

Estudio de las zonas kársticas de Guipúzcoa: El Urganiano de Ausa Gaztelu (Zaldibia*)

**FRANCISCO ETXEBERRIA
KOLDO SANSINENA
TXOMIN UGALDE
FELIX M.^a UGARTE
RAFAEL ZUBIRIA****

1. INTRODUCCION

Dentro del plan de actividades que mantiene la Sección de Espeleología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, y continuando con los trabajos iniciados en la Sierra de Aralar, hemos definido una nueva unidad hidrogeológica situada en terrenos pertenecientes al denominado Urganiano Norte (Aralar, Guipúzcoa).

Efectuados los primeros reconocimientos y prospecciones a lo largo de la barra caliza que configura el monte Ausa Gaztelu (Zaldibia), descubrimos varios sumideros siendo uno de ellos practicable por tratarse de una sima activa (Errekonta erreko leizea).

Iniciadas las exploraciones a esta cavidad y tras recorrer una red de galerías, accedemos a un río subterráneo situado a 240 m. de profundidad.

Estudiadas las características geológicas de la zona, tenemos la impresión de que el río subterráneo es el colector de la unidad hidro-

geológica. Por esta razón se plantea la coloración para determinar el punto surgente de la unidad. Resultando una vez realizada la misma, que el manantial de Osinbeltz (T.M. Zaldibia) es la surgencia del conjunto.

2. DESCRIPCION GEOGRAFICA

La zona de estudio está situada en el flanco N.W. de la Sierra de Aralar y comprende el monte Ausa Gaztelu (904 m.) y la cabecera del barranco de Errekonta. Tiene una superficie aproximada de 2,5 km.² y está delimitada al Sur por el collado de Errekonta (766 m.), al Norte por las propias laderas del monte Ausa Gaztelu, al Este por las laderas del monte Kilixketa y al Oeste por el valle de la regata Amondarain (figura 1).

La altura media es de unos 700 m., con una temperatura media anual de unos 10° C y una pluviosidad superior a los 1.500 mm. En cuanto a la pluviosidad también cabe destacar que esta zona forma un primer contrafuerte importante cara a los vientos húmedos del Noroeste.

En la zona de terreno impermeable, con una pendiente aproximada del 56%, predomina una vegetación de tipo landa atlántica con abundancia de argoma, zarzas y helechos. En las laderas del monte Kilixketa se aprecian raíces y

* Nuestro agradecimiento sincero a Justo Salaberría, encargado de las aguas de ese municipio, así como a su Corporación Municipal por la ayuda prestada.

** Sección de Espeleología Sociedad de Ciencias Aranzadi. San Sebastián. Asimismo, han intervenido en las tareas de campo los miembros de la Sección: Cándido García, Martín Garmendia y Luis Torrubia.

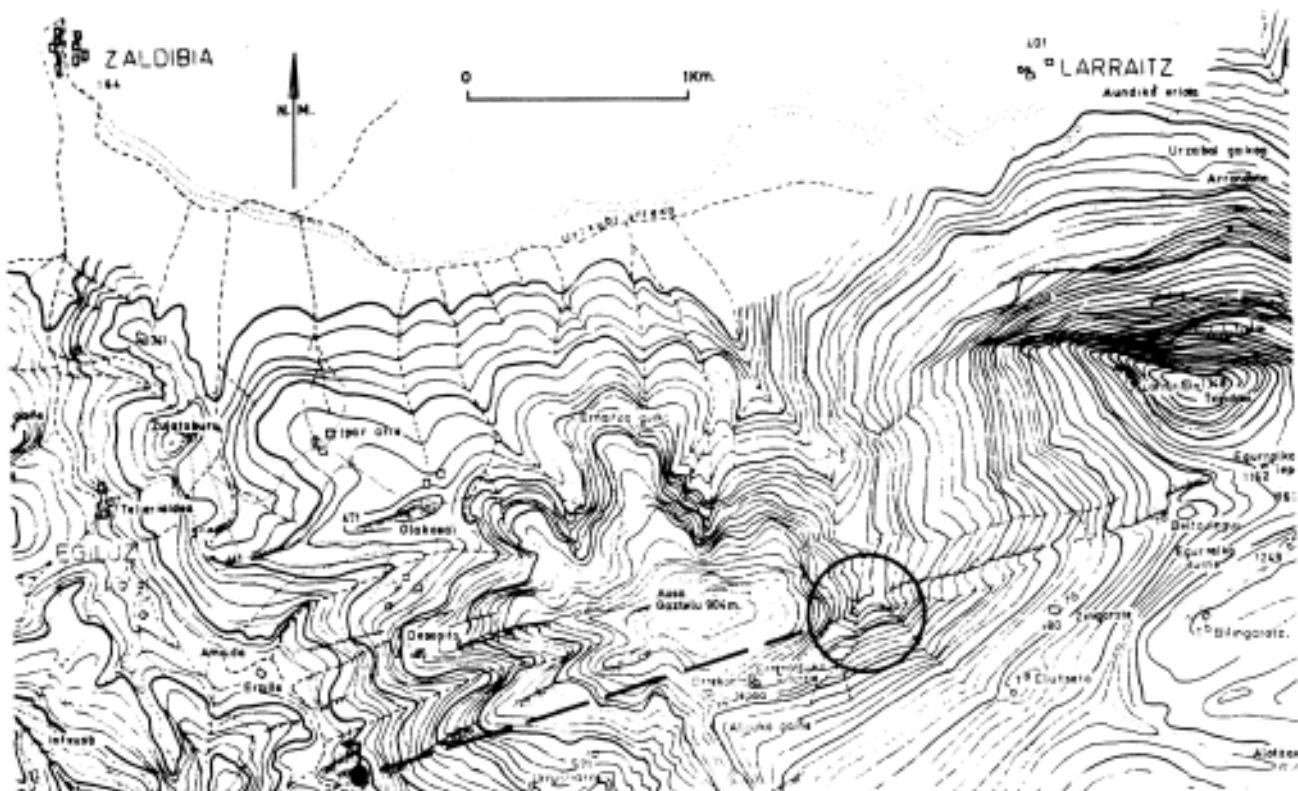


Fig. 1. Plano geográfico. Zona de sumideros y manantial de Osinbeltz.

tocones que denotan la existencia, en tiempos no muy lejanos (máximo 20 años), de una zona boscosa importante.

La zona permeable, correspondiente a las calizas Urgonianas, presenta una superficie desnuda a excepción de algunos arbustos que se desarrollan en las oquedades, fundamentalmente se trata de vegetación rupícola.

3. DESCRIPCIÓN GEOLOGICA

Los terrenos en que se desarrolla el complejo de Errekonta (sumideros-río subterráneo-manantial), corresponden a la 1.^a barra de calizas Urgonianas (Aptiense Inferior) que forman parte del flanco inverso hacia el oeste del cizallamiento de Azkarate, y que se continúan por este lado hacia el Domo de Ataun.

El aspecto es el clásico de estas calizas, con Rudistos de talla media (5 a 7 cm.), del tipo Toucasia, dispersos en el interior de la masa caliza (**ul**).

Al Sur de ella, encontramos el terreno impermeable constituido por los materiales arcí-

llo-areniscosos y deleznable del Aptiense Inferior (C1) y los correspondientes a las facies Wealdienses (W), que lo separan del potente sedimento Jurásico.

Al Norte y de forma similar, se disponen las arcillas impermeables (**pd1**, **pd2**, **pd3**) que la aíslan de las siguientes barras de calizas Paraurgonianas (**pu2**, **pu3**, **pu4**) mucho menos karstificables (figura 2).

De este modo la barra caliza urgoniana queda individualizada por el Norte y por el Sur, siendo cortada en el este por el valle de Errekonta y la cabecera de las regatas que forman el arroyo Urtxubi; y en el Oeste, por el valle del arroyo Amondarain, que forma a su vez el nivel de base de la zona.

