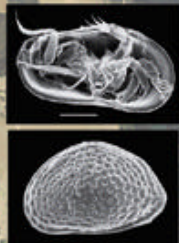


# CIENCIAS DE LA TIERRA EN URDAIBAI LURZIENTZIAK URDAIBAIN

Xabier Murelaga eta M<sup>a</sup> Jesus Irabien  
Geologia Saila, Zientzi eta Teknologi Fakultatea, UPV/EHU



Los Rudistas de Ereño  
Ereñoeko Errudistak



Ostrácodos/Ostrakodoak



Mapa geológico Mapa geologikoa  
(R. Adán de Yarza)



Estructura tectónica  
Egitura tektonikoa



Aforo-estazioa  
Estación de aforo

2005ko abenduaren 22an emandako 60/192 ebazpenaren bitartez, ONUk "Lur planetaren nazioarteko urtea" izendatu zuen 2008a. Aldi berean, 2007-2009 hirurtekoan zehar gauzatu nahi diren hainbat ekimen desberdinen antolaketaren ardura UNESCOari-UNEParen (United Nations Environmental Program) eta NBko antzeko beste estamentuen laguntzaz - eta IUGS-ari (International Union of Geological Sciences) eta beste Elkarte Geologikoei eman zien. Hirurteko honetan lortu beharreko helburutako bat Lurzientziekin harremanetiko alderdiak gizartera helduaraztea da.

Ospakizun honetaz baliatuz, Euskal Herriko Unibertsitateko Geologia Sailak Urdaibai Biosferako Erreserban eta Lurzientziekin zerikusia duten garatutako, garatzen ari diren eta garatuko diren lanak gizartera zabaldu nahi ditu. UPV/EHuko UNESCO Katedra, Urdaibaiko Patronatza eta UPV/EHU izan dira lan hauen gehienak finantzatzaileak.

Ereñoeko errudistak  
Ostrakodoak eta Foraminiferoak  
Ramón Adán de Yarza  
Egitura tektonikoa  
Hidrogeologia

Ornodun fosilak  
Volcanismo en Urdaibai  
Bulkanismoa Urdaibain  
Karst-sedimentazioa  
Behe Kretazeoa  
Laidako dunak



Forua Pleistozenoan  
Forua en el Pleistoceno



Ornodun fosilak  
Volcanismo en Urdaibai  
Bulkanismoa Urdaibain



Relleno paleokárstico  
Betekin paleokarstikoa



Ogoñoeko Behe Kretazeoa  
El Cretácico inferior de Ogoño



Las Dunas de Laida  
Laidako Dunak

El 22 de diciembre de 2005 la ONU mediante la resolución 60/192 proclama el año 2008 como año internacional de las Ciencias de la Tierra. Al mismo tiempo la ONU designo a la UNESCO en colaboración con la UNEP (United Nations Environmental Program) y otros estamentos similares de la ONU y a la IUGS (International Union of Geological Sciences) y otras sociedades geológicas, la organización de las diferentes actividades a realizar en el trienio 2007 a 2009. Entre los objetivos a conseguir en este trienio se encuentra el de hacer llegar a la sociedad aquellos aspectos relacionados con la Ciencias de la Tierra.

Aprovechando el marco que nos ofrece esta celebración desde la Sección de Geología de la Universidad del País Vasco, se pretende acercar a la sociedad todos aquellos trabajos de investigación relacionados con las Ciencias de la Tierra que se han llevado a cabo, que se están desarrollando o que se pretenden realizar en el futuro dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. La mayoría de estos trabajos han sido o están siendo financiados por la Catedra Unesco de la UPV/EHU, el Patronato de Urdaibai y por la Universidad del País Vasco/EHU.

Las Rudistas de Ereño  
Ostrácodos y foraminíferos  
Ramón Adán de Yarza  
Estructura tectónica  
Hidrogeología

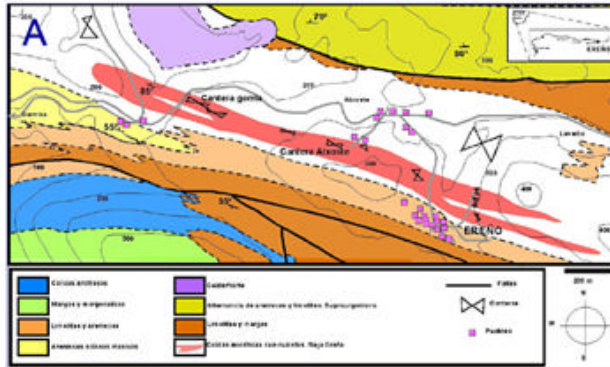
Vertebrados fósiles  
Volcanismo en Urdaibai  
Sedimentación kárstica  
Cretácico inferior  
Las Dunas de Laida



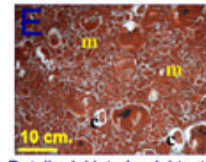
# Los rudistas de Ereño. *Ereñoako errudistak*

L. Damas Mollá, P. García Garmilla, A. Aranburu Artano

Las calizas rojas de Ereño (A) han sido explotadas desde la época de los romanos hasta hace 40 años en diferentes canteras (B y C). El valor ornamental del conocido como Rojo Bilbao o Rojo Ereño forma parte de nuestro patrimonio tanto artístico como cultural (D y E). La belleza de esta roca recae en su característica matriz roja, que engloba un abundante contenido fósil mayoritariamente blanco, lo que ha contribuido a su reconocimiento fuera del País Vasco, llegando incluso a lugares tan emblemáticos como El Vaticano. *Ereñoako kareharri gorriak (A) Erromatar garaia ezkerotik 40. hamarkada bitartean ustiatu dira harrobi ezberdinetan (B eta C). "Rojo Bilbao" edo "Rojo Ereño" gisara ezaguna den arrokaren apaintura balorea gure kultura- zein arte-ondarea da (D eta E). Arroka honen edertasuna kolore txuriko fosilak inguratuz dagoen matrize gorrian datza. Honi esker oso preziatua izan da Euskal Herriatik kanpo, Vatikanora bezalako leku enblematikoetara iritxiz.*



