

# GUIÓN

## INTRODUCCION

*Breve reseña de su exploración:*

GEOLOGIA

- 
- A) Situación Geográfica
  - B) Estratigrafía
  - C) Tectónica

SIMA ORMAZARRETA

- 
- A) SITUACION
  - B) MORFOLOGIA
  - C) ESPELEOGENESIS
  - D) ENCAJE GEOLOGICO
  - E) CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS

APENDICE

Bibliografía



# Sima Ormazarreta (Aralar)

## INTRODUCCION

La sima Ormazarreta, es una cavidad que por sus características y profundidad, requirió el empleo de material especial antes de ser dominada. Cuando ello ocurrió, la cifra de profundidad encontrada, en el año 1955, demostró que muy bien podría tratarse de las mayores de España, limpiamente en un principio y en pugna después con la Torca del Carlista (cavidad vizcaína), explorada en 1958.

Para afianzar el pedestal de ulteriores afirmaciones, se precisaba una comprobación topográfica lo más rigurosa posible de la cavidad, circunstancia que motivó la expedición de 1959, de la que surgieron las ideas que hicieron posible la redacción del presente trabajo.

En lo tocante al esbozo geológico del mismo, transmitimos al lector, si es que desea más información, a la magistral obra de LAMARE, no sin antes indicar que los cortes señalados sobre la carta geológica que acompaña estas líneas, tienen un número ordinal que corresponde a las figuras que de los citados cortes hace LAMARE en su estudio.

No sería justo silenciar aquí la desinteresada y efectiva labor que del R. P. Máximo Ruiz de Gauna hemos recibido en todo momento. Vaya pues para él, nuestro agradecimiento.

Nos ha sido de gran utilidad, la colaboración en los trabajos de gabinete de los espeleólogos, José Antonio Agorreta, Armando Llanos, Jaime Fariña y J. L. Ullívarri, sin los cuales, la salida a luz de estas líneas, hubiera, sin duda, recibido gran demora.

### BREVE RESEÑA DE LA EXPLORACIÓN

Esta sima es visitada por vez primera en el año 1949 que es cuando se tienen referencias de su existencia como embudo donde se recogen las aguas de la fuente y laderas del monte Apain. Da lugar su exploración a partir de esta fecha, a formar una verdadera escuela de técnica, ya que son numerosos los descensos que se efectúan, dado lo precario e insuficiente del material.

AÑO 1949.—Siguiendo las aguas de la fuente de Apain, se descubre que éstas penetran en una gran oquedad continuando por una galería horizontal de bastante amplitud.

AÑO 1950.—Se consigue descender hasta la primera cascada a través de una galería bastante estrecha de formación en meandros y gran desarrollo vertical; forman el grupo de descenso: Bengoa, Azcona, Santesteban y Tellería.

AÑO 1951.—Siendo el grupo más numeroso y con mejor iluminación, se desciende debajo de la primera cascada empleando técnica de escalada, participando en el descenso Sáenz, Bengoa, Tellería, Azcona, Santesteban.

AÑO 1952.—Se encuentran varios refuerzos y se consigue descender las dos cascadas primeras, descubriendo una galería en plano horizontal por donde no circula el agua y otra en sentido descendente y por donde ésta desaparece. Forman el descenso hermanos Santesteban, Echalecu, Sáenz, Bengoa.

AÑO 1953.—En esta incursión se consigue recorrer la galería seca y dar con una tercera sima, que se desciende, situándose uno de los espeleólogos en la cornisa de menos de 100 metros, donde el agua reaparece; es en esta exploración donde se emplean escalas metálicas, descubriéndose la gran cascada (85 metros de vertical). Forman el equipo, Sáenz, Razquin, Echalecu, Bengoa, Santesteban.

AÑO 1954.—Coincidiendo con el estiaje de Septiembre se lleva suficiente material para descender al fondo de la gran cascada (menos 190 metros) formando el grupo, Arcaute, Echalecu, Bengoa, Razquin, Sáenz, Santesteban, descendiendo los seis hasta la cornisa de menos de 100 metros al pie de la gran cascada y equipando ésta para descender. Surgen varias dificultades, como que la caída de agua se realiza en la trayectoria de la escala desplegada, empotrando al explorador en una grieta estrecha; tras nuevas tentativas, la rotura de un cable, obliga al grupo a replegar.

AÑO 1955.—En vista de los fracasos anteriores se realiza una minuciosa verificación del material, proyectándose un plan de descenso que se cumple en toda su extensión. Se cuenta en primer lugar, con el factor tiempo, empleándose dos días en el depósito de material en la cornisa de menos de 100 metros, al mismo tiempo que se equipa la gran cascada de barras de expansión para evitar la trayectoria del agua en su caída. Forman el grupo de descenso, Bengoa, Varea, Bregaña, Santesteban, Arcaute, realizándose el descenso el 8 de Julio.

Uno de los miembros consigue descender la gran cascada instalándose inmediatamente una línea telefónica, comunicando que una galería se abre en plano inclinado, por lo que pide el descenso de otro miembro y de material para continuar la exploración; situados los dos al fondo de la gran cascada interrumpen la comunicación durante dos horas para seguir el descenso encontrándose después de la galería en plano inclinado, con una nueva sima en cascada de 27 metros, que se consigue descender, apreciándose que continúa el conducto por otra galería de gran extensión y que no se desciende por diversas dificultades. Más tarde se comprueba que el desnivel alcanzado fue de 230 metros, momento en que se decidió regresar, empleándose dos días para su instalación y dos para su descenso y regreso.

Como dato curioso en esta exploración, se produjo un alud de roca sin mayores consecuencias que el susto consiguiente.

Este mismo año se vuelve a descender el 3 y 4 de Septiembre en una operación contra reloj, teniendo el material depositado de la exploración de Julio; se parte de la boca de la sima a las 12 de la noche del día 3 en compañía del Capellán que oficia la Santa Misa a las 3 y media de la madrugada, colocándose el altar sobre las rocas en la cornisa de 100 metros, formando el grupo el Capellán, Varea, Echalecu, Sáenz, Palos, Bregaña, Santesteban. Se acompaña después de la Misa al Capellán al exterior, mientras que el grupo de descenso, formado por tres espeleólogos, desciende la gran cascada, para continuar descendiendo dos, la cascada de 27, dando un margen de tres horas para el regreso.

Se realiza el descenso de una gran galería en rampa de 30 grados aproximadamente de inclinación, donde existen varios pasos en chimenea, uno de los cuales presenta un salto vertical (6 metros) continuando por el cauce de la corriente, que forma un pequeño cañón, hasta dar con un sifón que obliga a abandonar por falta de material: el ascenso se realiza haciendo la topografía de esta rampa, a pesar de la carencia de tiempo y de luz (se actúa con los frontales eléctricos), pues el carburo se agotó. Lo que obliga a hacerlo deprisa y no con la precisión debida.

