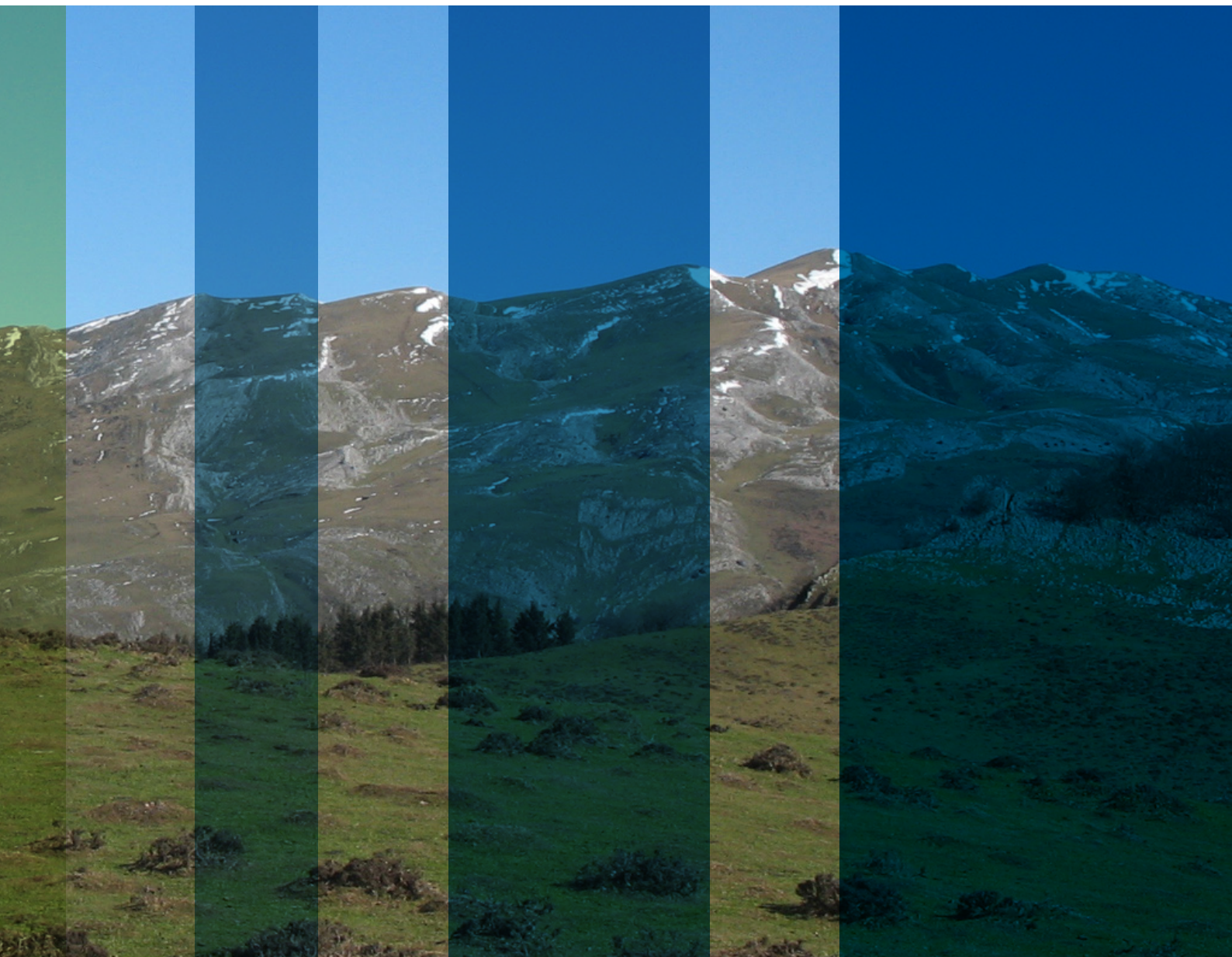




Foto 1.- Panorámica del Txindoki (Larrunari) y del este de las campas de Enirio desde el pico de Agatz (974 m).

1. argazkia.- Txindoki (Larrunari) eta Enirioko zelaien panoramika, Agatzeko (974 m) gailurretik.

1



El contexto geológico de la cueva de mendukilo: la sierra de aralar

M^a Isabel Millán

Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencia y Tecnología (Barrio Sarriena s/n, Leioa, Bizkaia). Apdo. 644, 48080 Bilbao (Email: bcbmisam@ehu.es)

1

geología

Resumen

La litología principal de Aralar son rocas calizas que se formaron en una amplia plataforma marina somera de clima cálido. Esta plataforma abarcaba el sureste de Guipúzcoa y la zona del noroeste de Navarra durante parte del Jurásico y del Cretácico medio. La naturaleza eminentemente calcárea del macizo, el agua de lluvia cargada en anhídrido carbónico y el paso del tiempo han condicionado la morfología cárstica de la Sierra de Aralar. Se reconocen: lapiaces, valles ciegos, dolinas, multitud de simas de hasta 584 metros de profundidad y cuevas, como la de Mendukilo, hoy cueva turística y centro de estudios científicos de diferentes disciplinas. Es de destacar también por su interés geológico la presencia de morfologías de posible origen glaciar, consecuencia de la presencia en tiempos pasados de masas de hielo, como el circo glaciar de Pardelutz. No hay que olvidar tampoco la apasionante historia geológica de Aralar que ha condicionado sus relieves y paisajes actuales. Encontramos en nuestra sierra prados siempre verdes y hayedos que cambian fuertemente de coloración en cada estación, como el hayedo de Akaitz. Aralar es una de las más importantes estaciones dolménicas y también un foco de excursiones montaÑeras y senderistas. En definitiva, la Sierra de Aralar representa una referencia paisajística y un patrimonio geológico de primer orden.

Palabras clave

Anticlinal, Aralar, Cuenca Vasco Cantábrica, historia geológica, morfología karstica, sedimentación.

Introducción

La Sierra de Aralar es un gran macizo de media montaña situado entre las provincias de Guipúzcoa de la Comunidad Autónoma del País Vasco y la Comunidad Foral de Navarra. La Sierra forma parte de la Cordillera Cantábrica situada en el norte de la Península Ibérica, tiene una superficie cercana a 250 km² y una orientación aproximada E-O. Alcanza altitudes de 1346 metros, con uno de los montes más emblemáticos del territorio guipuzcoano: el Txindoki, o de hasta 1431 metros con el pico Irumugarrieta del territorio Navarro, la cima de la Sierra. Otro hito es el monte Artxueta cuya cima alcanza 1343 metros, desde donde se puede disfrutar de una extraordinaria panorámica. Junto a esta cima se sitúa el Santuario de San Miguel in Excelsis con más de mil años de historia.

La litología principal de Aralar son rocas calizas que se formaron en una amplia plataforma marina somera de clima cálido. Esta plataforma abarcaba el sureste de Guipúzcoa y la zona del noroeste de Navarra durante parte del Jurásico y del Cretácico medio. La naturaleza eminentemente calcárea del macizo, el agua de lluvia cargada en anhídrido carbónico y el paso del tiempo han condicionado la morfología cárstica de la Sierra de

Abstract

Mountain of Aralar is formed mainly by limestone deposited in a shallow marine platform of warm weather. This platform was located between SE Guipuzcoa and NE Navarra, in the Jurassic and middle Cretaceous. The Aralar karstic morphology is influenced by the limestone, the rain water with CO₂ and time. We can see karren, blind valleys, sinkholes, many potholes up to 584 m depth and caves, such as the touristic cave of Mendukilo, center of scientific studies in different disciplines. There are also features of glacial origin, because of the presence of ice in the past. An example is the glacier cirque of Pardelutz. The geologic history of Aralar has conditioned its current morphology and landscapes. There are always green meadows in the mountain and beech forests that change its color in every season, as the beech of Akaitz. Aralar is one of the more important dolmens sta-

tion and it is very important for mountaineers and trekking activities. Finally, the Aralar Mountain is one important geological patrimony and reference landscape.

Keywords

Anticline, Aralar, Basin Vasco Cantábrica, geologic history, karstic morphology, sedimentation.

Sarrera

Aralar mendilerroa Nafarroako multzo karstiko garrantzitsu bat da, bertan Euskal Herriko leize zuloen ikerketaren hastapena gertatu zen. Satorrak espeleologia Taldeak 35 urte baino gehiago darama multzo honetan lanean. Artikuluan Aralar mendilerroko historia espeleo-