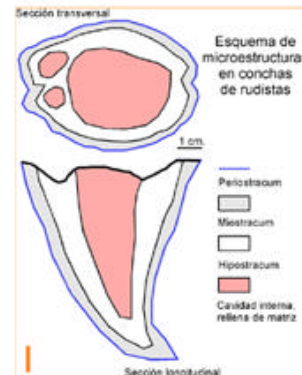
Teatro Arriaga (Bilbao). La base es de Rojo Ereño. Arriaga antzokia (Bilbo). Ereño Gorria.



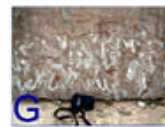
Detalle del interior del teatro Arriaga. (c: caprotínido; m: monopléurido). lo mismo pero en euskera

Las conchas fósiles de los rudistas están formadas por tres capas (1): la externa, el **periostracum**, muy rico en materia orgánica, que normalmente no fosiliza; la intermedia, el **miostracum**, con microestructura prismática y compuesta por calcita baja en magnesio y la interna, el **hipostracum**, formada en origen por aragonito, pero que aparece recristalizado a calcita.

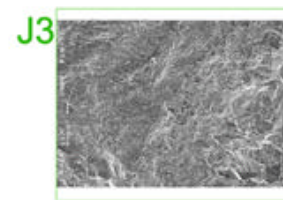
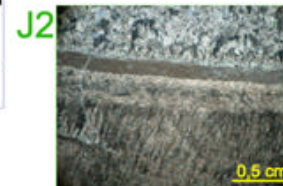
*Errudisten maskor fosila 3 geruza ezberdinez osotzen da (1): kanpokoa, periostracum, materia organikotan oso aberatsa, normalean ez da fosiltzen; erdikoa, miostracum, prisma-mikroegituraduna, magnesio gutxidun kaltzitaz osotua eta barmekoa, hipostracum, jatorriz aragonitozkoa izan arren kaltzitara birkristaldua azaltzen da.*



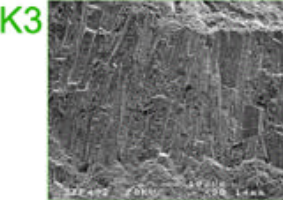
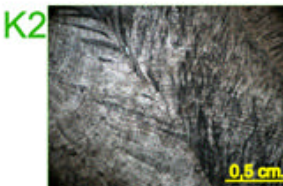
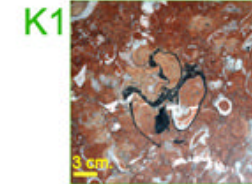
Se depositaron en ambientes marinos someros del Cretácico Inferior (Aptiense - Albiense). Se observan niveles biocontruidos de caprotínidos en posición de vida que aparecen de forma repetitiva con truncación erosiva a techo debida a tormentas (F, G y H). *Beha Kretazeoko (Aptiar-Albiar) sakonera txikiko ingurune itsastarrean metatutako arrokak dira. Bizi posizioan dauden Kaprotinidozko bioeraikinak ageri dira, gaina ekaitzek eragindako gaizalez mozturik (F, G eta H).*



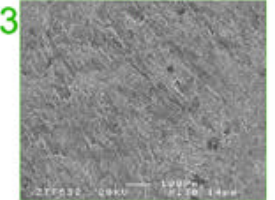
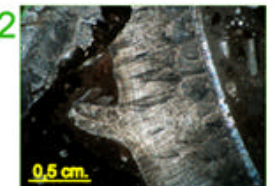
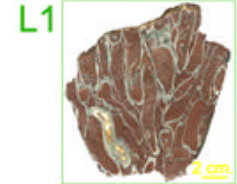
## Caprotínidos



## Requiénidos



## Monopléuridos



Las figuras 1 son imágenes de campo, las 2 son fotos de microscopio óptico con nicoles cruzados y las 3 son imágenes de microscopio electrónico. 1 irudiak, landa-argazkiak dira, 2 irudiak mikroskopia optikoko argazkiak dira eta 3 irudiak mikroskopia elektronikoko argazkiak dira.

Los rudistas de Ereño presentan diferencias entre sí tanto morfológicas como microestructurales. Los **caprotínidos**, que tienen conchas grandes y gruesas (J1) con prismas poco marcados y dos orientaciones perpendiculares entre sí (J2 y J3), son los más alterados diagenéticamente. Los **requiénidos**, menos alterados, tienen un grosor y un tamaño de concha intermedio, destacan por su color negro (K1) y sus prismas aparecen bien conservados (K2) con disposición "cone in cone" (K3). Las conchas de los **monopléuridos** son pequeñas y finas (L1), pero tienen dos tipos de prismas bien conservados, gruesos y finos, estos últimos se abren en abanico (L2 y L3). Sus conchas aparecen medianamente alteradas.

