

Munibe Monographs. Nature Series, 2

REVISIÓN SOBRE EL PATRIMONIO NATURAL
DE LA MONTAÑA DE JAIZKIBEL
(GIPUZKOA, PAÍS VASCO)



Juan Arizaga
Editor



ARANZADI

zientzia elkartea . sociedad de ciencias
society of sciences . société de sciences

GEOLOGÍA

Estratigrafía, arquitectura de facies y sedimentología de la Formación Higuer-Getaria (Eoceno) en el Monte Jaizkibel

Jose M^a Hernández

Niveles marinos en Jaizkibel: interpretación sedimentaria y dinámica geomorfológica cuaternaria

Jose M. Edeso, Ane Lopetegi, Jose A. Mujika

Mejora en el conocimiento hidrogeológico de la Masa de Agua Subterránea Jaizkibel

Ane Zabaleta, Iñaki Antigüedad, Andoni da Silva, Inma Mugerza, Patxi Tames

Petrología de las concreciones carbonatadas de Jaizkibel (Eoceno, Gipuzkoa)

Irati Nogales, Arantxa Aranburu, Michel Molia

AMBITO MARINO

Comunidades bentónicas de los fondos aledaños a Jaizkibel (Golfo de Bizkaia)

Florencio Aguirrezabalaga

Riqueza de los fondos infra- y circa-litorales de Jaizkibel

Ricardo Aguilar

Estudio de las poblaciones de cetáceos y detección de Zonas Especiales de Conservación para los cetáceos en el entorno marino de Jaizkibel y aguas adyacentes

Enara Marcos-Ipiña, Juan Manuel Salazar, Renaud De Stephanis

AMBITO TERRESTRE

Inventario de hábitats y flora amenazada de la ZEC Jaizkibel

Anaïs Mitxelena, Jesús Sáenz, Leire Oreja

***Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel en Jaizkibel: nuevas poblaciones con alta representación de su fase gametofítica y modelización de su distribución**

Iñaki Sanz-Azkue, Ibai Olariaga, Ana Felipe

Nuevas localidades para la flora amenazada en Jaizkibel

Iñaki Pikabea, Garbiñe Albisu, Iñaki Aizpuru

Inventario y distribución de la herpetofauna en Jaizkibel

Alberto Gosá, Iñaki Sanz-Azkue, Ion Garin-Barrio, Xabier Rubio, Aitor Valdeón, Aitor Laza-Martínez

Inventario de la avifauna reproductora de Jaizkibel y Jaizubia (Gipuzkoa)

Juan Arizaga

Munibe Monographs. Nature Series, 2



ARANZADI

zientzia elkartea . sociedad de ciencias
society of sciences . société de sciences

Edited by:

Sociedad de Ciencias Aranzadi
Aranzadi Zientzia Elkartea

Chief editor:

Dr. Juan Arizaga – Aranzadi Society of Sciences

Scientific committee:

Ricardo Ibáñez – University of Navarra
Iván de la Hera – University Complutense of Madrid
Javier Franco - Azti-Tecnalia
Carmen Escala – University of Navarra
Asier Hilario - Biotopo Litoral Deba-Zumaia (DFG)
Carlos Cabido – Aranzadi Society of Sciences

Editorial board:

Juantxo Agirre-Mauleon – General Secretary of Aranzadi Society of Sciences
Lourdes Ancín – Librarian of Aranzadi Society of Science
Ariñe Crespo – Secretary of the Department of Ornithology of Aranzadi Society of Sciences
Ion Garin - Departmen of Herpetology of Aranzadi Society of Sciences
Mertxe Labara – Executive Secretary of Aranzadi Society of Sciences
Nagore Zaldua-Mendizabal – Department of Herpetology of Aranzadi Society of Sciences

Redaction and exchange:

Sociedad de Ciencias ARANZADI Zientzia Elkartea
Zorroagagaina, 11 • 20014 Donostia / San Sebastián
Tel. (00 34) 943 466142 • Fax (00 34) 943 455811
Redaction: munibecn@aranzadi.eus
Exchange: liburutegia@aranzadi.eus
www.aranzadi.eus

Illustration of the cover: Santiago Lorenzo
Layout: TamTam diseño, eventos & multimedia S.L.
Printed by: Gráficas Lizarra, S.L.

ISSN 2340-0463 (Munibe monographs. Nature series; 2)

REVISIÓN SOBRE EL PATRIMONIO NATURAL
DE LA MONTAÑA DE JAIZKIBEL
(GIPUZKOA, PAÍS VASCO)

Donostia - San Sebastián, 2014

Juan Arizaga
Editor



AURKEZPENA

Jaizkibel mendia inguruan dauden hiru udalerrien, Pasaia, Lezo eta Hondarribiren, ondare natural komuna da, eta euskal kostalde osoan ingurumen-erreferentea. Baina Jaizkibel da gure geografian gutxien ezagutzen den lekuetako bat. Monografia honek ezagutza-behar hori bete nahi du eta, hain zuzen ere, orain arte Jaizkibeleko ondare naturalari buruz argitaratu den lan zehatzena da. Egileei eta Aranzadi Zientzia Elkarteari gure esker ona adierazi nahi diegu egin duten esfortzu altruistagatik eta haien ezagutza herritarrei helarazteagatik.

Azpiegitura handiak eraikitzea, lurraren erabilera desegokiak eta balioak ez ezagutzea bertako aberastasun naturalerako mehatxuak dira. Hori dela eta, aldarrikatu behar dugu gizakiaren garapenak ondare oro zaintzea izan behar duela oinarri. Eta horrez gain, nabarmendu behar da gizarte aurreratuen zutabe nagusietako bat ezagutza partekatua eta zorrotza dela, hura gabe ezin dira gure ingurune naturala kontserbatzeko eta garapen iraunkorrek politikak abian jarri.

Gipuzkoako Foru Aldundiak eta Pasaia, Lezoko eta Hondarribiko udalek badakigu Jaizkibel kontserbatzeko eta hurrengo belaunaldiei transmititzeko konpromisoa dugula. Argitalpen hau urrats garrantzitsua da bide horretan eta gure lurraldetik kanpo ere izango du oihartzuna.

PRESENTACIÓN

El monte Jaizkibel constituye el patrimonio natural común por excelencia de los tres municipios que se desarrollan en su entorno, Pasaia, Lezo y Hondarribia, y un referente medioambiental en toda la costa vasca. Sin embargo Jaizkibel es todavía hoy uno de los espacios más desconocidos de nuestra geografía, la presente monografía cubre esta necesidad de conocimiento y es, de hecho, la obra más exhaustiva que hasta la fecha se ha publicado sobre el patrimonio natural de Jaizkibel. A todos sus autores y a la Sociedad de Ciencias Aranzadi queremos transmitirles nuestro agradecimiento por su altruista esfuerzo y por revertir sus conocimientos a la ciudadanía.

La construcción de grandes infraestructuras, los usos no adecuados del terreno y el desconocimiento de sus valores son amenazas para su riqueza natural, en este sentido debemos reivindicar que el progreso humano debe sustentarse en la conservación de todo este patrimonio. Además de recalcar que uno de los pilares de las sociedades avanzadas es el conocimiento contrastado y riguroso, sin el cual no es posible poner en práctica políticas de desarrollo sostenibles y promotoras de la conservación de nuestro medio natural.

La Diputación Foral de Gipuzkoa así como los ayuntamientos de Pasaia, Lezo y Hondarribia somos conscientes de nuestro compromiso por conservar Jaizkibel y transmitirlo a las nuevas generaciones, esta publicación es un importante paso en este camino y tendrá su eco más allá de nuestro territorio.



For bibliographic purposes, this book should be cited as follows:

Arizaga, J. (Ed.) 2014. *Revisión sobre el patrimonio natural de la montaña de Jaizkibel (Gipuzkoa, País Vasco)*.
Munibe Monographs. Nature Series 2. Aranzadi Society of Sciences. San Sebastian.

ISBN 978-84-943123-4-2

L.G. SS 1464-2014

ISSN 2340-0463 (Munibe monographs. Nature series; 2)

PRESENTACIÓN

Los días 23 y 24 de noviembre de 2012 se celebró en Lezo el simposio "Jaizkibel, una cápsula del tiempo para el patrimonio natural y cultural". El objetivo del encuentro fue poner sobre la mesa el conocimiento científico sobre el valor del patrimonio natural y cultural de esta notable montaña. La monografía que ahora tienes entre tus manos es fruto de aquel encuentro. En ella se ha hecho lo posible por revisar todo el conocimiento científico relativo al patrimonio natural. Cada capítulo se constituye en un inventario de alguno de los muy diversos elementos que conforman este patrimonio, bien sean aspectos de carácter geológico o biológico, de la parte tanto emergida (terrestre) como sumergida (marina). Siendo conscientes de que aún y todo todavía quedan algunos aspectos no tratados en esta obra, los miembros del Comité Científico consideramos que en muy buena parte se trata de una obra bastante completa, que por primera vez recopila todo el conocimiento científico sobre el patrimonio natural de la montaña de Jaizkibel. Este documento es, en consecuencia, el hasta ahora mejor inventario de los elementos naturales de Jaizkibel. Espero, además, que esta monografía sirva para incentivar nuevos estudios, necesarios para cubrir los aún muchos huecos de conocimiento que hay, y sea a la vez una herramienta útil para la conservación de esta singular montaña.

AURKEZPENA

2012ko azaroaren 23 eta 24an egin zuten Lezon "Jaizkibel, natura- eta kultura-ondararako denbora-kapsula". Topaketaren helburua mendi esanguratsu horretako natura- eta kultura-ondarearen balioari buruzko ezagutza zientifikoa aurkeztea zen. Eskuetan duzun monografia da topaketa haren emaitza. Natura-ondareari buruzko ezagutza zientifikoa guztia berrikusteko ahalegin guztia egin dugu. Kapitulu bakoitzak ondare hori osatzen duten elementu ugarien inguruko inbentarioa jasotzen du: azaleratutako zatiaren (lurrekoa) zein urpeko (itsasoko) izaera geologikoko edo biologikoko alderdiak. Lan horretan oraindik landu gabe geratu diren alderdiak daudela kontuan izanda, Batzorde Zientifikoa osatzen dugun kideok uste dugu zati handi batean nahiko osatua den lana dela. Lehenengo aldiz, Jaizkibel mendiko natur ondareari buruzko ezagutza zientifikoa guztia biltzen du. Beste nolabait esanda, dokumentua Jaizkibeleko elementu naturalen inguruan orain arte egin duten inbentario onena da. Gainera, monografia ikerketa gehiago bultzatzeko baliagarria izango dela espero dut. Izan ere, ikerketa horiek beharrezkoak dira oraindik ezagutzaren inguruan dauden hutsune ugariak betetzeko. Aldi berean, gainera, mendi berezi horren kontserbaziorako tresna erabilgarria izango dela espero dugu.

Juan Arizaga

Chief Editor of *Munibe Ciencias Naturales*

Índice

GEOLOGÍA

Estratigrafía, arquitectura de facies y sedimentología de la Formación Higer-Getaria (Eoceno) en el Monte Jaizkibel..... 13-23
Jose M^a Hernández

Niveles marinos en Jaizkibel: interpretación sedimentaria y dinámica geomorfológica cuaternaria 25-46
Jose M. Edeso, Ane Lopetegui, Jose A. Mujika

Mejora en el conocimiento hidrogeológico de la Masa de Agua Subterránea Jaizkibel 47-57
Ane Zabaleta, Iñaki Antigüedad, Andoni da Silva, Inma Mugerza, Patxi Tames

Petrología de las concreciones carbonatadas de Jaizkibel (Eoceno, Gipuzkoa) 59-67
Irati Nogales, Arantxa Aranburu, Michel Molia

AMBITO MARINO

Comunidades bentónicas de los fondos aledaños a Jaizkibel (Golfo de Bizkaia) 69-79
Florencio Aguirrezabalaga

Riqueza de los fondos infra- y circa-litorales de Jaizkibel 81-90
Ricardo Aguilar

Estudio de las poblaciones de cetáceos y detección de Zonas Especiales de Conservación para los cetáceos en el entorno marino de Jaizkibel y aguas adyacentes 91-99
Enara Marcos-Ipiña, Juan Manuel Salazar, Renaud De Stephanis

AMBITO TERRESTRE

Inventario de hábitats y flora amenazada de la ZEC Jaizkibel 101-109
Anaïs Mitxelena, Jesús Sáenz, Leire Oreja

***Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel en Jaizkibel: nuevas poblaciones con alta representación de su fase gametofítica y modelización de su distribución** 111-117
Iñaki Sanz-Azkue, Ibai Olariaga, Ana Felipe

Nuevas localidades para la flora amenazada en Jaizkibel 119-121
Iñaki Pikabea, Garbiñe Albisu, Iñaki Aizpuru

Inventario y distribución de la herpetofauna en Jaizkibel 123-129
Alberto Gosá, Iñaki Sanz-Azkue, Ion Garin-Barrio, Xabier Rubio, Aitor Valdeón, Aitor Laza-Martínez

Inventario de la avifauna reproductora de Jaizkibel y Jaizubia (Gipuzkoa) 131-137
Juan Arizaga

Estratigrafía, arquitectura de facies y sedimentología de la Formación Higer-Getaria (Eoceno) en el Monte Jaizkibel

Higer-Getaria Formazioaren estratigrafia, fazie-arkitektura eta sedimentologia Jaizkibel Mendian (Eozenoa)

Stratigraphy, facies architecture and sedimentology of the Higer-Getaria Formation (Eocene) at Jaizkibel Mountain

Jose M^a Hernández^{1*}

¹Fundación Cristina Enea, Paseo Duque de Mandas 66, 20012 Donostia-San Sebastián.