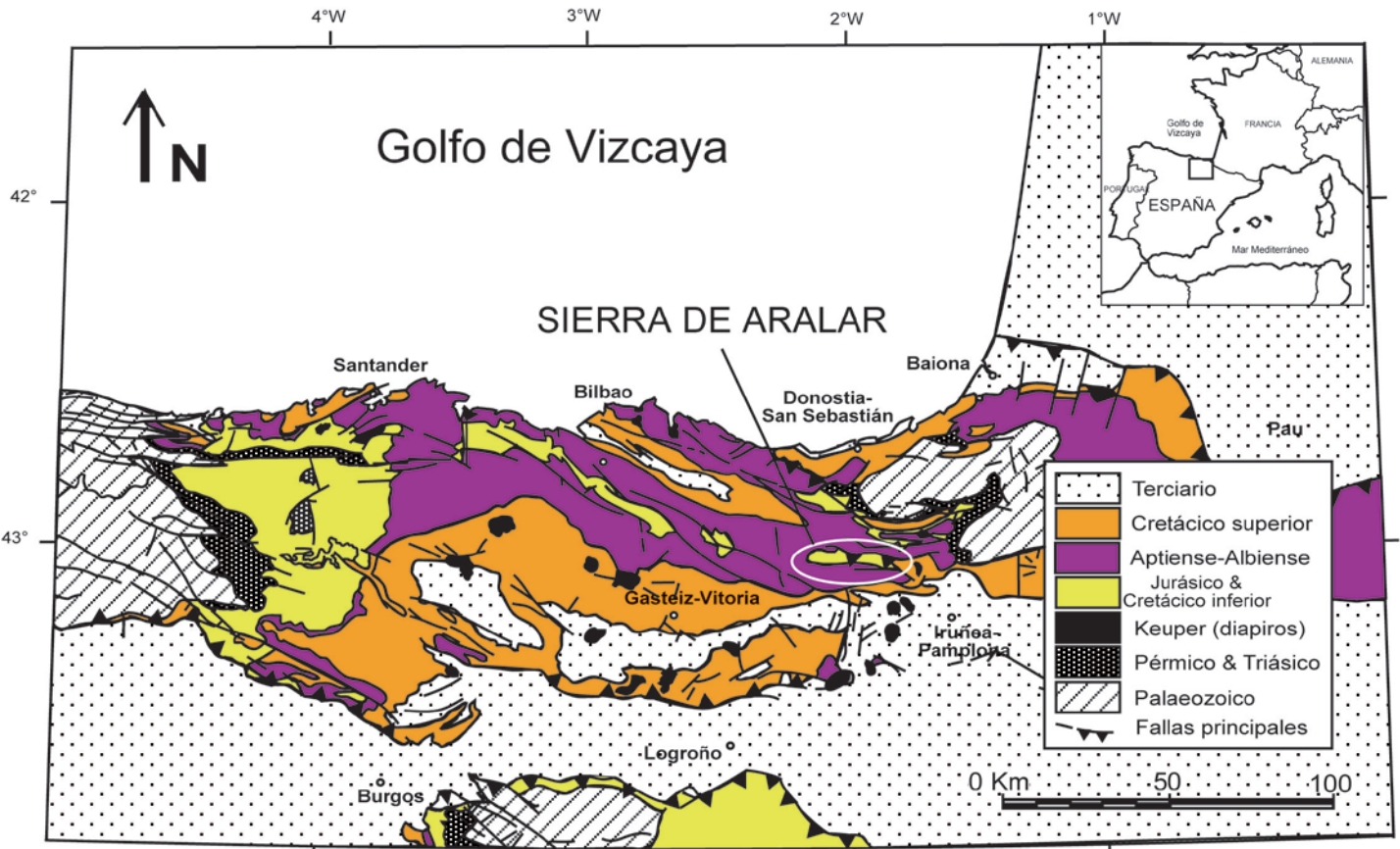


Figura 1.- Situación geográfica de la Sierra de Aralar y mapa geológico simplificado de la Cuenca Vasco-Cantábrica (modificado de García-Mondéjar et al., 2008).
1. irudia.- Aralar Mendilerroaren kokapen geografikoa eta Euskal-Kantauriar Arroaren mapa geologiko sinplifikatua (García-Mondéjarek et al. Aldatua, 2008).

Aralar. Se reconocen: lapiaces, valles ciegos, dolinas, multitud de simas de hasta 584 metros de profundidad y cuevas, como la de Mendukilo, hoy cueva turística y

centro de estudios científicos de diferentes disciplinas. Es de destacar también por su interés geológico la presencia de morfologías de posible origen glaciar, conse-

logikoa azaltzeaz gain, protagonista batzuen berri ematen da, izan pertsonak edo taldeak. Ondoren, egin diren aurkikuntza nagusien datu orokorrak jasotzen da, Nafarroako alderdiari dagozkionak soilik; baita esploratu diren zonaldeak eta emaitza nagusiak ere aipatzen dira era laburrean. Bukatzeko, gaur egungo espeleologiaren argazkia egiten da eta gerora begira erronka nagusiak zerrendatu.

Aralarko mendilerroa mendi ertaineko mendigune handi bat da, EAeko Gipuzkoako eta Nafarroako Foru Komunitatearen artean kokatua. Mendigunea Iberiar Penintsularen iparraldeko Kantauriko Mendikatea da; 250 km² inguruko azalera dauka, eta E-M orientazioa, gutxi gorabehera. 1346 metroko altitudeak ditu, Gipuzkoako mendirik entzutetsuenetako batean, Txindokin, edo baita 1431 metro ere, mendilerroko gailurra den Irumugarrieta mendian, Nafarroan. Beste mendi adierazgarri bat Artxueta da, 1343 metrokoa; handik sekulako panoramikaz goza dezakegu. Gailur horren ondoan, San Migel in Excelsis Santutegia kokatzen da, mila

urtetik gorako historiarekin.

Aralarko litologia nagusia kareharrizko haitzak dira, klima beroko eta sakonera txikiko itsas plataforma zabal batean eratu zirenak. Plataforma horrek Gipuzkoako hego-ekialdea eta Nafarroako ipar-mendebalde barne hartzen zituen, Jurasikoaren eta Kretaziko ertainaren zati batean. Mendigunea gehienbat kareduna izateak, anhidrido karbonikoz betetako euri urak eta denboraren iraganak Aralarko mendilerroaren morfologia karstikoa baldintzatu dute. Honako hauek antzematen dira: lapiazeak, haran itsuak, dolinak, 584 metroko sakonera ere duten amildegi ugari eta kobazuloak, hala nola Mendukilokoa, gaur egun leize turistikoa eta hainbat diziplinatarako azterketa zientifikoaren gunea dena. Aipagarria da halaber, bere interes geologikoa dela eta, jatorri glaziarrekoak izan daitezkeen morfologien presentzia, iraganeko garaietan izotz masak (Pardeletzeko zirko glaziarra adibidez) izatearen ondorioz. Ez dugu ahaztu behar ere Aralarren historia geologiko zoragarria, erliebeak eta

1 geología



Foto 2.- Superficie de techo de la unidad Calizas de Sarastarri en contacto con la unidad Margas de Lareo, más cubierta, en el entorno de Pagomari.

2. argazkia.- Sarastarriko Kareharrien unitatearen sabai gaina, estaliago dagoen Lareoko Tuparrien unitatearekin kontaktuan, Pagomari inguruan.

cuencia de la presencia en tiempos pasados de masas de hielo, como el circo glaciar de Pardelutz. No hay que olvidar tampoco la apasionante historia geológica de Aralar que ha condicionado sus relieves y paisajes actuales. Encontramos en nuestra sierra prados siempre verdes y hayedos que cambian fuertemente de coloración en cada estación, como el hayedo de Akaitz. Aralar es una de las más importantes estaciones dolménicas y también un foco de excursiones montaÑeras y senderistas. En definitiva, la Sierra de Aralar representa una referencia paisajística y un patrimonio geológico de primer orden.

Encuadre Geológico

El macizo de Aralar se localiza en el sureste de la Cuenca Vasco-Cantábrica (CVC) (figura 1). Entendemos por cuenca sedimentaria un área geográfica deprimida que funciona como medio de sedimentación y que, por tanto, es rellenada por sedimentos. La CVC en la actualidad no es una zona deprimida sino un área continental que debido a esfuerzos tectónicos se presenta hoy día elevada sobre el nivel del mar y formando relieves como el macizo de Aralar. A lo largo de la historia de la Tierra se han sucedido varias fases de orogénesis, de formación y rejuvenecimiento de montañas y cordilleras, de las que nombraremos aquí tan sólo la última de ellas, la Orogenia Alpina. La Orogenia Alpina comenzó hace aproximadamente 230 millones de años (m.a.) y no ha cesado hasta hoy día. Esta etapa de plegamiento es la que dio lugar hace unos 40-30 m.a. (Fase Pirenaica) a las montañas pirenaicas y cantábricas hasta aproximadamente el límite con Asturias.

En base a criterios estructurales, los materiales de la CVC se han diferenciado tradicionalmente en tres dominios (entre otros; Rat, 1959; Feuillée y Rat, 1971; Ramírez del Pozo, 1973):

1. El Arco Vasco. Corresponde a la zona noreste de la CVC. Constituido por los Macizos Paleozoicos Vascos y los materiales mesozoicos y terciarios adyacentes que se extienden desde la falla de Pamplona hasta la falla de

gaur egungo paisaiak eratu dituen. Gure mendilerroan beti berde dauden zelaiak eta urte sasoi bakoitzean kolorez erabat aldatzen diren pagadiak aurkitzen ditugu, Akaitzeko pagadia adibidez. Aralar trikuharrien gune nagusietako bat da, eta baita mendizale eta txangozale askoren jomuga ere. Laburbilduz, Aralarako mendilerroa erreferentzia bat da paisaiari dagokionez, eta lehen mailako ondare geologikoa.

Gako hitzak

antiklinala, Aralar, Euskal-Kantauriar Arroa, historia geologikoa, morfología karstikoa, sedimentazioa.

Zedarritze geologikoa

Aralarako mendilerroa Euskal-Kantauriar Arroaren (EKA) hego-ekial-

dean dago (1. irudia). Jalkitze artoa area geografiko beheratua da, sedimentaziorako bitarteko gisa funtzionatzen duena eta, beraz, jalkin edo sedimentuek betetzen dutena. EKA orain ez da zona beheratua, area kontinentzala baizik zeina, esfortzu tektonikoak direla eta, gaur egun itsas mailatik gora ageri baita, erliebeak eratuz, Aralar mendilerroa adibidez. Lurraren historian zehar, hainbat orogenesi fase izan dira elkarren segidan, mendiak eta mendilerroak eratu eta taxutzeko; hemen horietako azkena besterik ez dugu aipatuko: Alpeetako Orogenia. Alpeetako Orogenia duela 230 milioi urte (m.u.) inguru hasi zen, eta ez da eten orain arte. Tolestura etapa horrek sorrarazi zituen duela 40-30 m.u. inguru Pirinioetako eta Kantauriko mendiak (Pirinio Fasea), Asturiasen mugaraino, gutxi gorabehera.