*Ereñoako errudistek beraien artean ezberdintasunak dituzte bai morfologia zein mikroegitura ikuspuntutik. Kaprotinidoek maskor handia eta lodia dute (J1), beraien artean ortogonalak diren gubi markatutako prismaz osotzen dira eta diagenetikoki gehien aldatzen direnak dira. Errekenidoak gutxiago aldatzen dira, maskor tamaina eta lodiera ertaina dute, kolore beltzarengatik dira ezagunak (K1) eta prismak ongi mantentzen (K2) dira cone in cone egiturekin (K3). Monopleuridoen maskorrak txikiak eta finak dira (L1), baina ongi mantentzen diren bi prisma mota dituzte, lodiak eta finak, azken hauek abanikuan irekitzen direlanik (L2 eta L3). Maskor hauek erdizka aldatzen dira.*

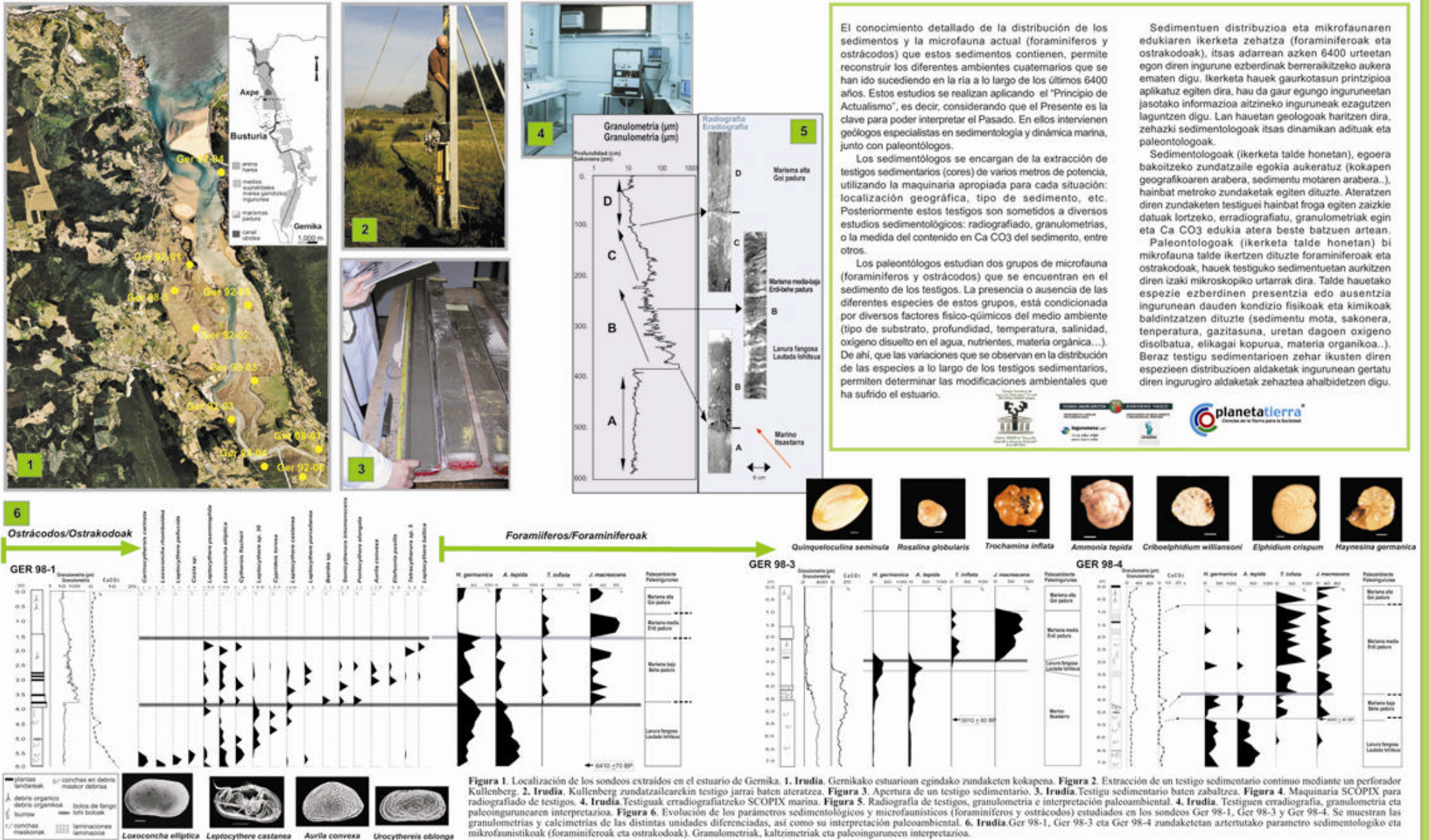




# AZKEN 6500 URTEETAN URDAIBAIEN GERTATUTAKO INGURUGIRO ALDAKETAK CAMBIOS AMBIENTALES EN EL URDAIBAI EN LOS ULTIMOS 6500 AÑOS



J. Rodríguez-Lázaro (1), A. Pascual (1), M. Martín-Rubio (1), B. Martínez García, O. Weber (2), J. M. Jouanneau (2).  
(1) UPV/EHU. Facultad de Ciencia y Tecnología/Zientzia eta teknologia fakultatea. (2) Université de Bordeaux I.



El conocimiento detallado de la distribución de los sedimentos y la microfaua actual (foraminíferos y ostrácodos) que estos sedimentos contienen, permite reconstruir los diferentes ambientes cuaternarios que se han ido sucediendo en la ría a lo largo de los últimos 6400 años. Estos estudios se realizan aplicando el "Principio de Actualismo", es decir, considerando que el Presente es la clave para poder interpretar el Pasado. En ellos intervienen geólogos especialistas en sedimentología y dinámica marina, junto con paleontólogos.

Los sedimentólogos se encargan de la extracción de testigos sedimentarios (cores) de varios metros de potencia, utilizando la maquinaria apropiada para cada situación: localización geográfica, tipo de sedimento, etc. Posteriormente estos testigos son sometidos a diversos estudios sedimentológicos: radiografiado, granulometría, o la medida del contenido en Ca CO<sub>3</sub> del sedimento, entre otros.