Se llevan más de 20 horas de exploración cuando se reúnen de nuevo los tres espeleólogos con dificultades al remontar la cascada de 27 metros, que se realiza a oscuras y de la Gran Cascada que por lo angosto de su terminación da lugar a que se enganchen, hilo telefónico, cuerda de ascenso de material y tren de escalas. No obstante, la llegada a la cornisa de 100 metros se realiza a las 24 horas de exploración. Como los alimentos eran escasos, hubo que recurrir a las raciones de urgencia (raciones "K"), procediéndose a la recogida de material y ascenso del mismo, que constituyó la parte más dura y lenta de la exploración, pues se hallaba mojado con el consiguiente aumento de peso.

La exploración se llevó a cabo en 36 horas, empleándose el siguiente material:

- 160 metros de escala metálica.
- 300 metros de cuerda de nylon.
- 50 metros de cuerda perlón.
- 2 barras de expansión.
- clavijas, mosquetones, martillos, etc.
- 500 metros de hilo telefónico.
- 2 laringófonos.
- 5 trajes impermeables.
- 4 arneses de descenso.
- 7 equipos de iluminación, raciones de urgencia, avituallamiento dos días, botiquín.

En espera de ulterior comprobación, se dió a la publicidad el plano de la cavidad, donde se aprecia un desarrollo vertical de 381 metros.

AÑO 1959.—Fue visitada el 15 y 16 de Agosto nuevamente por miembros del grupo de Aranzadi de San Sebastián e Institución Príncipe de Viana de Pamplona, teniendo como misión la comprobación topográfica del plano hecho en el año 1955, al mismo tiempo que se tomaban una serie de datos para completar su publicación. La exploración se efectuó por ocho espeleólogos, empleando 24 horas en el descenso y necesitando el siguiente material:

- 170 metros de escalas metálicas.
- 390 metros de cuerdas de nylon.
- 2 barras de expansión.
- Clavijas, mosquetones, etc.
- 5 arneses de descenso.
- Avituallamiento para dos días; equipo personal (sacos de dormir, colchonetas); botiquín; luz de butano y cocina; trajes impermeables; equipos de iluminación.

Los horarios empleados en el descenso han sido los siguientes :  
El día 8—8—59 se ha equipado la sima hasta 190 metros en cinco horas.  
Llegada a la boca de la sima : 12 horas día 15.  
Comienza el descenso: 13 horas día 15.  
Plataforma de 100 metros : 14 horas 30 minutos.  
Comida : 15 horas.  
Descenso de Gran Cascada : 16 horas.  
Descenso de Cascada de 27: 18 horas.  
Llegada al sifón final: 19 horas, 7 h. expl.  
Topografía hasta : 22 horas (10 h. expl.).  
Remontar las dos Cascadas : 1 hora, día 16 (13 horas).  
Vivac hasta : 5 horas, día 16.  
Desayuno y recogida: 8 horas 30 minutos.  
Remontar 100 metros : 13 horas día 16.  
Total alrededor de 24 horas de exploración.

Se emplean para trasladar los bultos dos mulos desde la Casa Forestal de Aralar.

La topografía de la rampa final se encuentra con la misma inclinación y recorrido que la efectuada en 1955, sin embargo, el acoplamiento del conjunto efectuado por dos grupos da lugar a algún error que es corregido, quedando el desnivel total hasta el sifón de 372<sup>5</sup> metros. Queda para más tarde (para los hombres rana del grupo), quizás el año que viene, la exploración de este sifón ya que en este descenso no pudimos entretenernos en vencerlo.



El equipo de descenso está formado por los siguientes miembros :

Grupo Aranzadi : Félix Ruiz de Arcaute.

Institución Príncipe de Viana: Isaac Santesteban, Carlos Sarobe, José Churio, Modesto Clemente, Antonio Benito, José Luis Monreal y Adolfo Eraso.

## GEOLOGIA

### A) SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Sierra de Aralar, geográficamente constituye un macizo montañoso, que ocupa el centro del triángulo entre las poblaciones de Tolosa, Echarrí-Aranaz e Irurzun.

Sus principales alturas son Irumugarrieta, Gambo, Putxerri, Las Malloas, Altxueta, etc., de más de 1.200 metros de altitud, ya que la altura mínima de la sierra de Aralar propiamente dicha, rebasa los 1.000 metros.

Dicha zona comprende la parte N. de la hoja de Alsasua n.º 114, escala 1:50.000 del catastro, y la parte S. central de la de Tolosa n.º 89, inmediatamente al N. de la de Alsasua. Pertenece pues, a la provincia de Navarra, salvo su tramo NW., que se enclava en Guipúzcoa.

Su constitución eminentemente caliza, y su relieve, en el que abundan los valles cerrados, suponen una región óptima para la instalación del Karst, especialmente en zonas de absorción, siendo la sima Ormazarreta uno de tales elementos.

## B) ESTRATIGRAFÍA

Atendiendo a la posición geográfica de la sima, a la vista de la magistral descripción que LAMARE hace de las series estratigráficas del macizo, su boca se enclava en las series del *aptense-albense* representadas desde su base por :

De 100 a 150 metros de margas arenosas con Orbitolinas, entre la que destaca la O. subcóncava, alternando con calizas que contienen Rhynchonellas y Lamelibranquios.

De 50 a 100 metros de calizas masivas con Rudistos (al parecer Toucasia Santanderensis).

La transición del *wealdense* al *aptense* no ofrece duda, siendo claramente visible en las inmediaciones del refugio Igaratxa; por el contrario el paso al *cenomanense* desde el *albense* no está claro, ya que sobre la serie descrita yace un complejo constituido por calizas zoógenas, calizas arenosas y margas que rebasan los 1.000 metros de potencia y en cuya facies margosoarenosa, se presenta una mezcla de orbitolinas con formas que pertenecen al *aptense* y al *cenomanense*, ocurriendo un fenómeno parecido con formas de Equínidos, Braquiópodos y Lamelibranquios<sup>13</sup>.

Esta desdibujación de límites estratigráficos, afecta en el supracretácico a grandes áreas del País Vasco planteando interesantes problemas geológicos que no son del caso detallar aquí.

## C) TECTÓNICA

La sierra de Aralar, constituye una unidad tectónica en "escama" (13) de vergencia sensiblemente S. en su mayor parte. No obstante algunos accidentes locales hacen variar la monotonía de esta estructura, teniendo alguno de ellos importancia genética tal, que supone la causa de la estructura descrita.