Egiturazko irizpideen arabera, EKAko materialak hiru eremutan bereizi dira tradizionalki (besteak beste, Rat, 1959; Feuillée eta Rat, 1971; Ramírez del Pozo, 1973):

1. Euskal Arkua. EKAren ipar-ekialdeko zonari dagokio. Euskal Men-

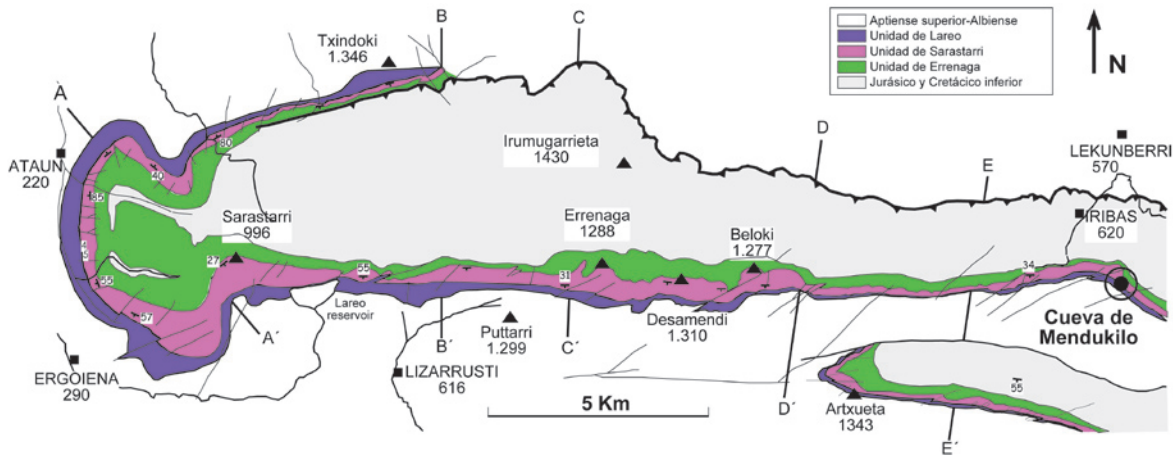


Figura 2.- Mapa geológico simplificado de Aralar (modificado de García-Mondéjar et al., 2008).

2. irudia.- Aralarren mapa geologiko sinplifikatua (García-Mondéjarrek et al. Aldatua, 2008).

Ramales. Las alineaciones estructurales son principalmente de dirección NO-SE.

2. Dominio Navarro-Cántabro. Formado por la franja de materiales del Cretácico superior y Terciario del sur de la CVC, abarcando parte del norte de Burgos, Álava y sur de Navarra. Presenta importantes intrusiones diapíricas. Su límite meridional está representado por el Cabalgamiento de la Sierra de Cantabria.

3. Dominio Periesturiano o Bloque Santanderino. Comprende materiales desde el Triásico al Eoceno que se extienden al este del Macizo Paleozoico Asturiano hasta

la falla de Ramales. Las alineaciones estructurales son principalmente de dirección E-O. Abarca el este de Cantabria y parte del norte de Burgos y Palencia.

El Arco Vasco es la zona noreste de la cuenca y la prolongación noroccidental de los Pirineos. Aralar se sitúa en la parte suroriental de este dominio que a su vez comprende 4 conjuntos estructurales principales: el monoclinial de San Sebastián, el anticlinorio del norte de Vizcaya, el sinclinorio de Vizcaya y el anticlinorio de Bilbao. En este último es donde se encuentra la Sierra de Aralar, entre las fallas de Pamplona y de Hendaya, y al sur de la falla de Leiza.

digune Paleozoikoek eta Iruñeako failatik Ramaleseko failaraino zabaltzen diren alboko material mesozoikoek eta terciarioek osatua. Egiturazko lerrotzek IM-HE norabidekoak dira nagusiki.

2. Nafar-Kantauriar eremua. EKArengo hegoaldeko goi Kretazikoko eta Tertiarioko materialek osatua, Burgosko iparraldeko zati bat, Araba eta Nafarroako hegoaldea barne hartzen ditu. Intrusio diapiriko handiak dauzka. Bere hegoaldeko muga Kantabria Mendilerroaren Zamalkadura da.

3. Eremu Periesturiarra edo Santanderko Blokea. Triasikotik hasi eta Eozenorainoko materialak ditu; Asturiasko Mendigune Paleozoikoko ekialdean Ramaleseko failaraino zabaltzen dira. Egiturazko lerrotzek E-M norabidekoak dira nagusiki. Kantabriako ekialdea eta Burgosko eta Palentziako iparraldearen zati bat barne hartzen du. Euskal Arkua arroaren ipar-ekialdeko zona da, eta Pirinioen ipar-mendebaldeko luzapena. Aralar eremu horren hego-ekialdean kokatuta dago, eta eremuak, bere aldetik, 4 egiturazko multzo nagusi ditu:

Donostiako monoklinala, Bizkaiko iparraldeko antikinorioa, Bizkaiko sinklinorioa eta Bilboko antikinorioa. Azken horretan dago Aralar Mendilerroa, Iruñeako eta Hendaiako failen artean, eta Leitzako failaren hegoaldean.

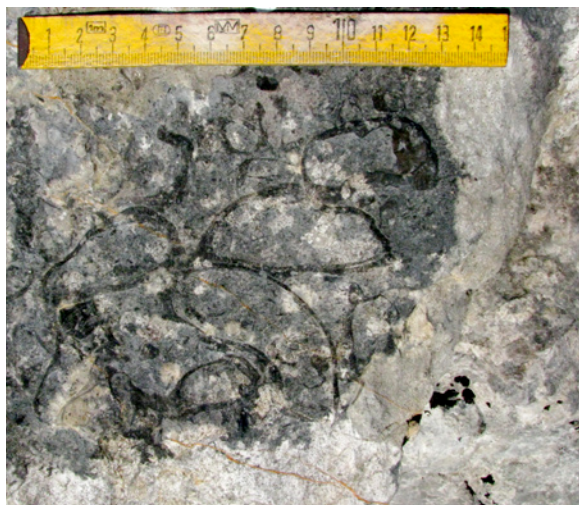
Egitura geologikoa

Aralarko mendilerroak egitura propioa dauka: nagusiki, "A" (antiklinala) itxurako tolestura bikoitza da, iparralderantz zamalkatua (2. irudia). Kurbaduraren barnean kokatutako unitateak jurasikoak dira (zaharrenak), eta kurbaduraren kanpoaldean, berriz, unitate kretazikoak daude. Bi aldira iparraldera eta hego-ekialdera errepikatuta dago, eta bi kasuetan iparralderantzko norabidea dauka edo, bestela esanda, iparralderantz etzaten da (3. irudia). Iparraldeko hegala ere puntualki alderantzikatuta ageri da.

3. irudiari arretaz begiratzen badiogu, Aralarren egitura ulertuko dugu. Iruñe horretan H-I orientazioko ebaki geologikoak ageri dira, eta men-

1

geología



a



b



c

Foto 3.- Algunos fósiles de las Calizas de Sarastarri en el campo: a) una familia de rudistas requiéndidos (bivalvos extintos), b) corte longitudinal de un neirineido (gasterópodo) y c) una colonia de corales ramosos en posición de vida.

3. argazkia.- Sarastarriko Kareharrien fosiletako batzuk zelaian: a) errudista errekiendoen (kusu biko iraungiak) familia bat, b) neirineido (gasteropodo) baten zeharkako ebakidura eta c) koral adartsuen kolonia bat, bizitzeko posizioan.

Estructura geológica

El macizo de Aralar presenta una estructura propia; se trata fundamentalmente de un pliegue en forma de “A” (anticlinal) doble cabalgado hacia el norte (figura 2). Las unidades situadas en el interior de la curvatura son jurásicas (las más antiguas) mientras que en el exterior de la curvatura se encuentran las unidades cretácicas. Está repetido dos veces al norte y al sureste, y es vergente en ambos casos al norte, o lo que es lo mismo, se tumba al norte (figura 3). Incluso el flanco septentrional llega a presentarse puntualmente invertido.

Al observar detenidamente la figura 3 entenderemos la estructura de Aralar. Se presentan en esta figura cortes geológicos de orientación S-N y seriados desde el oeste (domo de Ataun) hasta el este (en la figura 2 localización de cortes). Por ejemplo, en el corte B-B’ se atraviesa el Txindoki, Alotsa, Akaitz hasta Lizarrusti. Observaremos primero al N materiales del Cretácico (Albiense y Aptiense) prácticamente verticales, y a continuación, hacia el S, materiales jurásicos (Lías), luego calizas del Dogger buzando al S, rocas del Wealdense y Cretácico más inferior alrededor del Akaitz y, finalmente materiales del Aptiense y Albiense en el entorno del puerto de Lizarrusti. Se han resaltado en color las unidades del Aptiense inferior dado que, como se hablará en último apartado, son las unidades litológicas que rodean a la Cueva de Mendukilo.

debaldetik (Ataungo domoa) ekialderaino seriatuta (2. irudian, ebakiduren kokapena). Adibidez, B-B’ ebakiduran Txindoki, Alotsa, Akaitz Lizarrustiraino zeharkatzen dira. Lehenbizi I-n, kretazikoko material (Albiarra eta Aptiarra) ia bertikalak ikusiko ditugu eta, gero, H-rantz, material jurasikoak (Lias), ondoren Dogger-eko kareharriak H-ra makurtuak, Wealdiar eta beheragoko Kretazikoko haitzak Akaitzen inguruan eta, azkenik, Aptiarreko eta Albiarreko materialak Lizarrustiko portuaren inguruan. Kolorez nabarmendu dira behe Aptiarreko unitateak; izan ere, azken atalean azalduko dugunez, Mendukiloko leizea inguratzen duten unitate litologikoak dira.