Los paleontólogos estudian dos grupos de microfaua (foraminíferos y ostrácodos) que se encuentran en el sedimento de los testigos. La presencia o ausencia de las diferentes especies de estos grupos, está condicionada por diversos factores físico-químicos del medio ambiente (tipo de sustrato, profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto en el agua, nutrientes, materia orgánica...). De ahí, que las variaciones que se observan en la distribución de las especies a lo largo de los testigos sedimentarios, permiten determinar las modificaciones ambientales que ha sufrido el estuario.

Sedimentuen distribuzioa eta mikrofaunaren edukiaren ikerketa zehatza (foraminiferoak eta ostrakodoak), itsas adarrean azken 6400 urteetan egon diren ingurune ezberdinak berreraikitzeo aukera ematen digu. Ikerketa hauek gaurkotasan printzipioa aplikatuz egiten dira, hau da gaur egungo inguruneetan jasotako informazioa aitzineko inguruneak ezagutzen dituzten digu. Lan hauetan geologoak haritzen dira, zehazki sedimentologoak itsas dinamikari adituak eta paleontologoak.

Sedimentologoak (ikerketa talde honetan), egoera bakoitzeko zundatzaila egokia aukeratuz (kokapen geografikoaren arabera, sedimentu motaren arabera...), hainbat metroko zundaketak egiten dituzte. Ateratzen diren zundaketen testiguetan hainbat froga egiten zaizkie datuak lortzeko, erradiografiatu, granulometriak egiten eta Ca CO<sub>3</sub> edukia atera beste batzuen artean.

Paleontologoak (ikerketa talde honetan) bi mikrofauna talde ikertzen dituzte foraminiferoak eta ostrakodoak, hauek testiguko sedimentuetan aurkitzen diren izaki mikroskopiko urtarak dira. Talde hauetako espezie ezberdinen presentzia edo ausentzia ingurunean dauden kondizio fisikoak eta kimikoak baldintzatzen dituzte (sedimentu mota, sakonera, temperatura, gazitasuna, uretan dagoen oxigeno disolbatua, elikagai kopurua, materia organika...). Beraz testigu sedimentarioen zehar ikusten diren espezieen distribuzioaren aldaketak ingurunean gertatu diren ingurugiro aldaketak zehaztea ahalbideratzen digu.



Figura 1. Localización de los sondeos extraídos en el estuario de Gernika. 1. Irudia. Gernikako estuarioan egindako zundaketen kokapena. Figura 2. Extracción de un testigo sedimentario continuo mediante un perforador Kullenberg. 2. Irudia. Kullenberg zundatzailarekin testigo jarri baten ateratzea. Figura 3. Irudia. Testigu sedimentario baten zabaltzea. Figura 4. Maquinaria SCOPIX para radiografiado de testigos. 4. Irudia. Testiguen erradiografía, granulometría eta paleoingurunearen interpretazioa. Figura 5. Evolución de los parámetros sedimentológicos y microfauísticos (foraminíferos y ostrácodos) estudiados en los sondeos Ger 98-1, Ger 98-3 y Ger 98-4. Se muestran las granulometrías y calcimetrías de las distintas unidades diferenciadas, así como su interpretación paleoambiental. 6. Irudia. Ger 98-1, Ger 98-3 eta Ger 98-4 zundaketetan aztertutako parametro sedimentologiko eta mikrofaunistikoak (foraminiferoak eta ostrakodoak). Granulometriak, kaltzimetriak eta paleoingurunearen interpretazioa.

# RAMÓN ADAN DE YARZA, PRECURSOR DE LA GEOLOGIA EN EL PAÍS VASCO

## RAMÓN ADAN DE YARZA, EUSKAL HERRIKO GEOLOGIAREN AINTZINDARIA

Xabier Murelaga y Pedro Pablo Gil (Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU)

Euskal Herriko geologiari buruz hitz egiterakoan ezin bestekoa da Ramón Adán de Yarzaren lanak aipatzea. Berak egindako lanik garrantzitsuenak Bizkaiko, Gipuzkoako eta Arabako lurraldeen deskripzio geologikoak izan ziren eta berak jarritako oinarriak geroago gure arloan lan egin duten geologo askorentzat oso lagungarriak izan dira. Gaur egun Bilboko alde zaharrean dagoen Bidebarrieta liburutegiak betetzen duen lekuan zegoen geologo handi honen jaiotetxea. Ramón Adán de Yarza 1948ko ekainak 5ean jaio zen Bilbon eta ezkondu ostean Arrasaten zeukan etxean hil zen 1917ko urtarrilak 25an. Dena den, berak eta bere familia asko maite zuten Lekeition dago larperatuta. Erakusketa honetan Urdaibai inguruan ikertzen dugun geologoek lanak aurrerantz dira baino ez genuke ahaztu behar gu baino askoz aurretik eta medio gutxiagoekin, inguru horretan zein Euskal Herri osoan ibilitako geologo handia, Ramón Adán de Yarza.

Al hablar de la geología del País Vasco es imprescindible citar a Ramón Adán de Yarza. Entre sus aportaciones más destacadas se encuentran las descripciones geológicas de las Provincias de Bizkaia, Gipuzkoa y Álava, trabajos que sentaron las bases de futuros trabajos de geólogos que han trabajado en nuestra Cuena. Ramón Adán de Yarza nació el 5 de junio de 1948 en su casa familiar ubicada en el solar que actualmente ocupa la Biblioteca Municipal de Bilbao de la calle Bidebarrieta en el Casco Viejo Bilbaino. Murió en la casa que tenía después de casarse en Arrasate el 25 de enero de 1917 y se encuentra enterrado en Lekeitio, lugar que tanto el como su familia querían mucho. En esta exposición se presentan los trabajos de investigación que se están desarrollando en Urdaibai pero no debemos olvidar a Ramón Adán de Yarza, un gran geólogo que ya anduvo antes que nosotros por esos parajes y otros de Euskal Herria



Ramón Adán de Yarza (1848-1917).



