 1	0	0	IZARRAITZ	UGARTE BERRI	555010	4787180	275
1069	UGARTE BERRI URZULOA 2	0	0	IZARRAITZ	UGARTE BERRI	555100	4786720	283
1216	UGARTE BERRIKO LEIZEA	25	100	IZARRAITZ	UGARTE BERRI	555007	4787437	269
1218	UGARTE ZAHARREKO KOBEA	0	0	IZARRAITZ	UGARTE ZAHAR	554840	4788235	273
1219	UGARTE ZAHARREKO LEIZEA	0	0	IZARRAITZ	UGARTE ZAHAR	554850	4788220	275
1783	URKITTE-AITZ 1	4	50	IZARRAITZ	KAKUTA	556747	4784573	490
1784	URKITTE-AITZ 2	2	3	IZARRAITZ	KAKUTA	556763	4784425	490
1785	URKITTE-AITZ 3	6	50	IZARRAITZ	KAKUTA	556758	4784505	490
375	URKIZETAKO LEIZEA 1	38	52	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552422	4788610	475
1220	URKIZETAKO LEIZEA 2	69	90	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552430	4788625	460
740	URKIZETAKO LEIZEA 3	20	44	IZARRAITZ	ARRASKAIN	552462	4788640	460
275	URRETXEKO KOBEA	0	5	IZARRAITZ	AZPEITIA	559045	4782510	325
274	URRETXEKO LEIZEA	20	20	IZARRAITZ	AZPEITIA	559045	4782535	330
644	URTIAGAKO KOBEA	13	110	IZARRAITZ	ITZIAR	555320	4792495	160
699	URTIAGAKO LEIZEA	10	150	IZARRAITZ	ITZIAR	555360	4792570	155
1070	USARRUAKO KOBEA 1	3	20	IZARRAITZ	USARRUA	556100	4791275	130
1071	USARRUAKO KOBEA 2	0	7	IZARRAITZ	USARRUA	556120	4791285	125
1221	XOXOTEKO LEIZEA	6	8	IZARRAITZ	XOXOTE	558255	4783270	860
1222	ZABALE 1	0	0	IZARRAITZ	MADARIXA	554030	4783560	390
1223	ZABALE 2	12	12	IZARRAITZ	MADARIXA	554010	4783910	455
1224	ZELAILUZEKO LEIZEA 1	18	18	IZARRAITZ	ZELAILUZE	556815	4785615	560
1225	ZELAILUZEKO LEIZEA 2	37	82	IZARRAITZ	ZELAILUZE	557165	4785925	455
1226	ZELAILUZEKO LEIZEA 3	0	0	IZARRAITZ	ZELAILUZE	557205	4785910	475
1227	ZELAILUZEKO LEIZEA 4	0	6	IZARRAITZ	ZELAILUZE	557230	4785920	475
1228	ZULO AUNDIETA 1	0	4	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	556765	4784435	485
1229	ZULO AUNDIETA 2	8	8	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	556725	4784475	465
1230	ZULO AUNDIETA 3	9	12	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	557050	4784590	525
1231	ZULO AUNDIETA 4	3	3	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	557040	4784515	550
1232	ZULO AUNDIETA 5	2	2	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	557045	4784495	545
1233	ZULO AUNDIETA 6	0	3	IZARRAITZ	ZULO AUNDIETA	557000	4784480	560