Xehetasunez, egiturazko ondoko barne unitateak bereiz ditzakegu (Floquet & Rat, 1975): Ataungo Domoa, Ipar Antiklinala edo Txindokikoa, Aralarko Ezkata, Ekialdeko Amaiera eta Hegoaldeko Antiklinala. Hemen Ataungo Domoaz soilik hitz egingo dugu, nabarmena baita,

En detalle se pueden diferenciar las siguientes unidades estructurales internas (Floquet & Rat, 1975): Domo de Ataun, Anticlinal Norte o del Txindoki, Escama de Aralar, Terminación Oriental y Anticlinal Sur. Hablaremos aquí tan solo del Domo de Ataun dado su carácter destacado; un relieve perfectamente visible en el paisaje situado en el margen oeste del macizo. El domo es el cierre periclinal del anticlinal de Aralar. Esto es, el extremo del pliegue donde el buzamiento de los estratos se dispone en forma de semicírculo.

Historia Geológica

La historia geológica de un área consiste en la enumeración cronológica de todos los procesos geológicos que han ocurrido en ella. Esta información puede ser obtenida de la interpretación de mapas, perfiles geológicos y columnas estratigráficas. La serie estratigráfica regional en la Sierra de Aralar se compone principalmente de materiales del Jurásico y del Cretácico inferior. Prácticamente la totalidad de la superficie de Aralar esta formada por rocas sedimentarias de origen marino, siendo minoritarias las de origen continental. Así pues, a continuación vamos a describir de forma sucinta y en orden cronológico, de más antiguas a más modernas, la sucesión de rocas de nuestro macizo.

Jurásico (Lías-Malm, parte inferior)

Durante el Lías (Jurásico inferior) se formaron las rocas más antiguas de Aralar. Consisten en carnioles (dolo-

mías oquerosas), dolomías con laminación y calizas dolomíticas, a veces oolíticas. Se originaron en un mar de muy poca profundidad (<10 m) cuyas aguas eran ricas en sales, y en cuyos fondos vivieron principalmente algas que hoy día conforman la fina laminación que se observa en las rocas. Estos materiales afloran en el núcleo del anticlinal principal, entre Enirio e Iribas. El Lías termina con la sedimentación de margas gris-azuladas y margocalizas, ricas en fósiles, entre los cuales se pueden citar, amonites, belemnites y braquiópodos, aflorantes en los surcos de erosión en Enirio. La presencia de una rica fauna de organismos marinos sugiere que se formaron en un mar somero, aunque más profundo que el anterior, y de salinidad normal. Este tipo de mares cubría extensas plataformas de la geografía ibérica y europea en este período.

Circundando los afloramientos del Lías en toda la Sierra se encuentran las rocas del Jurásico medio (Dogger) que afloran ampliamente al sur de Enirio. Se trata de calizas con abundantes esponjas, braquiópodos y amonites, areniscas calcáreas canaliformes. Las calizas se originaron en un mar somero, similar al descrito para el Lías, abierto y con zonas muy poco profundas sometidas a la influencia de aportes arenosos. En muchos puntos de Aralar, las calizas del Dogger presentan nódulos de sílex, materia prima utilizada por nuestros antepasados para la elaboración de herramientas.

Posteriormente, en el Jurásico superior (Malm), las zonas de sedimentación marina se hicieron más someras y se vieron afectadas por corrientes energéticas mari-

paisaia garbi ikus daitekeen erliebea, mendilerroaren mendebaldeko bazterrean kokatua. Domoa Aralarako antiklinalaren itxiera perklinala da. Hau da, tolesturaren muturra da, non estratuen makurdura zirkuluerdi itxuran antolatzen baita.

Historia Geologikoa

Area baten historia geologikoa bertan gertatu diren prozesu geologiko guztien aipamen kronologikoa da. Informazio hori mapak, perfil geologikoak eta zutabe estratigrafikoak interpretatuz lor daiteke. Aralarako Mendilerroko eskualdeko serie estratigrafikoa Jurasikoaren eta behe kretazikoaren materialek osatzen dute nagusiki. Aralarako azalera ia guztia itsas jatorriko haitz sedimentarioek osatzen dute, eta gutxiengoa dira jatorri kontinentalekoak. Hori horrela, ondoren laburki eta kronologikoki, zaharrenetatik berrienera, deskribatuko ditugu gure mendilerroko haitzak.

Jurasikoa (Lias-Malm, beheko aldea)

Lias bitartean (behe Jurasikoa) Aralarako haitzik zaharrenak eratu ziren. Karniolak (barrunbe txikidun dolomiak), laminaziadun dolomiak eta kareharri dolomitikoak, batzuetan oolitikoak, dira. Oso sakonera txikiko (<10 m) eta gatz askoko itsasoan sortu ziren; itsas hondoa algak bizi ziren nagusiki, gaur egun haitzetan ikus daitekeen laminazio fina osatzen dutenak. Material horiek antiklinal nagusiaren nukleoan azaleratzen dira, Enirioren eta Iribasen artean. Lias tuparri gris-urdinsken eta tuparri-kareharrien sedimentazioarekin amaitu zen; tuparri horiek aberatsak ziren fosiletan, eta horien artean aipa ditzakegu amoniteak, belemniteak eta braquiopodoak, higitze-ildoetan azaleratzen direnak Enirion. Itsas organismoen fauna aberatsa izateak sakonera txikiko itsasoan eratu zirela iradokitzen digu, aurrekoa baino sakonagoa eta gaitasun normalekoa bazen ere. Horrelako itsasoak Iberiar penint-

1 geología

nas y grandes aportes de materiales terrígenos (gravas y arenas de cuarzo), traídos por corrientes fluviales desde las áreas continentales próximas. Así, se originaron calizas arenosas, brechas calizas y calizas conglomeráticas que afloran muy bien en las cercanías de Igaratza. Durante el Malm, la sedimentación estuvo controlada por un plegamiento sinsedimentario (contemporáneo al depósito de materiales). De esta forma, donde se desarrollaba el núcleo de anticlinal (en Madotz) hubo menos sedimentación que en áreas hacia el oeste (Baraibar, Irumugarrieta, Enirio) donde el registro sedimentario llegó a ser hasta ocho veces mayor en espesor.

Jurásico terminal (Malm, parte superior)

Durante el Jurásico terminal, la Cuenca Vasco-Cantábrica se vio sometida a una fase de importantes movimientos tectónicos, denominada Fase Kimmérica. Así, los pliegues previos se acentúan, se crean zonas donde las rocas se erosionan, donde desaparece parte del registro geológico y donde apenas se acumula sedimento. Una de estas zonas ocupó lo que hoy día es la zona central de Aralar, entre Igaratza y Madotz, donde se observa una discordancia generalizada, es decir, aquí los materiales del Jurásico están inclinados y cortados por erosión, y los materiales suprayacentes se disponen en ángulo respecto a aquellos. La erosión llega a ser importante en la zona de Buruntzusin, donde falta todo el registro del Malm.

Por encima de esta zona erosionada, no sólo en la zona de Aralar sino en toda la CVC, se establecieron medios

costeros salobres. Es decir, no marinos estrictos sino con influencia de ríos que descargaban sus sedimentos formando pequeños deltas. Así, en la actualidad podemos observar calizas negras, lutitas negras, lumaquelas (rocas con multitud de conchas) de bivalvos, y areniscas ricas en materia orgánica en Aralar, que representan un medio de tipo albufera. Esta sedimentación tuvo lugar desde el Jurásico final hasta el Hauteriviense (Cretácico inferior). No obstante, la datación de estas rocas es aproximada, en base a las dataciones de los materiales infra- y suprayacentes a ellas, ya que no se han encontrado, por el momento, fósiles datadores.

Durante el Barremiense y comienzo del Aptiense, sucede un episodio generalizado de invasión marina sobre los medios costeros anteriores. Se desarrollaron ambientes someros netamente marinos y medios deltaicos donde dominó la sedimentación terrígena. En Aralar las rocas de este intervalo son margas arenosas, lutitas y areniscas, en las que se intercalan algunos niveles de lumaquelas de bivalvos. Las margas contienen abundantes amonites, muy buenos fósiles datadores. Estas afloran por debajo de los crestones de la primera barra caliza del Aptiense inferior, como por ejemplo, en el interior del Domo de Ataun, cerca de los refugios de Igaratza, en Astitz y Oderitz, así como en Ausa-Gaztelu.

Cretácico inferior (Aptiense-Albiense)

El conjunto de rocas formadas durante el Aptiense-Albiense en la CVC se ha denominado históricamente Complejo Urgoniano. El complejo Urgoniano compren-

sulako eta Europako geografiaren plataforma zabalak estaltzen zituen aldi horretan.