Estructura: La 1.^a barra urgoniana presenta una dirección general E.NE-W.SW. En su extremo oriental (zona de sumideros) el buzamiento es de unos 75° S, y en el occidental, del mismo modo pero hacia el N. Este cambio de buzamiento en los dos extremos de la barra caliza produce una serie de fallas oblicuas a la dirección general en los 2,5 km. de extensión de la

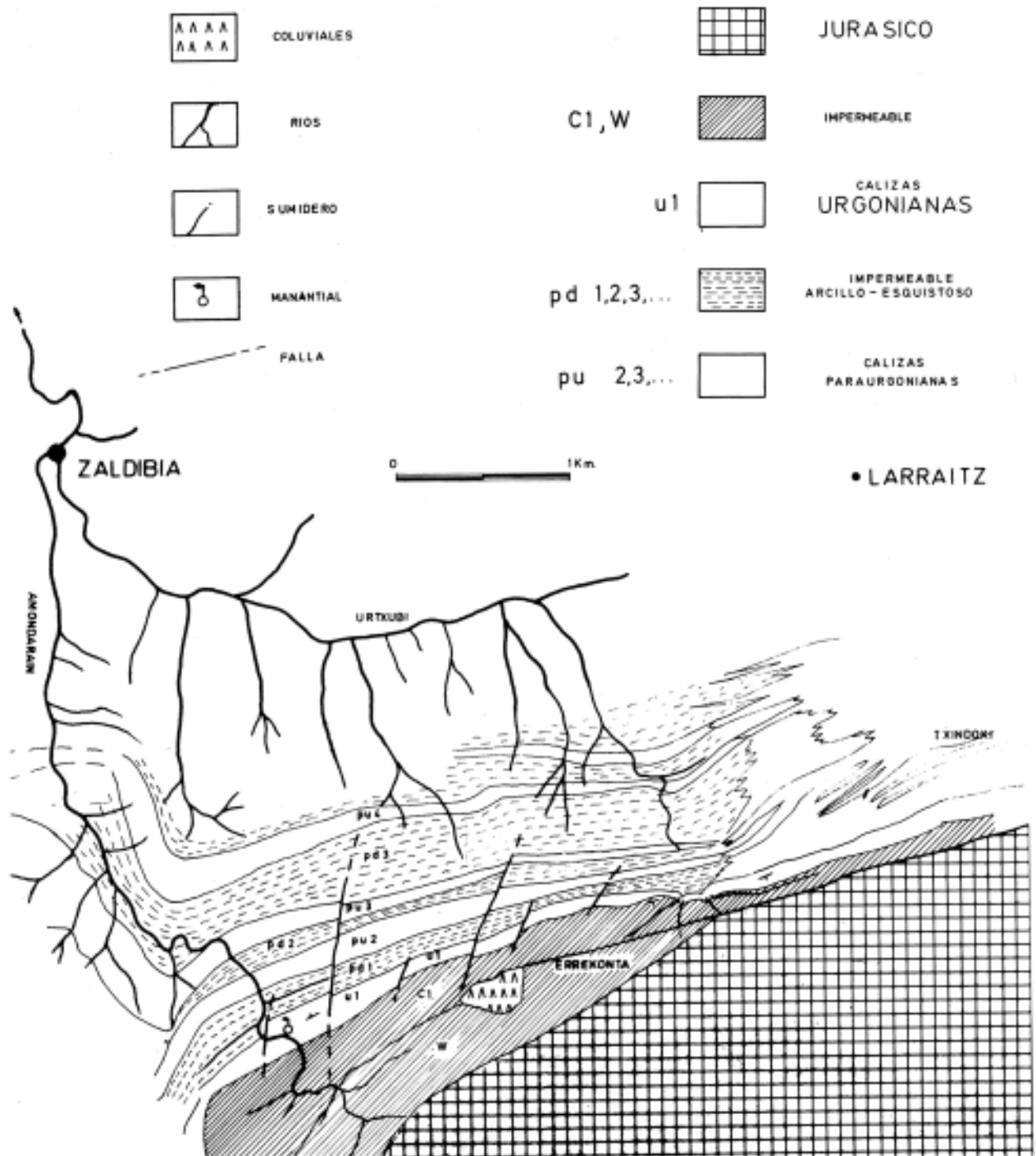


Fig. 2. Plano geológico (Duvernois, Ch.; Floquet, M. y Humbel, B. 1972).

misma. Su potencia media es de unos 100 m. (figura 3 y foto 1).

Para las calizas Paraurgonianas podemos considerar las mismas características que en la 1.^a barra: dirección general E.NE-W.SW. y buzamiento prácticamente vertical, de este modo las barras calizas se disponen en forma paralela.

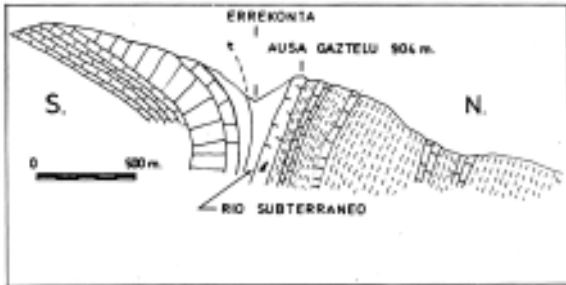


Fig 3 Corte geológico a la altura de Ausa Gaztelu (Duvernois, Ch; Floquet, M y Humbel, R. 1972).

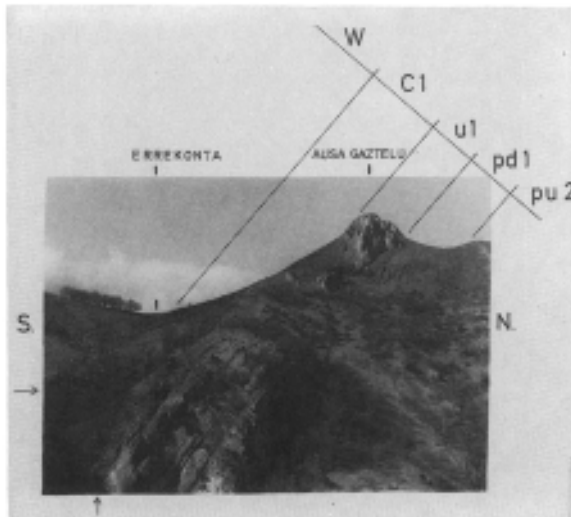


Foto 1: Monte Ausa Gaztelu visto desde el oriente con indicación de su estructura geológica. En la confluencia de las dos flechas se sitúa la cavidad ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA.

4. HIDROGEOLOGIA

4.1. Fenómenos kársticos

1. SUMIDERO DE ERREKONTA I. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.649 Y 4.763.135 Z 655

Sumidero perenne e impracticable en el que se infiltra la regatilla formada en la fuente de Errekonta. En tiempos de abundantes lluvias el

(1) C.E.G. Catálogo Espeleológico de Guipúzcoa 1969.

sumidero no puede absorber todo el caudal por lo que sus aguas discurren valle abajo hasta infiltrarse en ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA, n.º 2. Realizada una coloración se comprueba que sus aguas pertenecen al complejo ERREKONTA-OSINBELTZ. Se encuentra situado en la primera barra de calizas Urganianas. Ref. Aranzadi, 665.

2. ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.565 Y 4.763.150 Z 650

Sima sumidero temporal por la que se accede al colector subterráneo del complejo ERREKONTA-OSINBELTZ. Su boca es irregular de 2 por 2,5 m., presentando un salto inicial de 12 m. verticales. La cavidad se desarrolla en una compleja red de galerías que se superponen a modo de pisos, la dirección general de excavación es Este-Oeste (figura 4). Tras un desarrollo de 500 m. de galerías más o menos activas dependiendo del caudal que se infiltra por su boca de entrada, en las que se intercalan saltos verticales y fuertes desniveles, se accede al río subterráneo situado a 222 m. de profundidad. Su galería, de tipo subhorizontal, de 375 m. y un desnivel de 18 m., está siendo excavada en régimen semifreático a juzgar por los distintos niveles hídricos apreciados y la abundancia de lenares inversos. A la profundidad de 240 m. se halla el sifón terminal (figura 5). Topografiada. Ref. Aranzadi, 419.

3. SUMIDERO DE ERREKONTA II. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.822 Y 4.763.190 Z 600

Sumidero perenne e impracticable en el que se infiltra de forma difusa el agua de una regatilla que se forma en las laderas NW. de Atauurgañe. En tiempos de abundantes lluvias la regatilla atraviesa la primera barra de calizas Urganianas en que se desarrolla, alimentando a la cabecera de la regata Urtxubi. Ref. Aranzadi, 666.