Tabla 4. Lista de cavidades de Arno

Sigla	Nombre	Desnivel	Desarrollo	Macizo	Zona	X	Y	Z
658	AIZKOLTXO	15	40	ARNO	AIZKOLTXO	549421	4788703	30
104	ARNOKO GURUTZE LEIZEA	8	12	ARNO	ARNO	549180	4792290	580
1047	ARNOKO KOBEA 1	6	21	ARNO	ARNO	548790	4790305	290
1714	ARNOKO KOBEA 2	1	9	ARNO	ARNO	550479	4791605	280
1715	ARNOKO KOBEA 3	0	10	ARNO	ARNO	550650	4790902	290
1048	ARNOKO LEIZEA	60	67	ARNO	ARNO	548585	4790670	475
1073	ARTETA 1	60	60	ARNO	ARNO	548955	4790055	230
1074	ARTETA 2	30	30	ARNO	ARNO	548935	4790600	390
70	ATXUKARRO KOBEA	4	190	ARNO	MENDIBELTZ	547705	4794450	110
1049	BALOIAKO KOBEA	7	22	ARNO	MENDARO	549355	4789720	87
1050	BASARTEKO KOBEA	5	98	ARNO	OLATZ	547310	4792030	460
86	ERDIKOA	50	180	ARNO	ASTIGARRIBIA	550480	4793400	80
111	GOIENETXEKO KOBEA	5	22	ARNO	MENDIBELTZ	547420	4793495	320
1053	HILERRIKO LEIZEA	15	25	ARNO	MENDARO	549600	4789250	40
295	IRURAINGO KOBEA	0	20	ARNO	ASTIGARRIBIA	551300	4792970	50
1741	IRUROIN 1	4	27	ARNO	ASTIGARRIBIA	551416	4792755	30
1742	IRUROIN 2	5	40	ARNO	ASTIGARRIBIA	551410	4792761	40
1743	IRUROIN 3	4	31	ARNO	ASTIGARRIBIA	551400	4792828	50
1744	IRUROIN 3	0	10	ARNO	ASTIGARRIBIA	551418	4792840	17
1745	IRUROIN 5	0	3	ARNO	ASTIGARRIBIA	551418	4792756	29
1746	IRUROIN 6	0	4	ARNO	ASTIGARRIBIA	551313	4792958	44
236	ISARTZUKO ITURRIA	0	0	ARNO	MENDARO	550220	4789900	5
5	ITXURISARRA	0	0	ARNO	ASTIGARRIBIA	550800	4791750	4
97	JARLOTZA	5	24	ARNO	OLATZ	547013	4792600	295
96	JENTILETXEA	0	30	ARNO	OLATZ	546900	4792540	320
726	JENTILETXETAKO KOBEA 1	2	14	ARNO	MENDIBELTZ	547995	4794205	260
88	JENTILETXETAKO KOBEA 2	0	100	ARNO	MENDIBELTZ	548070	4794297	270
83	JENTILETXETAKO KOBEA 3	1	50	ARNO	MENDIBELTZ	547970	4793820	225
1750	KIPUTZ 1	1	3	ARNO	ASTIGARRIBIA	550674	4793272	69
1751	KIPUTZ 2	0	6	ARNO	ASTIGARRIBIA	550662	4793284	75
69	KOBALDE	45	575	ARNO	OLATZ	548200	4793085	178
14	KOBATXO 2	7	30	ARNO	RIO DEBA	552140	4793640	25
15	KOBATXO 3	14	75	ARNO	RIO DEBA	552100	4793650	45
116	KOBETAKO LEIZEA	100	500	ARNO	OLATZ	548350	4791900	295
686	LANGATXO 1	0	50	ARNO	ASTIGARRIBIA	551200	4792290	5
1761	LANGATXO 2	0	2	ARNO	ASTIGARRIBIA	551233	4792232	5
11	LEIARTEKO ITURRIA	0	0	ARNO	ASTIGARRIBIA	551050	4791270	6
110	LEKONDEKO LEIZEA	18	26	ARNO	OLATZ	548360	4793300	190
256	MENDAROKO ITURRIA	0	0	ARNO	MENDARO	549880	4789420	6
1075	MENDAROKO KOBEA	15	126	ARNO	MENDARO	549855	4789705	35
82	MIRUAITZ	24	44	ARNO	OLATZ	548475	4794140	285
98	OKALAR	6	60	ARNO	OLATZ	549760	4793810	240
106	OLITURRI	1	7	ARNO	MENDIBELTZ	547260	4794330	110
261	ONDABARRO	0	0	ARNO	MENDIBELTZ	549350	4794540	110
412	ONDABARRO GOIKOA	0	0	ARNO	MENDIBELTZ	549080	4794600	105
1061	ORMOLAKO BIDE ONDOAN	74	85	ARNO	ARNO	549550	4790820	450
1062	ORMOLAKO KOBEA	0	0	ARNO	ARNO	549530	4790820	440
1063	ORMOLAKO LEIZEA 1	17	20	ARNO	ARNO	549750	4791020	450
1064	ORMOLAKO LEIZEA 2	4	4	ARNO	ARNO	549730	4791090	470
1065	ORMOLAKO LEIZEA 3	20	20	ARNO	ARNO	549670	4790805	440
105	ORMOLAKO LEIZEA 4	18	24	ARNO	ARNO	548590	4791180	510
1066	OSPASGAIN	16	16	ARNO	MENDARO	549350	4789750	90
1068	TORREKO ITURRIA	6	17	ARNO	ASTIGARRIBIA	550845	4792100	3
143	XOXUHAITZKO ITURRIA	0	0	ARNO	ASTIGARRIBIA	551440	4792720	2
1072	ZAPOLETZA	10	10	ARNO	ARNO	549460	4790112	205
95	ZIÑUA	12	70	ARNO	MENDIBELTZ	548030	4793900	205