Mapa geológico de Alava realizado por Adán de Yarza (1885).  
Adán de Yarzak egindako Arabako mapa geologikoa (1885).



Adán de Yarza durante su mandato en la Jefatura de Minas de Bizkaia (1896-1898) (Foto tomada de J. Gómez Tejedor, 1998)  
Adán de Yarza Bizkaiko Mehatz Burutzan bete zuen agintealdian (1896-1898) (argazkia J. Gómez Tejedor, 1998tik hartua).



El de Adán de Yarza es el primer mapa Geológico de Euskalherria  
Adán de Yarzarena da Euskal Herriko lehen mapa geologikoa



Mapa geológico de Bizkaia realizado por Adán de Yarza (1892).  
Adán de Yarzak egindako Bizkaiko mapa geologikoa (1892).

### CONTRIBUCIÓN A LA GEOLOGÍA DEL PAÍS VASCO /EUSKAL HERRIKO GEOLOGIARI EGINDAKO EKARPENEA

- Adán de Yarza, R.: Apuntes geológicos acerca del criadero de hierro de Somorostro, en la provincia de Vizcaya. *Boletín IV*, 1877, 45 pp.
- Adán de Yarza, R.: Las rocas eruptivas de Vizcaya. *Boletín VI*, 1879, 269 pp.
- Adán de Yarza, R.: Las minas de Somorostro, por Eug. Bourson (Extracto de la nota acerca de). *Boletín VI*, 1879, 287 pp.
- Adán de Yarza, R.: Nota sobre las minas de hierro de Bilbao, por M. Bailis (Extracto y observaciones acerca de la). *Boletín VI*, 1879, 391 pp.
- Adán de Yarza, R.: Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa. *Memorias*, 1884.
- Adán de Yarza, R.: Descripción física y geológica de la provincia de Álava. *Memorias*, 1885.
- Adán de Yarza, R.: Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya. *Memorias*, 1892.
- Adán de Yarza, R.: Provincia de Guipúzcoa. Geología Agrícola, primera parte. Bosquejo petrográfico. San Sebastián, Imp. de la Provincia, 1900, Adán de Yarza, R.: Mapa petrográfico de Vizcaya a escala 1:100.000, 1900.
- Adán de Yarza, R.: El País Vasco en las edades geológicas *Boletín XXVIII*, 1906, 45 or.
- Adán de Yarza, R.: Informe geológico sobre la captación de los manantiales de Cestona.



Mapa geológico de Gipuzkoa realizado por Adán de Yarza (1884).  
Adán de Yarzak egindako Gipuzkoako mapa geologikoa (1884).



# El paleokarst de Urdaibai. *Urdaibaiko paleokarsta*

A. Aranburu Artano, P. García Garmilla, L. Damas Mollá, I. Yusta, E. Iriarte, M. Arriolabengoa y P. Iridoi.

El modelado geomorfológico de las calizas urgonianas (A) (Aptiense - Albiense) está caracterizado por la formación de grandes dolinas a partir de una superficie de erosión (superficie fundamental, 400 - 300 m.) que dejan relieves relictos (interdepressiones) de tipo pinacular (*cockpit karst* típico de zonas tropicales) en el interior y superficies de erosión marina emergidas (rasas mareales, 50 - 60 m.) en la zona de costa..

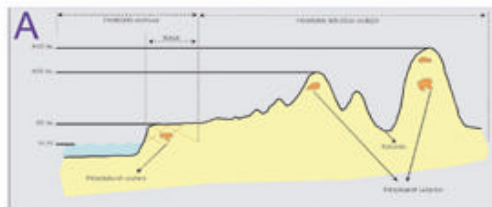
*Urgoniar kareharrien modelatu geomorfologikoa gainazal higakor batetatik (oinarrizko gainazala, 400-300m.) garatutako dolina handiek eratzen dute. Hauek pinakulo motako erliebe errelitko (cockpit-karst, gune tropikaletakoa) uzten dute. Kostaldean aldiz, itsasoak higatutako gainazal kanporatuak daude (itsas-zabalgunea, 50-60m.).*



Esquema de modelado tropical pinacular (*cockpit karst*).  
Pinakulo moduko erliebe tropikalaren eskema (Cockpit karst).



Panorámica de modelado pinacular en Urdaibai.  
Pinakulo moduko erliebea Urdaibai eskualdean.



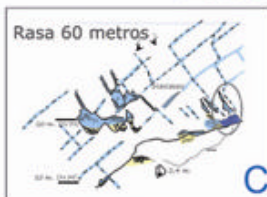
En el promontorio de Asnarre (B) aflora la unidad carbonatada de la Formación Acantilado de Otoio (Agirrezabala, 1996), con una potencia estratigráfica de 55 m., dirección N-S y buzamiento vertical. Está truncada a techo por una superficie erosiva plana que se corresponde con una rasa emergida (entre 50 - 60m.). En esta unidad se observa el desarrollo de un paleokarst antiguo, denominado "Paleokarst de Laga".