4. KATAMOTZETAKO KOBA. C.E.G.(1)n.º 655. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.872 Y 4.763.210 Z 620

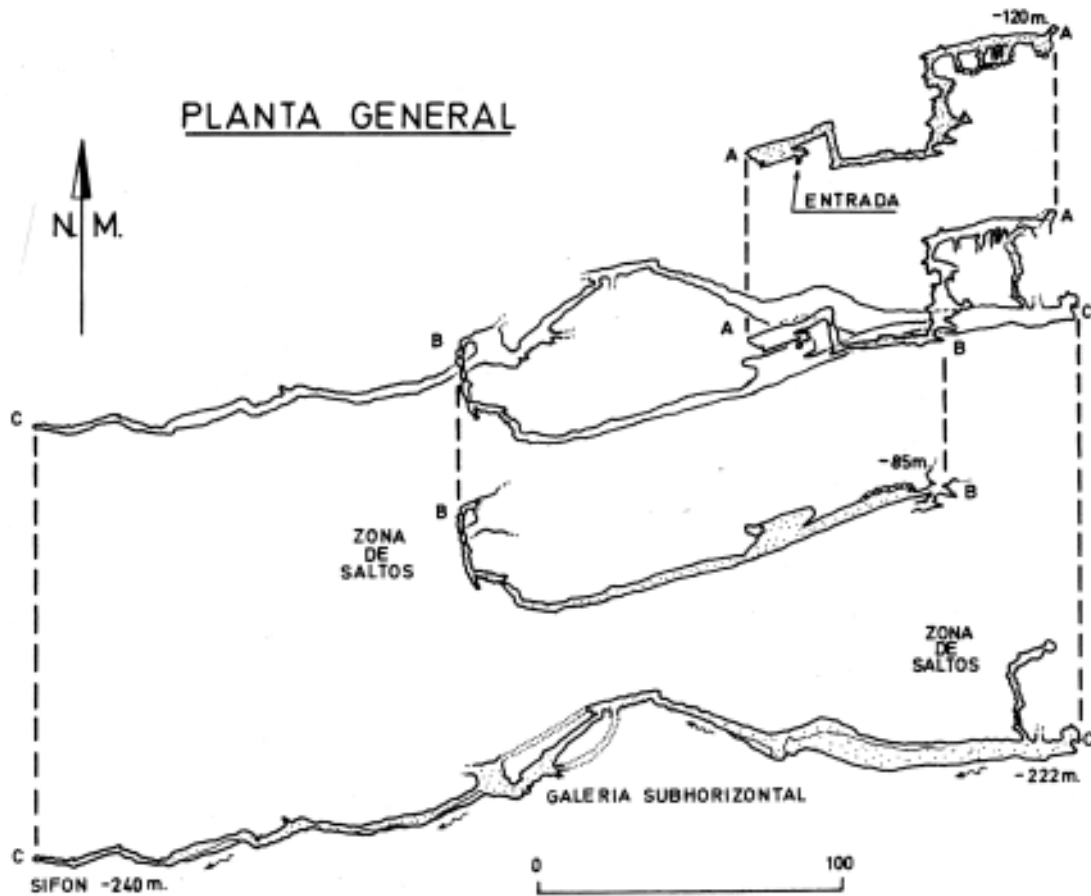
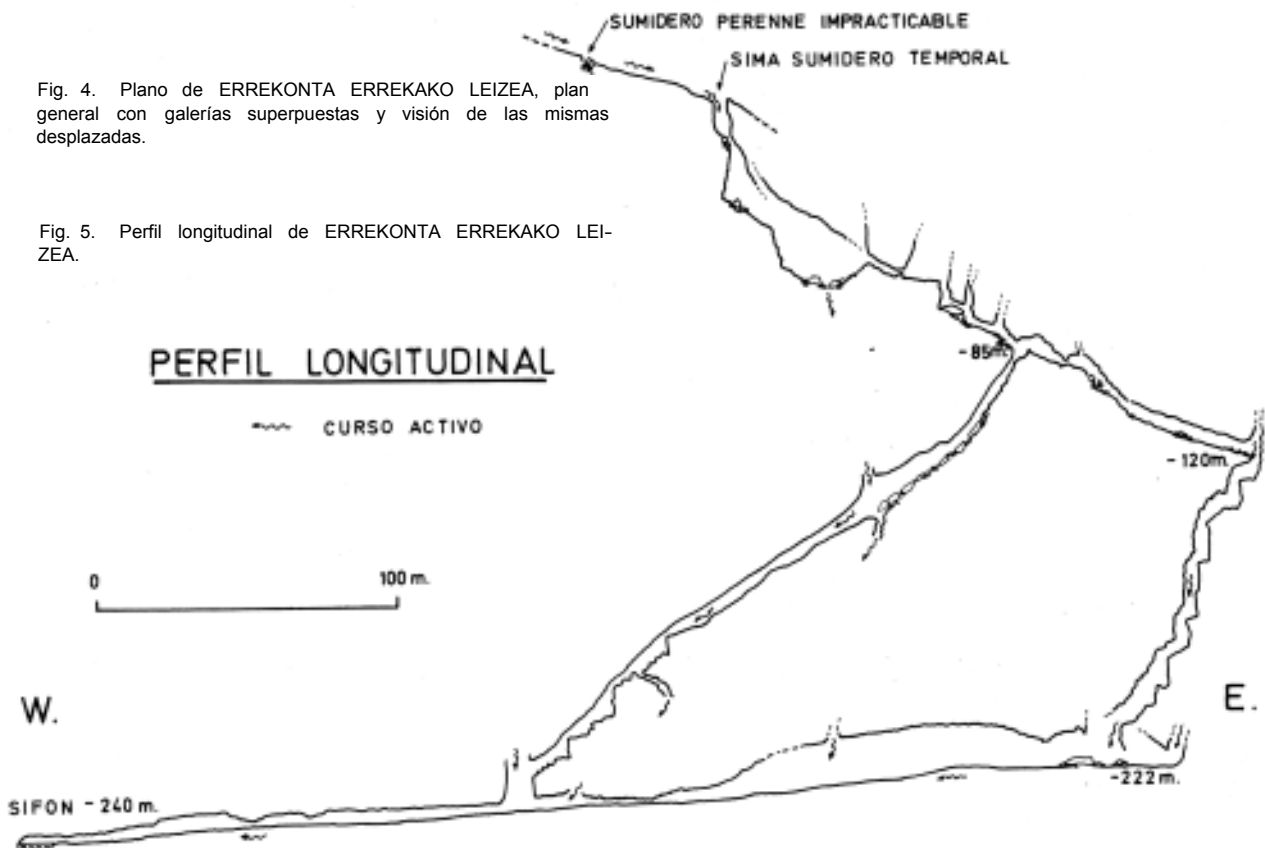


Fig. 4. Plano de ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA, plan general con galerías superpuestas y visión de las mismas desplazadas.

Fig. 5. Perfil longitudinal de ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA.



Amplia cavidad con boca de 15 m. de longitud por 5 de altura. La galería es descendente y a los 12 m. se estrecha hasta hacerse impracticable. Es sumidero perenne y se desarrolla en la primera barra de calizas Urganianas. Topografiada. Ref. Aranzadi, 424.

5. URDANZULOKO AIZPEA. C.E.G. n.º 646. Unión Enirio Aralar. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-59:

X 573.210 Y 4.763.290 Z 740

Se trata de un covachón de unos 10 m. de desarrollo que presenta dos entradas. El suelo es de roca y no existe relleno de sedimentos. Se sitúa en las calizas Urganianas correspondientes a la primera barra. Topografiada. Ref. Aranzadi, 474.

6. GAZTELUKO KOKA. C.E.G. n.º 680. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.146 Y 4.763.085 Z 875

Su entrada es de 1 por 0,5 m. Presenta un primer salto vertical de 4 m. y continúa entre bloques hasta descender 22 m. haciéndose impracticable. Se sitúa en la primera barra de calizas Urganianas. Topografiada. Ref. Aranzadi, 445.

7. OSINBELTZ. Zaldibia. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 570.480 Y 4.762.378 Z 260

Cueva-surgencia situada en el valle Amondarain. Su entrada está acondicionada para la toma de aguas que abastece al municipio de Zaldibia. Presenta una corta galería de 7 m. de desarrollo tras la cual se hace impracticable. Junto a ella existe otra cavidad de desarrollo descendente que parece tener relación con el estado natural de la cavidad antes de su acondicionamiento. Se enclava en la primera barra de calizas Urganianas y tiene relación directa (comprobada mediante coloración) con el complejo ERREKONTA-OSINBELTZ. El caudal medio anual estimado es de 29 l/sg. Ref. Aranzadi, 619.

8. AUSA GAZTELUKO LEIZEA. Zaldibia. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.061 Y 4.763.252 Z 840

Sima inactiva situada en la primera barra de calizas paraurgonianas. Presenta una boca de entrada de 3 por 1,5 m. de forma ovalada. Tras el salto de 12 m. se hace impracticable entre arcillas. Topografiada. Ref. Aranzadi, 621.

9. AUSA GAZTELUKO KOKA. Zaldibia. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 571.832 Y 4.763.291 Z 732

Pequeña cueva con entrada de 0,5 m. de diámetro por la que se accede a una galería de 15 m. de desarrollo descendente con abundantes bloques y arcillas. Es una cavidad inactiva y se sitúa en la primera barra de calizas paraurgonianas. Topografiada. Ref. Aranzadi, 622.