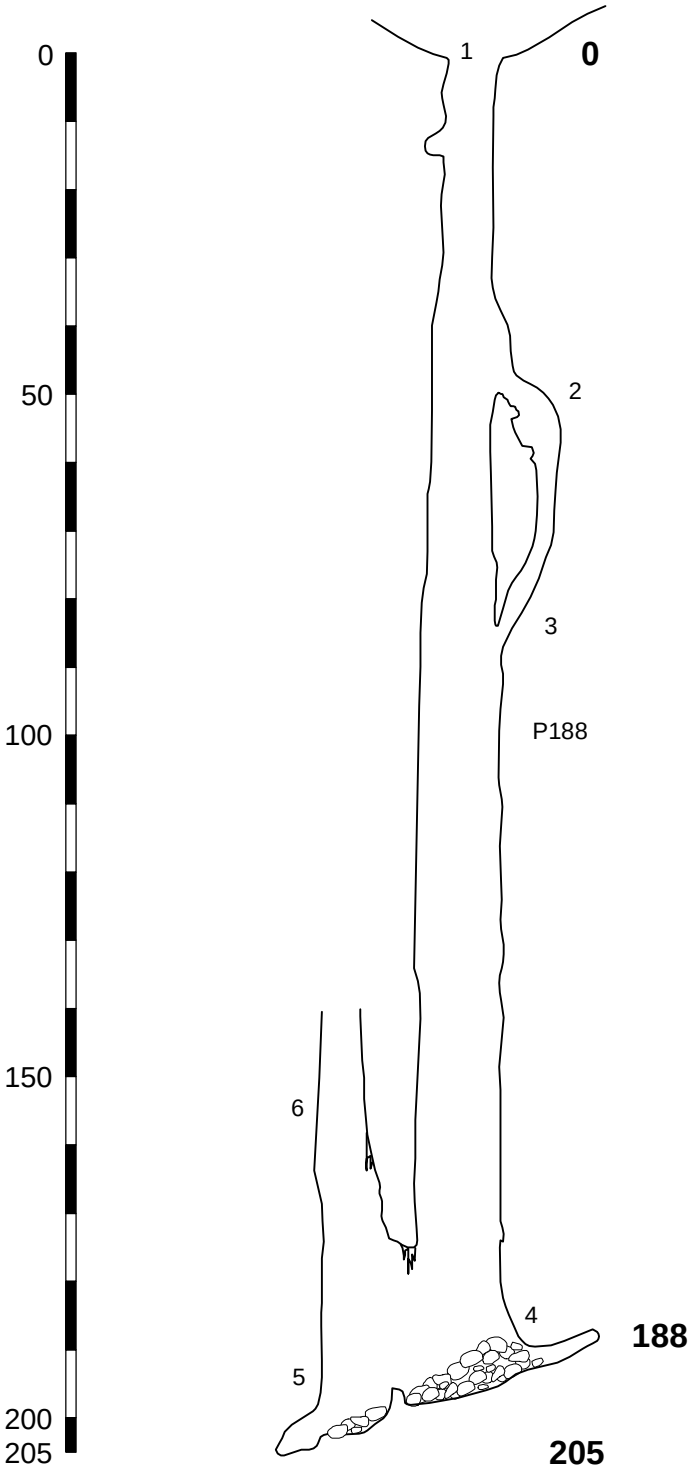
GOENAGA

Fuente: S.C.Aranzadi. 1964.
Desarrollo = 374 m.
Desnivel = 216 m.



1 = Paso estrecho.
2 = Meandro.
3 = Paso estrecho.
4 = Acceso a otras galerías.
5 = Paso bajo con agua.
6 = Tapón de arcilla.

Dib.: C.Galán. SCA.