Así por ejemplo en su parte occidental, Aralar se nos presenta como un anticlinal disimétrico inclinado sobre su flanco N., (el Txindokí ocupa su vértice) de tal modo que dicho flanco tiene una vergencia de 80° al SSE., mientras que en su flanco S. solamente es de 10° a 20° también al SSE. Es decir que la alineación anticlinal es sensiblemente ENE (13).

El citado anticlinal, desaparece (su flanco N), por sumergirse bajo el cabalgamiento cretácico de Azcárate, formándose de este modo la estructura de "escama" (es lo que Lamare llama cizallamiento de Azcárate). Así pues, lo que era un típico anticlinal en el meridiano del Txindokí, al llegar al meridiano de Irumugarrieta no conserva rastro alguno de dicha estructura, dominando entonces la de la típica "escama", por desaparición del flanco N. del primitivo anticlinal(13).

En la parte sudoriental de la sierra, la unidad estructural viene rota por un braquianticlinal de núcleo *jurásico*, situado al E. del meridiano de la ermita de San Miguel.

Este braquianticlinal denominado por Lamare "boutonniere d'Oderiz" tiene menos de un km. de ancho por unos siete aproximadamente de largo, desarrollado sobre un eje sensiblemente WNW-ESE. El *jurásico* aparece desde la Peña Postura (al N. del Santuario) hasta los montes de Larrazpil, teniendo su máxima anchura hacia Odériz y Madoz entre cuyos pueblos pasa el eje. Las calizas del *malin*, son responsables aquí del segundo escalón rocoso de la sierra de Aralar, representado por las cotas siguientes (de WNW a ESE.): 1.062, 1.118, 1.101, 1.059, 1.071.

(Quizás el lector eche en falta, la descripción del Pico de la Trinidad al E. de Larráun, el cual efectivamente estructural y estratigráficamente pertenece a la sierra de Aralar. No obstante la supresión es voluntaria por constituir un conjunto hidrológico aparte, toda vez que la foz del Larráun lo separó de la típica "escama".

El desenvolvimiento tectónico de Aralar, es pues bastante tranquilo; el hecho de no aparecer zonas de milonitas en los bordes de los cabalgamientos, hace suponer a Lamare que dichas dislocaciones han sido debidas a torsiones lentas y progresivas de la capa (13).

Asimismo, el carácter disimétrico del accidente (escama) se debió a producirse entre dos dominios geológicamente heterogéneos: al N., terrenos poco persistentes, representados por un *jurásico* reducido y un *cretácico* esquistoso; y al S. un conjunto potente y rígido, caracterizado por las calizas del *dogger*, *malm* (también dolomítico) y *cretácico inferior* (13).

### SIMA ORMAZARRETA

#### A) SITUACIÓN

long. 1° 38' 30"  
lat. 42° 58' 10"

El ascenso a la sima de Ormazarreta se logra, utilizando el camino forestal que enlaza la Casa Forestal de Aralar con el Refugio de Igaratxa. (La referida Casa Forestal, es la de Navarra a la que se llega tras subir los 13 kms. del puerto de Baraibar desde Lecumberri. No debe pues confundirse con la casa Forestal de Guipúzcoa, la cual está a la derecha del camino de Zaldivia de acceso al Refugio desde la vertiente guipuzcoana).

Después de dejar el camino de Betelu a la derecha y los dos caminos a Lacunza por la izquierda, rebasamos dos kilómetros más adelante el cruce con el camino de Arana, (de acceso a Lizarragabengoa y puerto de Lizarrusti), el cual, también lo dejamos a la izquierda en nuestra progresión.

Un kilómetro más adelante abandonamos el camino de acceso al Refugio para seguir "campo a través" en sentido sensiblemente W, hacia las bordas de Larreixiki. Antes de llegar a ellas, entramos en una depresión cerrada de carácter eminentemente absorbente, a juzgar por los numerosos cauces que a dicho polje confluyen. Aquí, en el tramo N. (a la derecha según nuestra marcha), se desarrolla un extenso lapiaz, (que es preciso atravesar si se quiere ir al refugio) de tal modo y manera que en la conjunción de los cauces, instalados en terreno impermeable, con el lapiaz calizo, ocurre en el fondo de la depresión haciéndose la circulación hídrica totalmente hipogea. Estamos en la boca de Ormazarreta, de acceso doble, mediante una sima, colectora de los talweg del tramo W, o mediante una uwala, colectora de las circulaciones provinientes del pico Apain (1255), visible y muy próximo al SW. La altitud de Ormazarreta viene a estar proximamente sobre los 1.180 s. n. del mar.

#### B) MORFOLOGÍA

El acceso común, es de la dolina-sumidero, típicamente disimétrica a la cual progresa hacia el W recibiendo un aporte hídrico desde el N, cuando ya se ha penetrado bajo la superficie. A partir de aquí, y tras un pequeño resalte continúa hacia el S. conservando aproximadamente la misma pendiente. En este

punto, llegamos al cauce fundamental, que es el recibido por la sima y que confluye aquí con los aportes recibidos de la uvvala, para continuar en un mismo cauce, que es el camino normal, de nuestra progresión. Esta se desenvuelve inicialmente hacia el SW., para adoptar la SSE. en el salto de la cornisa en cuya parte superior la verificación topográfica señala -40 metros.

Desde ahora el cauce es un estrecho meandro, muy desarrollado en sentido vertical compuesto por pequeños saltos y rampas suaves, estando interrumpida su monotonía por tres pequeñas simas de 10 a 12 mts. cuya situación con respecto a la boca según la topografía es a -55, a -72 y a -90 metros.

Un detalle importante, después de rebasar la sima n.º 2, es la existencia de dos caminos para el curso de agua; uno ya fosilizado, es el utilizado para la progresión normal. Este meandro fosil, presenta acusada peligrosidad por la inestabilidad de sus paredes. Un momento antes de llegar a la sima n.º 3, existe por la izquierda una bifurcación que tampoco es utilizada por el agua y que da acceso a la pequeña sala al pie de la sima n.º 3.

Al fondo de esta pequeña sala, aparece desde arriba, el caudal de agua que habíamos abandonado al pie de la sima n.º 2. Después de esta sala donde se instaló el campamento base y tras unos pocos metros de recorrido, el meandro desaparece bruscamente por la existencia de una gran pérdida de volumen en la que se pierde en cascada el río. Nos hallamos ante la vertical de mayor magnitud dentro de cavidad.