Liaseko azaleratzeak inguratuz mendilerro guztian, Jurasiko ertaineko haitzak (Dogger) daude, eta ugari dira Enirioko hegoaldean. Belaki, brakiopodo eta amonite ugari dituzten kareharriak dira, hareharri karretsu kanaliformeak. Kareharriak sakonera txikiko itsaso batean sortu ziren; itsasoa Liaserako deskribatutakoaren antzekoa zen, irekia eta harearen eraginpeko sakonera oso txikiko zonak zituena. Aralarko leku askotan, Dogger-eko kareharriek silixezko noduluak dauzkate; silixa gure arbasoek tresnak lantzeko erabiltzen zuten lehengaia da. Ondoren, goi Jurasikoan (Malm), itsas sedimentazioko zonak azalekoago bihurtu ziren, eta itsas korrante energetikoen eta inguruko area kontinentaletatik ibaiek ekarritako lurreko materialen (legarrak eta kuartzo hareak) ekarpen handien eragina izan zuten. Horrela, kareharri hareatsuak, kareharrizko arrailak eta kareharri konglomeratikoak

eratu ziren, Igaratza inguruetan oso ongi azaleratzen direnak. Malm aldian, sedimentazioa tolestura sinsedimentario batek (materialen jalkitzearen garaikidea) kontrolatu zuen. Horrela, antiklinalaren gunea eratzen zen lekuan (Madotzen) jalkitze gutxiago egon zen mendebalderagoko zonetan (Baraibar, Irumugarrieta, Enirio) baino, non jalkitze erregistroa zortzi aldiz lodiagoa ere izan baitzen.

Amaierako Jurasikoa (Malm, goiko alde)

Amaierako Jurasikoan, Euskal-Kantauriar Arroan mugimendu tektoniko handien fase bat gertatu zen, Fase Kimmerikoa izenekoa. Horrela, aurretiatzko tolesturak areagotu egin ziren, haitzak higitzen ziren zonak sortu ziren, non erregistro geologikoaren zati bat desagertu baitzen eta non sedimenturik ez den metatzen ia. Zona horietako bat Aralarko gaur egungo erdiko zona zen, Igaratzaren eta Madotzen artean, eta diskordantzia orokorra ikus daiteke bertan, hau da, hemen

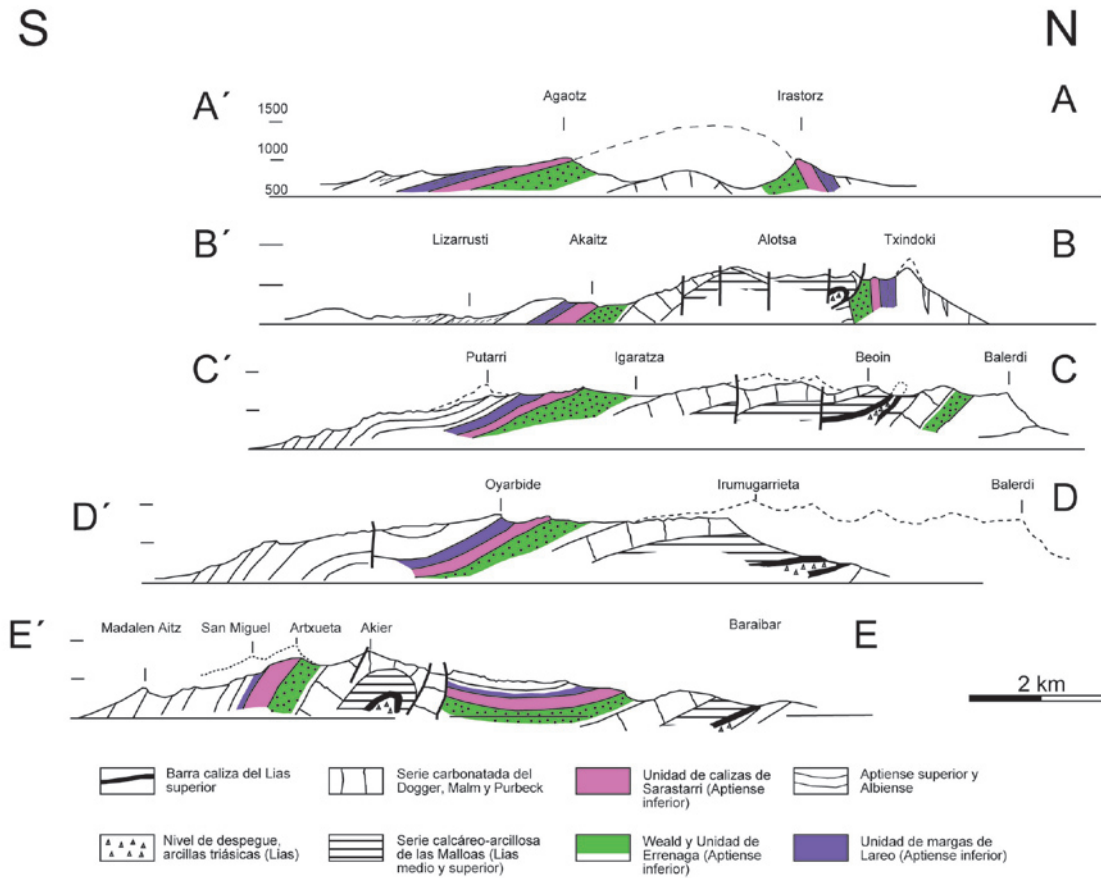


Figura 3.- Cortes geológicos de orientación S-N desde el oeste al este del macizo de Aralar donde se representan las unidades principales (modificado de Floquet y Rat, 1975).

3. irudia.- H-I orientazioko ebakidura geologikoak, Aralar mendilerroaren mendebaldetik ekialdera, non unitate nagusiak adierazten baitira (Floquet eta Rat-ek aldatua, 1975).

Jurasikoko materialak makurtuta eta higadurak ebakita daude, eta gaineko materialak angelu moduan antolatzen dira haiekiko. Higadura nabarmena da Buruntzusingo zonan, non Malm-eko erregistro guztia falta baita.

Zona hingatuta horren gainean, Aralarren ez ezik EKA guztian ere, kostaldeko ingurune gaziak finkatu ziren. Hau da, ez ziren itsasokoak zehatz-mehatz, baizik eta delta txikiak osatuz jalkinak deskargatzen zituzten ibaien eragina zegoen. Horrela, gaur egun, kareharri beltzak, lutita beltzak, kisku biko lumakelak (maskor ugari dituzten haitzak), eta materia organikoan aberatsak diren hareharriak ikus ditzakegu Aralarren, albufera motako ingurunea, alegia. Sedimentazio hori amaierako Jurasikotik Hauterivirerra (behe Kretazikoa) bitartean gertatu zen. Hala ere, haitz horien datazioa gutxi gorabeherakoa da, haien azpiko eta gaineko materialen datazioetan oinarritua; izan ere, oraingoz ez da fosil datatzailerik aurkitu.

Barremiar aroan eta Aptiarren hasieran, aurreko kostalde ingurune horietan itsas inbasioa gertatu zen. Sakonera txikiko itsas inguruneak sortu ziren, eta lurreko sedimentazioa nagusi zen delta inguruneak. Aralarren, denbora tarte horretako haitzak tuparri hareatsuak, lutitak eta hareharriak dira, non kisku biko lumakelen maila batzuk tartekatzen diren. Tuparriek amoniteak dauzkate, oso fosil datatzaile onak. Horiek behe Aptiarreko lehen kareharrizko barraren gailurren azpitik azaleratzen dira, hala nola Ataungo Domoaren barnean, Igaratzako aterpetxeetatik hurbil, Astitzen eta Oderitzen, eta baita Ausa-Gatzelun ere.

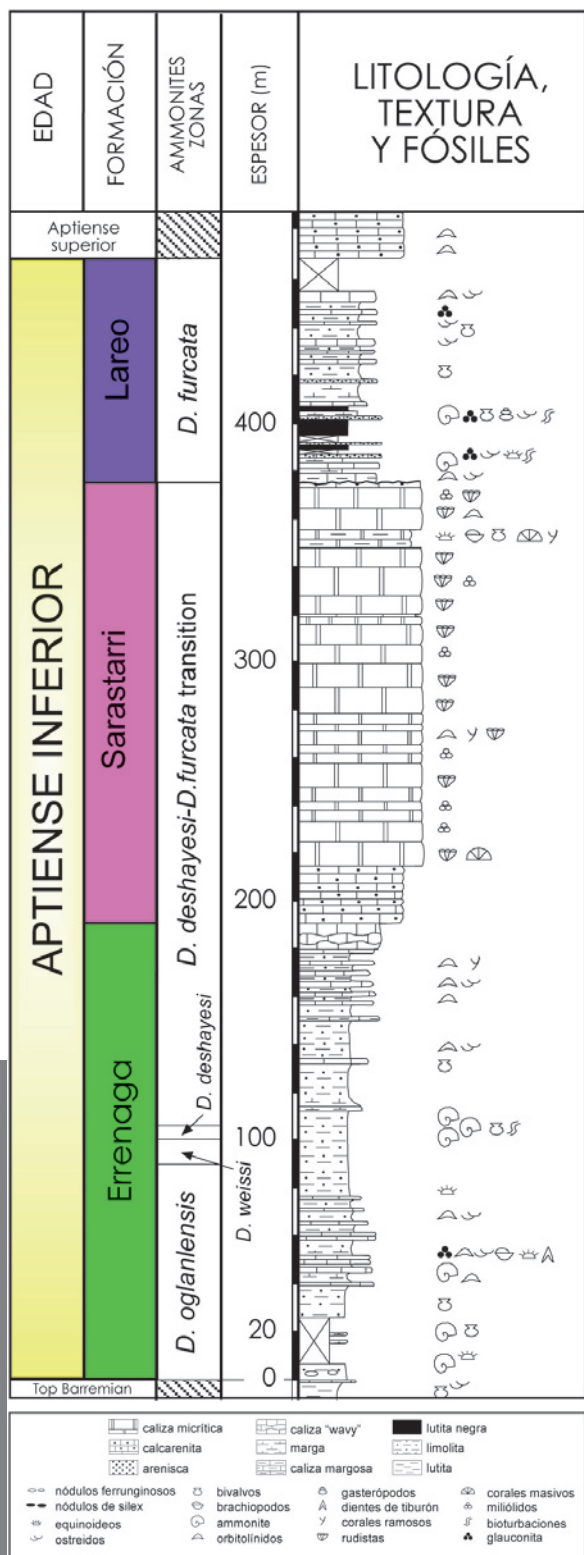
Behe Kretazikoa (Aptiarra-Albiarra)

Aptiar-Albiar aroan, EKA eraturako haitzen multzoari historikoki Gune Urgondarra deitzen zaio. Gune Urgondarrak hainbat material jasotzen ditu bere baitan, eta horietatik, gure geografiako adierazga-

geología

Figura 4.- Sección de referencia para el Aptiense Inferior en el entorno de Igaratza, se muestran las tres unidades litoestratigráficas; lutitas de Errenaga, calizas de Sarastarri y margas de Lareo.