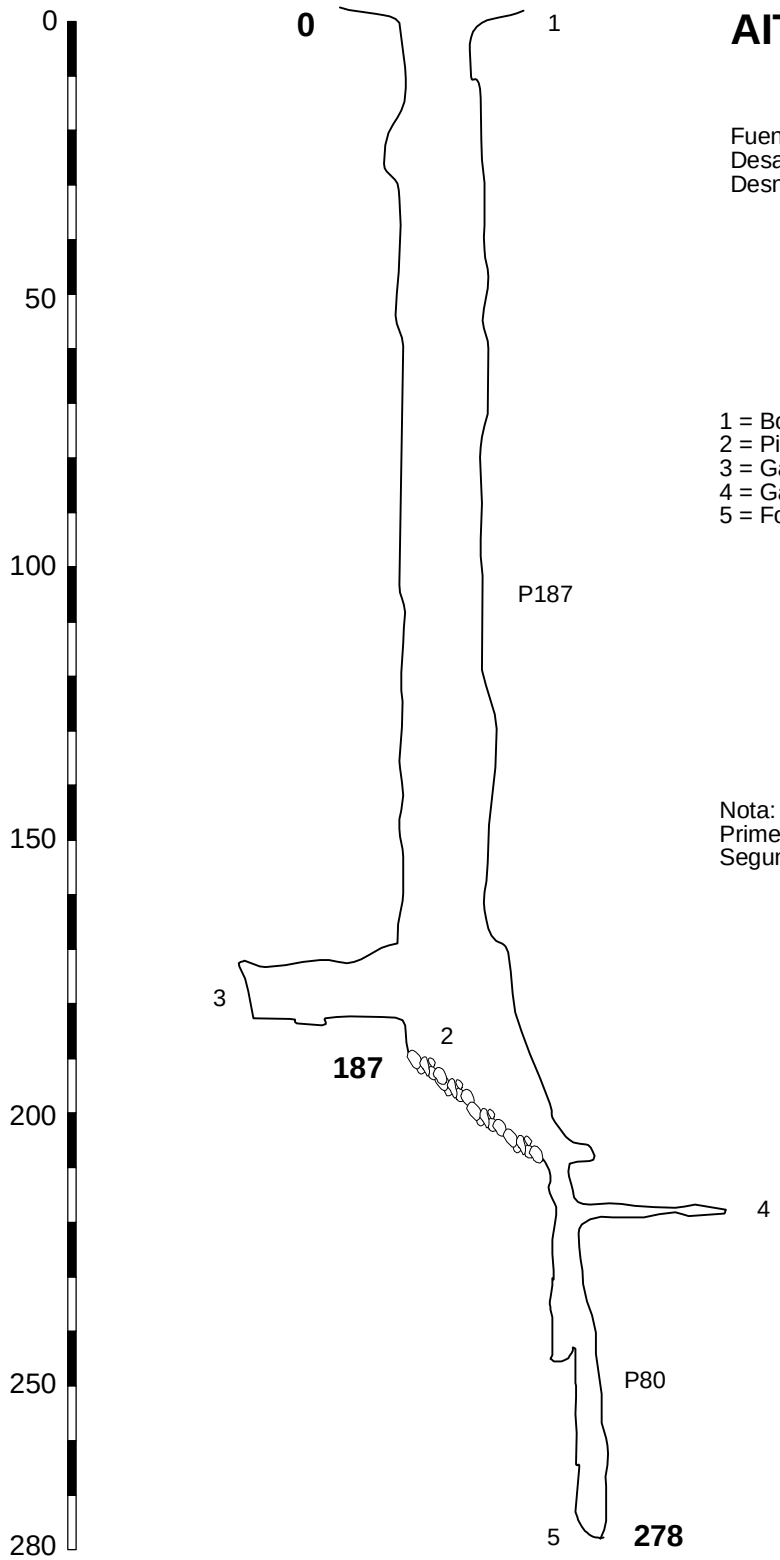
MANTARREGI

Fuente: S.C.Aranzadi. 1963.
Desarrollo = 280 m.
Desnivel = 205 m.

1 = Boca. Cota 0 m.
2 = Cornisa -50 m.
3 = Conexión -84 m.
4 = Cono de derrubios -188 m.
5 = Resalto 2 m.
6 = Chimenea paralela.

Dib.: C.Galán. SCA.