* Correspondencia: josem_hernandez@donostia.org

RESUMEN

La Formación Higer-Getaria, que aflora en la franja costera de Gipuzkoa entre el Cabo Higer y Zumaia, está formada por una sucesión turbidítica de edad Eoceno de más de 2.500 m de potencia. En sus afloramientos más orientales la unidad está mayoritariamente constituida por potentes capas areniscosas que, por su resistencia a la erosión, han dado lugar al Monte Jaizkibel, un accidente orográfico de 543 m de cota máxima. En dichos afloramientos la Formación Higer-Getaria ha sido subdividida en dos sistemas turbidíticos parcialmente contemporáneos, denominados Cabo Higer y Abra de Pasajes, situados en las biozonas de nanofósiles calcáreos *Discoaster binodosus* y *Marthasterites tribrachiatatus* del llerdiense superior y Cuisisiense inferior (Ypresiense). Litológicamente, la sucesión presenta un carácter eminentemente siliciclástico, habiéndose caracterizado cuatro asociaciones de facies: litosomas canaliformes formados por areniscas muy gruesas, incluso conglomeráticas, que muestran estructuras erosivas y tractivas de gran escala; cuerpos areniscosos de grano grueso a muy grueso, frecuentemente amalgamados en secuencias decamétricas, con estructuras erosivas y tractivas de menor escala, así como abundantes estructuras de licuefacción y escape de agua; y niveles de areniscas de grano fino con laminación paralela interna y gran continuidad lateral, intercaladas ocasionalmente con calizas hemipelágicas. Entre estas tres asociaciones de facies suele aparecer intercalada una cuarta, integrada por niveles lutíticos finos donde abundan restos de ichnofauna, si bien es más frecuente en la segunda y, sobre todo, en la tercera de las asociaciones. La unidad se interpreta como un sistema turbidítico complejo de procedencia septentrional, con transiciones entre zonas de flujos canalizados, lóbulos proximales a distales, y llanura submarina profunda.

PALABRAS CLAVE: Cuenca Vasca, Areniscas siliciclásticas, Sistemas turbidíticos, Ypresiense, Diagénesis.

LABURPENA

Higer Lurmuturra eta Zumaia arteko Gipuzkoako kostaldean agertzen den Higer-Getaria Formazioa, Eozeno adineko 2.500 m baino gehiagoko potentzia duen segida turbiditikoaz osatuta dago. Ekialdeko azaleramenduetan hareharrizko geruza larriz osatua dago unitatea batez ere, metaketa hauek higaduraren aurka oso gogorak direnez 543 m maximoko altuera duen Jaizkibel Mendia erliebea sortu dute. Azaleramendu hauetan Higer-Getaria Formazioa partzialki garai berekoan diren Cabo Higer eta Abra de Pasajes bi sistema turbiditikoaz osaturik dago. Bi sistema hauek *Discoaster binodosus* eta *Marthasterites tribrachiatatus* nanofosil karedunen biozonetan kokatzen dira, eta beraz, bere adina goiko llerdiarra eta beheko Cuisisiarra (Ypresiarra) da. Litologia aldetik, segidaren izaera batez ere siliziklastikoa da, eta lau fazie-elkarketa ezberdinak bereiztu dira: legarra edo konglomeratu tamainako hareharriz osaturiko ubide formako litosomoak, eskala handiko higadura eta korronte egiturak erakusten duenak; pikor tamaina larria edo oso larria duten hareharrizko geruzak, sarritan dekametro tamainako sekuentzietan pilaturik, eskala txikiagoko higadura eta korronte egiturak, eta likuefazio eta ur-ihesaren egiturak ere dituztenak; eta kareharri hemipelagikoekin tartekatzen diren pikor fineko eta lateralki oso jarraiek diren geruzapen paralelodun hareharrizko geruzak. Hiru fazie-asoziazio hauetan iknofauna arrastoak ugari direneko lutitaz osatutako laugarren fazie-elkarketa tartekatzen da, baina azken hau bigarren eta hirugarren fazie-elkarketetan batez ere ohikoa da. Formazio hau, iparraldean jatorria zuen sistema turbiditiko konplexu baten ondorioz metatuta izan zela ondorioztatzen da, hala sistema turbiditikoetan ohizkoak diren azpi-ingurune sedimentario ezberdinetan metatutakoak direla ikus daiteke: urazpiko ubide betekineta, barne- eta kanpo-lobuloetan eta lautada abisalean.

GAKO-HITZAK: Euskal Arroa, Hareharri siliziklastikoak, Sistema turbiditikoak, Ypresiarra, Diagenesia.

ABSTRACT

The Higer-Getaria Formation, which appears along the Gipuzkoa coastline between Cap Higer and Zumaia, comprises an Eocene turbiditic succession which is more than 2.500 m thick. At the eastern outcrops the unit is mainly constituted by thick sandstone layers, very resistant to erosional processes, which is known as the Jaizkibel Mountain, an orographic element which is 543 m at its highest point. These deposits, defined as Higer-Getaria Formation, have two main turbiditic systems which are partly contemporaneous, named Cabo highest point and Abra de Pasajes, and are included in the *Discoaster binodosus* and *Marthasterites tribrachiatatus* calcareous nanofossil biozones, upper llerdian and lower Cuisisian age (Ypresian). The lithology of the succession is mainly siliciclastic and four facies association have been characterised: very coarse grained or pebbly sandstones organised in channel-shape beds, exhibiting large-scale erosional and traction structures; usually amalgamated up to 10 m thick beds made up of coarse to very coarse-grained sandstones with erosional and depositional structures and dewatering features; and plane-parallel sandstone beds with great lateral continuity and occasional hemipelagic interbeddings of limestones. Interbedded in these three facies associations there often appears the fourth one, which comprises ichnofauna-rich lutites, although it occurs mainly in the second and third facies association. The unit is interpreted as a turbiditic system complex, fed from septentrional areas, and organised as a continuous transitions from channelised flow areas to proximal and distal lobes, and abyssal plain areas.

KEY WORDS: Basque Basin, Siliciclastic sandstones, Turbiditic systems, Ypresian, Diagenesis.

INTRODUCCIÓN

El Monte Jaizkibel constituye un espectacular accidente orográfico, situado en el área costera oriental de Gipuzkoa, sobre el que se sustenta un rico paisaje y patrimonio cultural. Su existencia se debe a la presencia de las importantes capas de arenisca de la Formación Higuier-Getaria, sobre las que se han desarrollado suelos en los que se instauran comunidades biológicas en ecosistemas complejos. El análisis de los rasgos y características de dichas areniscas indica que se acumularon en ambientes marinos profundos mediante sistemas de abanicos turbidíticos procedentes de un área fuente septentrional, elevados y expuestos en superficie durante la Orogenia Alpina. Las investigaciones que han conducido a esta conclusión vienen desarrollándose desde hace más de un siglo, abordando diferentes aspectos geológicos. El presente trabajo se aborda como un ensayo de integración y síntesis de la información disponible sobre la estratigrafía, sedimentología y paleontología de la zona, complementada con nuevas investigaciones de campo realizadas por el autor. Supone, además de una puesta en valor de todo el conocimiento existente como medio para su mejor conservación, un punto de partida avanzado para futuras investigaciones.

ANTECEDENTES

Las areniscas eocenas del Monte Jaizkibel han sido explotadas desde antiguo como piedra de sillería para la edificación, o bien para la obtención de arena en canteras. Gómez de Larena (1954), por ejemplo, cita un trabajo de 1907 de Lucas Mallada según el cual los “antiguos geólogos” denominaban “maciño” a estas areniscas de cemento carbonatado. Sin embargo, los primeros trabajos realizados sobre estos materiales corresponden a Adán de Yarza (1884) quien en su “Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa” los caracterizó como “bancos de arenisca, de color amarillo y grano mediano, en las que no se encuentra ningún fósil, y tan solo algunas manchas carbonosas indican la presencia de restos vegetales”. En este trabajo, y en base a observaciones de campo y la correlación con las “grés de Celles” del Pirineo francés, estas areniscas fueron dadas como cretácicas, en concreto del “Senonense inferior”, si bien el propio autor, en un trabajo posterior, (Adán de Yarza, 1900), apunta que la edad podría ser más bien “terciaria del Eoceno inferior”, en base a la fauna fósil hallada por Stuart Menteth (com. pers.).

Medio siglo después (Gómez de Larena, 1954, 1956) realizó investigaciones más rigurosas sobre estos materiales, que denominó “Flysch numolítico” en su pormenorizado trabajo sobre el Cretácico y el Terciario guipuzcoano costero. Jerez Mir (1971) aportó nuevos detalles sobre estas formaciones geológicas en su “Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa”, indicando que desde San Sebastián hasta Fuenterrabía “el Eoceno es monótono y rígido en general y comprende bancos potentes de areniscas, más frecuentes que los bancos margosos que intercalan”. En su estudio regional, Campos (1972) se refi-

rió a los depósitos areniscosos con el término “Formación Jaizkibel”, si bien no definió formalmente la unidad. Kruit *et al.* (1972), en un artículo publicado en la revista *Nature*, interpretaron las areniscas de Jaizkibel por vez primera como depósitos de abanicos turbidíticos submarinos. Trabajos posteriores de Kruit *et al.* (1975), Crimes (1976), Hanisch (1974) y Hanisch & Pflug (1974) aportaron también relevante información sobre estas facies, aunque el avance más importante sobre su estratigrafía y sedimentología corresponde a Van Vliet (1978, 1982), quien realizó un detallado análisis de facies, definió tres megaciclos deposicionales y propuso la primera clasificación bioestratigráfica. Posteriormente, Rosell (1988) y Rosell *et al.* (1985) redefinieron la unidad como Secuencia Jaizkibel, si bien, continuaron siendo habituales las citas que se referían a estos materiales de forma más genérica, como “Flysch Terciario” (EVE, 1990, 1991) o “Flysch Eoceno” (Portero *et al.*, 1991).

La definición formal de la unidad como Formación Higuier-Getaria fue realizada por Pujalte *et al.* (2000), quienes además la analizaron desde el punto de vista de la estratigrafía de secuencias, reconociendo cinco sistemas turbidíticos con arquitectura de facies bien diferenciada y áreas fuentes distintas. Trabajos posteriores como Pujalte *et al.* (2002) y Hodgson & Wild (2006) mantuvieron la denominación de Formación Higuier-Getaria, definiendo en este último incluso una unidad menor denominada Miembro Lezonabar.

ESTRATIGRAFÍA

Los afloramientos de la Formación Higuier-Getaria se extienden lateralmente de forma casi continua por la franja costera guipuzcoana, desde la Punta Mariantón de Zumaia hasta el Cabo Higer de Hondarribia, mostrando su secuencia más continua y completa en el istmo que conforma la Punta Izarri de Getaria (Fig. 1). Su potencia máxima ha sido estimada en 2.500 m por Gawenda *et al.* (1999) y Winkler & Gawenda (1999). Los estratos aparecen en general en posición normal, buzando al norte entre 20° y 50° y localmente hasta 70°. Excepcionalmente, entre Zarautz y Getaria aparecen en posición invertida, probablemente como resultado del diapiro de Zarautz. Materiales de edad y facies similares a los de la Formación Higuier-Getaria se localizan en la zona axial del Sinclinorio de Bizkaia, siendo probablemente los equivalentes laterales occidentales de los mismos sistemas sedimentarios (EVE, 1991).