4. irudia. - Behe Aptiarerako erreferentzia sekzioa Igaratza inguruan; hiru unitate litoestratigrafikoak ageri dira: Errenagako lutitak, Sarastarriko kareharriak eta Lareoko tuparriak.



de diferentes materiales de los cuales los materiales más representativos de nuestra geografía son las calizas "urgonianas". El término "urgoniano" proviene de la región de Orgon (Provenza) donde fueron descritas por primera vez las calizas grises con rudistas y corales características. No obstante, en la zona de origen de este término, estas calizas son más antiguas (Jurásico terminal-Aptiense inferior) que las de la CVC (Aptiense-Albiense), y presentan diferencias litológicas y paleontológicas.

La CVC estuvo afectada por esfuerzos tectónicos durante este intervalo de tiempo geológico. Así, se desarrollaron fallas que compartimentaron las áreas de sedimentación, generando fondos marinos poco profundos rodeados por surcos de mayor batimetría. Este efecto fue más importante en el Albiense, mientras que en el Aptiense las áreas de sedimentación conservaron sus características de forma más extensiva. De esta manera las calizas se depositaron en zonas de alto relativo, mientras que margas, lutitas y areniscas se sedimentaron preferentemente en zonas de surco. En Aralar encontramos más de 3000 m de espesor de sedimentos de edad Aptiense-Albiense y en otras zonas de la CVC rebasan ampliamente los 6000 m, por lo que, las calizas del Aptiense-Albiense son la litología más común de nuestra cuenca, presentando además, casi siempre, los relieves más abruptos de nuestra orografía. De igual modo, estas calizas son la litología más evidente de Aralar, no sólo por formar los picos más significativos (Txindoki, Artxueta, Malloak, Aitzondo,...), sino también por la extensión de sus afloramientos.

rienak kareharri "urgondarrak" dira. "Urgondar" terminoa Orgon (Provenza) eskualdetik dator, non lehen aldiz deskribatu baitziren kareharri grisak errudista eta koral bereizgarriekin. Hala ere, termino honen sorlekuan, kareharri hauek zaharragoak dira (amaierako Jurasikoa-behe Aptiarra) EKAKoak baino (Aptiarra-Albiarra), eta desberdintasun litologikoak eta paleontologikoak dituzte.

EKAK denbora tarte geologiko horretan esfortzu tektonikoen eragina jasan zuen. Horrela, jalkitze areak konpartimentutan banatu zituzten failak eratu ziren, sakonera txikiko itsas hondoak sortu zituztenak, batimetría handiagoko ildok inguratuta. Efektu hau Albiar aroan izan zen garrantzitsuagoa; Aptiarrean, berriz, jalkitze areek beren ezaugarriak modu orokorragoan gorde zituzten. Horrela, kareharriak altitude erlatiboko zonetan finkatu ziren, eta tuparriak, lutitak eta hareharriak berriz, ildo zonetan jalki ziren nagusiki. Aralarren Aptiar-Albiar aroko sedimentuek 3000 m-tik gorako lodiera dute, eta EKAKo beste zonetan 6000 m erraz gainditzen dute; hortaz, Aptiar-Albiar aroko

Al final del Aptiense superior el estilo sedimentario se modificó. Se desarrollaron altos estructurales limitados por fallas profundas, donde quedaron restringidas las plataformas carbonatadas dejando de ser extensivas. En estas zonas, de menor profundidad que las áreas adyacentes, se encontraban las condiciones apropiadas para el desarrollo de organismos constructores como corales, rudistas y algas. De tal manera que las plataformas carbonatadas de Aralar cambiaron de estilo. El dominio de sedimentación calizo pasó a localizarse al este de una línea hipotética que uniría el Txindoki y el alto de Lizarrusti, mientras que hacia el oeste la sedimentación fue terrígena (margas, lutitas y areniscas) en un mar algo más profundo. Esta línea no es casual, y corresponde aproximadamente a una línea de fractura profunda (falla no aflorante) que diferenció un bloque hundido con sedimentación terrígena al oeste y un bloque elevado con calizas al este. En el límite entre ambos dominios las calizas formaron verdaderas construcciones arrecifales dominadas por algas, corales y algunos rudistas.

Las áreas de sedimentación carbonatada retrocedieron lentamente durante el Albiense superior. En este intervalo de tiempo se desarrollaron los arrecifes pináculo de Aitzondo y Madalenaitz. Finalmente en el Albiense superior la sedimentación de carbonatos fue escasa, con excepción de algunas calcarenitas en la zona de Irurtzun. De forma paulatina se estableció una sedimentación principalmente margosa de mar abierto. Hoy día podemos observar en estas margas, nódulos de carbonato de hierro, originados en etapas posteriores a la sedimentación, una vez el sedimento estaba siendo ente-

rrado. Curiosamente, en el interior de estos nódulos se preservaron algunos fósiles de bivalvos, braquiópodos y amonites. Es decir que los nódulos actuaron como protectores frente a la compactación de los restos orgánicos.

La serie margosa del Albiense superior representa los materiales más modernos en Aralar. Al sur de la Sierra se dibuja un accidente tectónico importante, la Falla inversa de Sakana que corta aproximadamente en dirección los materiales del Albiense final. Por otro lado, en el norte de Aralar, entre Lazkao, Zaldibia, Amezketa y Bedaio se descubren afloramientos con rocas del Albiense superior-Cenomaniense. Son pizarras formadas por el metamorfismo de grado bajo a partir de margas. En su origen, estas margas se depositaron en un mar abierto tal como hemos comentado anteriormente, pero los esfuerzos que dieron lugar al plegamiento alpino las deformaron lo suficiente como para cambiar en parte su estructura interna, haciéndose más compactas y duras, e incluso con formación de minerales nuevos en su seno.

Las calizas del Aptiense inferior y la cueva de Mendukilo

La cueva de Mendukilo se localiza desde el punto de vista geológico en materiales del Complejo Urgoniano. Como hemos comentado anteriormente, la litología más característica del Complejo Urgoniano (Aptiense-Albien-

kareharriak gure aroko litologia arruntena dira eta, ia beti, gure geografiako erlieberik malkartsuenak eratzen dituzte gainera. Era berean, kareharri horiek Aralarko litologia agerikoena dira, gailurrik adierazgarrienak (Txindoki, Artxueta, Malloak, Aitzondo,...) eratzeagatik ez ezik, haien azalaztezen hedaturagatik ere.

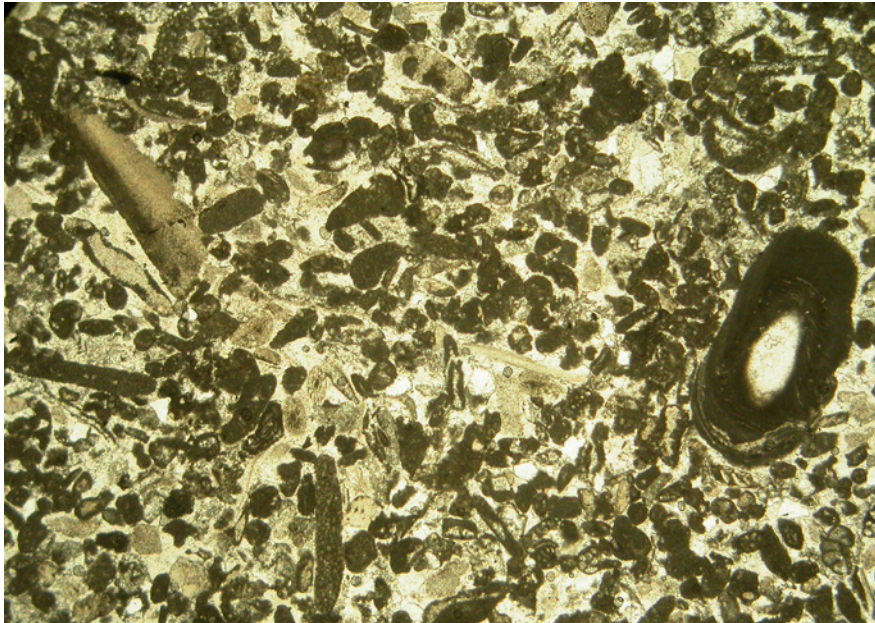
Goi Aptiar aroaren amaieran, jalkitze estiloa aldatu egin zen. Falla sakonek mugatutako egiturazko garaierak eratu ziren, non plataforma karbonatatuak mugatuta geratu baitziren, hedakorrek izateari utziz. Aldameneko areek baino sakonera txikiagoko zona horietan, organismo eraikitzaileak (koralak, errudistak eta algak) garatzeko baldintza egokiak zeuden. Hori horrela, Aralarko plataforma karbonatatuak estiloz aldatu ziren. Kareharrien jalkitze eremua Txindoki eta Lizarrustiko gaina lotuko zituen lerro hipotetiko baten ekialdean kokatu zen, eta mendebaldean, berriz, jalkitzea lurrekoa edo terrigenoa (tuparriak, lutitak eta hareharriak) izan zen, sakonera handiagoko itsaso batean. Lerro hori ez da

nolanahikoa eta, gutxi gorabehera, haustura sakoneko lerro bati (azalaztezen ez den falla) dagokio, zeinak mendebaldean jalkitze terrigenoak dituen bloke hondoratu bat eta ekialdean kareharriez goratutako bloke bat bereizi baitzituen. Bi eremuen arteko mugan, kareharriek benetako uhari eraikuntzak eratu zituzten, algak, koralak eta errudista batzuk nagusi zituztenak.