10. ERNAITZA GOIKOKO LEIZEA. C.E.G. n.º 678. Abaltzisketa. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.037 Y 4.763.450 Z 747

Sima de boca alargada de 7 m. de longitud por 3 de anchura. Presenta un primer salto vertical de 25 m. y continúa en nuevo salto de 29 m. donde termina por tapón de piedras y arcilla. La cavidad es inactiva y se abre en la segunda barra de calizas paraurgonianas siguiendo el buzamiento de los estratos. Topografiada. Ref. Aranzadi, 657.

11. ERNAITZAKO LEIZEA. Zaldibia. Coordenadas U.T.M. plano 1:5.000 Excma. Dip. Foral de Guip. n.º 89-58:

X 572.045 Y 4.763.706 Z 618

Sima inactiva situada en la segunda barra de calizas paraurgonianas. Presenta un único salto vertical de 4 m. por el que se accede a una sala de 6 por 5 m. con suelo descendente de arcillas y bloques. Topografiada. Ref. Aranzadi, 623.

4.2. Coloración.

Obtenidos los correspondientes permisos por parte de la Comisaría de Aguas del Norte

de España y una vez avisados los Ayuntamientos de la zona, se procede a efectuar la coloración del río subterráneo de Errekonta el día 30 de mayo de 1980.

Dicha coloración queda subdividida en dos partes, ya que no sólo nos interesa averiguar el punto surgente de las aguas del río subterráneo sino que además se intentará relacionar uno de los sumideros impracticables (Sumidero Errekontako erreka, n.º 1) con los diversos aportes de agua que en la profundidad de la masa caliza engrosan a modo de afluentes el citado río subterráneo. Por todo ello se procede del siguiente modo:

- a) **Coloración en el exterior:** Se efectúa la coloración con 50 gr. de uranina disuelta convenientemente en alcohol y amoníaco. El colorante es vertido al arroyo de Errekonta que en el momento de la inyección, 15,50 h. del día 30, presenta un caudal de 5 l/s, siendo el tiempo del vertido de 1 minuto, por lo que el colorante se disuelve en unos 300 l. de agua. De este modo el agua coloreada a la cota de 660 m.s.n.m., se infiltra primero en el sumidero impracticable (655 m.s.n.m.) y la sobrante, tras un corto recorrido lo hace en Errekonta erreka leizea, n.º 2 (650 m.s.n.m.).

Simultáneamente un equipo de tres personas permanece a la profundidad

de 240 m. en Errekonta erreka leizea, de tal forma que avistan el paso del colorante a las 17,55 h. en dos de los mencionados aportes. En el momento en que es observado el paso del colorante se procede a completar la coloración.

- b) **Coloración en el interior:** A las 18,00 h. se vierten otros 450 gr. de uranina, convenientemente disuelta en alcohol y amoníaco, en el río subterráneo (cota 410 m.s.n.m.) que ya se encuentra parcialmente coloreado por la prueba realizada en el exterior. El caudal en este punto es de 10 l/s y el tiempo del vertido de 2 minutos, por lo que se colorea un volumen de agua de unos 1.200 l.
- c) **Instalación de estaciones receptoras del colorante: fluocaptores:** Previamente al momento de efectuarse la coloración, son instaladas un total de 5 estaciones posibles receptoras del colorante. Por los datos obtenidos hasta esa fecha (30-V-81) en relación al desarrollo de la cavidad y a la geología del conjunto, es nuestra opinión que la zona surgente se sitúa en las calizas que alcanzan el valle de Amondarain y más concretamente, en el conocido manantial de Osinbeltz (Zaldibia). En cualquier caso, y teniendo presente la existencia

ESTACIONES RECEPTORAS DEL COLORANTE	:Fecha de instalación						
	FLUOCAPTORES : Fecha de observación						
	: Resultado						
1.OSINBELTZ (manantial) cota (260m.s.n.m.)	30-V-80 1-VI-80 negativo	1-VI-80 5-VI-80 negativo	5-VI-80 8-VI-80 avería	10-VI-80 14-VI-80 positivo	14-VI-80 21-VI-80 positivo	21-VI-80 28-VI-80 negativo	28-VI-80 6-VII-80 negativo
2.CANAL (entre Arkaka y central) cota: 310 m.s.n.m.	30-V-80 8-VI-80 negativo	eliminado					
3.AMONDARAIN(sobre el manantial) cota: 255 m.s.n.m.	30-V-80 21-VI-80 negativo	21-VI-80 28-VI-80 negativo	eliminado				
4.AMONDARAIN (en la Central C.A.F.)	30-V-80 14-VI-80 avería	14-VI-80 21-VI-80 avería	21-VI-80 28-VI-80 negativo	28-VI-80 6-VII-80 negativo	eliminado		
5.AMONDARAIN (en Arkaka) cota: 325 m.s.n.m.	30-V-80 21-VI-80 averiado	21-VI-80 28-VI-80 negativo	eliminado				

Tabla 1. Resultado de la coloración efectuada, en las estaciones receptoras.

de diferentes fuentes que surgen a nivel del arroyo Amondarain, se distribuyen las distintas estaciones a lo largo de los 250 m. que el citado arroyo debe recorrer en su travesía casi perpendicular de la barra caliza.

Conclusión (Tabla 1)

A pesar de las averías registradas en las estaciones receptoras del colorante, fundamentalmente debidas a la mano de algún desaprensivo que inutiliza las cápsulas de los fluocaptos, queda demostrado, tras análisis de laboratorio del carbón activo, el paso del colorante por el manantial de Osinbeltz entre los días 10 y 14 del mes de junio. Como puede verse en la Tabla 1, resulta imposible precisar si el colorante salió por el manantial entre los días 5 y 10 de junio, lo cual nos daría idea de la velocidad de conducción del acuífero.

No obstante, hay que señalar en relación a las precipitaciones correspondientes al tiempo

de coloración que el día 30 de mayo (día de coloración) deja de llover y no se registran nuevas precipitaciones hasta el día 6 de junio, lloviendo intensamente los días 9 y 11 del mismo mes (Tabla n.º 2). A su vez, el manantial durante este tiempo experimenta un considerable descenso en cuanto a su caudal surgente (observación directa) y es precisamente en los días siguientes a las fuertes precipitaciones cuando se incrementa notablemente, demostrando además, indicios del colorante (entre el día 10 y 14 de junio).

Resumen de los datos de coloración

Lugar: ERREKONTA ERREKAKO LEIZEA (sima sumidero)

Fecha: 30-V-80

Situación: T.M. Abaltzisketa, coordenadas U.T.M. plano escala 1:5.000.

Nombre de la Estación: C.A.F. (Beasain)

Año: 1.980

MES:	Mayo	Junio																																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DIA</th> <th>PRECIPITACION mm.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>...</td><td>...</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>0</td></tr> <tr><td>17</td><td>0</td></tr> <tr><td>18</td><td>0</td></tr> <tr><td>19</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>2</td></tr> <tr><td>21</td><td>5</td></tr> <tr><td>22</td><td>1,2</td></tr> <tr><td>23</td><td>0</td></tr> <tr><td>24</td><td>0</td></tr> <tr><td>25</td><td>5,8</td></tr> <tr><td>26</td><td>8,1</td></tr> <tr><td>27</td><td>2,6</td></tr> <tr><td>28</td><td>5,5</td></tr> <tr><td>29</td><td>1,9</td></tr> <tr><td>30</td><td>0</td></tr> <tr><td>31</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	DIA	PRECIPITACION mm.	15	0	16	0	17	0	18	0	19	0	20	2	21	5	22	1,2	23	0	24	0	25	5,8	26	8,1	27	2,6	28	5,5	29	1,9	30	0	31	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DIA</th> <th>PRECIPITACION mm.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td>2</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>21</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>22</td></tr> <tr><td>12</td><td>16</td></tr> <tr><td>13</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>2,2</td></tr> <tr><td>17</td><td>0</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td></tr> </tbody> </table>	DIA	PRECIPITACION mm.	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	4	7	2	8	0	9	21	10	0	11	22	12	16	13	4,8	14	0	15	0	16	2,2	17	0
DIA	PRECIPITACION mm.																																																																													
...	...																																																																													
15	0																																																																													
16	0																																																																													
17	0																																																																													
18	0																																																																													
19	0																																																																													
20	2																																																																													
21	5																																																																													
22	1,2																																																																													
23	0																																																																													
24	0																																																																													
25	5,8																																																																													
26	8,1																																																																													
27	2,6																																																																													
28	5,5																																																																													
29	1,9																																																																													
30	0																																																																													
31	0																																																																													
DIA	PRECIPITACION mm.																																																																													
1	0																																																																													
2	0																																																																													
3	0																																																																													
4	0																																																																													
5	0																																																																													
6	4																																																																													
7	2																																																																													
8	0																																																																													
9	21																																																																													
10	0																																																																													
11	22																																																																													
12	16																																																																													
13	4,8																																																																													
14	0																																																																													
15	0																																																																													
16	2,2																																																																													
17	0																																																																													
...	...																																																																													
fecha de coloración →		← indicios de coloración en manantial																																																																												

Tabla 2. Precipitaciones correspondientes al tiempo de coloración.