AITZBELTZ



Fuente: S.C.Aranzadi. 1955.
Desarrollo = 390 m.
Desnivel = 278 m.

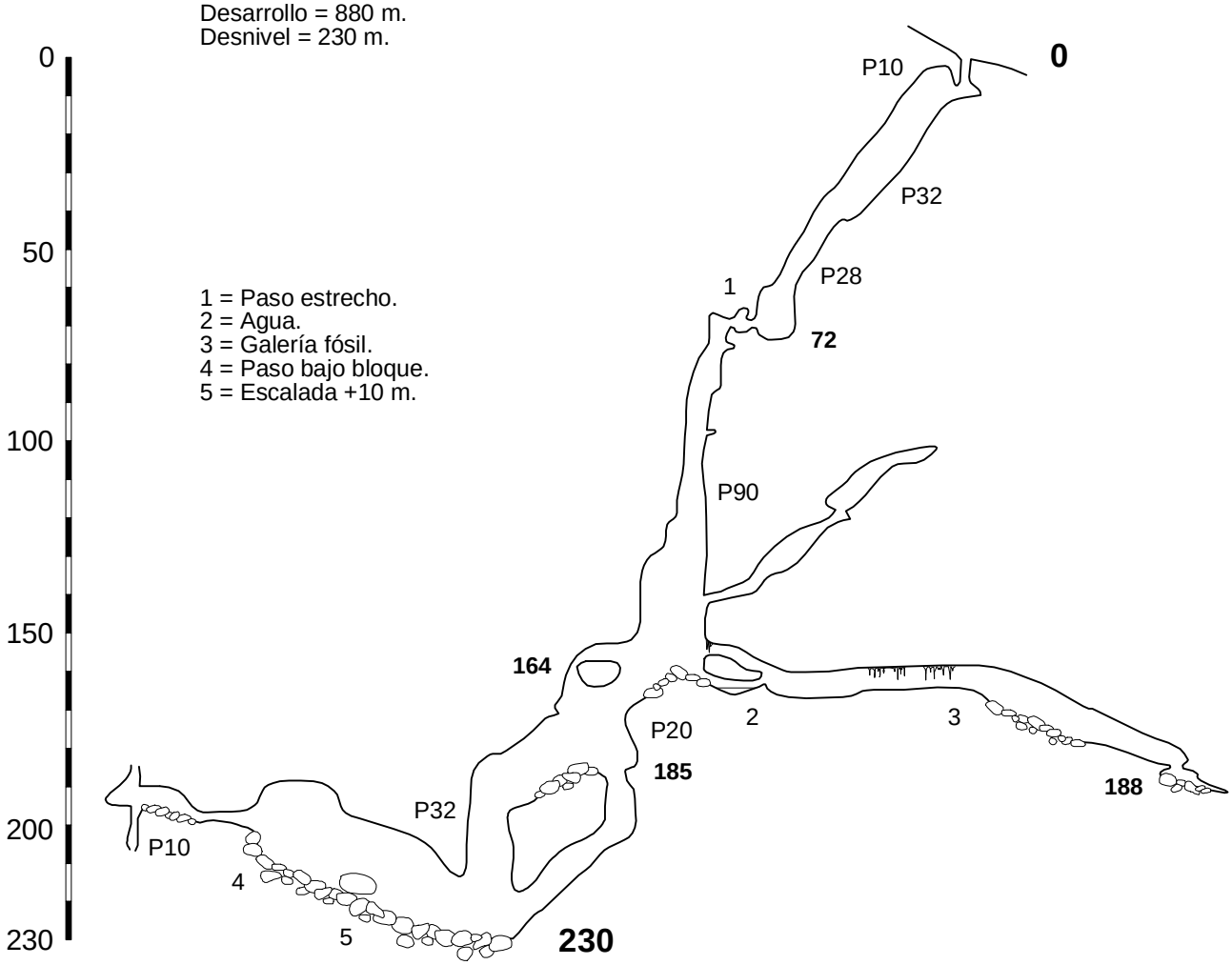
1 = Boca. Cota 0 m.
2 = Pié de la vertical de 187 m.
3 = Galería colgada N. Camp.Subt.
4 = Galería colgada S.
5 = Fondo de la cavidad -278 m.

Nota:
Primeravertical en sección N-S.
Segunda vertical en sección E-W.