La Formación Higuier-Getaria reposa de forma abrupta sobre la Secuencia IL-2 de la Formación Hondarribia. Esta unidad, de edad llerdiense medio, posee un carácter mixto al estar compuesta por una alternancia de turbiditas carbonatadas muy diluidas y capas delgadas o medias de turbiditas siliciclásticas aportadas por flujos axiales a la cuenca (Pujalte *et al.*, 2000).

Desde el punto de vista estratigráfico, la Formación Higuier-Getaria no ha sido formalmente subdividida en unidades estratigráficas menores, a excepción del poco concreto Miembro Lezonabar citado por Hodgson & Wild

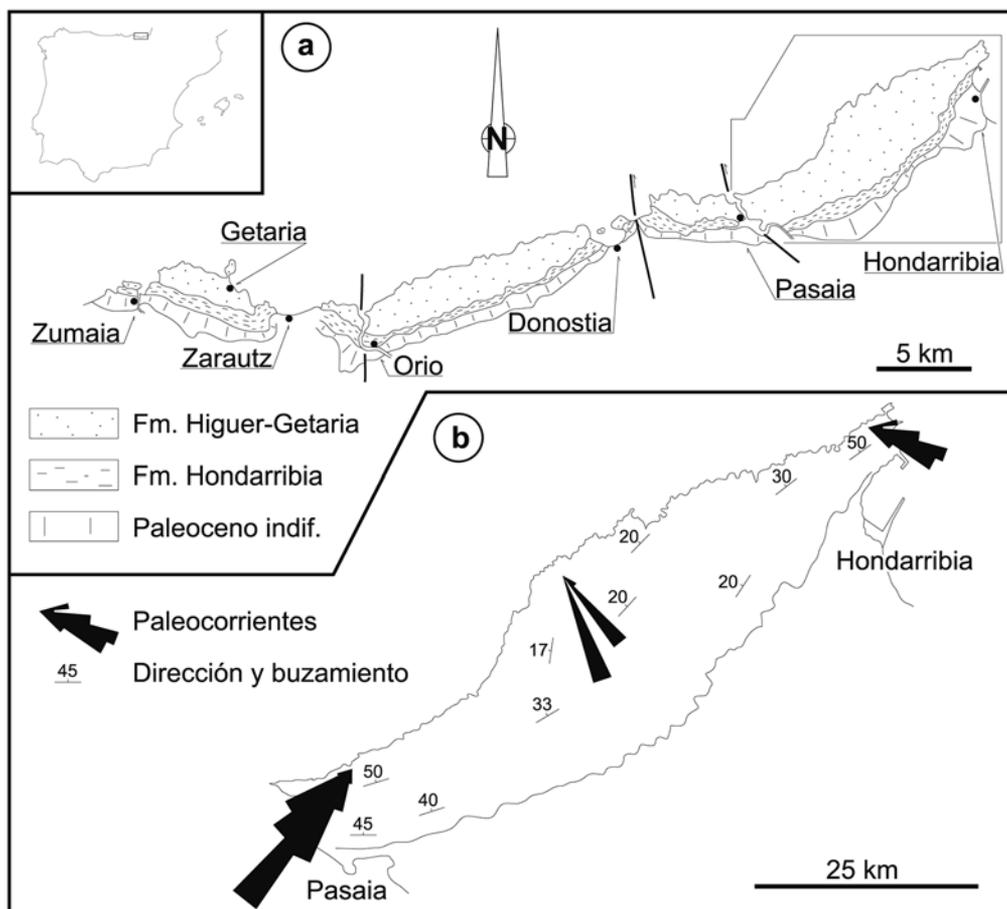


Fig. 1. - a) Distribución geográfica de la Formación Higer-Getaria y las unidades infrayacentes. b) Extensión de la Formación Higer-Getaria en el Monte Jaizkibel, con indicación de las direcciones y buzamiento de capa, y de las paleocorrientes medidas por Van Vliet (1982).

1. Irudia. a) Higer-Getaria Formazioaren eta bere azpian dauden unitateen hedadura geografikoa. b) Higer-Getaria Formazioaren hedadura Jaizkibel Mendian, geruzen norabidea eta okerdura, eta Van Vliet (1982) egileak neuritutako paleokorronteak erakusten dira.

(2006). No obstante, diferentes trabajos han tratado de establecer una organización interna dentro del conjunto de afloramientos. Así, Van Vliet (1982) distinguió tres megaciclos en base al análisis petrográfico y las paleocorrientes de las facies. El Megaciclo 1, el más antiguo, estaría compuesto por areniscas silíceas, representando un abanico submarino de procedencia septentrional que progresivamente se extendería por la cuenca en dirección oeste-noroeste (N295°E). El Megaciclo 2, integrado por paquetes de litarenitas, representaría un abanico alimentado desde el margen meridional de la cuenca que se prolongaría axialmente en dirección oeste-noroeste (N295°E), variando progresivamente hacia la dirección noroeste-oeste (N330°E). El Megaciclo 3, por su parte, poseería naturaleza siliciclástica al igual que el Megaciclo 1 habiendo sido depositado por flujos de procedencia septentrional con dirección de extensión general oeste (N270°E).

Pujalte *et al.* (2000) propusieron una división interna más precisa, estableciendo cinco sistemas turbidíticos (Fig. 2). Estos sistemas de abanico, alimentados desde zonas de margen de cuenca, se expandirían axialmente a lo largo de una gran fosa submarina de orientación aproximada este-oeste. Los sistemas turbidíticos Cabo Higer y Abra de Pasajes, que serían parcialmente contemporáneos, habrían sido alimentados por flujos procedentes de un área siliciclástica situada al norte de los

actuales afloramientos. El sistema turbidítico Punta Izustarri poseería paleocorrientes que indicarían una procedencia meridional y sería de naturaleza mixta carbonática-siliciclástica. Los sistemas turbidíticos Punta Bizkarrapia-Punta Campaya y Getaria procederían de un área fuente septentrional.

La primera datación de la unidad la realizó Ruiz de Gaona (1948), quien determinó como Lutecienses unos escasos numulites incluidos en la Formación Higer-Getaria, confirmando así la hipótesis de Adán de Yarza (1900). Von Hillebrandt (1965) realizó un exhaustivo estudio de los foraminíferos planctónicos de la sucesión del Paleoceno y Eoceno basal de Zumaia, infrayacentes inmediatos de la Formación Higer-Getaria. Sin embargo, la cronostratigrafía precisa de la unidad se debe a Van Vliet (1982), quien integró datos bioestratigráficos de nanoplankton calcáreo y observaciones de campo. De acuerdo con dicho autor, los depósitos se integrarían, de base a techo, en las biozonas *D. binodosus*, *M. tribra-chiatus*, *D. lodoensis* y *D. sublodoensis*, abarcando un intervalo temporal comprendido entre el Ilerdiense superior y el Luteciense inferior (Fig. 2). Los sistemas turbidíticos Cabo Higer y Abra de Pasajes, parcialmente contemporáneos, serían de edad Ilerdiense superior-Cuisiense inferior, el sistema turbidítico Punta Izustarri correspondería al Cuisiense medio, el sistema turbidítico Punta Bizkarrapia-Punta Campaya poseería una edad

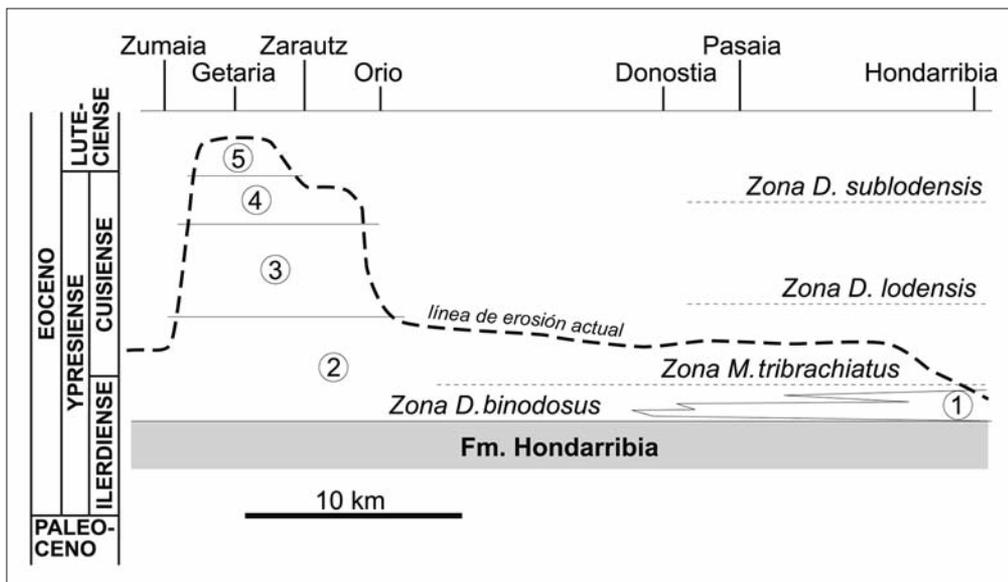


Fig. 2. - Esquema cronoestratigráfico de la Formación Higuier-Getaria. 1: Sistema turbidítico Cabo Higuier. 2: Sistema turbidítico Abra de Pasajes. 3: Sistema turbidítico Punta Izustarri. 4: Sistema turbidítico Punta Bizkarrapia-Punta Campaya. 5: Sistema turbidítico Getaria. Modificado de Van Vliet (1982) y Pujalte *et al.* (2000).

2. Irudia. Higuier-Getaria Formazioaren eskema kronoestratigrafikoa. 1: Cabo Higuier sistema turbiditiko. 2: Abra de Pasajes sistema turbiditiko. 3: Punta Izustarri sistema turbiditiko. 4: Punta Bizkarrapia-Punta Campaya sistema turbiditiko. 5: Getaria sistema turbiditiko. Van Vliet (1982) eta Pujalte *et al.* (2000) lanetatik eraldatua.

Cuisiense superior, y por último, el sistema turbidítico Getaria sería Luteciense inferior. De estos cinco sistemas turbidíticos, tan solo los dos más antiguos, Cabo Higuier y Abra de Pasajes afloran en el Monte Jaizkibel, quedando los restantes actualmente bajo el mar.

La contextualización de la unidad desde la perspectiva de la estratigrafía secuencial fue abordada inicialmente por Rosell (1988), si bien fueron Pujalte *et al.* (2000) quienes propusieron un modelo completo para integrar y correlacionar todos los depósitos del intervalo Cretácico final-Paleógeno inferior de la Región Vasco-Cantábrica y de los Pirineos occidentales, definiendo un ciclo Transgresivo-Regresivo mayor (2º orden) y todas las secuencias deposicionales (3º orden) que lo integran. Según esta propuesta, los materiales de la Formación Higuier-Getaria constituirían el cortejo de nivel de mar bajo (LST) habiendo sido acumulados, por tanto, durante la fase de máxima regresión del ciclo Transgresivo-Regresivo.

SEDIMENTOLOGÍA

El análisis pormenorizado de los depósitos eocenos del Monte Jaizkibel permite establecer, cuatro asociaciones de facies con características sedimentológicas bien definidas, tres de las cuales representan subsistemas dentro de un sistema mayor de abanicos turbidíticos, y la cuarta sería consecuencia de la sedimentación autóctona de fondo de cuenca. Cada uno de los subsistemas está conectado lateralmente con el resto, representando su equivalente lateral y dando continuidad así al sistema turbidítico.

Asociación de facies de abanico intermedio

Representada por la amalgama de cuerpos de arenisca de grano grueso a muy grueso, frecuentemente bien canalizados, que pueden desarrollarse lateralmente unos pocos kilómetros y que alcanzan potencias de entre 20 y 70 metros (Fig. 3a). Estos cuerpos presentan una

base bien definida y tendencia vertical positiva. Son muy habituales las superficies internas de erosión y relleno, canalizaciones de escala métrica con acreción lateral, rellenos de material fino laminado (lutitas o margas) de post-abandono, y superficies decimétricas cóncavas con rellenos arenosos de turbiditas finamente estratificadas (facies E de Mutti & Ricci-Lucchi, 1972). Los techos de las secuencias, cuando no están truncadas por una nueva secuencia, exhiben una laminación horizontal poco definida y en ocasiones aparecen estratificaciones cruzadas, sets de *megaripples* de corriente e incluso dunas (Fig. 3b) de longitud de onda de hasta 9 metros (Hernández, 1994; Pujalte *et al.*, 2000). A base de las capas, eventualmente pueden aparecer *megaflutes*. Frecuentemente, las secuencias aparecen deformadas por estructuras de escape de agua tipo *dish* o *pillar* (Fig. 3c). Litológicamente, estas rocas pueden clasificarse desde cuarciarenitas a subarcosas. La composición de los granos mayoritariamente es cuarzo, si bien pueden estar presentes también el feldespato potásico, la plagioclasa, la mica e incluso los litoclastos de rocas metamórficas. Según Campos (1972) los granos de cuarzo pueden llegar hasta el 90%, no estando nunca por debajo del 75%, y son mayoritariamente angulosos, con presencia de formas subredondeadas siempre en porcentajes menores del 10% (Hodgson & Wild, 2006). La matriz de estas areniscas suele ser de caolinita y el cemento, por lo general, de carbonato cálcico (calcita en mosaico) y en menor medida de cuarzo sintaxial (Aranburu *et al.*, 2009).