Excma. Dip. Foral de Guip. hoja
89-58:
X 572.565 Y 4.763.150
Z 650

Colorante: Fluoresceína sódica ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$)
(Uranina A extra concentrada).

Punto de coloración: profundidad de 240 m.
Cota s.n.m. 410 m.

Forma del vertido: disolución previa con alcohol y amoníaco.

Cantidad de colorante: 500 gr.

Manantial afectado: OSINBELTZ (T.M. Zaldibia). Valle de Amondarain.

Coordenadas U.T.M., hoja 89-48:

X 570.480 Y 4.762.378 Z 260

Fecha resultado positivo: entre los días 10 y
14 del VI-80.

Desnivel punto inyección-manantial:
150 m.

Distancia: 2.000 m.

Gradiente: 7,8%

4.3. Balance Hidrogeológico.

Tal y como hemos definido en el apartado de geología, el Urgoniano de Ausa Gaztelu forma una unidad hidrogeológica bien definida y aislada del resto de las estructuras permeables de la Sierra de Aralar, y en concreto las de Urgoniano Norte y Jurásico Central.

La especial disposición de su tectónica, las características de los afloramientos calizos, así como la relación, con los afloramientos impermeables que los rodean, condicionan fundamentalmente el funcionamiento de la Unidad.

En relación con el funcionamiento hidrogeológico de esta unidad, tenemos que distinguir dos sectores:

1. Conjunto Hidrogeológico de Osinbeltz.
2. Calizas Paraurgonianas.

4.3.1. Conjunto Hidrogeológico de Osinbeltz.

Los fenómenos espeleológicos principales son: El sumidero y sima de Errekonta a 650 m.s.n.m. y varios sumideros situados de este mismo modo al Este del monte Ausa Gaztelu a

una altura aproximada de 625 m.s.n.m. Por último, la surgencia de Osinbeltz a 260 m.s.n.m. (figura 1).

Los dos sumideros y sima, que actúa como sumidero temporal, recogen el agua que discurre por los cauces epigeos excavados en los terrenos impermeables arcillo-areniscosos del Aptiense Inferior y Wealdiense, formando una cuenca de recepción.

La sima de Errekonta recogerá las aguas que en temporada de lluvias continuadas, rebozan del sumidero del mismo nombre situado a escasos metros por encima de ella.

Por esta sima se accede a la red kárstica de la unidad y en relación directa con el resto de los fenómenos antes mencionados. El sifón de esta cavidad se alcanza a una profundidad de 240 m. de la boca, es decir, a 410 m.s.n.m.

El manantial de Osinbeltz es el principal punto de drenaje de la unidad, aunque no el único, dado que existen a lo largo de la barra caliza y fundamentalmente a nivel del río Amondarain, que marcaría el nivel de base, varias surgencias de escaso caudal y funcionamiento local e independiente de la red principal.

En junio de este año 1980 se comprobó mediante coloración con fluoresceína, la interrelación de estos fenómenos.

La distancia entre los sumideros de Errekonta y la surgencia de Osinbeltz es de 2.000 m. en línea recta y en planta, siendo el desnivel de 390 m., con un gradiente de 7,8%.

Desde el sifón hasta la surgencia hay cerca de 2.000 m. y un desnivel de 150 m. (figura 6).

No podemos determinar con seguridad cuánto tardó el colorante en surgir en Osinbeltz, aunque podemos estimarlo aproximadamente en doce días. Tenemos que especificar que a partir de la fecha de coloración se sucedieron varios días sin lluvias importantes, que dadas las características del río subterráneo, pudo retardar la surgencia del agua coloreada.

Datos para el balance hidrogeológico

Como siempre que se realiza un trabajo de este tipo entre nosotros, nos encontramos con

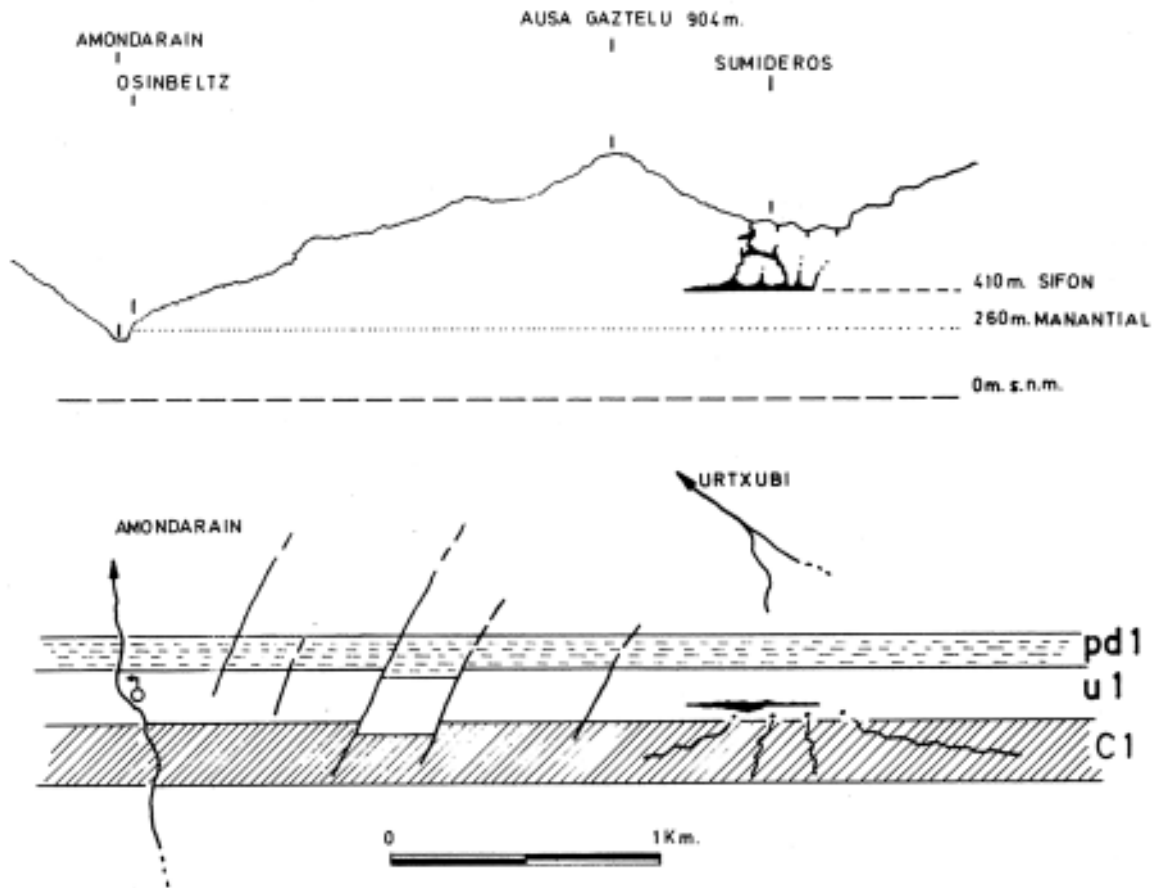


Fig. 6. Esquema del conjunto de ERREKONTA-OSINBELTZ en la barra de calizas Urganianas.

la primera dificultad al tratar de obtener datos climáticos fiables.

A. Uriarte (1978) hizo un intento de construir un mapa de isoyetas para la zona del litoral del País Vasco, y lo mismo cabe decir de I. Antigüedad (1980) para Vizcaya y Oeste de Guipúzcoa. En ambos casos, los resultados pueden considerarse como provisionales, pues falta todo lo relativo a las precipitaciones de montaña, etc.

En nuestro caso, tratándose de una zona muy concreta, de montaña, para la que no existen datos climáticos fiables, hemos recurrido a los datos aportados por las estaciones de buen funcionamiento, que se encuentran situadas en zonas similares a la estudiada.

Hemos dividido el conjunto hidrogeológico de Osinbeltz en dos áreas separadas:

A. Las cotas superiores a los 700 m.s.n.m. situada sobre terrenos arcillo-areniscosos del

Aptiense Inferior y Wealdiense con un suelo (rendzina?) de una potencia media de unos 25 cm. y cierta escorrentía superficial dirigida hacia la banda Urganiana.