Después del trayecto dentro del meandro, estamos situados exactamente al S. de la dolina de la entrada, a 115 mts. de distancia reducida y a menos 103 de desnivel (los primeros datos señalaban -105, pero la corrección última lo dejó en aquella cifra); esta vertical después del campamento base fue salvada mediante la colocación de una barra de expansión en lo alto del meandro, para librar la escala de la cascada; tiene 84 mts. de descenso libre, contrastando la amplitud de dicha vertical, con la estrechez de la entrada a la misma.

El hábito de esta sima es sensiblemente circular. De un diámetro, que puede llegar a 15 mts. (faltando unos 30 o 35 para hacer pie) si bien al iniciarla o al terminarla el radio es menor.

El fondo, a menos 187 no es de roca viva, sino de cantos angulares de pequeño tamaño, y lajas al parecer de origen parietal, según pueden verse durante el descenso sin llegar a desprenderse todavía a todo lo largo de la vertical.

El fondo no es totalmente plano existiendo en la parte W, un pequeño cono de derrubios parietal.

La progresión a partir de aquí es hacia el SW., utilizando una rampa enclavada entre planos de estratificación que nos lleva a la boca de otro salto de 27 mts. (cota -192) en una vuelta del cauce, de tal modo que el agua que allí se sume, lo hace hacia NW. Nos hallamos parcialmente bajo el fondo del gran pozo, de tal modo que el techo de este nuevo está constituido parcialmente por cantos angulosos. En su fondo, a -219, continúa todavía hacia el NW., con una anchura de 3 a 4 mts. no apreciándose la ubicación de su techo, el cual es por consiguiente muy alto.

A partir de aquí, se da acceso a una rampa fuertemente descendente que progresa inicialmente hacia el SW., para hacerlo después en un sentido sensiblemente S. en un gran cañón subterráneo gravitacional que deja dos terrazas a ambos lados cerca del techo, de tal modo que sus perfiles, mimetizan una grosera T.

Sin solución de continuidad y durante muchos metros continúa esta progresión S. para verger luego hacia SW., perdiéndose gradualmente el carácter gravitacional que comienza a ser de presión hidrostática de tal modo que hacia los -365 y con la misma vergencia SW., penetramos ya en una zona típica a presión hidrostática que tras una corta progresión, aparece infranqueable por un sifón de hábito W. Nos hallamos ya en el fin explorado de Ormazarreta, señalando la topografía **corregida -372'5 metros.**

Dicho punto se encuentra a unos 400 mts. en distancia reducida (proyección horizontal) al S. de la boca de entrada.

### C) ESPELEOGÉNESIS

Ormazarreta es un sumidero múltiple, más aún, es la forma absorbente responsable de toda la zona de la uwala donde se halla enclavada. Los diferentes aportes que confluyen definitivamente a -40 mts. para formar un talweg único, han creado una morfología en cierto modo laberíntica si bien sencilla de explicar como resultado de la variación del punto de afluencia en el espacio y en el tiempo.

Desde -40 a -103 mts., responde al tipo morfológico de meandro encajado gravitacional, formado sin duda por un caudal medio que tiende a adoptar la hemicloide invertida típica del perfil de equilibrio de un río cualquiera exterior. Así pues, los saltos frecuentes en esta zona, son el resultado de heterogeneidades en los bancos de estratificación, estando sometidos a una erosión remontante de resultados de recibir un mayor desgaste erosivo en sus aristas, tal como las cascadas en un río epigeo, que sufren una erosión lenta pero paulatina que tiende a acercarlas a la cabecera del mismo.

De este modo se justifican las pequeñas salas localizables al pie de cada uno de dichos saltos tanto por la citada erosión remontante como por la mayor fuerza viva del agua al llegar al pie de los mismos.

La fosilización del tramo del meandro entre los saltos n.º 2 y n.º 3 se justifica por un abandono de las aguas hacia niveles inferiores condicionada por su tendencia a lograr su perfil de equilibrio subsecuente a la gravedad.

Después de la sala a -103 donde se instaló el campamento base, una nueva unidad morfológica rompe la monotonía de la anterior, se trata del salto de 84 metros.

Algunos detalles, merecen ser destacados sobre el mismo :

a) el meandro de acceso, no irrumpe en la cúspide de la susodicha gran pérdida de volumen, sino en un punto de la pared, de tal modo que aún dentro ya de la vertical, no es visible el techo por encontrarse muy alto.

b) el diámetro máximo no se halla al fondo de la vertical, sino en un punto más abajo que su mitad (aproximadamente a 30 o 35 mts. de su pie). Es decir, no es pues campaniforme sino fusiforme (17).

c) Los cantos depositados en su fondo, no son en ningún caso rodados sino angulosos, existiendo también algunas lajas de indudable origen parietal, como puede verse, a medio corroer, a todo lo largo del descenso.

Es difícil pensar según estas consideraciones que esta gran pérdida de volumen sea debida principalmente a la fuerza mecánica del agua al caer, que genera estructuras campaniformes, con cantos rodados en su fondo cuando no son evacuados. Además la magnitud de dicha pérdida de volumen no se corres-

ponde de ser generada por erosión, con la fuerza viva del agua causante de la morfología de meandro estrecho gravitacional (nunca a presión), que sirve de acceso. La morfología fusiforme del salto, con cantos de tamaño pequeño y medio en su fondo pero angulosos, recuerda mucho más a las formas de resultas de la corrosión, necesitando evidentemente poca agua para crearlos, identificándose perfectamente con los descritos por MAUCCI en su trabajo sobre lo que el llama "erosión inversa" que desde luego en los fusos no es otra cosa que corrosión química (8).

Efectivamente el caudal en estiaje de Ormazarreta, escasamente llega a 60 litros/minuto, alcanzando unos 15 litros o más en invierno (a estima), lo cual no es mucho y responde perfectamente a la morfología del meandro. Además algunos arroyos exteriores antes de sumirse en Ormazarreta, corren sobre un talweg lleno de sedimentos húmicos y atacan poco a la caliza lo que supone unas condiciones bastante aceptables para poseer facultades corrosivas ya que por un lado es propensa el agua a cargarse de CO<sub>2</sub>, y por otro, apenas lo gasta antes de entrar en Ormazarreta.

Interesa hacer señalar que si el fuso está ligado genéticamente a la corrosión química, ello no implica negación de la erosión mecánica (evidentemente en la actualidad la fuerza viva del agua al caer desde 84 mts., ha de ser necesariamente enorme), sino solamente predominio de la primera, toda vez que la morfología de corrosión existe actualmente estando intensamente representada en las paredes; a pesar de la acción erosiva evidente que debe realizar el agua de Ormazarreta en la época de avenidas al caer desde la citada altura, que no ha conseguido borrar la primera.