Dib.: C.Galán. SCA.

LEIZETA

Fuente: S.C.Aranzadi. 1977-87.
Desarrollo = 880 m.
Desnivel = 230 m.

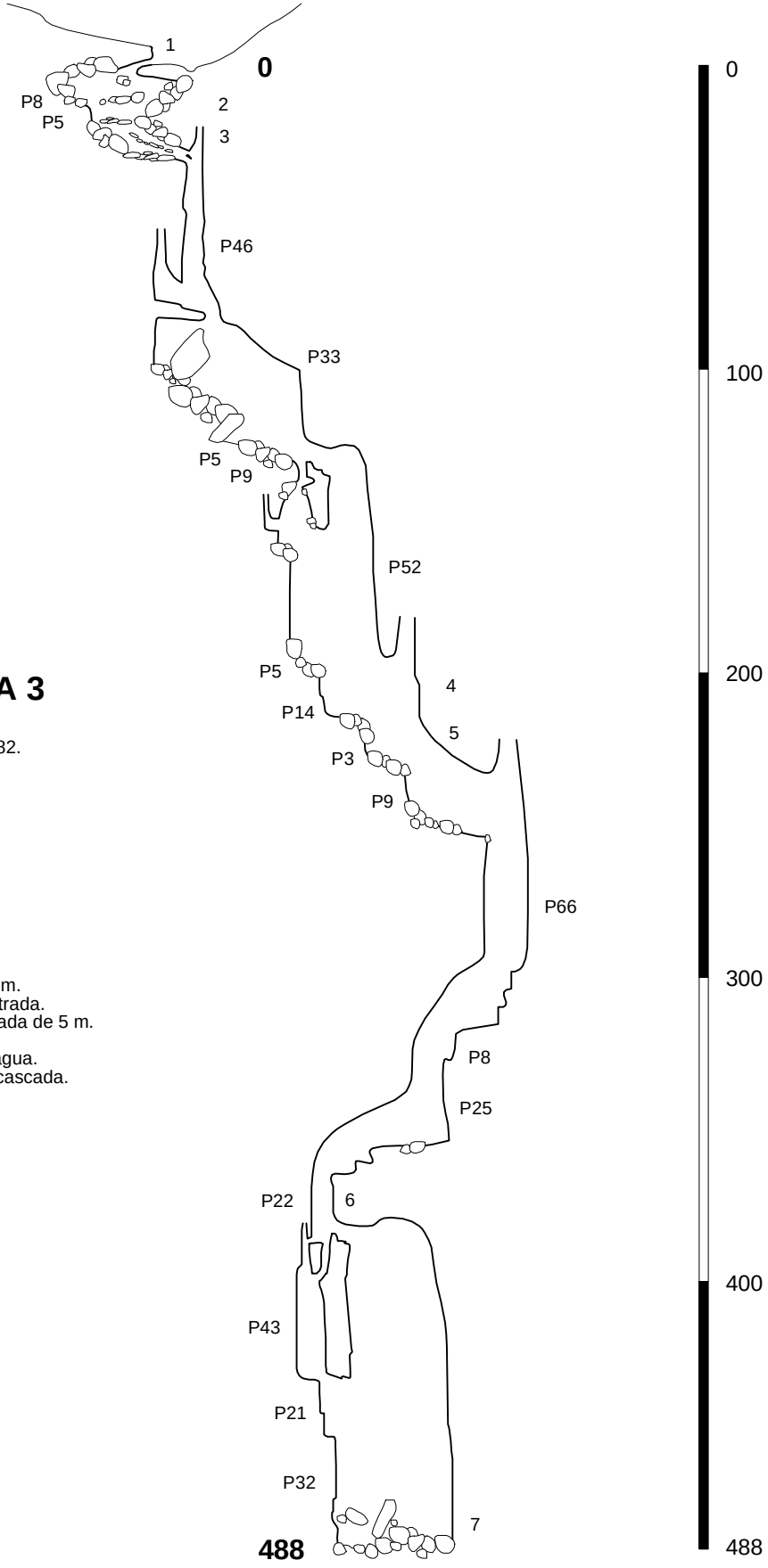


Dib.: C.Galán. SCA.

MARIKUTXA 3

Fuente: GERS. 1981-82.
Desarrollo = 700 m.
Desnivel = 488 m.