Jalkitze karbonatutako areek atzera egin zuten mantso, Goi Albiarrean. Denbora tarte horretan, Aitzondoko eta Madalenaitzeko pinakulu uhariak eratu ziren. Azkenik, Goi Albiarrean karbonatoen jalkitzea murrizta izan zen, Irurtzun aldeko kalkarenita batzuen kasuan izan ezik. Pixkanaka, itsaso zabaleko tuparri sedimentazioa, nagusiki, finkatu zen. Gaur egun, tuparri horietan burdin karbonatozko noduluak ikus ditzakegu, sedimentazioaren ondorengo etapatan sortuak, sedimentua lurperatua izaten ari zelarrik. Gauza bitxia bada ere, nodulu hauen barruan kisku biko, braquiopodo eta amoniten fosil batzuk gorde ziren. Hau da, no-

1

geología



a



b

Foto 4.- Microfotografías de las calizas de Sarastarri: a) típico fósil de orbitolina (con forma de sombrero chino), b) calcarenita (caliza de granos de tamaño arena).
4. argazkia.- Sarastarriko Kareharrien mikroargazkiak: a) orbitolina fosil tipikoa (kapel txinatarraren itxura duena), b) hare-kareharria (hare tamainako aleak dituen k...

se) en la región Vasco-Cantábrica es caliza micrítica de rudistas, corales y orbitolinas. El primer depósito generalizado de esta caliza se produjo hacia el final del Aptiense inferior, cuando extensas plataformas siliciclásticas fueron reemplazadas por plataformas carbonatadas. En la Sierra de Aralar el Aptiense inferior está representado por tres unidades litoestratigráficas, que citadas de más

antigua a más moderna son: Lutitas de Errenaga, Calizas de Sarastarri y Margas de Lareo (figura 4).

En la unidad de Calizas de Sarastarri, de edad Aptiense inferior (≈ 122 m.a.), se encuentra la cavidad de Mendukilo. Esta unidad se extiende a lo largo de toda la Sierra de Aralar y dibuja un resalte en el relieve de for-

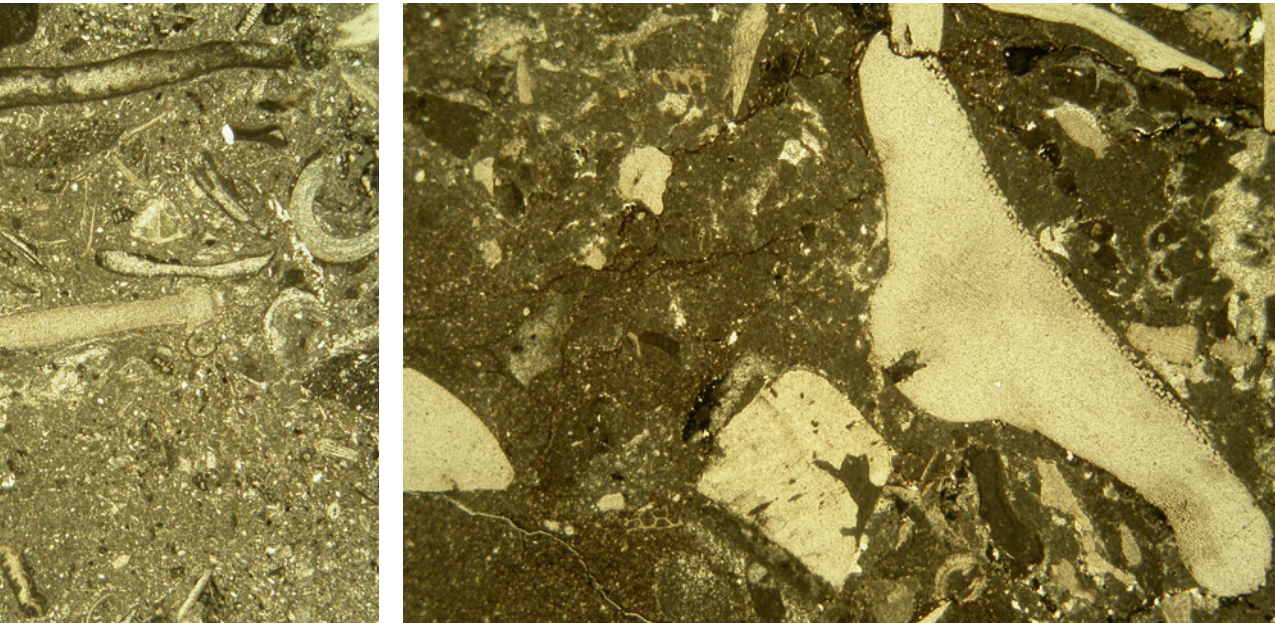
20 |

duluek babesle gisa jokatu zuten, hondar organikoen konpaktazioaren aurrean.

Goi Albiar aroko tuparri serieak Aralarko materialik moderno-nak dira. Mendilerroaren hegoaldean, gorabehera tektoniko handi bat dago, Sakanako alderantzizko Faila, amaiera Albiarreko materialen norabidean, gutxi gorabehera, ebakitzen dituena. Bestalde, Aralarren iparraldean, Lazkao, Zaldibia, Amezketeta eta Bedaioren artean, Goi Albiar-Zenomaniar aroko haitzen azaleratzeak aurkitzen dira. Tuparrietatik, gradu baxuko metamorfismoak eraturako arbelak dira. Jatorriz, tuparri horiek itsaso zabal batean ezarri ziren, lehenago esan dugunez, baina Alpeetako tolestura sortu zuten esfortzuek beren barne egitura neurri batean aldatzeko bezainbat deformatu zituzten; trinkoago eta gogorrago egin ziren, eta are mineral berriak ere eratu ziren beren baitan.

Behe Aptiarreko kareharriak eta Mendukiloko leizea

Mendukiloko leizea, ikuspuntu geologikotik, Gune Urgoniarreko materialetan kokatzen da. Lehenago aipatu dugunez, Gune Urgoniarreko (Aptiar-Albiarra) litologiarik bereizgarriena, Euskal-Kantauriar eskualdean, errudista, koral eta orbitolinen kareharri mikritikoa da. Kareharri horren lehen ezarpen orokorra behe Aptiarraren amaieran gertatu zen, plataforma siliklastiko zabalaren ordez plataforma karbonatatuak agertu zirenean. Aralar Mendilerroan, behe Aptiarra hiru unitate litoestratigrafikotan ageri da, eta zaharretik berrienera, hauexek dira: Errenagako lutitak, Sarastarriko kareharriak eta Lareoko tuparriak (4. irudia). Sarastarriko kareharrien unitatean, behe Aptiar (≈ 122 m.u.) garaikoa, Mendukiloko kobazuloa dago. Unitate hori Aralarko



C

y c) corte longitudinal de una espina de erizo junto con otros microfósiles.
 areharria) eta c) triku arantzaren zeharkako ebakidura, beste mikrofosil batzuekin batera.

ma muy característica, como la crestería que perfila el domo de Ataun. La dirección de los estratos en el área de Iribas donde se sitúa la cueva de Mendukilo es NO-SE, y su inclinación es de 30 grados hacia el SSE condicionando la morfología de la misma. La unidad en su conjunto presenta en Iribas un espesor de aproximadamente 60 metros, muy reducido si lo

comparamos con la potencia del sector O, de hasta 170 metros en Ataun.

Las Calizas de Sarastarri son típicas calizas urgonianas con multitud de rudistas (foto 3a), corales (foto 3c) y orbitolinas (foto 4a). Su edad, en base a datación de orbitolínidos, es Aptiense inferior (Palorbitolina lenticu-

Mendillerro guztian zehar zabaltzen da, eta erliebean oso forma bereziko irtengunea zehazten du, hala nola Ataungo domoan nabarmentzen den gailurreria. Mendukiloko kobazuloa kokatzen den Iribas areako geruzen norabidea IM-HE da, eta 30 graduko makurdura dauka HHErantz, bere morfologia baldintzatuz. Unitateak, bere osotasunean, Iribasen 60 metro inguruko lodiera dauka, oso txikia, M-ko sektorekoarekin alderatzen badugu, Ataunen 170 metro ere baititu.

Sarastarriko kareharriak kareharri urgoniar tipikoak dira, errudista (3a argazkia), koral (3c argazkia) eta orbitolina (4a argazkia) askorekin. Haien adinari dagokionez, orbitolinidoen datazioaren arabera, behe Aptiarrekoak dira (Palorbitolina lenticularis BLUM, Chofatella decipiens, SCHL, eta Iraqia simplex HENSON; Duvernois et al., 1972). Adinari buruzko zehaztasun handiagooa unitate siliziklastiko ahokatzailleetan aurkitutako amoniteen faunak ematen digu. Amoniteak kanpoko maskor bat zuten zefalopo-

doak izan ziren; haien oraingo homologoa Nautilus da. Fauna horrek Sarastarriko kareharriei behe Aptiarreko amoniteen azken bi biozonak izan ziren Deshayesites deshayesi (d'Orbigny) delakoaren eta Dufrenoyia furcata (J. de C. Sowerby) zonaren arteko trantsizio adin bat egozte ahalbidetzen digu.