El hecho de que el meandro arribe lateralmente en el fuso y no en la cúspide, hace suponer al primero como que juega un papel secundario en la génesis del último. Desde luego cabe la posibilidad de que el aporte del meandro se sumiese en un principio por la cúspide del mismo y más tarde por erosión sobre el fondo del cauce, bajase de cota el fondo del cauce hasta el nivel actual. Esta posibilidad no ha sido comprobada. En cualquiera de los casos, el hecho de no ser el meandro la causa primaria de la génesis del "fuso" de 84 mts., no supone ninguna incógnita en la historia del mismo, ya que cualquier aporte hídrico corrosivo de pequeño caudal ha podido generarlo penetrando por su zénit.

Parece estar de acuerdo con esta posibilidad la existencia en la base del fuso de una corriente descendente de aire hacia la profundidad y en la cabeza de la vertical otra corriente de aire hacia el exterior es decir de sentido contrario. Así pues, el fuso, el día 15 de agosto de 1959, funcionaba como si en él existiera una sobrepresión barométrica. A estas consideraciones, hay que añadir además que el caudal hídrico en el fondo del fuso es sensiblemente mayor que la entrada en el mismo desde el meandro.

Es una lástima que no se haya analizado ni la atmósfera del fuso, ni el agua circulante en Ormazarreta, lo cual aclararía mucho estas consideraciones.

El cono parietal de derrubios, sito en el fondo del fuso, parece ser debida indudablemente a algún proceso clástico de carácter local.

La continuación hacia la profundidad desde la base del "fuso" rompe la monotonía morfológica del mismo de un modo bastante extraño, ya descrito, representado por un plano inclinado que sigue el buzamiento de los estratos, y que luego gira para llegar a la cascada de 2 mts., parcialmente bajo el fondo

del "fuso" lo que da carácter de inestabilidad, aparentemente, a los cantos angulosos al parecer sueltos que forman parte de su techo.

Como más adelante veremos en el encaje geológico de Ormazarreta la anarquía a primera vista de este plano inclinado sito en el fondo del fuso, tiene fácil explicación ya que nos encontramos ante un cambio de formación, las calizas que constituían las paredes del fuso, han desaparecido por haber el río penetrado en unas margas mucho más blandas para la erosión y mucho más insolubles ante la corrosión.

El techo de la rampa es el fin de las calizas y el inicio de las margas, solución de continuidad que aprovechó el agua para la apertura de su camino.

El salto de 27 mts., totalmente instalado en las margas con orbitolinas pequeñas que sirven de soporte a la caliza está orientado sobre una diaclasa, ya que la continuación del talweg en su fondo se instala sobre una típica galería de techo muy elevado siguiendo el conjunto perfectamente una directriz NE. de un modo muy limpio; se trata sin duda, de una galería sobre diaclasa. Según la topografía dicha diaclasa, no parece ser uno de los individuos sobre cuya conjunción más o menos octogonal se formó el "fuso", sino más bien uno paralelo, ya que su proyección no pasa por el eje mayor del mismo (17).

El cañón subterráneo de la gran rampa que viene a continuación supone genéticamente un nuevo elemento, totalmente instalado en las margas con orbitolinas. Sus típicas secciones de groseras T, denuncian un régimen inicialmente de conducción entre planos concorde al buzamiento y en el mismo sentido que éste, que posteriormente se transformó en gravitacional típico al actuar preferentemente el régimen hídrico sobre la base, de resultas de tender hacia su perfil de equilibrio. De este modo, tenemos un cañón encajado entre dos terrazas, no precisamente simétricas por las ondulaciones del primero de resultas de la diferente fuerza viva del agua en su ataque a una o a otra vertiente en los codos (cambios de rumbos) a consecuencia de la fuerza centrífuga.

A pesar de la fuerte pendiente de la gran rampa del cañón subterráneo, el buzamiento de los estratos es algunos grados mayor (en el mismo sentido), por lo que nos encontramos nuevamente con las calizas que yacen sobre las margas con orbitolinas. Esto ocurre al final de la rampa, aproximadamente en el lugar donde la morfología se torna de gravitacional a presión hidrostática.

¿A qué se debe este cambio morfológico? Sin duda la causa puede ser una salida angosta más allá del sifón, de tal manera que su caudal admitido de salida, sea menor en conducción libre que la carga recibida por Ormazarreta (en el cañón subterráneo) en el invierno; cargándose a presión la parte final de la rampa a tenor del aporte recibido, de tal modo que, aplicando el teorema de Bernouille exista equilibrio en el balance de circulaciones hídricas de entrada en el sifón y de salida del mismo.

#### Resumen morfológico de Ormazarreta :

de 0 a -40 metros	Laberinto de confluencias,
de -40 a -103 "	Meandro gravitacional.
de -103 a -187 "	Fuso.
de -187 a -192 "	Rampa laminador sobre el contacto marga-caliza,
de -192 a -219 "	Diaclasa NE.-SW.
de -219 a -365 "	Cañón subterráneo encajado sobre terraza de antiguo laminador,
de -365 a -372'5 "	Zona de carga a presión en la época de avenidas.

## D) ENCAJE GEOLÓGICO

Si realizamos un encaje sobre el plano N-S. de un corte geológico a la altura de Ormazarreta comparando los buzamientos con una proyección de la topografía sobre dicho plano, vemos que las calizas iniciales, abandonadas después del salto n.º 2, por penetrar el meandro en el nivel que yace sobre ellas, son nuevamente encontradas en el "fuso" de 84 mts., para ser abandonadas nuevamente en la sima de 27, pero esta vez por su parte inferior al penetrar en las margas con orbitolinas pequeñas, ¡es curioso! para volver una tercera vez a hallarlas en la morfología a presión hidrostática, y sifón final.

Las margas con orbitolina subcónica del gran cañón, se identifican perfectamente con el nivel margoso inferior de la serie *aptense-albense* (13). Entonces la de calizas que yace sobre ellas, pertenecerá al tramo superior de la misma serie definida por LAMARE como: banco de calizas masivas con Rudistos, (probablemente *Toucasia Santanderensis*). La concordancia de potencias es correcta. LAMARE da: 50-100 mts. (Las deducciones de las medidas en el "fuso" son: 70 metros) (13).

Sobre las calizas, yace una zona de margas oscuras esquitosas que no parecen ser todavía *cenomanenses*.

En el diagrama que se acompaña, se pueden ver mejor estas consideraciones.