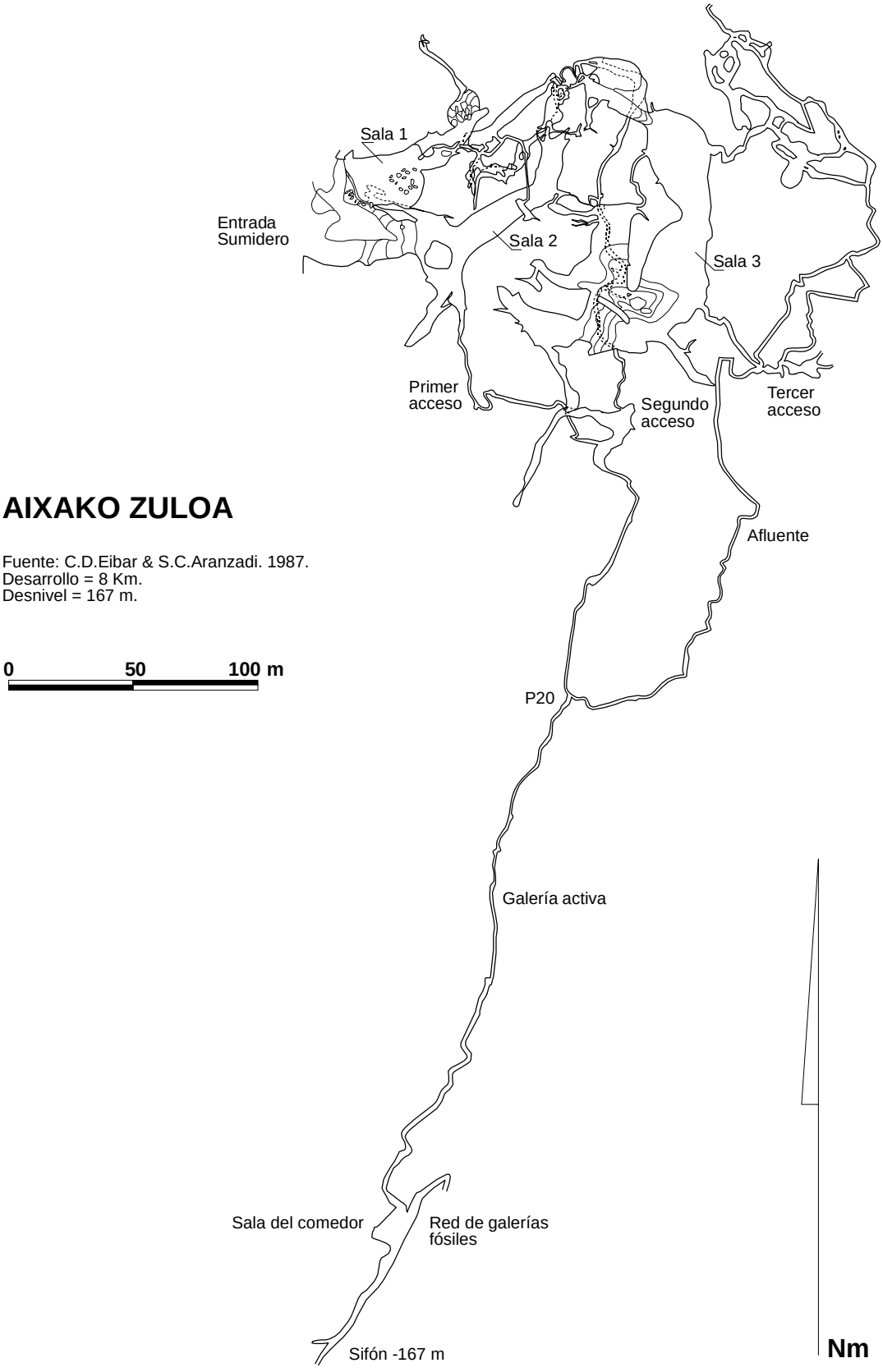
1 = Boca y gatera de 4 m.
2 = Zona caótica de entrada.
3 = Meandro con escalada de 5 m.
4 = Cañón.
5 = Inicio corriente de agua.
6 = Pozo de 22 m con cascada.
7 = Salón terminal.



Dib.: C.Galán. SCA.