Esta asociación de facies representa las zonas apicales de los lóbulos de abanico turbidítico externo, que son áreas de transición entre canales y lóbulos de abanico, donde corrientes de turbidez de alta densidad gradan a flujos más fluidificados. El tamaño de grano y el escaso retrabajamiento de los granos reflejan un tiempo relativamente breve de transporte desde la zona de erosión a la de depósito. Estructuras tractivas de gran escala como los trenes de *megaripples* que aparecen en

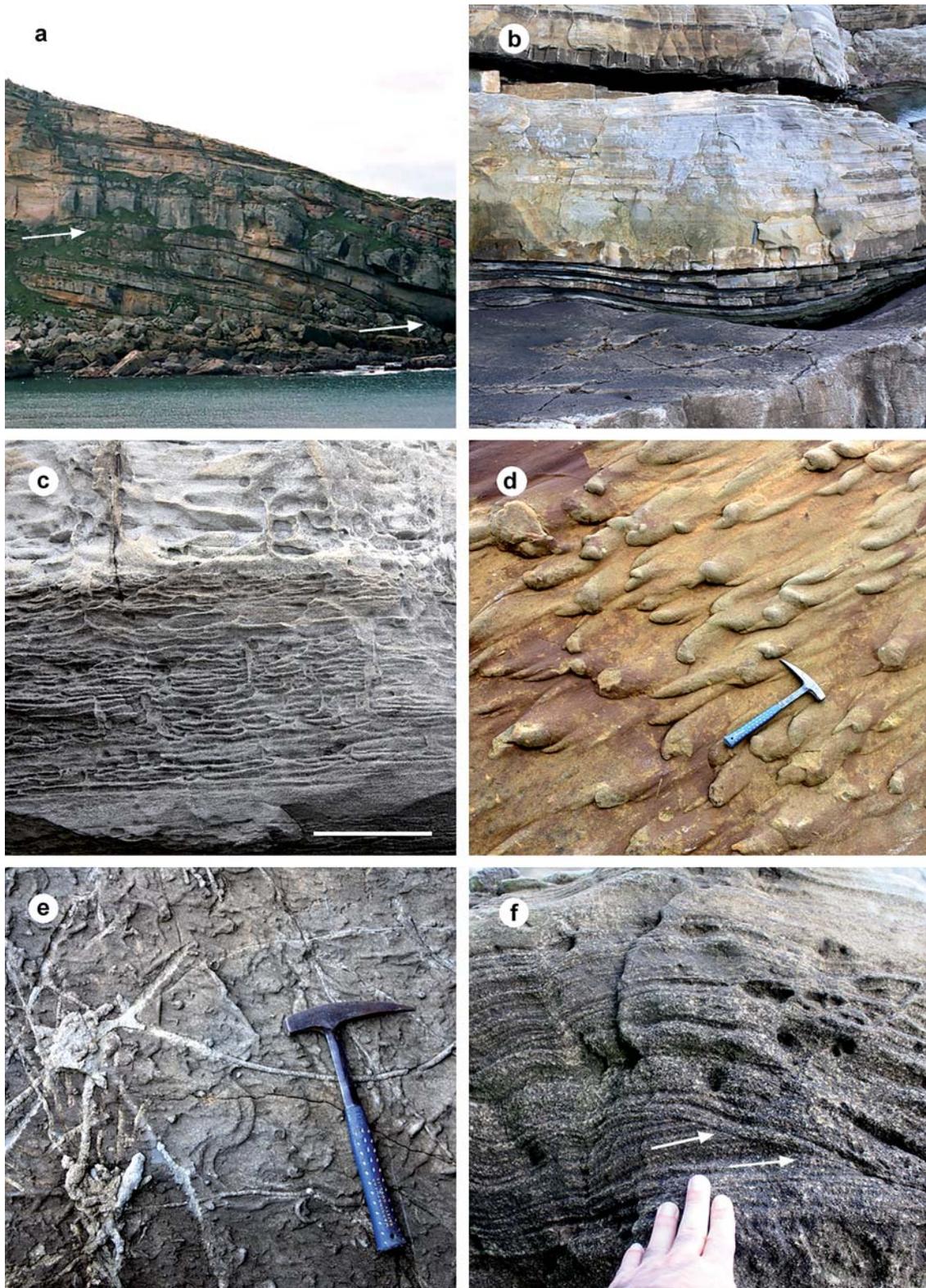


Fig. 3. - a) Cuerpos canalizados en la asociación de facies de abanico intermedio, véase la variación de potencia del estrato señalado con flechas. b) Dunas fosilizadas a techo de una capa de arenisca, obsérvese cómo la sedimentación posterior compensa los relieves. c) Estructuras *dish* y *pillar*, tamaño de barra 10 cm. d) Estructuras *flutes* a muro de una capa de la asociación de facies de abanico externo. e) Ichnofósiles mostrando diferentes patrones de desplazamiento y alimentación. f) Estratificación cruzada recortando un depósito previo.

3. Irudia. a) Erdiko eremuko Kono-turbiditiko fazie-elkarketako ubide itxurako geruza, ikus geziek adierazten duten geruzaren potentziaren aldeketak. b) Hareharri geruza baten goikaldean agertzen diren dunak fosilduak, ikus ondorengo sedimentuen erliebe-kompensazioa. c) *Dish* eta *pillar* egiturak, eskalaren tamaina 10 zm. d) Kanpoko kono turbiditiko fazie-elkarketako geruza baten behekaldean dauden *flute* egiturak. e) Elikatzeko eta mugitzeko eredu ezberdinak erakusten dituzten Iknofosilak. f) Aurreko metaketa mozten duen geruzapen gurutzatua duen hareharria.

las partes altas de las secuencias han sido comúnmente interpretadas como el resultado de corrientes de gravedad haciendo *bypass* sedimentario en el fondo de cuenca (Mutti, 1992; Amy *et al.*, 2000). Alternativamente, Hodgson & Wild (2006) postulan que su origen podría ser el retrabajamiento del fondo marino por corrientes de fondo tractivas muy energéticas.

Asociación de facies de abanico externo

Se trata de cuerpos no canalizados de arenisca, con geometría tabular, y potencias de hasta 5 metros, entre los que se intercalan ocasionalmente delgados niveles de lutitas. Muestran una tendencia vertical general positiva. Las bases no suelen ser erosivas, exhibiendo generalmente moldes de actividad de invertebrados (Fig. 3e), aunque en algunos casos presentan estructuras de corrosión como *flutes* (Fig. 3d). En los techos es frecuente la laminación planar, y eventualmente también la estratificación cruzada (Fig. 3f) con trenes de *ripples*. Se trata de areniscas siliciclásticas masivas, litológicamente similares a las de la anterior asociación de facies, generalmente sin canalizaciones ni estructuras internas, aunque ocasionalmente en las zonas inferiores pueden aparecer depósitos de retrabajamiento tapizados con cantos blandos bien redondeados y con una ligera imbricación (Hernández, 1994; Fig. 4a). En algunos afloramientos se ha citado la presencia de grandes concentraciones de *Paramoudras* a techo de estas secuencias (Fig. 4b), cuyo origen es atribuido a la actividad perforante de invertebrados en las fases posteriores al depósito de los sedimentos (Galán, no publ.). Por último, aunque las estructuras de corriente son relativamente escasas, las relacionadas con procesos de licuefacción y escape de agua son muy abundantes, principalmente estructuras *dish* y *pillar* en la parte media y baja de las secuencias, así como *pipas* y *volcanes* de arena de gran tamaño en los techos de las secuencias, deformando la estratificación sedimentaria (Hernández, 1994; Figs. 4c, 4d, 4e y 4f).

La ausencia de morfologías canalizadas sugiere que estos depósitos representan las partes más externas de los abanicos del sistema turbidítico. La secuencia negativa general es interpretada como la progradación hacia cuenca de los lóbulos deposicionales (Mutti & Ricci-Lucchi, 1972). El apilamiento de cuerpos areniscosos sobre niveles de material lutítico y margoso más fino parece indicar la avulsión de los canales distributarios y la formación de nuevos lóbulos en la depresión del lóbulo adyacente (Van Vliet, 1982). La abundancia de estructuras de licuefacción que deforman estructuras sedimentarias previas se atribuye a una rápida acumulación de sedimentos con escape de agua hacia la parte superior durante o inmediatamente después del depósito de las turbiditas, y siempre antes de la litificación de las mismas.

Asociación de facies de orla distal de abanico

Está formada principalmente por capas de areniscas planoparalelas de gran continuidad lateral y potencia de

cimétrica, que aparecen intercaladas entre lutitas de grano fino y ocasionalmente calizas hemipelágicas (Fig. 5a). Estas areniscas, organizadas en secuencias grano-decrecientes, poseen una base neta aunque no erosiva, y generalmente carecen de estructuras sedimentarias internas observables, aunque eventualmente pueden mostrar estratificación planar muy fina (facies C1, C2, D1 y D2 de Mutti & Ricci-Lucchi, 1972). Los techos están profusamente bioturbados por *Scolicia sp.* y en ocasiones aparecen *ripples*. En la base de estas capas es frecuente la presencia de icnofauna, entre la que se ha identificado, entre otros géneros, *Spirophycus*, *Granularia*, *Paleodictyon* y *Saerichnites* (Fig. 5b). Según Van Vliet (1982), un rasgo muy característico de estas capas es la presencia de clastos intraformacionales, concentrados habitualmente en sus partes más altas. Estos clastos pueden ser fragmentos de areniscas turbidíticas previas o bien cantos blandos procedentes de las intercalaciones lutíticas, erosionados del sustrato marino e incorporados al propio flujo por la corriente de turbidez. Su posición en la parte alta de las capas sugiere una diferencia de densidades dentro del propio flujo de turbidez (Van Vliet, 1982).

Esta asociación de facies se interpreta como turbiditas diluidas, depositadas en las partes más distales de las orlas de los lóbulos, intercalándose con los depósitos de llanura submarina.

Asociación de facies de llanura submarina

Está principalmente constituida por margas y lutitas de color gris azulado y aspecto masivo que, en algunos afloramientos, intercalan además delgadas capas de calizas hemipelágicas. Aparecen como acumulaciones de potencia variable intercaladas entre las otras tres asociaciones de facies (Fig. 5c), siendo muy frecuentes en la de orla distal de abanico, algo menos abundantes en la de abanico externo, y escasas aunque presentes en la de abanico intermedio. Parte de estos materiales han sido incorporados al material turbidítico como cantos blandos.

En base a la ausencia de estructuras de corriente somera y oleaje y, sobre todo, a su contenido en foraminíferos planctónicos y bentónicos indicativos de batimetrías comprendidas entre 1.000 y 4.000 metros de profundidad (Hodgson & Wild, 2006), esta asociación de facies se interpreta como depósitos de llanura submarina profunda, donde la sedimentación es eminentemente hemipelágica procedente de aportes de terrígenos finos a muy finos aportados por corrientes de turbidez muy diluidas. La sedimentación oceánica profunda es interrumpida por la llegada de los lóbulos distales de los sistemas turbidíticos.