Kareharri horiek sakonera txikiko (<10 m) itsas plataformako ja-lkitze ingurunearen adierazgarriak dira; bertan ugari izan ziren errudistak eta koralak, orbitolinidoak, kareharri algak eta beste organismo batzuk, bizia loratu zen ur beroen ingurunearen isla izanik. Leku zehatz batzuetan soilik aurkitzen ziren kareharriak, itsas hondoa dezimetro batzuetatik hasi eta metro bateraino nabarmentzen zirenak, eta uharri txikitat har ditzakegunak. Era berean, toki batzuetan (Agaotz, Ausa-Gaztelu eta Desamendi), plataforma zona zertxobait sakonagoek (metro gutxi batzuk) zeharkatzen zuten, harea-kareharritzko (hareaaren tamainako kareharritzko aleek osatutako kareharria, 4b argazkia) eta tuparri-

1 geología

laris BLUM, *Chofatella decipiens*, SCHL, e *Iraqia simplex HENSON*; Duvernois et al., 1972). Más precisión en cuanto a la edad nos la aporta la fauna de amonites encontrada en las unidades siliciclásticas encajantes. Los amonites fueron cefalópodos que tenían una concha externa; su homólogo actual es el *Nautilus*. Esta fauna nos permite atribuir a las calizas de Sarastari a una edad de transición entre *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny) y zona *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sowerby), últimas dos biozonas de amonites del Aptiense inferior.

Estas calizas representan un medio sedimentario de plataforma marina de poca profundidad (<10m) donde proliferaron rudistas y corales, orbitolínidos, algas calcáreas y otros organismos, reflejando un medio de aguas cálidas donde la vida florecía. Sólo en lugares concretos se localizaban crecimientos calizos que sobresalían desde unos decímetros a algún metro sobre el fondo marino, y que pueden ser considerados como pequeños arrecifes. Asimismo, en ciertos puntos (Agaotz, Ausa-Gaztelu y Desamendi), la plataforma estaba surcada por zonas algo más profundas (unos pocos metros) con sedimentación calcarenítica (calizas formadas por granos calizos de tamaño arena, foto 4b) y margosa. En los márgenes de estos pasillos terrígenos existían suaves taludes donde proliferaban corales y esponjas. Estos corredores entre plataformas carbonatadas estuvieron sometidos a la acción de corrientes mareales, según se deduce de las abundantes estratificaciones cruzadas.

El medio de plataforma marina somera llegó a su final debido a un pequeño pulso tectónico, que primero elevó la plataforma produciendo una erosión por acción

de las olas (<5m) y después ocasionó su hundimiento. También se han insinuado otros cambios paleoceanográficos para explicar su final, como los que produjo el hidrotermalismo producido en esta edad en el entorno de Mutiloa al sur de Guipúzcoa (Mina de Troya). Este evento hidrotermal pudo haber introducido elementos contaminantes en los fondos oceánicos que acabaron con la fauna arrecifal que vivía en ese momento, pero que al mismo tiempo permitió el desarrollo de otra fauna, como es el caso de grandes ostreidos de hasta 25 cm o de equinodermos (foto 4b), que soportaban estas condiciones de estrés.

El final de este episodio de sedimentación calcárea fue, en cualquier caso, drástico, ya que se observa el techo de la unidad neto y brusco en toda el área de Aralar (foto 2). Este techo tan abrupto, la inclinación tectónica de la unidad y los materiales margosos suprayacentes más impermeables son los factores que han condicionado, junto con el paso del tiempo, la formación de la cueva de Mendukilo. El agua de lluvia cargada de CO₂ ha disuelto durante miles de años, y disuelve en la actualidad, la roca caliza a partir de fracturas y planos de estratificación, dando lugar a cavidades como la galería de la Sala del Guerrero.

Agradecimientos

A mis compañer@s de la UPV/EHU y, en especial, a Joaquín García-Mondéjar por el apoyo brindado durante la realización del texto.

zko sedimentazioarekin. Korridore terrigeno horien bazterretan, koral eta belaki ugariko ezponda leunak zeuden. Plataforma karbonatatuaren arteko korridore horiek itsas korronteen eragina jasan zuten, estratifikazio gurutzatu ugariak erakusten dutenez. Sakonera txikiko itsas plataformaren ingurunea pultsu tektoniko txiki baten ondorioz desagertu zen, zeinak lehenbizi plataforma goratu egin baitzuen, olatuen eraginez (<5 m) higatuz eta ondoren hondoratuz. Halaber, beste aldaketa paleozeanografikoak iradoki dira amaiera azaltzeko, hala nola aro hartan Gipuzkoako hegoaldeko Mutiloa (Troiakeo Meatzea) inguruan gertatutako hidrotermalismoak sortutakoak. Gertakari hidrotermal horrek elementu kutsatzaileak sartu ahal izan zituen itsas hondoran, eta arrezifeko orduko fauna desagertarazi, baina aldi berean bes-telako fauna garatzea ahalbidetu zuen, hala nola 25 cm ere ziztuzten ostreido handiak edo ekinodermoak (4b argazkia), estres

baldintza haien jasan zezaketenak.

Kareharrizko jalkitzealdi haren amaiera, nolahi ere, erabatekoa izan zen; izan ere unitatearen sabai garbi eta bapatekoa ikusten baita Aralarako area guztian (2. argazkia). Hain malkartsua den sabai hori, unitatearen makurdura tektonikoa eta gaineko tuparrizko material iragazgaitzagoak dira, denboraren iraganarekin batera, Mendukiloko kobazuloa eratzearen faktoreak. CO₂z betetako euri urak milaka urtetan disolbatu du, eta orain ere disolbatzen du, kareharrizko haitza estratifikazio haustura eta planoetatik, eta hainbat gune sortu ditu, Gerlariaren galeria adibidez.

Eskertzak

UPV/EHUko nire lankideei eta, bereziki, Joaquín García-Mondéjarri, testua egitean emandako laguntzagatik.

Bibliografía básica utilizada Erabilitako oinarrizko bibliografia

DUVERNOIS, CH., FLOQUET, M. y HUMBEL, B. (1972). — La Sierra d'Aralar. Stratigraphie. Structure. Cartographie au 1:25.000. Tesis Doctoral. Univ. Dijon.

FEUILLÉE, P. y RAT, P., (1971). — Structures et paléogéographies Pyrénéo-cantabriques. Histoire structurale du Golfe de Gascogne, II, 1-48.

FLOQUET, M., DUVERNOIS, CH. y HUMBEL, B. (1977). — La Sierra d'Aralar. Le support sédimentaire et l'architecture dans les paysages. *Munibe* 24, 167-194. 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.

GARCÍA-MONDÉJAR, J., OWEN, H.G., RAISSOSSADAT, N., MILLÁN, M.I. y FERNÁNDEZ-MENDIOLA, P.A. (2008). — The Lower Aptian of Aralar (north Spain): stratigraphy, sedimentology, ammonite biozonation and OAE1. *Cretaceous Research* (in press).

LAMARE, P. (1927). — Sur la morphologie de la structure géologique de la Sierra de Aralar (Navarre). *Compte Rendus du Congrès des Sociétés Savantes Scientifiques* (Paris).

LERTXUNDI, D. (1997). — El Aptiense del Sur de la Sierra de Aralar. Trabajo de investigación de Programa de Doctorado. Inédito, Universidad País Vasco, 19 pp.

LERTXUNDI, D. y GARCÍA-MONDÉJAR, J. (1998). — El surco de Aia-Zaldibia (Aptiense inferior, Aralar, Gipuzkoa). *Geogaceta* 22, 105-108.

LERTXUNDI, D. y GARCÍA-MONDÉJAR, J. (1998). — Facies and constructional dynamic of fan Albian carbonate pinnacle (Aitzondo buildup, Aralar, Basque-Cantabrian Basin). Abstract volume of the 15th International Sedimentological Congress (Alicante), 500-501.

LÓPEZ-HORGUE, M., 2004. — Geología de Aralar. <http://www.aralar-natura.org/lanak/geologia.pdf>

MILLÁN, M.I., AGIRREZABALA, L.M., FERNÁNDEZ-MENDIOLA, P.A. y GARCÍA-MONDÉJAR, J. (2005). — El surco calcarenítico intraplataforma de Desamendi: origen y evolución (Aptiense inferior, Aralar-Navarra). *Geotemas*, 8, 73-76.

MILLÁN, M.I., FERNÁNDEZ-MENDIOLA, P.A. y GARCÍA-MONDÉJAR, J. (2007). — Pulsos de inundación marina en la terminación de una plataforma carbonatada (Aptiense inferior de Aralar, Cuenca Vasco-Cantábrica). *Geogaceta* 41, 127-130.

MILLÁN, M.I., DORRONSORO, C., FERNÁNDEZ-MENDIOLA, P.A. y GARCÍA-MONDÉJAR, J. (2008). — Facies de lutitas negras en el Aptiense inferior de Aralar (Cuenca Vasco-Cantábrica): análisis elemental de TOC, cromatografía de gases y pirólisis rock-Eval de la materia orgánica. *Geotemas*, 10.

RAT, P. (1959). — Les pays crétacés basco-Cantabriques (Espagne). Thèse. Fac. Sciences de Dijon et Publ. de la Université de Dijon. Dijon.

RAMÍREZ DEL POZO, J. (1971) — Bioestratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región cantábrica). Memoria del Instituto Geológico y Minero de España.

CHERCHI, A. Y SCHOËDER, R. (1998) — Aptian and Albian Large Foraminifera at Madoz. 24º Coloquio Europeo de Micropaleontología. Libro Guía. (ed. Lamolda, M.A.), 71-73.

SOLER Y JOSÉ, R. (1972) — Estudio geológico de la Sierra de Aralar (Cuenca Cantábrica oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 82, 406-428. Madrid.