La conclusión es pues que toda Ormazarreta se desarrolla dentro de la serie *aptense-albense*, si es que la formación de margas oscuras esquitosas que yace sobre la caliza con rudistos, no pertenece ya al *cenomanense*.

de 0 a -85 metros	Calizas (con rudistos)
de -85 a -103 "	Margas oscuras esquitosas.
de -103 a -187 "	Calizas (con rudistos)
de -187 a -365 "	Margas con orbitolinas pequeñas.
de -365 a -372'5 "	Caliza (con rudistos)

## E) CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS

La resurgencia más importante de Aralar, el nacedero de Iribas, por su posición al ENE. y distancia, con respecto al hábito S. de Ormazarreta, parece lógicamente descartable. Lo mismo sucede con las de la vertiente N. guipuzcoana.

No obstante los cuatro arroyuelos que nacen al pie sur de Aralar hacia Lacunza y Arruazu, denominados tres de ellos: Saldindegui, Baratzte y Uztokia (el cuarto sin nombre), por su posición, pueden perfectamente ser desaguaderos del río subterráneo de Ormazarreta.

Son igualmente probables, hacia el E., en el puerto de Lizarrusti, el Regato de Abrin, y el de Lizarrusti, que en este caso respondería su curso subterráneo a circulación paralela a los planos de estratificación.

Todos estos nacederos, sin fácil localización de la zona de surgencia (salvo el de Iribas), están situados generalmente por debajo de la cota 700 o acaso 600, de tal modo que teniendo en cuenta que la cota de Ormazarreta es 1.180, disponemos de un desnivel de 580 a 680 metros.

La realidad es que actualmente se desconoce totalmente la posible surgencia hídrica al exterior, ya que los resultados de la coloración verificada han sido negativos.

## APENDICE

Después de haber realizado la labor de gabinete de la topografía de Ormazarreta, el confronto de mis notas con las de Arcaute, demostraba claramente que nos hallamos frente al record de España, ya que la cota de -372'5 hallada, es evidentemente mayor que la de -360 definitiva en la Torca del Carlista. Ante la importancia del dato, y conociendo ambos los métodos y aparatos necesariamente rudimentarios de uso normal en una sima, mantuvimos una larga discusión sobre el grado de validez del dato final que habíamos de dar a conocer.

De resultas de ello, elaboró Arcaute un método bastante coherente para calcular el error de trabajo del clisímetro utilizado, del que doy aquí unas notas:

El *error sistemático máximo posible* representa, conociendo el error máximo que se puede cometer empleando un método o un aparato de medida determinado, la cuantía del error global en un itinerario de varias medidas, esto suponiendo que el error máximo se repita sistemáticamente y en el mismo sentido en cada medida (caso más desfavorable).

El clisímetro utilizado por nosotros en Ormazarreta arroja un error sistemático máximo posible de 2° comprobado al realizar un gran número de veces una misma lectura.

El *error máximo probable* se considera en primera aproximación como igual a la mitad del error sistemático máximo posible. Introduciendo de todos modos la restricción de no validez de la definición de los dos casos siguientes :

- a) Número pequeño de medidas.
- b) Gran número de medidas pero gran desigualdad de hipotenusas en las mismas.

Veamos ahora qué ocurre cuando un clisímetro comete un error sistemático máximo en un itinerario:

$I_1$  = Itinerario real.

$I_2$  = Itinerario falseado por el error sistemático máximo posible del clisímetro.

$E_v$  = Error vertical total.

$E_h$  = Error horizontal total,

$m$  = Resultante (hipotenusa).

$R$  = Pendiente resultante,

$e$  = Error sistemático máximo posible del clisímetro.

Un teorema de la trigonometría nos dice que si cada medida de un itinerario posee un error angular constante, y del mismo sentido, la magnitud de la resultante no se altera, pero su pendiente viene falseada por el mismo error angular que afectó a cada medida.

Aplicando la trigonometría, encontramos que :

$$E_v = 2m \operatorname{sen} \frac{e}{2} \cos \left( R + \frac{e}{2} \right)$$

$$E_h = 2m \operatorname{sen} \frac{e}{2} \operatorname{sen} \left( R + \frac{e}{2} \right)$$
(1)

y

y teniendo en cuenta nuestra definición del error máximo probable :

$$\begin{aligned} E_{pv} &= \frac{E_v}{2} = m \operatorname{sen} \frac{e}{2} \cos \left( R + \frac{e}{2} \right) \\ E_{ph} &= \frac{E_h}{2} = m \operatorname{sen} \frac{e}{2} \operatorname{sen} \left( R + \frac{e}{2} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

siendo:  $E_{ph}$  = error máximo probable horizontal  
 $E_{pv}$  = error máximo probable vertical.

En Ormazarreta, esta teoría es aplicable a la rampa final del cañón subterráneo que por otra parte es el tramo más susceptible de error en la topografía (desniveles), ya que en la zona de saltos es más fácil la comprobación de la cota.

Así pues, los datos de la rampa son los siguientes :

$m = 372$  metros de longitud.

$R = 25^\circ$ .

$e = 2^\circ$  según ya dijimos,

queda entonces :

$$E_v = 2m \operatorname{sen} \frac{e}{2} \cos \left( R + \frac{e}{2} \right) = 744. \operatorname{sen} 1^\circ \cos 26^\circ = 11'63 \text{ metros}$$

Es decir que el error vertical total máximo posible es :

$$E_v = 11'63 \text{ metros}$$

Y recordando (con las restricciones citadas) que el error máximo probable es la mitad del error máximo posible :

$$E_{pv} = \frac{E_v}{2} = 5'82$$

Resulta entonces que la validez de la cota de Ormazarreta es la siguiente :

$$- 372'5 + 5'82$$

No obstante, todavía se puede aquilatar más, imaginemos que no se empalman exactamente los puntos de la poligonal aunque se intente al realizarla..., ello puede redundar a errores cometidos en la lectura del clisímetro. A pesar de todo, difícilmente el desplazamiento será mayor de 30 cms. si la persona que se desplaza de una a otra estación se intenta colocar exactamente en el lugar donde reside la siguiente.

Mas, ¿cómo realizar el cálculo?; cada medida de la poligonal, representa un vector y la poligonal un sistema de ellos sucesivos.

La teoría vectorial nos dice que la suma de una serie de vectores del mismo módulo y diferente "pendiente" es un vector cuyo módulo viene dado sin más que unir los extremos del primero y último, y cuya "pendiente" viene dada por la media aritmética de las "pendientes" de cada vector sumado.

Entonces bajo la condición de que la longitud de cada medida sea lo más equivalente posible, el cálculo es válido en primera aproximación.