La Formación Higer-Getaria muestra la sustitución gradual hacia techo de las asociaciones de facies más distales por las más proximales, lo que sugiere la progradación del sistema en la cuenca en dirección sur, como confirman los datos de paleocorrientes. Un análisis más amplio de todos los afloramientos eocenos de la

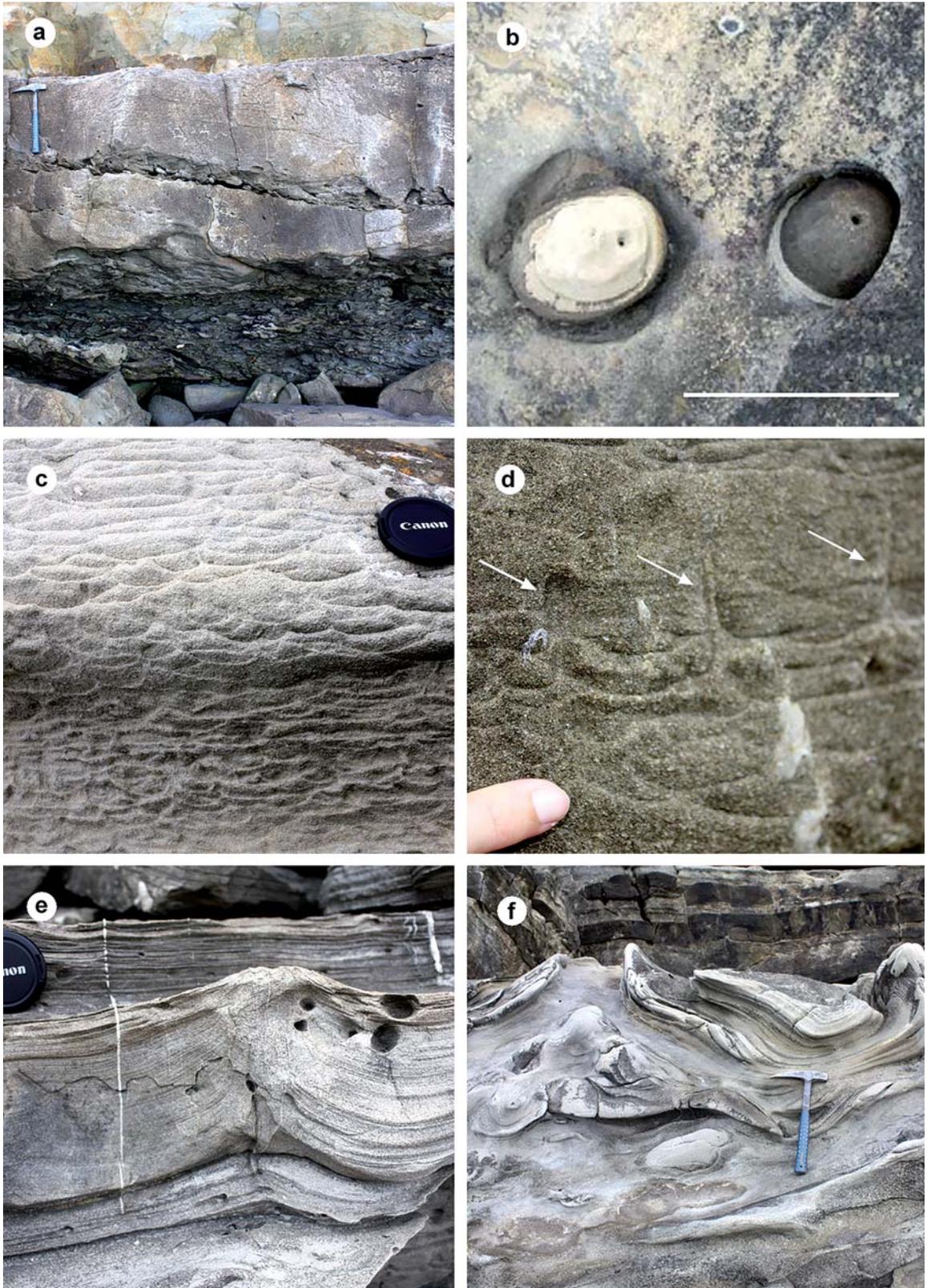


Fig. 4. - a) Superficie de erosión interna con acumulación de cantos blandos lutíticos, obsérvese el carácter erosivo de la base de la capa con incorporación de material blando previo. b) Aspecto de campo de los *Paramoudras*, tamaño de barra 1 m, tomada de Galán (no publ.). c) Estructuras *dish*. d) estructuras *pillar*. e) *Pipa* de arena a techo de una capa de arenisca. f) Estructuras mayores de escape de agua.

4. Irudia. a) Klasto bigunez estalita dagoen higadura gainazala, ikus geruzaren behelaldeak duen higatze-izaera eta bere barnean sartu dituen aurreko sedimentu-zati bigunak. b) *Paramoudras* egituren landa itxura, eskalaren tamaina 1 m, Galán (no publ.) lanetik hartuta. c) *Dish* egiturak. d) *Pillar* egiturak. e) Hareharri geruza baten goikaldeko *pipa*. f) Ur-ihesaren egitura nagusiak.

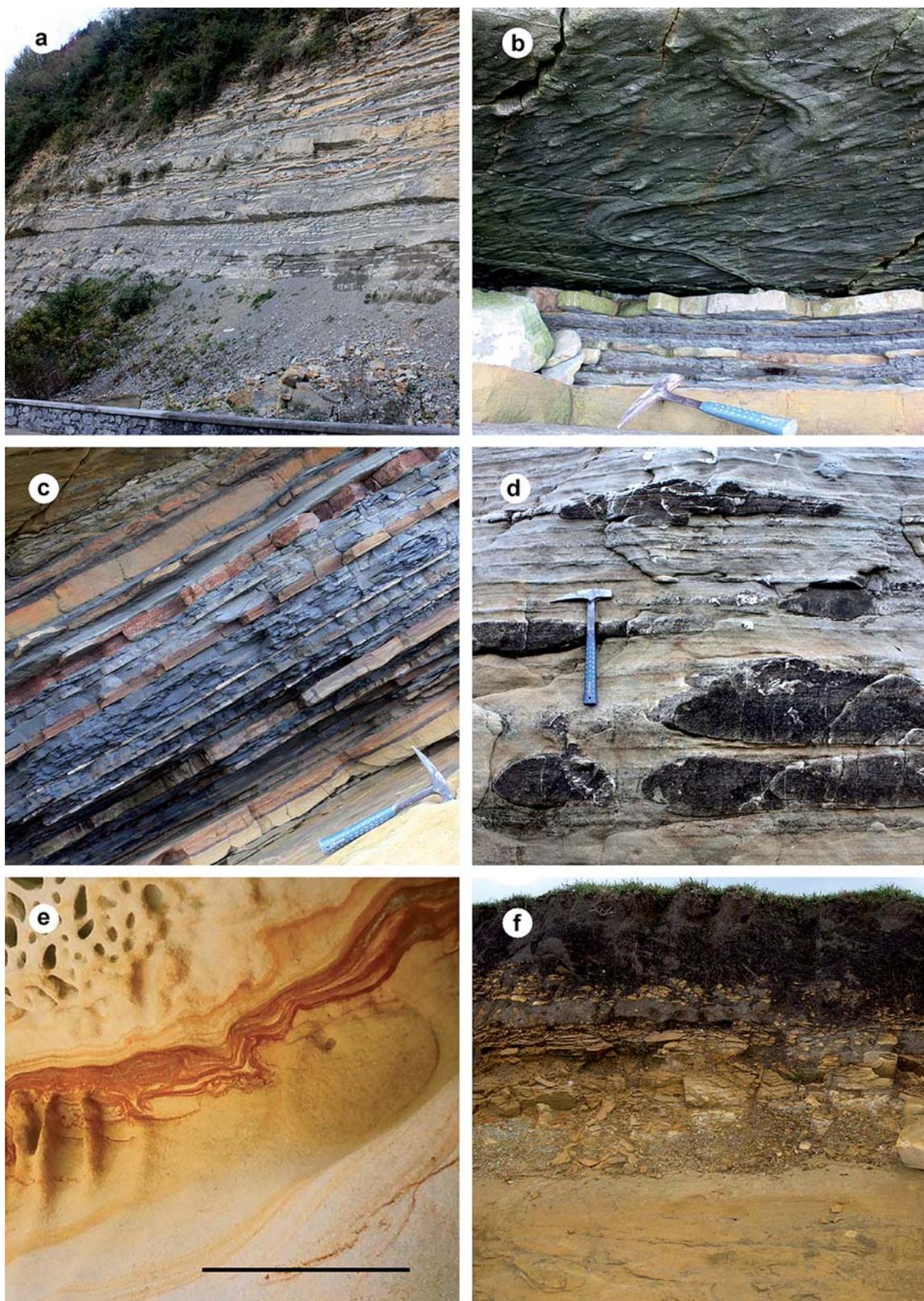


Fig. 5. - a) Aspecto de campo de la asociación de facies de orla distal de abanico. b) *Spirophyucus* sp. c) Aspecto de campo de las intercalaciones de facies margoso-lutíticas de la asociación de facies de llanura submarina. d) Bolos diagenéticos silíceos. e) Bandeados diagenéticos de óxidos e hidróxidos de hierro, tamaño de barra 50 cm, tomada de Galán & Nieto (no publ.). f) Aspecto de campo del cambisol húmico con horizonte Bw habitual en Jaizkibel.

5. Irudia. a) Kanpoaldeko abanikoaren fazie-elkarketaren landa itxura. b) *Spirophyucus* sp. c) Itxaspeko lautadaren fazie-elkarketan tartekatzen diren tuparri eta lutiten landa itxura. d) bolo silizeo diagenetikoak. e) Burdin oxido eta hidroxidoek sortutako xafladurak, barraren tamaina 50 zm, Galán & Nieto (no publ.) lanetik hartuta. f) Jaizkibelean ohiko Bw profila duen kanbisol humiko lurzorua landa itxura.

costa guipuzcoana indica, sin embargo, que también se produce una posterior progradación del sistema hacia el oeste (Pujalte *et al.*, 2000). Por último, la presencia de numulites y de restos de otros bioclastos de microfauna nerítica en las areniscas, prueban que el área fuente debía ser una plataforma continental, y dado el escaso redondeamiento de los granos no debía estar muy lejana.

DIAGÉNESIS Y METEORIZACIÓN

Las areniscas del Eoceno del Monte Jaizkibel muestran numerosos rasgos atribuibles a procesos diagenéticos. Estos procesos involucran la removilización y emplazamiento de carbonato cálcico, sílice y hierro con posterioridad a la sedimentación. Además, los procesos de meteorización subactuales han dado como resultado una intensa arenización de las rocas con generación de curiosas estructuras erosivas, y la producción de suelos con horizontes bien definidos.

Dispuestos entre los granos de las areniscas es habitual la presencia de cementos de carbonato cálcico en mosaico (*blocky*) o espático (esparita) obliterando la porosidad intergranular, e incluso ocasionalmente reemplazando total o parcialmente granos de feldespato potásico preexistentes. El origen de este carbonato parece ser la disolución de bioclastos presentes en la trama y la matriz de las areniscas, como por ejemplo los restos de equinodermos y fragmentos de bivalvos citados por Aranburu *et al.* (2009), así como el propio contenido de microfósiles calcáreos autóctonos (Van Vliet, 1982). La naturaleza carbonatada de estos cementos facilita la disolución de las areniscas produciendo geoformas tales como alvéolos, tafonis y gnamas (Santana, 1966; Edeso, 1988).

Los bolos diagenéticos silíceos son muy abundantes en los cuerpos areniscosos de las dos primeras asociaciones de facies. Por lo general, muestran formas subesféricas o elipsoidales de bordes bien definidos, y se disponen subparalelamente a la estratificación de las capas (Fig. 5d), e incluso siguiendo los patrones de estructuras sedimentarias complejas. Estas zonas representan áreas con mayor permeabilidad intersticial diferencial donde la sílice se emplaza ocluyendo la porosidad intergranular de forma temprana, en forma de cementos de cuarzo sintaxial (Aranburu *et al.*, 2009). La sílice removilizada podría tener su origen principal en la disolución parcial por presión de los granos de cuarzo de las arenas turbidíticas durante los procesos de compactación mecánica, aunque Navas & Tena (1987) apuntan que la sílice secundaria también puede ser liberada en los procesos de reorganización de los minerales de la arcilla presentes en las lutitas.

Por otra parte, las areniscas del Eoceno presentan localmente costras, concreciones y pátinas ferruginosas, así como bandeados (Fig. 5e) y anillos de Liesegang de colores ocre (Galán & Nieto, no publ.) que sugieren la removilización y precipitación de óxidos e hidróxidos de

hierro durante la diagénesis. De acuerdo con Cornell & Schwertmann (2003), la presencia de sílice puede inhibir el crecimiento de cristales de óxidos de hierro formándose únicamente ferridrita amorfa. Los bandeados y anillos de Liesegang parecen ser resultado de procesos de convección y difusión a través de zonas preferentes del sedimento con gradientes redox (Stone, 2007).

Finalmente, en las zonas del Monte Jaizkibel con la pendiente adecuada se desarrollan perfiles edáficos de hasta 2 metros de potencia (Fig. 5f), denominados cambisoles húmicos con horizonte Bw cámbico entre el horizonte A y la roca alterada (Salazar *et al.*, 1991), caracterizados por la acumulación de importantes cantidades de materia orgánica en la parte superior del suelo.