Hacia el interior de la Reserva, solamente en la unidad hidrográfica de Ereñozarre se conocen un total de 70 cuevas, distribuidas entre los 300 y los 40 m. de altitud. En general, son galerías freáticas subhorizontales generadas en la zona saturada indicando los distintos niveles de base a lo largo del encajamiento del valle fluvial

*Asnarre mendixkan, "Acantilado de Otoio" Formazioko karbonatozko unitatea azalazabaten da (Agirrezabala, 1996), 55m-tako lodiera estratigrafikoa, N-S norabidea eta okermendu bertikala duelarik. Unitate hau gainazal higakor lau batek moztzen du: azaleratutako itsas-zabalgunea (50-60 m.). Unitate honetan iraganeko paleokarstaren ("Lagako paleokarsta") garapena ikus daiteke.*

*Barnekaldean, Ereñozarreko unitate hidrologikoan 70 koba ezagun dira. Hauek 300-40 m. altuera bitartean banatzen dira. Orokorrean gune saturatuan garatutako galeria freatik subhorizontalak dira, haran flubialaren enkajamendurekin erlazionatutako oinarriko maila desberdinak adieraziz.*

## Paleokarst de Laga. *Lagako paleokarsta.*



Es un paleokarst generado a favor de la disolución de diclisas (C y D) (N60°E (56/150) y N70°E (50/340)) perpendiculares a la estratificación. Se observan conductos subverticales con predominio de infiltración (vadoso) y galerías subhorizontales, a 20 m. sobre el nivel del mar (freático) en los puntos de intersección de diclisas. La orientación paralela a la línea de costa de estas galerías sugiere un origen por mezcla de agua marina y dulce.

*Bertan, geruzapenarekiko perperdikularak diren diaklasen (N60°E (56/150) eta N70°E (50/340)) disoluzioz eratutako paleokarsta ageri da. Infiltrazio nagusia deneko konduktu bertikalak (uberatsu) eta diaklasen elkarmozketan galeria subhorizontalak (freatikoa), 20m itsas mailatik gora ikus daitezke. Galeria hauen norabideak kostarekiko duen paralelotasunak ur gazi-gezen nahasketazko jatorria adierazten du.*

El relleno sedimentario del paleokarst (E) presenta una doble naturaleza detrítica (cantos de areniscas y ofitas) y química (calcita). En las cavidades de mayor desarrollo el relleno detrítico queda confinado en la parte basal, mientras que el precipitado químico colmata las cavidades y fisuras. Esta secuencia sedimentaria puede verse repetida hasta cinco veces en la vertical, evidenciando un relleno polifásico de las cavidades.

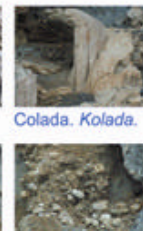
*Paleokarstaren betekin sedimentarioak izaera bikoitza du: detritikoa (kareharri eta ofitak), eta kimikoa (kaltzita). Garapen handieneko galerietan betekin detritikoa beheto aldean mugatzen da, hauspeakin kimikoak, galerien goiko aldean eta arrakalak betetzen dituztelarik. Bertikalean sekuentzia sedimentario hau bost aldiz errepika daiteke, galeriaren betekin polifasikoa adieraziz.*



Detalle de secuencias. Sekuentzien xehetasunak.



Secuencia 1. 1 Sekuentzia.



Conglomerados. Konglomeratuak.

## Paleokarst de Ereñozarre. *Ereñozarreko paleokarsta.*



En Ereñozarre, las entradas a las distintas cuevas se agrupan en cuatro cotas determinadas, no dispuestas al azar: a 40 m., 60 m., en torno a los 180 m. y entre 270-300 m. de altitud (F). Antoliña y Aretxaga son dos de las cuevas fósiles de cotas más elevadas: 300m. y 270m. respectivamente.

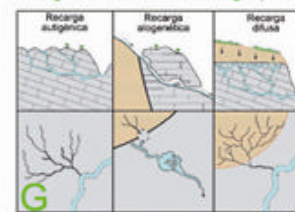
*Ereñozarren, kobeetako sarrerak lau garaiera desberdinetan kokatzen dira: 40 m., 60 m., 180 m. eta 270-300 m.-tara. Antoliña eta Aretxaga garaiera handieneko (300 eta 270, hurrenez hurren) bi kobak dira. Koba hauek geruzapenarekiko garatutako koba freatikokoak dira eta betekin mistoa dute, bai material siliziklastiko (finak Antoliñan eta legar zentimetricoak Aretxagan) zein kimikoa goikaldean (kaltzita).*



Entrada de la Cueva de Antoliña. Antoliñako koba sarrera.

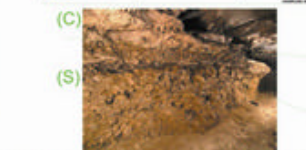
Antoliña & Aretxaga: Son cavidades freáticas generadas a favor de estratificación. Presentan un relleno mixto, con material siliclastico (finos en Antoliña, cantos centimétricos en Aretxaga) y espeleotemas de calcita a techo.

*Antoliña & Aretxaga: Estratifikazioa jarraituz sortutako koba freatikokoak dira. Bi betekin mota dituzte beraien baitan, material siliziklastikoa (finak Antoliñan eta legar zentimetricoak Aretxagan) eta kaltzitzako espeleotemak sabaian.*



La recarga del agua al interior del sistema kárstico es de tipo alógeno aunque no se puede descartar una recarga difusa (G).

Sistema karstiko hauetako ur eta sedimentuen birkarga aloigenikoa da, nahiz eta birkarga difusoa ezin den alboratu (G).



Relleno de Aretxaga: Conglomerado de areniscas y limolitas (S) a base y espeleotema (costra (C)) de calcita a techo. Aretxagako betekina: Hareharri konglomeratu eta limolitak (S) behakaldean eta kaltzitzako espeleotema (kostra (C)) goikaldean.



Interior de la cueva de Aretxaga, espeleotemas de techo. Aretxagako barnekaldea: geruzapenak mugatutako sabai leuna.