AIXAKO ZULOA

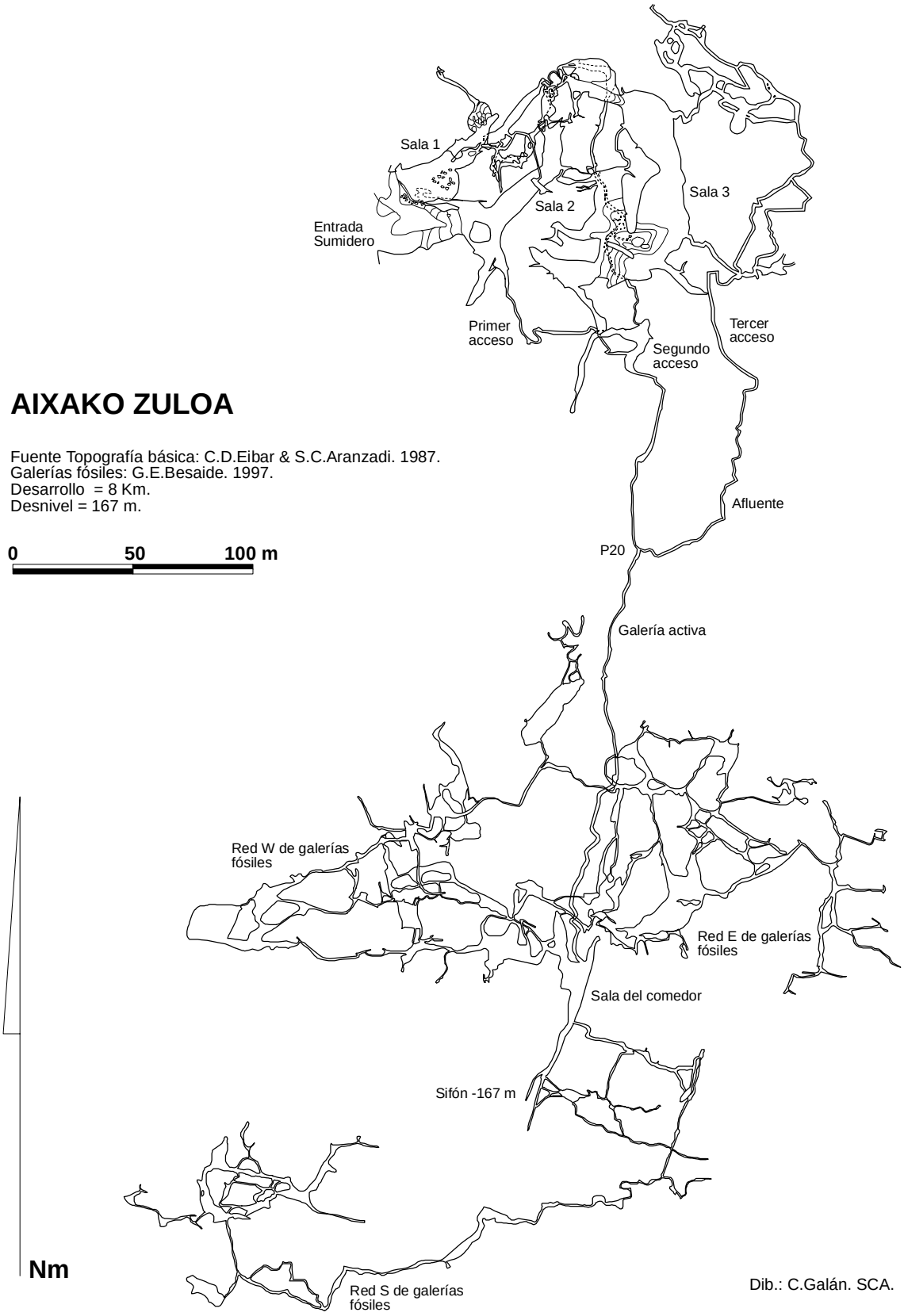
Fuente: C.D.Eibar & S.C.Aranzadi. 1987.
Desarrollo = 8 Km.
Desnivel = 167 m.



0 50 100 m

Dib.: C.Galán. SCA.

AIXAKO ZULOA



Fuente Topografía básica: C.D.Eibar & S.C.Aranzadi. 1987.
Galerías fósiles: G.E.Besaide. 1997.
Desarrollo = 8 Km.
Desnivel = 167 m.

Dib.: C.Galán. SCA.