B. El área ocupada por la barra Urganiana en las cotas inferiores a los 700 m.s.n.m. con caliza aflorante sin suelo y sin escorrentía superficial.

Las estaciones que hemos elegido son: Legazpia (402 m.s.n.m.) para el área (B) y Aránzazu (740 m.s.n.m.) para el área (A). Evidentemente la orientación y las otras condiciones topográficas no son las mismas, pero su cota de altitud, cierta cercanía, pero sobre todo, la fiabilidad de los datos nos han movido a su elección.

Datos de:

Aránzazu(2): 1.718 mm. precipitación media anual y 10,2° C de temperatura media anual.

Legazpia⁽³⁾: 1.522 mm. precipitación media anual y 12,6° C de temperatura media anual.

Evapotranspiración.

Para realizar esta evaluación contamos con los métodos tradicionales, basados en los cálculos empíricos de Türc y Thornthwaite y fórmulas teóricas como la de Becerril para el cálculo de la infiltración. En lo que respecta a la ETR, el problema reside en el hecho de que en el área (B) no posee suelo, siendo la superficie un lapiaz sobre calizas Urgonianas, como sabemos. Aquí el cálculo de la ETR con el método Thornthwaite es muy impreciso ya que en épocas veraniegas nos encontramos con que la ETR supera la cantidad de precipitación, por lo que la infiltración es nula. Sin embargo, sabemos por experiencia que hay cierta infiltración, no cuantificada, que llega a los acuíferos.

1) Método de Türc:

$$ETR = \sqrt{\frac{P}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Siendo: ETR = Evapotranspiración real anual en mm.

P = Precipitación anual en mm.

L = Constante con el siguiente valor $(300+25t+0,05t^3)$

t = Temperatura media anual.

2) Becerril; cálculo de infiltración total anual:

$$Lu = \beta p^{3/2}$$

Donde

P = precipitación anual en mm.

B = parámetro en función de características climáticas.

Zonas muy áridas = 0,005-0,010

Zonas áridas = 0,010-0,012

Zonas intermedias = 0,012-0,014

Zonas húmedas = 0,014-0,018

Zonas muy húmedas = 0,018-0,025

3) Método Thornthwaite:

$$ETP = 16 \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

Siendo:

ETP = Evaporación potencial, cálculo mensual en mm.

t = temperatura media mensual (° C).

I = índice de calor, suma de los valores de(i).

$$(i) = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

$$a = 0,000000675.I3 - 0,0000771.I2 + 0,01792.I + 0,49239$$

Los valores obtenidos han de ser ajustados por medio de un índice de iluminación mensual, según latitud, que en nuestro caso (43° N) son los siguientes. (Tabla 3)

Para el cálculo de Becerril hemos adoptado la media del valor: Zona húmeda.

Cálculo de ETR, según Thornthwaite:

Area (A) (Tabla 4)

En este caso la infiltración será:

$P-(ETR+22)$, es decir, el agua necesaria para restablecer la humedad del suelo.

Area (B) (Tabla 5)

En este caso el cálculo de la ETR es muy problemático ya que en los meses veraniegos, a pesar de que la ETP es muy superior al agua de precipitación sabemos por experiencia que en el lapiaz hay infiltración. Estimamos en un 20% la valoración de esta infiltración estival. (Tablas 6 y 7).

Aplicación de los datos obtenidos al conjunto hidrogeológico de Osinbeltz.⁽⁴⁾

El conjunto hidrogeológico de Osinbeltz comprende una superficie total de 901.000 metros cuadrados, que pueden dividirse como hemos visto antes en dos zonas:

Area (A).-La cuenca de recepción, delimitada al Sur por el collado de Errekonta y la zona de Elutzeta. Al Norte por la barra de calizas Urgonianas. Geológicamente está formada por terrenos arcillo-areniscosos del Aptiense inferior y Wealdiense. En esta zona se van a formar

(2) Datos obtenidos en la estación meteorológica de Aránzazu. Período 1966-1978.

(3) Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología. 1959-1978.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	1,95	0,81	0,77

Tabla 3. Índice de iluminación mensual. Latitud 43° N.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	156,9	127,8	165,2	179,9	167,1	116,1	69,7	92,8	85,2	141,5	209,8	206,7
ETP	17,7	19,1	26,2	38,6	64,5	87,5	106,7	99,9	78,2	55,5	28,7	16,8
P-ETP	139,1	108,7	139	141,2	102,6	28,6	-	-	7	86	181	189,9
Déficit							37	7,1				
Déficit							37	44,1				
R.U.	25	25	25	25	25	25	5	3	10	25	25	25
ETR	17,7	19,1	26,2	38,6	64,5	87,5	89,7	94,8	78,2	55,5	28,7	16,8

Tabla 4. Cálculo de ETR según Thornthwaite para el área (A)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	155,8	128,4	147,1	157,9	110,8	80,1	51,4	86,8	87,7	129,8	178,4	208,1
etp	15,2	19,3	31,5	47,8	79,3	105,1	122,1	11,2	84,0	53,5	23,8	14,8
P-ETP	140,5	109	115,6	110,1	31,4	-	-	-	3,7	76,2	154,6	193,3
Déficit						25,6	70,7	24,4				
Déficit						25,6	96,3	120,7				
R.U.												
ETR	15,2	19,3	31,5	47,8	79,3	80,1	51,4	86,8	84	53,5	23,8	14,8

Tabla 5. Cálculo de la ETR según Thornthwaite para el área (B)

	(A)	(B)
Türç	569,7	653,3
Thornthwaite	661,4	587,8

	(A)	(B)
Türç	1.149	869
Thornthwaite	1.035	934(977,5)
Becerril	1.146	952

Tabla 6. ETR anual.

Tabla 7. Infiltración media anual.

(4) Este conjunto hidrogeológico tiene un especial interés para nosotros por el hecho de que puede convertirse en un excelente laboratorio para realizar cálculos de evapotranspiración real.

Contamos con que la mayor parte de los factores que entran en el «balance hidrogeológico», pueden ser conocidos y cuantificados: precipitaciones, mediante los totalizadores de montaña ya colocados en las inmediaciones (Aralar). Escorrentía superficial, mediante control endorreico. Agua de infiltración, controlable en el manantial de Osinbeltz.

Confiamos en que este estudio pueda ser llevado a efecto esperando la colaboración de las autoridades correspondientes.

una serie de cauces epígeos que al contacto con las calizas de la primera barra se infiltran por los sumideros antes mencionados. La superficie aproximada de esta zona es de 576.050 m.² (figura 7).

Area (B).—Es la propia superficie de afloramiento de las calizas Urgonianas de la primera barra. La superficie de esta segunda zona es de 325.000 m.² muy karstificada. En esta barra están ubicados todos los fenómenos espeleo-

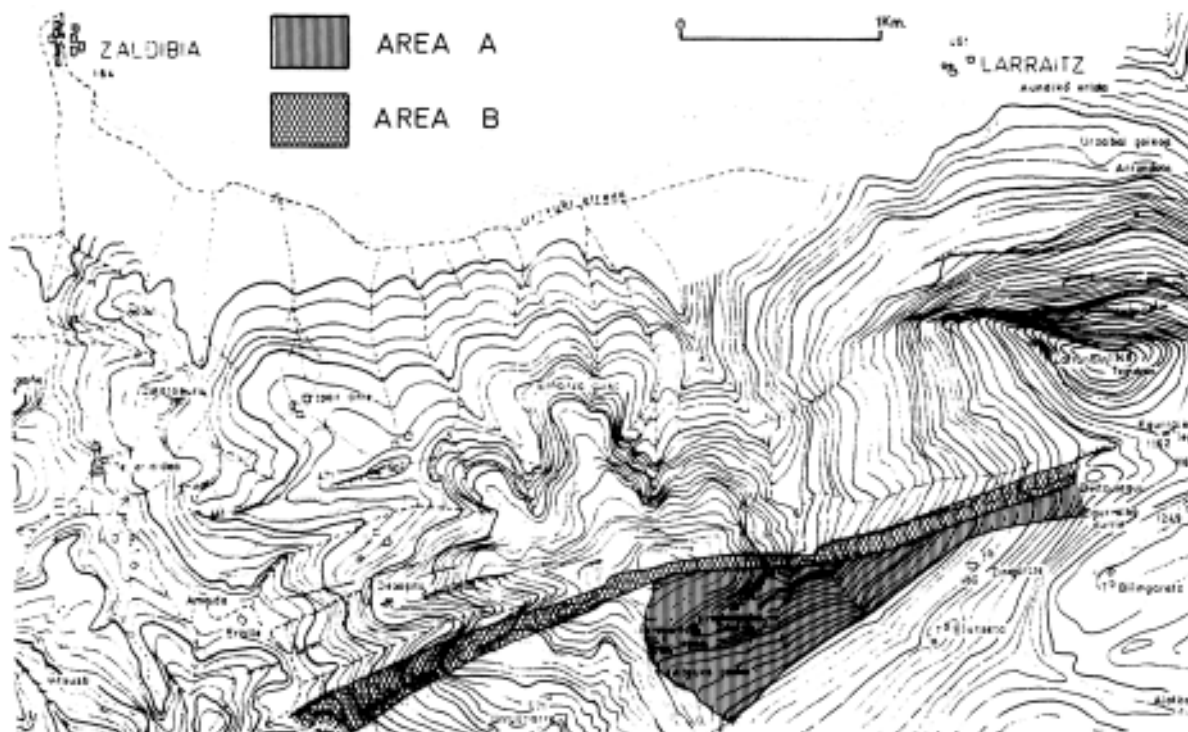


Fig. 7. Mapa de las áreas de captación (A) y (B) para el conjunto de ERREKONTA-OSINBELTZ.