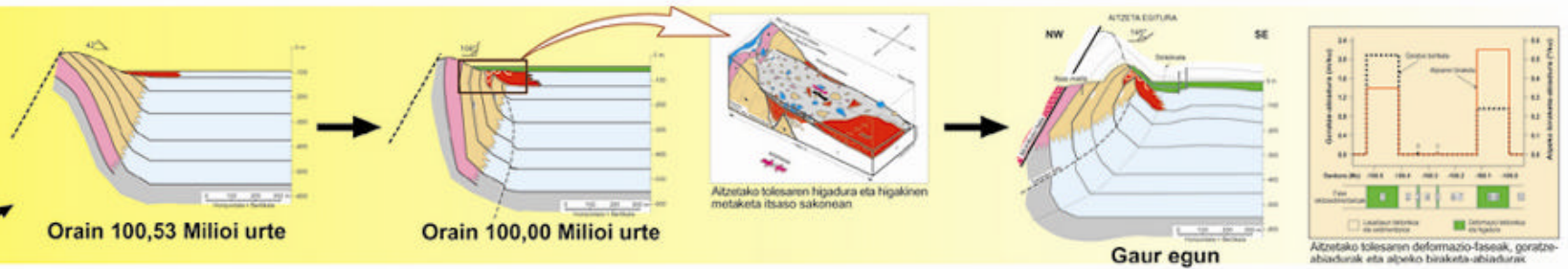
# Urdaibai eta inguruko erdi-Kretazeoaren geologia: Tektonika, sedimentazio eta fluido-ihesen arteko erlazioa

Luis M. Agirrezabala, Juan Ignacio Baceta, Arantxa Bodego eta Aitor Payros

Urdaibai eta bere inguruko egungo ezaugarriak (paisaia, lurzorua, landaredia, gizakiaren jarduerak, e.a.) bertan azaleratzen den erdi-Kretazeoaren geologiak baldintzatzen du. Urdaibaiko lurpea erdi-Kretazeoko arrokoz dago osatuta batez ere, orain dela 125 eta 100 milioi urte arteko denboran eratutako arrokez alegia. Arroka hauek garai hartako erregistroa osatzen dute eta beren ezaugarriak azterturik jakin ahal dugu sortu ziren garaiko hainbat prozesu eta baldintza. Proiektu honek garai hartako tektonika, sedimentazioa eta fluido-ihesak ikertzen ditu, beren arteko erlazioak zehazteko asmoz.

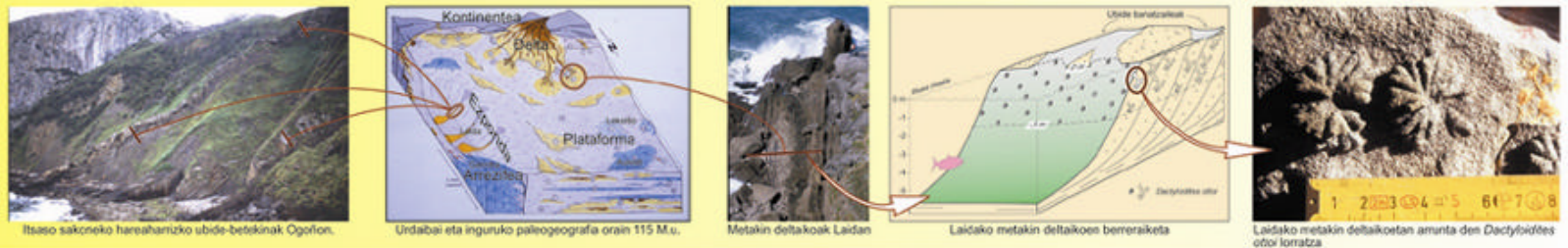
## Tektonika

Lurraren indarrek arroken deformazioa eragiten dute hauek tolestuz edota failatuz. Kretazeo ertainean toles eta faila ugari eratu ziren sedimentazioa gertatzen ari zen bitartean. Antzineko sedimentuak aztertuz toles eta faila hauek ezaugarritu dira, beren adina, geometria eta eragindako deformazioa zehaztuz. Adibidez, Aitzeta tolesa



## Sedimentazioa

Urdaibai eta bere inguruetan sedimentazioa gertatzen zen Kretazeo ertainean. Sedimentuak (egun arroak direnak) azterturik jakin ahal dugu zein baldintza eta ingurune sedimentario izan ziren tokiz toki eta garaiz garai, hots, denboran zeharreko antzinako geografia. Adibidez, Gernika eta Ogoño inguruko geografia orain dela 115 milioi urte



## Fluido-ihesak

Lurperatutako sedimentuetan dauden fluidoak ihes egin dezakete gainazalaraino, itsas hondoko iturriak sortzen direlarik. Fluido hauek hidrokarburotan (petrolio eta gas) aberatsak direnean eta itsas hondoa oxigeno gabea denean bakterioek karbonatoa eragiten dute, orain 100 milioi urte eratutako bezalakoa



# URDAIBAICO GOI PLEISTOZENOKO ORNODUNEN AZTERKETA

## ESTUDIO DE LOS VERTEBRADOS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR DE URDAIBAI

M. Aguirre, A. Alonso, S. Bailon, P. Castaños, N. Etxeberria, I. Gil de Muro, A. Guenaga, M. Insausti, J. C. López Quintana, X. Murelaga, X. M. Olivares, L. A. Ortega, X. Saez de Lafuente, H. Zubeldia y M. C. Zuluaga



Ubicación de los yacimientos de Antoliñako Koba y Atxagakoa. Antoliñako Koba eta Atxagakoa aztarnategien kokapena.