Así pues adoptamos para el error asignado así la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l}
 \text{Ev}_2 = d \cdot n \cdot \text{sen } X_0 = 0'3 \cdot 23 \cdot \text{sen } 21^\circ 20' \\
 \text{Eva} = 2'51 \text{ metros}
 \end{array}
 \left.
 \begin{array}{l}
 d = 0'30 \text{ metros (desplazamiento).} \\
 n = 23 = \text{n.º de medidas.} \\
 X_0 = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{23}}{23} = 21^\circ 20' \\
 = \text{media aritmética de todas las pendientes de la poligonal, bajo las precedentes restricciones.}
 \end{array}
 \right\}$$

Que representa el error sistemático máximo posible según estas nuevas premisas y que naturalmente es acumulativo con el anterior.

Así pues, el error máximo probable viene incrementado por:

$$\text{E}_{pv_2} = \frac{\text{Ev}_2}{2} = 1'25$$

Quedando como validez para la cota de Ormazarreta :

$$-372'50 + (5'82 + 1'25) = -372'50 + 7'07 \text{ metros.}$$

Otra posible fuente de error vertical: el topógrafo, al realizar la puntería sobre la lámpara frontal de su ayudante, puede cometer una equivocación de desnivel correspondiente a la diferencia de estatura existente entre los dos. Si a lo largo de su recorrido el topógrafo guarda siempre la misma posición relativa a su ayudante, el error resulta acumulativo en todos los casos<sup>1</sup>.

Asimismo, se considera compensado el posible alargamiento del cordel al estar tenso entre dos puntos, con su tendencia a formar la catenaria, (producto de su pesantez al colgar entre dos puntos) siempre que las lecturas se alejen lo suficiente de la vertical.

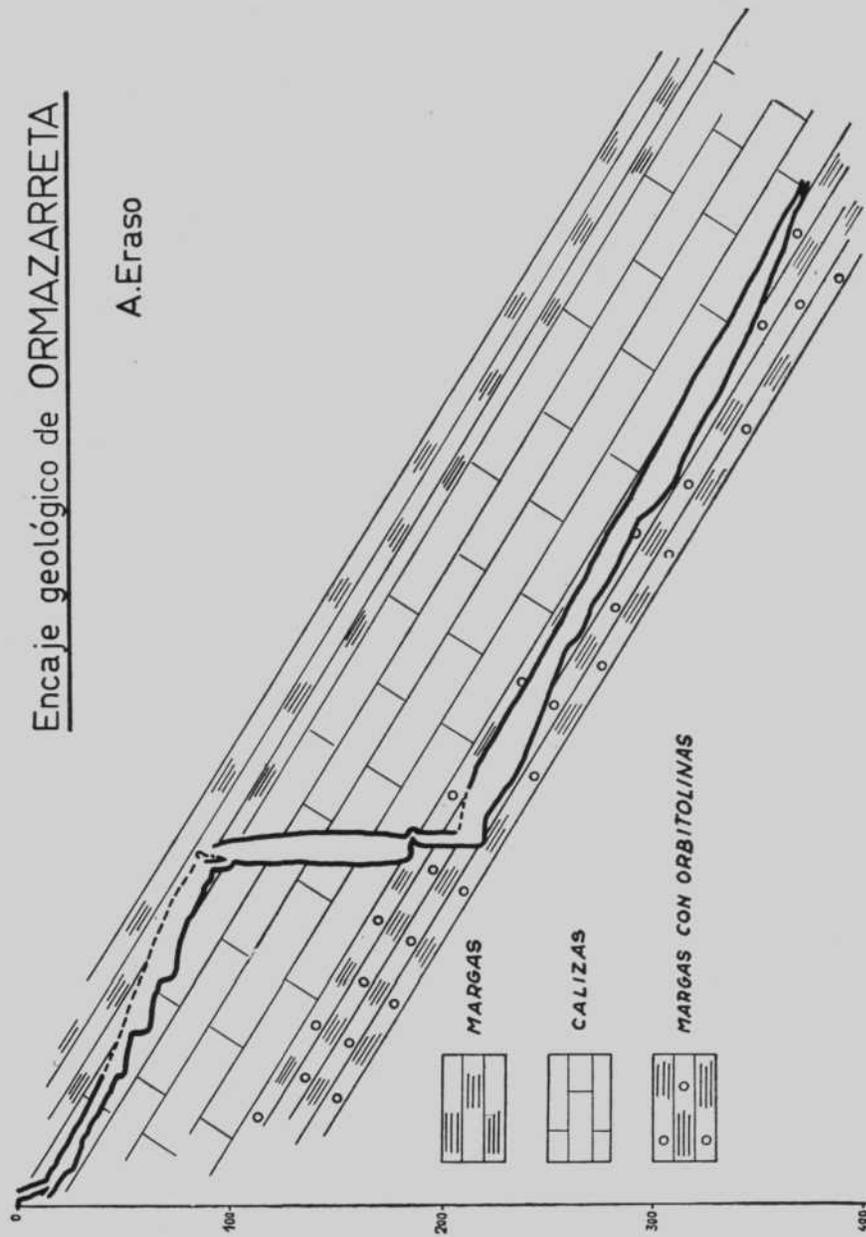
(1) Se trata solamente del error horizontal que se puede cometer al realizar la proyección vertical del itinerario con el procedimiento de reportar cada medida sobre un mismo plano.