CONCLUSIONES

El análisis de la bibliografía científica relevante, contrastada y complementada con las investigaciones de campo del autor, ha permitido sintetizar los conocimientos existentes. Así, los materiales de la sucesión sedimentaria del Jaizkibel han sido denominados de manera diferente a lo largo del tiempo, hasta su definición formal como Formación Higuier-Getaria. Su contenido micropaleontológico, especialmente en nanofósiles calcáreos, permite situar la sucesión dentro del intervalo temporal llerdiense superior-Cuisiense inferior (Ypresiense, Eoceno). Las facies y estructuras sedimentarias de los materiales permiten interpretarlos como depósitos de abanicos turbidíticos de mar profundo procedentes de áreas fuentes septentrionales, en los que se reconocen diferentes subambientes en continuidad lateral. Por su parte, el análisis de la unidad junto con el resto de los depósitos del intervalo Cretácico final-Paleógeno inferior de la Región Vasco-Cantábrica y de los Pirineos occidentales desde el punto de vista de la estratigrafía de secuencias ha permitido interpretarla como el cortejo de nivel de mar bajo acumulado durante la fase de máxima regresión del ciclo Transgresivo-Regresivo. La abundancia de estructuras de deformación sinsedimentaria de las areniscas ha permitido deducir que durante o inmediatamente después del depósito de los sedimentos se produjeron procesos de licuefacción y escape de agua al aumentar la presión hidrostática. Durante la diagénesis tuvo lugar la removilización y precipitación de carbonato cálcico, sílice y hierro. Por último, la exposición subaérea continuada de los afloramientos desde el Pleistoceno superior a la actualidad ha producido la arenización de la roca con la generación de geoformas complejas de erosión alveolar, y el desarrollo de suelos.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a José Manuel Cortizo el acceso a los fondos bibliográficos del Departamento de Geología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, y a los doctores Victoriano Pujalte (Universidad del País Vasco) y Eneko Iriarte (Universidad de Burgos), la revisión crítica del original y sus aportaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Adán de Yarza, R. 1884. *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo 12.* Instituto geológico y Minero. Madrid.
- Adán de Yarza, R. 1900. *Bosquejo petrográfico de la Provincia de Guipúzcoa.* Diputación Foral de Guipúzcoa. San Sebastián.
- Amy, L.A., Kneller, B., McCaffrey, W.D. 2000. Evaluating the links between turbidite characteristics and gross system architecture: upscaling insights from the turbidite sheet system of Peira Cava, SE France. Gulf Coast Section Society of Economic Paleontologist and Mineralogists Foundation 20th. En: *Annual Research Conference. Louisiana:* 1-5.
- Aranburu, A., Garcia-Garmilla, P., Murelaga, X., Pascual, A. 2009. *Ruta geomonomental por Bilbao: estudio de los materiales constructivos de tres edificios históricos.* Universidad del País Vasco. Bilbao.
- Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. *Munibe* 31(1-2): 3-139.
- Cornell, R., Schwertmann, U. 2003. *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrence and Uses.* Wiley-VCH. Weinheim.
- Crimes, T.P. 1976. Sand fans, turbidites, slumps and the origin of the Bay of Biscay: a facies analysis of the Guipuzcoan flysch. *Palaeogeol. Palaeoclim. Palaeoecol.* 19: 1-15.
- Edeso, J.M. 1988. Microformas en las areniscas eocenas de la Formación Jaizkibel. *Lurralde* 11: 57-84.
- EVE. 1990. *Mapa geológico del País Vasco. Hoja 64-II San Sebastián.* Ente Vasco de la Energía. Bilbao.
- EVE 1991. *Mapa geológico del País Vasco.* Ente Vasco de la Energía. Bilbao.
- Galán, C. 2009. *Biología de organismos en relación a Paramoudras en arenisca de edad Eoceno: interpretación ecológica e implicaciones taxonómicas.* Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián. Disponible en web: http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1298302553TOTALBiologiaOrg.pdf.
- Galán, C., Nieto, M. 2010. *Bandas de Moebius, Boxworks y otras raras Geoformas en arenisca de la Formación Jaizkibel.* Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián. Disponible en web: <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/webs/Publicaciones/pdfs/MOEBIUS.Total.pdf>.
- Gawenda, P., Winkler, W., Schmitz, B., Adatte, T. 1999. Climate and bioproductivity control on carbonate turbidite sedimentation (Paleocene to earliest Eocene, Gulf of Biscay, Zumaia, Spain). *J. Sed. Res.* 69(6): 1253-1261.
- Gómez de Llarena, J. 1954. *Observaciones geológicas en el flysch Cretácico-numulítico de Guipúzcoa.* Monografías del Instituto Lucas Mallada de investigaciones Geológicas. C.S.I.C. Madrid.
- Gómez de Llarena, J. 1956. *Observaciones geológicas en el flysch Cretácico-numulítico de Guipúzcoa (II).* Monografías del Instituto Lucas Mallada de investigaciones Geológicas. C.S.I.C. Madrid.
- Hanisch, J. 1974. Der Tiefsee-diapir von Zarauz (N-spanien) im spiegel von sedimentation und tektonik des Kreide/Tertiärflysches. *Geol. Jb.* B-11: 101-142.
- Hanisch, J., Pflug, R. 1974. The interstratified breccias and conglomerates in the Cretaceous flysch of the northern Basque Pyrenees: submarine outflow of diapiric mass. *Sedim. Geol.* 12(4):287-296.
- Hernández, J.M. 1994. Descripción y caracterización de sedimentos de abanico submarino intermedio del Eoceno inferior, en la zona de Fuenterrabia (Guipúzcoa). *Munibe, Cienc. Nat.* 46: 81-89.
- Hodgson, D.M., Wild, R.J. 2006. Facies and architecture of the Lezonabar Member, Higuier-Getaria Formation, Guipuzcoa Basin, NE Spain. En: *Atlas of Deepwater Reservoirs.* T. Nilsen, R. Shew, G. Steffens, J. Studlick (Ed.): 144. American Association of Petroleum Geologists. Tulsa.
- Jerez Mir, L., Esnaola Gómez, J.M., Rubio Susan, V., Saavedra García, J.L., Fernández Luanco, M.C. 1971. Estudio geológico de la Provincia de Guipúzcoa: Mapas y cuadros. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid (Mem. Inst. Geol. Min. Esp.; 79.)
- Kruit, C., Brouwer, C., Ealey, P. 1972. A deep-water sand fan in the Eocene Bay of Biscay. *Nature* 240: 59-61.
- Kruit, C., Brouwer, J., Knox, G., Schollnberger, W., Van Vliet, A. 1975. *An excursion to the Tertiary deep-water fan deposits near San Sebastián (province of Guipúzcoa, Spain).* 9th Intern. Congr. Sediment. Nice.
- Mutti, E. 1992. *Turbidite sandstones.* AGIP Special Publication. Roma.
- Mutti, E., Ricci-Lucchi, F. 1972. Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all' analisi di facies. *Memori Societa Geol. Ital.* 11: 161-199.
- Navas, A., Tena, J. 1987. Génesis de nódulos de cuarzo en el Paleozoico de la Ibérica (Rama Aragonesa). *Estudios Geol.* 43: 179-184.
- Portero, G., Salazar, A., Pascual, M.H., Ortega, I., Olive, A. 1991. *Puntos de interés geológico de Gipuzkoa.* Diputación Foral de Gipuzkoa. San Sebastián.
- Pujalte, V., Robles, S., Orue-Etxeberria, X., Baceta, J.I., Payros, A., Larruzea, I.F. 2000. Uppermost Cretaceous-Middle Eocene strata of the Basque-Cantabrian Region and Western Pyrenees: a sequence stratigraphic perspective. *Rev. Soc. Geol. España* 13(2): 191-211.
- Pujalte, V., Baceta, J. I., Payros, A. 2002. Tertiary of the Western Pyrenees and Basque-Cantabrian Basin. En: *The Geology of Spain.* W. Gibbons, M.T. Moreno (Ed.): 293-301. Geological Society. London.
- Rosell, J. 1988. Ensayo de síntesis del Eoceno sudpirenaico: el fenómeno turbidítico. *Rev. Soc. Geol. Esp.* 1: 357-364.
- Rosell, J., Remacha, E., Zamorano, M., Gabaldon, V. 1985. Estratigrafía de la cuenca turbidítica terciaria de Guipúzcoa. Comparación con la cuenca turbidítica surpirenaica central. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* 96-5: 471-482.
- Ruiz De Gaona, M. 1948. La fauna principalmente numulítica de la serie terciaria guipuzcoana. *Est. Geol.* 9: 133-158.
- Salazar, A., De Alba, S., Gallardo, J., Portero, G., Pascual, M.H., Olive, A. 1991. *Geomorfología y edafología de Gipuzkoa.* Diputación Foral de Gipuzkoa. San Sebastián.
- Santana, R. 1966. Evolución geomorfológica del litoral guipuzcoano. País Vasco español. En: *Estudios geográficos. Homenaje de la Facultad de Fil. y Educ. a Don H. Fuenzalida.* Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
- Stone, D.A. 2007. *The aggregate precipitation of iron minerals in three systems: tubular growth, Liesegang patterns and interfacial cementation.* The University of Arizona. Tucson.
- Van Vliet, A. 1978. Early Tertiary deep-water fans of Guipúzcoa, northern Spain. En: *Sedimentation in submarine canyons, fans and trenches.* D.J. Stanley, G. Kelling (Ed). Dowden Hutchinson and Ross. Stroudsburg.

Van Vliet, A. 1982. *Submarine fans and associated deposits in the lower Tertiary of Gipuzcoa (Northern Spain)*. Tesis Doctoral. Universidad de Utrech.

Von Hillebrandt, A. 1965. Foraminiferen-Stratigraphie im Altertiär von Zumaya, Provinz Guipúzcoa, NW-Spanien und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten. *Bayer. Akad. Wis. Math. Naturv. Kl. Abh.* N.F. 123: 66.

Winkler, W., Gawenda, P. 1999. Distinguishing climatic and tectonic forcing of turbidite sedimentation, and the bearing on turbidite bed scaling: Palaeocene-Eocene of northern Spain. *J. Geol. Soc.* 156: 791-800.

Niveles marinos en Jaizkibel: interpretación sedimentaria y dinámica geomorfológica cuaternaria

Jaizkibeleko itsas-mailak: Kuaternarioko sedimentuen eta dinamika geomorfologikoaren interpretazioa

Quaternary sea level changes in Jaizkibel: Sedimentary interpretation and geomorphological dynamics

Jose M. Edeso^{1*}, Ane Lopetegi¹, Jose A. Mujika²

¹ Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (E.U.I.), UPV-EHU, Nieves Cano 12, 01006 Vitoria-Gasteiz.

² Facultad de Letras de Vitoria-Gasteiz, UPV-EHU, Tomás y Valiente s/n, 01006 Vitoria-Gasteiz.

* Correspondencia: josemiguel.edeso@ehu.es

RESUMEN

A lo largo del relieve en cuesta de Jaizkibel se desarrollan 3 niveles marinos situados a distintas altitudes respecto a la línea de costa actual. El más alto se localiza entre 220 y 250 m identificándose con una plataforma erosiva (rasa mareal), sin depósitos correlativos asociados, que bisela las areniscas y calizas arenosas del Eoceno inferior. No existen criterios de datación absoluta por lo que su cronología debe situarse en algún momento del Pleistoceno Inferior o del Plioceno. Un segundo nivel se desarrolla entre los 30 y 40 m, justo por encima del acantilado actual. Este nivel tiene depósitos asociados y está fosilizado a su vez por una potente acumulación areno-limosa de cronología Tardiglaciár. A una altura similar se localiza, en el frente del monoclinal, el depósito de Goizut, que puede interpretarse como una paleodesembocadura de edad Pleistocena. Por último, entre 1 y 2 m por encima del máximo nivel alcanzado por la pleamar actual, se desarrollan una serie de formas erosivas y niveles de acumulación de edad holocena (540-690 AD) que señalan la presencia de un nivel marino transgresivo situado por encima del 0 m actual.

PALABRAS CLAVE: Depósitos correlativos, Holoceno, paleodesembocadura, Pleistoceno, rasas, transgresión.