lógicos al ser el único terreno calizo aflorante del conjunto de Osinbeltz. Se encuentran en el contacto con los terrenos del área (A), varios sumideros que recogen el agua de escorrentía de la misma, formando lo que llamaremos el complejo Errekonta (figura 7).

Si aplicamos los índices de infiltración que hemos calculado en el apartado anterior según Thornthwaite podemos obtener un caudal surgente mensual que podría ser el siguiente (Tabla 8).

La aplicación de los datos de infiltración sobre la superficie del conjunto hidrogeológico de Osinbeltz nos da una valoración mensual de los caudales surgentes.

Estimamos que los caudales indicados se acercan a la realidad, según observaciones hechas. Es preciso especificar la dificultad existente en aforar la surgencia de Osinbeltz, puesto que se canaliza directamente desde el mismo manantial hasta un depósito para abastecimiento público.

Hasta ahora los únicos datos de aforo los hemos obtenido del Ayuntamiento de Zaldibia

sin fecha precisa, siendo para nosotros importante saber que en estiaje el caudal ronda los 5 l/seg. Estas medidas de caudal, nos indicaron que las realizaban en el mismo depósito no siendo por tanto el caudal real de la surgencia de Osinbeltz, puesto que en épocas de estiaje añaden al caudal de la surgencia de Osinbeltz, el de otras cercanas e incluso de la misma barra de calizas Urgonianas.

La presencia de algunas surgencias de escaso caudal y varias de ellas temporales, sin relación directa con la surgencia principal de Osinbeltz se explica por las características tectónicas del conjunto. La especial disposición de sus estratos hace que la red subterránea del complejo Errekonta discurra a favor de los planos de estratificación. Prueba de ello nos lo da las características de sus galerías, de tipo unidireccional, laminares y orientadas según la dirección del plegamiento, que va a barrenar prácticamente la barra para surgir de Osinbeltz.

La disposición vertical de los estratos va a actuar como verdaderos diques entre acuíferos aislando unos de otros y discurriendo paralelamente. De aquí que en el área (B) se formen pe-

Meses	Area (A)	Area (B)	Total l/seg.
Enero	59,8	17,0	76,8
Febrero	25,8	14,6	40,4
Marzo	29,2	14,0	43,2
Abril	31,4	13,8	45,2
Mayo	22,0	3,8	25,8
Junio	6,3	1,9	8,2
Julio	2,9	1,2	4,1
Agosto	3,9	2,1	6,0
Septiembre	3,7	2,2	5,9
Octubre	14,8	9,2	24,0
Noviembre	40,2	19,4	59,6
Diciembre	40,8	23,5	64,3

Tabla 8. Caudales teóricos mensuales.

queños acuíferos fuera de la influencia del complejo hidrogeológico de Osinbeltz.

En resumen, hay que especificar la importancia del área (A) y resaltar su vulnerabilidad como indicamos en otro apartado y concluir diciendo que en el conjunto de Osinbeltz las características tanto hidrogeológicas como geológicas y geográficas, hacen que se aprecien considerables aumentos de caudal en corto espacio de tiempo cuando se producen lluvias importantes, y asimismo, disminuciones apreciables de caudal en corto espacio de tiempo cuando éstas cesan.

4.3.2. Las calizas Paraurgonianas

Las calizas Paraurgonianas forman al Norte de la superficie de estudio, tres barras paralelas a la Urganiana con semejantes características de buzamiento y dirección. Cada barra caliza está aislada de las demás por sedimentos impermeables arcillo-areniscosos (figura 2).

Estas calizas Paraurgonianas son algo margosas con mayor proporción de arcillas en su composición y más impermeables que las Urganianas, aunque permiten un cierto desarrollo del karst.

A lo largo de las barras Paraurgonianas se observan varias surgencias, de escaso caudal, que descargan a los riachuelos que han excavado los terrenos arcillo-arenosos que se intercalan entre las barras calizas, drenando alguna de estas surgencias directamente al río Amondarain.

El escaso valor hidrogeológico de estas barras paraurgonianas, hace que tratemos su estudio en este apartado de forma superficial.

Para el análisis hidrogeológico de estas barras paraurgonianas, tomaremos los datos climáticos empleados para el área (B) del conjunto de Osinbeltz.

La primera barra paraurgoniana tiene una superficie de 267.500 m², siendo la barra más karstificada de las tres paraurgonianas, apareciendo la roca caliza desnuda, sin apenas suelo ni vegetación. La segunda barra paraurgoniana tiene una superficie de 173.125 m² y la tercera barra de 441.250 m.² de superficie habiéndose realizado en algunas zonas plantaciones de coníferas.

Los índices de infiltración nos dan unos caudales surgentes anuales y en estiaje para estas tres barras (Tabla 9).

	Media anual	Caudal en estiaje
Primera barra	7,36 l/seg.	1,2 l/seg.
Segunda barra	4,76 l/seg.	0,8 l/seg.
Tercera barra	12,0 l/seg.	1,6 l/seg.

Tabla. 9. Caudales teóricos en media anual y en estiaje para las tres barras Paraurgonianas.

Los caudales expuestos en la Tabla 9 van a ser drenados por varias surgencias excavadas a favor de las fallas perpendiculares a la dirección del plegamiento. La más importante de las observadas descarga directamente de la primera barra al río Amondarain surgiendo el manantial a favor de los planos de estratificación.

5. VULNERABILIDAD DEL ACUIFERO

La unidad hidrogeológica que estamos estudiando tiene un especial peligro de contaminación por varios agentes, que si bien hoy algunos no existen, pueden ser una futura amenaza a la calidad de sus aguas, ya sea por la accesibilidad o por la proximidad a zonas de población.

Hemos de tener en cuenta que el agua recogida en la cuenca de recepción forma unos cauces epígeos que se infiltran al contacto con la barra caliza y desde aquí las aguas van a circular por el complejo Errekonta-Osinbeltz de una forma similar a una conducción por tubería, para surgir en Osinbeltz.

Si analizamos las dos zonas en la que hemos dividido en el apartado de hidrogeología, el conjunto hidrogeológico de Osinbeltz, vemos lo siguiente:

La primera zona, área (A), es más vulnerable, pues el agua circulante va a arrastrar todo lo que encuentre en superficie para sumirlo en el complejo Errekonta. En la actualidad las actividades en la zona se resumen a ganadería y paso de excursionistas, sin que éstas afecten de una forma importante la calidad de las aguas.

Es imprescindible preservar esta zona de peligro de contaminación e impedir la instala-

ción de refugios de montaña, granjas o similares, la construcción de pistas que puedan contaminar por barros el acuífero, o bien desviar un apreciable caudal hacia las zonas paraurgonianas y restar así caudal al manantial de Osinbeltz. Por último, impedir que se arrojen en esta zona cualquier tipo de vertidos.

En la segunda zona, área (B), la primera barra Urgoniana, el peligro es menor a excepción de las inmediaciones del manantial de Osinbeltz. Esto se explica por su inaccesibilidad, ya que desde los sumideros de Errekonta forma un farrallón calizo hasta el río Amondarain, lo que impide tanto la construcción de pistas como refugios, etc., por sus características topográficas. Sin embargo, una carretera asfaltada discurre por encima y cerca de la surgencia de Osinbeltz, atravesando la barra Urgoniana de Norte a Sur, formándose entre ella y el río Amondarain, un pequeño barranco y una plataforma caliza, donde se arrojan basuras, etc., que dada la fisuración de las calizas, pueden afectar al propio manantial.

En resumen, es importante para evitar la contaminación de las aguas surgentes en Osinbeltz, proteger toda la cuenca hidrogeológica a que nos referimos en este informe, y especialmente, la cuenca de recepción y las inmediaciones de la surgencia de Osinbeltz.