# Encaje geológico de ORMAZARRETA

A. Eraso





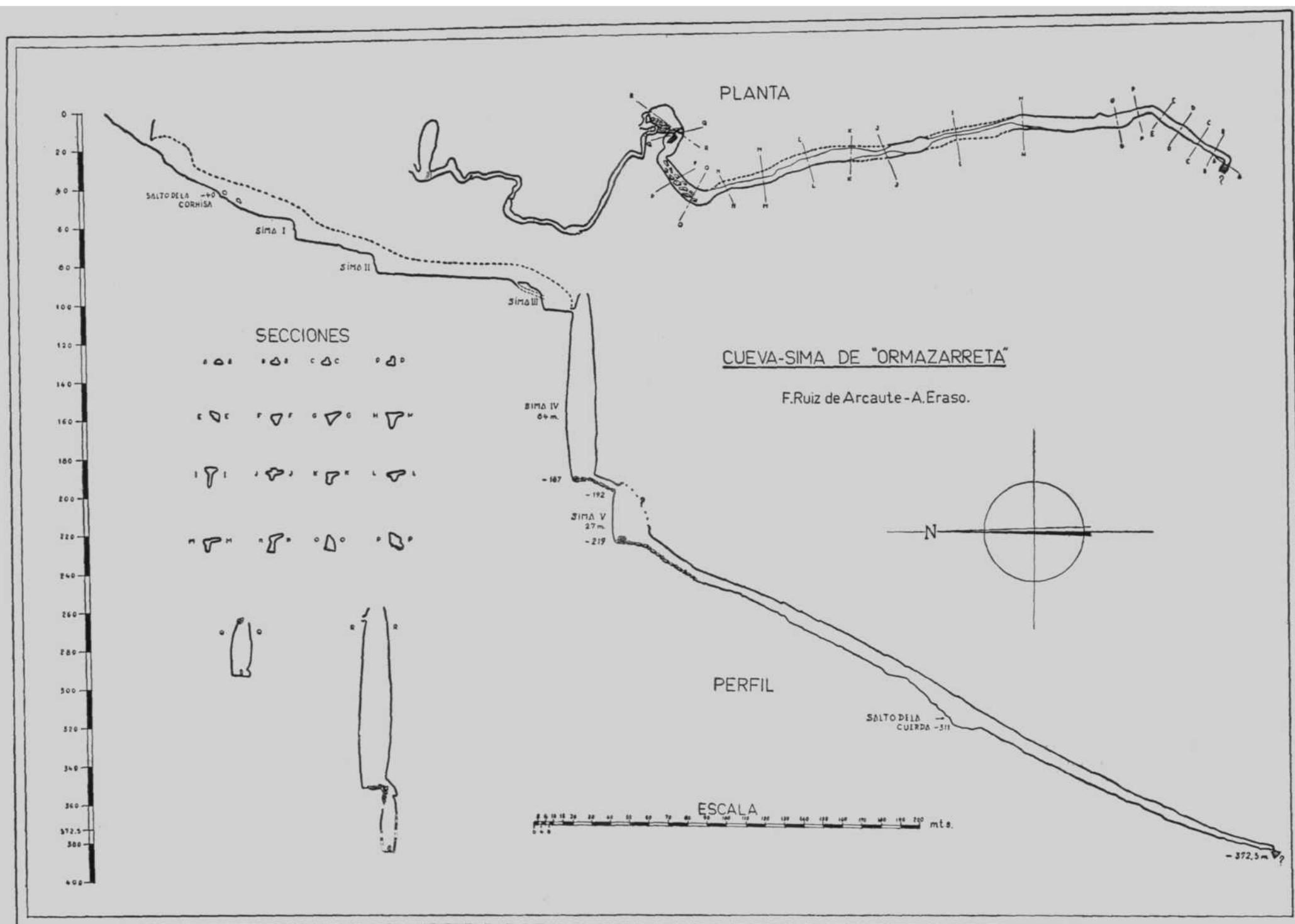






Fig. 1.—Equipo de descenso en el año 1959



Fig. 2.—Detalle de la entrada





Fig. 3.—Descenso en vertical



Fig. 4.—Llegada de un espeleólogo  
al final de la cascada de 90 m. de  
vertical



**Bibliografía**

- (1) ALMELA, RÍOS, MUÑOZ . . . Mapa Geológico de España, explicación de la hoja n.º 110 (escala 1/50.000). Medina de Pomar. Madrid 1953.
- (2) ALMELA, RÍOS, MUÑOZ . . . Mapa Geológico de España, explicación de la hoja n.º 86 (escala 1/50.000). Orozco. Madrid 1953.
- (3) ALMELA, RÍOS, MUÑOZ . . . Mapa Geológico de España, explicación de la hoja n.º 111 (escala 1/50.000). Orduña. Madrid 1953.
- (4) CIRY C. . . . . Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León y Santander. Tesis doctoral. Toulouse 1940.
- (5) CIRY (R.) MENDIZÍBAL (J).. Contribution a l'etude du cenomanien et du turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos d'Álava et de la Navarra occidentale. Annales Hebert et Haug T VII. Livre jubilaire Charles Jacob 1949.
- (6) ERASO (A.). . . . . Geología de Ojo Guareña e Inmediaciones. En prensa en la Excma. Diputación de Burgos. Monografía exped. intern. Ojo Guareña 1958. Burgos 1959.
- (7) ERASO, LLANOS, FARIÑA, AGORRETA . . . . . Karst del Sudeste de Gorbea. Bol. Sancho el Sabio. T. III n.º 1 y 2, 1959, Vitoria. Public. Jornadas espel. de Gorbea 1959. Vitoria 1959.
- (8) ERASO (A.). . . . . La corrosión en el "fuso" de Maucci. Prensa en Boit. Soc. Adri. de Sci. Nat. Trieste. Estelía 1959.
- (9) GUIGNOUX . . . . . Geologie Stratigrafique. 1 vol. 735 p. 155 fig.
- (10) GOGUEL (J.). . . . . Traite de Tectonique. 1 vol. 369 p. 203 fig.
- (11) HOLMES (A.). . . . . Geología física. 1 vol. 502 p. 325 fig. 106 lám. Hojas n.º 89 y 114 1/50.000 del Instituto geográfico y catastral. Madrid.
- (12) JULIVERT. . . . . Morfología Cárstica. Speleon. T. VIII, n.º 1, 2, 3. 4 pp. 57-80. Com. 1 Congr. Vasco Navarro de Espeleología. Oviedo.
- (13) LAMARE (P.). . . . . Recherches geologiques dans les pyrenees basques d'Espagne. (Memoires de la Soc. Geol. de France) N. S. t. XII 1-4 la 58. Memoires n.º 27 pp. 1 a 465 P. I a VII. Paris 1936.
- (14) LLOPIS (N.). . . . . El medio de instalación de las cavernas. Munibe t. V n.º 1, p. 22-31, 9 fig. San Sebastián. La erosión subterránea. Munibe, t. V n.º 1, páginas 22-31, 9 figs. San Sebastián.
- (15) LLOPIS (N.). . . . . La erosión subterránea. Munibe t. V n.º 2, p. 107-116, 10 figs. San Sebastián.

- (16) LLOPIS (N.) . . . . . Evolución de las cavernas. Munibe, t. V, n.º 3, p. 168-176, 7 figs. San Sebastián.
- (17) MAUCCI (W.) . . . . . L'Ipotesi dell "erosione inversa" come contributo allo studio della speleogenesi. Boll. Soc. Adriat. di Sc. Nat, t. XLVI. Trieste 1952.
- (18) MORET (L.) . . . . . Manuel de Paleontologie Animale, 1 vol. 739, p. 274 fig.
- (19) Ríos, ALMELA, GARRIDO ... Contribución al conocimiento de la geología cantábrica. Un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander. Inst. Geol. y Mine., t. LVIII. Madrid 1945.
- (20) SANZ ALMELA . . . . . Mapa Geológico de España, explicación de la hoja n.º 109 (escala 1/50.000) Villarcayo. Madrid 1950.