- Topillos-Lursaguak
- 1 *Microtus arvalis-agrestis*
  - 2 *Trochilurus*; 3 *Microtus oeconomus*
  - 4 *Chionomys rivanis*; 5 *Arvicola terrestris*
  - 6 *Chionomys glabratus*
  - 7 *Elomys guineus*
  - 8 *Apodemus sylvaticus-ibericus*
  - 9 *Crocodyrus*
  - 10 *Neomys lediens-mammalis*
  - 11 *Sorex coronatus-uranus*
  - 12 *Talpus*
  - 13 *Lucion-Sirauna*
  - 13-14 *Arvicola fragilis*
  - 15-16 *Rana temporaria-iberica*
  - 17 *Vipera Asatrix*; 18 *Coronella austriaci*



- Atxagakoa Makrougaztunen aztarnak  
Restos de macromamíferos de Atxagakoa
- 1- *Bos primigenius/Bison priscus* (Bisonte/Bisontea)
  - 2 *Equus caballus* (Caballo-Zaldia)
  - 3- *Crocodyrus* (Hiena)
  - 4- *Stegonotinus hemitoncus* (Rinoceronte-Errinozerontea)

Del estudio de los restos de vertebrados fósiles del Pleistoceno superior se pretende determinar las variaciones climáticas acaecidas en ese periodo (desde hace unos 35000 años hasta hace unos 8000 años). Para ello el grupo de trabajo esta formado por especialistas de diferentes ámbitos del conocimiento que conforman cuatro subgrupos.

El primero, formado por los arqueólogos, se encarga de realizar la excavación y de recuperar todos los restos a estudiar situándolos en sus columnas estratigráficas.

El segundo, formado por los paleontólogos, se encarga de estudiar los restos óseos y determinar qué especies se encuentran representadas en cada uno de los estratos. De esta manera podremos conocer los animales que vivían en Urdaibai en el tiempo pasado. Teniendo en cuenta que el clima condiciona la fauna que vive en un entorno, al conocer que animales poblaban Urdaibai en un momento dado, sabremos que clima había. Por tanto, si observamos variaciones en la flora y la fauna entre diferentes niveles podremos determinar la existencia de cambios climáticos acaecidos.

El tercer grupo, formado por los químicos, se encarga de realizar en los restos óseos análisis químicos termogravimétricos y de infrarrojos, que nos permite determinar el grado de diagénesis o de modificación en su composición como consecuencia del soterramiento.

El cuarto grupo, formado por geoquímicos, se encarga de interpretar los resultados químicos e isotópicos obtenidos. Las señales químicas e isotópicas (no están modificadas) que ha quedado en los restos óseos registran la naturaleza de la vegetación de la que se alimentaron los herbívoros y la temperatura del agua de ingesta, de esta manera podremos interpretarlas como variaciones climáticas que deben ser coincidentes con las observadas del estudio paleontológico realizado.

Goi-Pleistozenoko ornodu fósiluen hezu-hondakinen azterketaren bidez aldi horretan (duela 35000 urteko 8000 urterara) gertatu ziren aldaketak klimatikoak zehaztu nahi dira. Honetarako lan-taldea esparru desberdineko ikertzaileak osatzen dute.

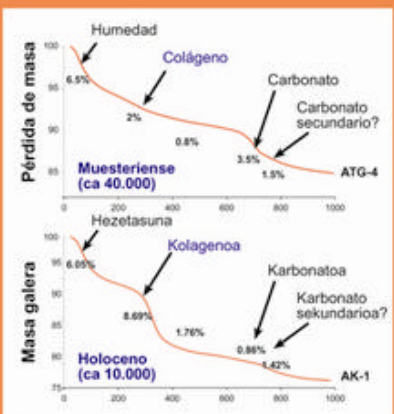
Lehen taldea arkeologoek osatzen dute eta indusketaz, hondakinen berreskuratzeaz eta hauek zutabe estratigrafikoan kokatzeaz arduratzen dira.

Bigarren taldekoak paleontologoak dira, eta hauek hezur-hondakinek aztertuz estratu bakoitzean dauden espeziek zehazten dute. Honela, antzinako garaietan Urdaibaian bizi ziren animaliak ezagu ditzakegu.

Ingurune batetan bizi den fauna klimak baldintzatzen duela kontutan izanik, aldi hartan Urdaibaian bizi ziren animalien ezagutzak klimari buruz berri emango digu. Beraz, maila ezberdinen artean loraren eta faunaren aldaketak ikusten baditugu, gertatu ziren aldaketak klimatikoak zehaztu ditzakegu.

Hirugarren taldeko kimikariak hezur-hondakinen analisi kimikoan, termogravimétricoan eta infragorrien azterketaz arduratzen dira. Azterketa hauek, lurperatzearen eraginez jasan duten diagénesis edo aldaketa maila, hau da, osakeraren aldaketak zehazten dituzte.

Geoquímikoek laugarren taldekoak dira eta emaitza kimiko eta isotopikoek interpretatzen dituzte. Belarjaleen hezur-hondakinetan dauden seinale kimikoak eta isotopikoak elikatzen ziren landarediarenak eta uraren tenperaturaarenak dira. Honela datu hauek klima aldaketak azaltzeko beste modu bat dira eta ikerketa paleontologikoan egindakoekin egokitu beharko liriteke.



Ejemplos de termogramas. Obsérvese la diferencia de colágeno en las dos muestras.  
Termograma adibideak. Ikusi bi laginen arteko kolageno-diferentzia.



El ICP-MS permite realizar el análisis químico de los huesos fósiles. ICP-MS-rekin hezur fósilen azterketa kimikoa burutu daiteke.



Variaciones de temperatura calculadas en Antoliñako Koba en base al contenido de micromamíferos. Antoliñako Kobako mikrogaiztunen arabera kalkulaturako tenperatura aldaketak.



Estratigrafía de Atxagakoa. Atxagakoa estratigrafía.



Paisaje en el entorno de Atxagakoa durante el Pleistoceno superior. Atxagakoa inguruaren paisaia Goi Pleistozenoan.



La Balanza Termo Gravimétrica mide la pérdida de masa a medida que se incrementa la temperatura.

Termo-grabimétrico Balantzaren bidez tenperatura gehitu ahala masa galerak neurtzen dira.