LABURPENA

Jaizkibelgo monoklinalen zehar egungo itsas lerroaren arabera garaiera ezberdinetara gelditzen diren 3 itsas maila garatzen dira. Garaiera 220 m eta 250 m bitartean kokatzen da, Behe Eozenoko hareharri eta kareharri hondartsuak lantzerka ahopiltzen dituen higadura-plataforma (itsas laugune) batean identifikatzen da, nahiz eta berarekin korrelazioan egon daitekeen metaketarik ez gelditu. Bere datazio absoluturako irizpiderik ez dagoenez Behe Pleistozenoko edo Pliozenoko une batean koka daitezke. Bigarren maila bat 30 eta 40 metro bitartean kokatzen da, egungo labarraren gainean hain justu. Maila honek baditu metaketak eta gainera Izoztaro Berantiarreko hondar-lohi metaketa lodi batek fosilizatzen du. Antzeko altueran, monoklinalaren frontean, Pleistozenoko paleobokale gisa interpretatu daiteken Goizuteko metaketa kokatzen da. Azkenik, egungo itsasgorako aldi gorenena baino 1 eta 2 m gorago agertzen diren Holozenoko (540-690 AD) higadura-formak eta metaketa-mailak adierazten dute egungo 0 mailaren gainetik itsas-maila transgresibo bat dagoela.

GAKO-HITZAK: Depositu korrelatiboak, Holozeno, itsas lauguneak, paleobokale, Pleistozeno, transgresio.

ABSTRACT

Throughout Jaizkibel monoclinial relief, three different sea level evidences can be observed at different altitudes compared to present sea level. The highest one is a naked abrasion platform without correlative deposits, which is located between 220 and 250 m above current sea level. This erosive form, modelled by wave energy, cuts the lower Eocene sandstone and limestone strata of the monoclinial. The absence of correlative deposits does not allow for absolute dating, but its age can be estimated sometime between lower Pleistocene and Pliocene. A second level lies between 30 and 40 m, just above the current cliff. This abrasion platform does have correlative deposits; moreover, both platform and deposits were in turn fossilized due to a large accumulation of Late Glacial age sandy-loamy sediment. The Goizut deposit is located at a similar raise in the front of the monoclinial, which can be interpreted as a Pleistocene age river paleomouth. Finally, between 1 and 2 m above the highest level reached by the present tide, lie a series of erosive forms and sediments of Holocene age (540-690 AD) indicating the presence of a third transgressive sea level.

KEY WORDS: Abrasion platform, correlative deposits, Holocene, paleo rivermouth, Pleistocene, transgression.

INTRODUCCIÓN

El monoclinal de Jaizkibel (Fig. 1) se desarrolla entre los estuarios del Bidasoa y del Oiartzun-Bahía de Pasajes, configurando una pequeña alineación montañosa de dirección general NE-SO que culmina en el monte Allerru, Jaizkibel o San Enrique a 547 m de altitud. Forma parte de la Cadena Terciaria Costera (Unidad de San Sebastián) que se extiende desde el Cabo Higer hasta la punta de San Antón en Getaria.

Centrándonos exclusivamente en los trabajos de índole geomorfológica vinculados con el monoclinal de Jaizkibel, y dejando de lado las aportaciones de Llarena (1960) sobre las formas marinas actuales existentes en el litoral guipuzcoano, podemos afirmar que los primeros trabajos que abordan cuestiones geomorfológicas son los efectuados por Rómulo Santana (1966) en su tesis doctoral titulada "Géomorphologie des bassins de la Bidasoa et de l'Urumea". Tras



Fig. 1. - Localización de la zona de estudio.

1. Irudia. Aztergai den eremuaren kokapena.

él se abre un largo período de olvido, que se prolongará hasta finales de la década de los 80 principios de los 90. En estos momentos se inician una serie de prospecciones geomorfológicas (en el marco de una nueva tesis doctoral) que cristalizan en una serie de publicaciones de la mano de Ugarte & Edeso (1987), Edeso & Ugarte (1990), Cearreta *et al.* (1992) y Edeso (1990, 1991, 1992, 1994), las cuales abordan el análisis y caracterización de diversas formas y depósitos marinos localizados en el monoclinial y en el entorno inmediato (depósitos actuales, plataformas de abrasión de Marla, Turrulla, Iturriointxo, depósitos de Goizut, Manziategi, Irubide y Anzarán).

A partir del año 2000 se realizan algunos intentos de síntesis Cuaternaria (Edeso & Mujika, 2005; González *et al.*, 2005), así como nuevos descubrimientos (Lopetegi *et al.*, 2012), algunos de los cuales están en proceso de estudio y evaluación en estos momentos. Una parte significativa de la información disponible va a quedar recogida en la presente monografía, aunque algunos de los aspectos aquí registrados son sin duda novedosos.

El objetivo del presente trabajo es determinar la presencia de antiguos niveles marinos (pleistocenos y holocenos) en el monoclinial de Jaizkibel, con el fin de aportar información sobre las variaciones experimentadas por el nivel del mar (o por el margen continental) a lo largo del Cuaternario.

MATERIAL Y MÉTODOS

Marco morfo-estructural

Litológicamente, el monoclinial está constituido por una potente sucesión terrígena (formación Higer-Getaria) (Pu-

jalte *et al.*, 2000; Gibbons, 2002; Hodgson, 2006) integrada por dos litologías distintas. La primera está formada por gruesos bancos de arenisca cuarzosa de grano fino a medio (en paquetes estrato y granocrecientes), que hacia el techo pasan a arenas gruesas y/o microconglomerados (Garrote *et al.*, 1990). Tienen cemento calcáreo siendo su tonalidad gris azulada en corte fresco y amarilla naranja a parda por alteración. El segundo conjunto está constituido por una alternancia de calizas arenosas, lutitas (menos del 20%) y areniscas en delgados niveles no cartografiados (Fig. 2). Su edad es Eoceno inferior.

Tal y como hemos señalado anteriormente, la alineación del monte Jaizkibel se define como un relieve monoclinial del tipo cuesta y/o cresta, cuyo frente domina mediante un escarpe vertical de 300 m de altitud el valle ortoclinal Irún-San Sebastián (Edeso, 1990). Este frente únicamente se ve alterado por una serie de cursos anclinales, -normalmente secos-, de trazado rectilíneo que se disponen siguiendo la línea de máxima pendiente.

El dorso del monoclinial configura un relieve estructural abrupto y escarpado, incidido por una serie de cursos cataclinales y ortoclinales de reverso, de fuerte pendiente y de marcado carácter torrencial. La acusada diversidad litológica, geomorfológica y morfotopográfica, nos permite diferenciar dos sectores de características contrastadas: el sector oriental y el sector occidental (Fig. 3).

El sector oriental engloba el espacio comprendido entre el Cabo Higer y punta Turrúa (Fig. 3). Predominan las calizas arenosas con valores de buzamiento que oscilan entre 20 y 25° lo que determina el desarrollo de un relieve del tipo cuesta. Los diversos valles fluvio-torrenciales que drenan el dorso del monoclinial, inscriben sus

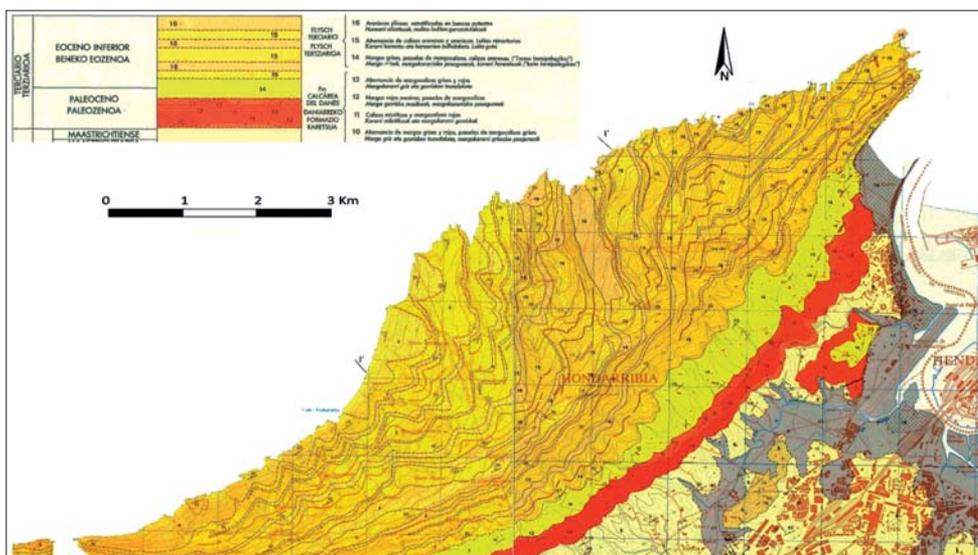


Fig. 2. - Mapa Geológico de Jaizkibel. Fuente: Garrote *et al.*, 1990.
 2. Irudia. Jaizkibelgo Mapa Geologikoa (Garrote *et al.*, 1990).

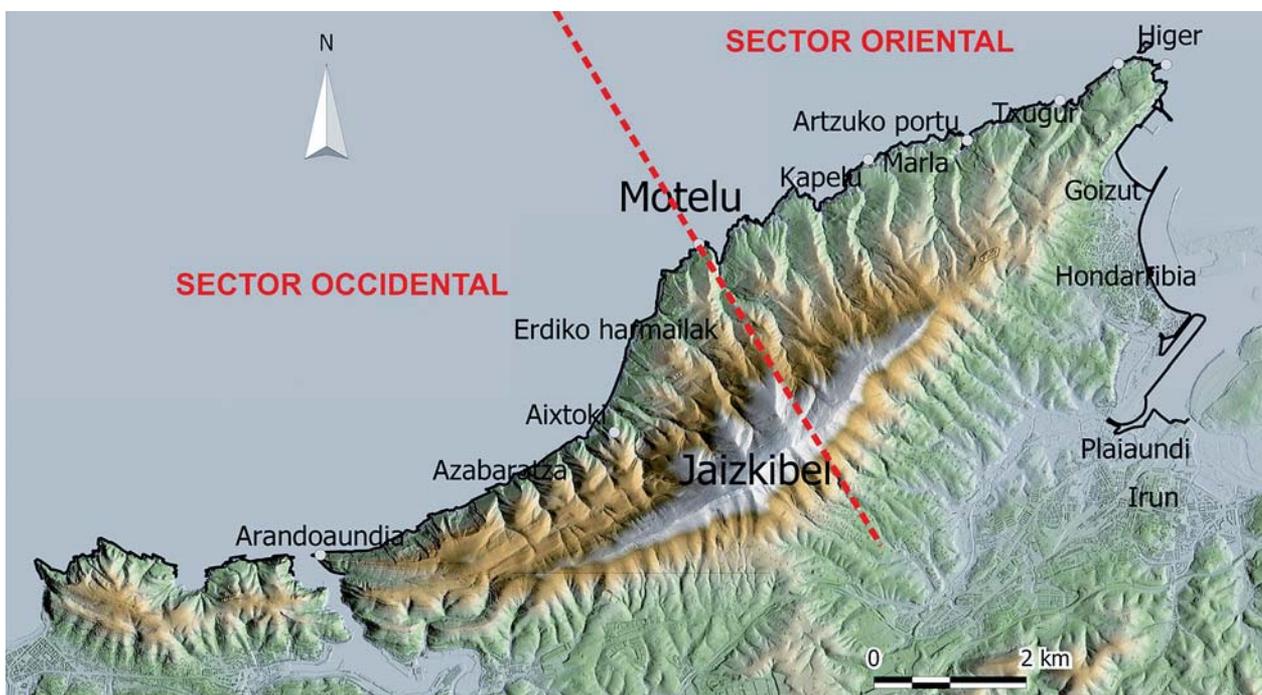


Fig. 3. - Modelo Digital del Terreno de Jaizkibel. Podemos observar como en el sector oriental se desarrollan numerosas calas y entrantes (costa más recortada modelada sobre calizas arenosas), mientras que en el occidental predominan los trazados rectilíneos (areniscas silíceas). El primero se extiende desde el Cabo Higer hasta Motelu, mientras que el segundo se prolonga desde ese punto hasta la bahía de Pasajes.

3. Irudia. Jaizkibelgo Lur Eredu Digitala. Ekialdeko aldean, senaia txiki eta sartune ugari (kareharri hondartsuetan moldatutako itsasertza) dauden bitartean mendebaldekoan nola lerrozuzenak dituen (silizedun hareharriak) ikus daiteke. Lehenengo eremua Higer lurmuturra eta Motelu artean kokatzen da eta bigarrena Motelutik Pasaiaiko badiaraino.

cauces aprovechando los contactos litológicos entre las calizas arenosas y las areniscas silíceas, lo que determina el modelado (por erosión diferencial) de una serie de valles disimétricos (Fig. 4), con una vertiente occidental (areniscas silíceas) dominada por un escarpe vertical/subvertical y otra oriental más suave y tendida, modelada sobre las calizas arenosas.