RESUMEN

En el presente estudio se recogen los resultados de las investigaciones efectuadas en una de las unidades hidrogeológicas en que se divide la Sierra de Aralar. Esta unidad, a la que denominamos Urgoniano de AuSa Gaztelu, está fundamentalmente constituida por las calizas Urgonianas del Aptiense Inferior.

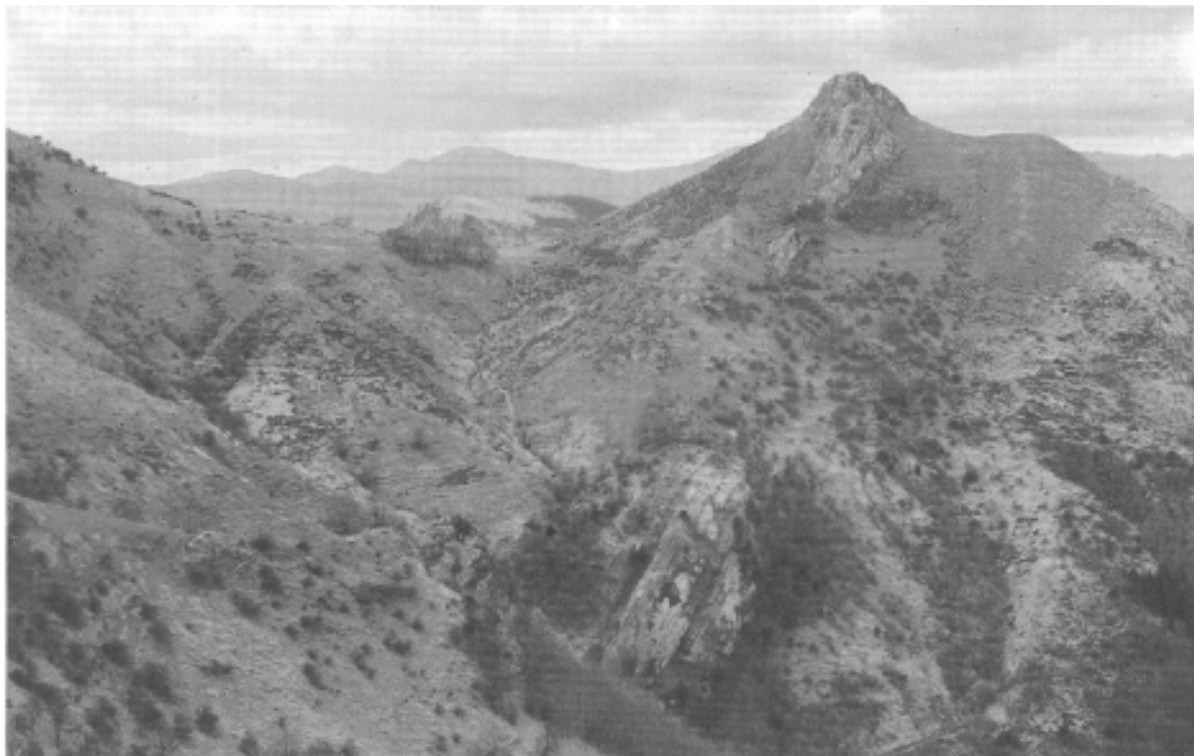


Foto 2: Principal área de captación (Area A) del conjunto ERREKONTA-OSINBELTZ visto desde el monte Larrunarri. Obsérvese asimismo, parte del Area B (barra de calizas úrgonianas) que configuran el monte Ausa Gaztelu.

En el estudio se analizan los datos hidrogeológicos con la descripción de los fenómenos espeleológicos, su relación mediante coloraciones (sumideros de Errekonta y manantial de Osinbeltz), su funcionamiento y por fin se examinan los datos para el balance hidrogeológico del conjunto: precipitaciones, evapotranspiración, aguas superficiales y como consecuencia de esto, las filtraciones.

Por medio de este balance, se han intentado obtener los caudales medios surgentes en el manantial de Osinbeltz (Zaldibia).

Con todo ello, la cuenca de captación de las aguas correspondientes a esta unidad, queda definida para un mejor aprovechamiento y utilización de las mismas.

LABURPENA

Aralar Mendikatea banatzen den unitate hidrogeologikoetako batetan egindako ikerketen emaitzak biltzen dira honoko lan honetan. Unitate hau, Ausa Gazteluko Urgoniarra izenez dei-

tua, funtsean Behe-Aptientseko kararri urgoniarez osatua dago.

ikaslan honetan, datu hidrogeologikoak analisatzen dira fenomeno espeleologikoen deskribapenekin batera; analisatzen dira baita ere, harremanak (kolorazio bidez lortuak) (hona, Errekontako urobian eta Osinbeltzeko iturburuan), hauen funtzionamendua eta, azkenik, multzo guztiaren balantze hidrogeologikoa lortzeko datuak aztertzen dira: Prezipitazioak, lurrin-transpirazioa, lurrazaleko urbiziak eta, guzti honen ondorio bezala, iragazpenak.

Balantze honen bidez Osinbeltzeko (Zaldibia) iturburuan batez-beste kanporatzen den emaria lortu nahi izan da.

Guzti honekin, unitate honi dagokion uren biltze-arroa mugatu ahal izan da, ur hauek hobeki probetxatu eta erabil ahal izateko.

SUMMARY

The present work collects the results of the investigations practised over one of the hydro-

geological unities in which the Aralar Mountain Range is divided. This unity, which we call Urgonian of Ausa Gaztelu, is mainly constituted by the Urgonian limestones of the Lower Aptian.

In the work the hydrogeological data are analysed together with the description of the speleological phenomenons, their relations through coloring techniques (Errekonta plunges and Osinbeltz source), their functioning and, at the end, the data for the hydrogeological balance are examined: rainfalls, evaporation and perspiration, superficial waters and, as a result, the filtrations.

Through this balance it has been tried to obtain the medium wealths that rise in the Osinbeltz Source (Zaldibia).

As a whole conclusion the work defines the captative basin of the waters corresponding to this unity, providing their better profit and use.

BIBLIOGRAFIA

- BARANDIARAN, J. M.-1977. Excavaciones en Jentilbaratza y Kobalde. (Ataun) (Campaña de 1971). *Munibe* 29, 195-212. San Sebastián.
- DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA. Servicio Cartográfico. Mapas topográficos Escala 1:5.000. San Sebastián.
- DUVERNOIS, CH., FLOQUET, M. y HUMBEL, B.-1972. La Sierra d'Aralar. Stratigraphie. Structure. Cartographie au 1:25.000. Tesis Doctoral. Univ. Dijon.
- ELOSEGUI, J.-1971-1972. Aralar-mendi ta Aralar inguruko leku-izenak. *Anuario de Eusko-Folklore* 24, 103-215. San Sebastián.
- FLOQUET, M. y RAT, P.-1975. Un exemple d'interrelation entre socle, paléographie et structure dans l'arc Pyrénéen Basque: la Sierra d' Aralar. *Rev. Géograph. Phys. et Géol. Dynam.* (2) 17, 497-512. Paris.
- FLOQUET, M., DUVERNOIS, CH., HUMBEL, B.-1977. La Sierra d'Aralar. Le support sédimentaire et l'architecture dans les paysages. *Munibe* 24, 167-194. San Sebastián.
- I.G.M.E. División Geol.-1971. Estudio Geológico de la Provincia de Guipúzcoa. *Memoria IGME* 79, 2 vols. Mapas. Madrid.
- CASTILLO, Fco. E., JIMENEZ ORTIZ, R.-1965. Evapotranspiración potenciales y balances de agua en España. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- RAT, P.-1980. Les systèmes urgoniens et les paysages du Guipúzcoa. *Munibe* 32, 179-193. San Sebastián.
- SECC. ESPELEOLOGIA, Soc. Ciencias Aranzadi.-1969. Catálogo Espeleológico de Guipúzcoa (C.E.G.). San Sebastián.
- SECC. ESPELEOLOGIA, Soc. Ciencias Aranzadi.-1978. El río subterráneo de Ondarre y la karstificación en la sierra de Aralar. *Munibe* 30, 257-282. San Sebastián.
- SECC. ESPELEOLOGIA, Soc. Ciencias Aranzadi. Archivos.
- URIARTE, A.-1978. Mapa pluviométrico del extremo oriental del Cantábrico. *Lurralde* 1 INGEBA. San Sebastián.
- UGARTE, F. M.^a-1981. Datos para el estudio del clima de montaña en el País Vasco: Aránzazu (1966-1978). *Munibe* 33, 21-30. San Sebastián.