El desarrollo de la línea de costa también está condicionado por la litología, ya que las calizas arenosas

presentan una menor resistencia a la erosión que las areniscas silíceas, lo que ha favorecido su desmantelamiento erosivo y el modelado de una serie de calas y ensenadas de tamaño diverso (Kazkalleta, Baxuko Badia, Artzuko Portu, Limaputzu, Xixurko, Aingiraputzu, Erantzintxiki, Erantzinaundi), mientras que los materiales duros favorecen el desarrollo de diversos salientes (Arregi, Biosnar, Urillo, Kapelu, Abillu, Gaztari, Lapuntta, Amuaitz...) o de tramos rectilíneos. Los cursos fluvio-to-

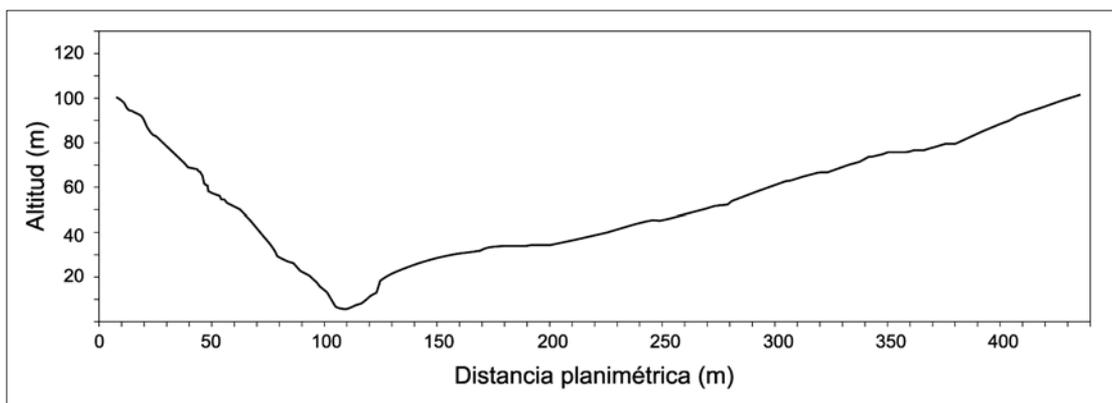


Fig. 4. - Perfil transversal del curso cataclinal Zezentegietako erreka.

4. Irudia. Zezentegietako Errekako ibilbide kataklinaleko zeharkako profila.

rrenciales que drenan estos espacios alcanzan la línea de costa de dos maneras diferentes; los de menor importancia lo hacen mediante un salto vertical/subvertical que puede superar los 10 m de altura, mientras que los cursos más importantes (Erramudika erreka, Txortxipiko erreka, Martitxerreka, Zezentegietako erreka...) presentan un pequeño salto vertical (entre 1 y 2 metros¹) varios cientos de metros antes de desembocar en el mar.

El sector occidental se extiende desde la bocana del puerto de Pasajes hasta Punta Turrúa (Fig. 3). En este tramo predominan las areniscas silíceas, lo que determina el modelado de un relieve monoclinal del tipo crestas y barras (Edeso, 1990), muy abrupto y escarpado (los valores de buzamiento se incrementan paulatinamente de E a W llegando a ser subverticales en Puntas de San Juan y en el Faro de la Plata). La incisión de la red hidrográfica determina el modelado de grandes *chevrons* separados por valles en V (Fig. 5), profundamente encajados que alcanzan el nivel del mar mediante una serie de saltos subverticales de entre 10 y 20 metros de desnivel. La costa es claramente rectilínea, configurando un muro continuo (el único accidente digno de mención es la cala de Azabartza modelada a expensas de las calizas arenosas) a cuyos pies se desarrolla una exigua plataforma de abrasión marina.

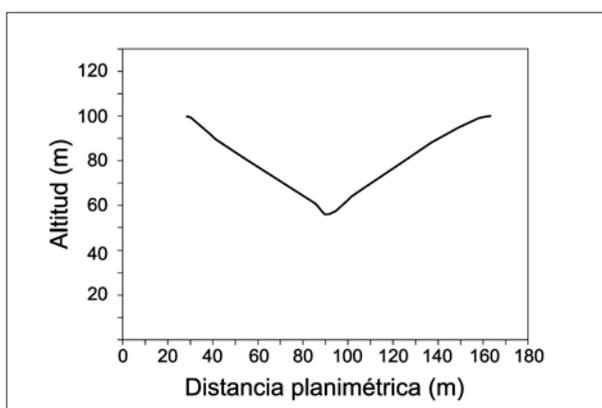


Fig. 5. - Perfil transversal del curso cataclinal Arangua Erreka.

5. Irudia. Arangua Errekako ibilbide kataklinaleko zeharkako profila.

Métodos de estudio

Para determinar la presencia de antiguos niveles marinos (pleistocenos y holocenos) en el monoclinal de Jaizkibel hemos efectuado una minuciosa prospección del territorio, inventariando las distintas formas y depósitos encontrados, procediendo posteriormente a su descripción geomorfológica (altura, dimensiones, potencia, morfología, etc.) y a su cartografía, utilizando para ello tanto Sistemas de Posicionamiento Global, como tecnología SIG.

Posteriormente hemos realizado un muestreo exhaustivo de los depósitos, con el fin de determinar la granulometría, tanto de la fracción gruesa (índice de rodamiento, aplanamiento, distribución por intervalos) como de la fina (tamizaje en seco, morfoscopia de la fracción arenosa, densimetría) (Cailleux, 1959; Folk & Ward, 1957), la composición litológica y, en algunos casos, la mineralogía de las arenas. También se han tomado muestras para efectuar el análisis palinológico y micropaleontológico de las acumulaciones más significativas, pero la elevada acidez del medio, junto con la antigüedad de los depósitos, ha hecho que los resultados hayan sido improductivos. En la mayor parte de los casos tampoco ha sido posible efectuar dataciones absolutas debido a la falta de evidencias susceptibles de ser datadas. Tampoco ha sido posible datar estas evidencias mediante Luminiscencia Ópticamente Estimulada (OSL) ya que en unos casos el muestreo se efectuó antes del desarrollo de la técnica (actualmente se ha construido encima) y en otros presentaban diversos problemas de contaminación natural, lo que desvirtuaba la edad de la acumulación. Únicamente en los depósitos más recientes (Holocenos) se ha podido establecer una cronología precisa. En el resto de los niveles nos vemos obligados a especular y a buscar paralelismos con acumulaciones o formas erosivas similares, localizadas en otros ámbitos territoriales.

RESULTADOS

Uno de los enclaves guipuzcoanos en los que mejor se han conservado las evidencias marinas pliocenas/pleistocenas (no así las holocenas) es el monoclinal del Jaizkibel, dónde hemos podido cartografiar dos niveles de

¹ La única excepción la constituye Erramudiko erreka que presenta un salto de más de 6 m.

rasas, un depósito poligénico y una serie de formas erosivas y niveles de acumulación de edad reciente.

Depósitos Pleistocenos

Las evidencias marinas existentes a lo largo del monoclinial (Fig. 6) están representadas por sendas plataformas de abrasión marina o rasas mareales, con o sin depósitos correlativos, y por el depósito de Goizut (Hondarribia). En el primer caso se han localizado dos niveles colgados a distintas alturas (220-250 m y 30-40 m) respecto al 0 actual y en el segundo se trata de una paleodesembocadura compleja, situada a una altitud similar a la que presentan las rasas.

Plataforma de abrasión o rasa mareal situada a 220-250 m

Configura un nivel discontinuo sumamente desmantelado por la acción erosiva de los cursos cataclinales del Jaizkibel. Se ha conservado, casi exclusivamente, en el sector occidental del monoclinial configurando una plataforma horizontal (a veces algo deformada) que se dispone inclinada ($>5^\circ$) hacia el mar (Fig. 6 y 7). No se han encontrado depósitos correlativos, desarrollándose sobre ella un exiguo suelo areno-limoso muy rico en materia orgánica. La ausencia de depósitos marinos junto con la inexistencia de otras evidencias morfológicas no nos permite descartar taxativamente el origen continental de la superficie, aunque su posición, su

morfología y su pendiente longitudinal y transversal, apuntan hacia un modelado vinculado a un ambiente litoral de costa abierta batida por el oleaje (su posición altimétrica actual es el resultado de elevación acaecidos a lo largo del Pleistoceno). Además, su dispositivo morfotopográfico y la ausencia de este tipo de morfologías en el ámbito de la comunidad (sobre todo al norte de la divisoria de aguas cantábrico-mediterránea) apuntan hacia un origen marino.

Plataformas de abrasión o rasas mareales situadas a 30-40 m

Este nivel se desarrolla entre Motelu (punta Arregi) y el Cabo Higer (Hondarribia), es decir, en el sector oriental del monoclinial. El análisis batimétrico nos sugiere que el retroceso de la línea de costa ha sido mayor en el sector occidental que en el oriental, lo que explicaría la destrucción de las rasas y su ausencia en esta zona.

Estos vestigios se localizan a lo largo de la línea de costa, justo por encima del borde del acantilado actual, a unos 30-40 metros de altitud² (Fig. 6, 8 y 9). Configuran una plataforma erosiva de extensión y anchura variable (sus dimensiones oscilan entre unas decenas y varios centenares de metros) que ha sido modelada a expensas de las calizas arenosas (y en menor medida de las areniscas silíceas) de la formación Higer-Getaria.

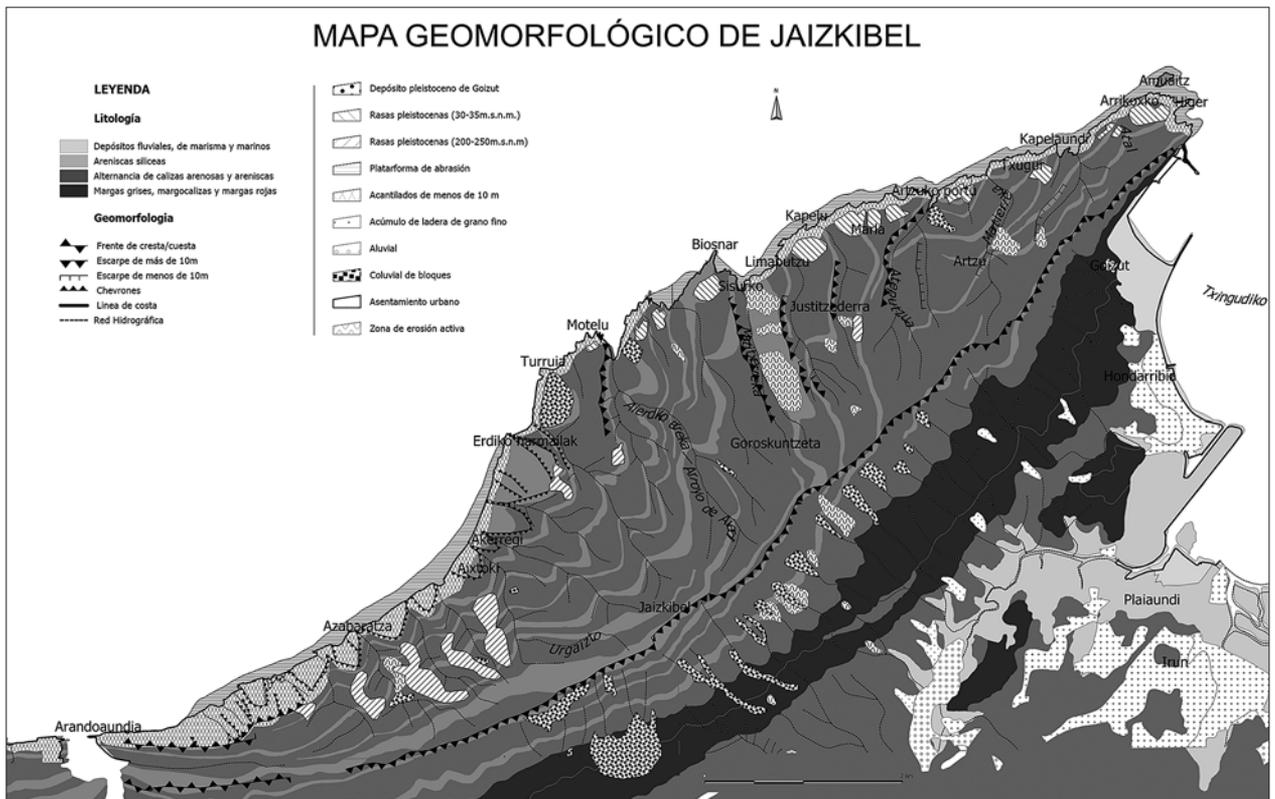


Fig. 6. - Mapa geomorfológico del monoclinial de Jaizkibel..

6. Irudia. Jaizkibel monoklinaleko mapa geomorfologikoa.

² Alturas referidas al nivel del mar en Alicante

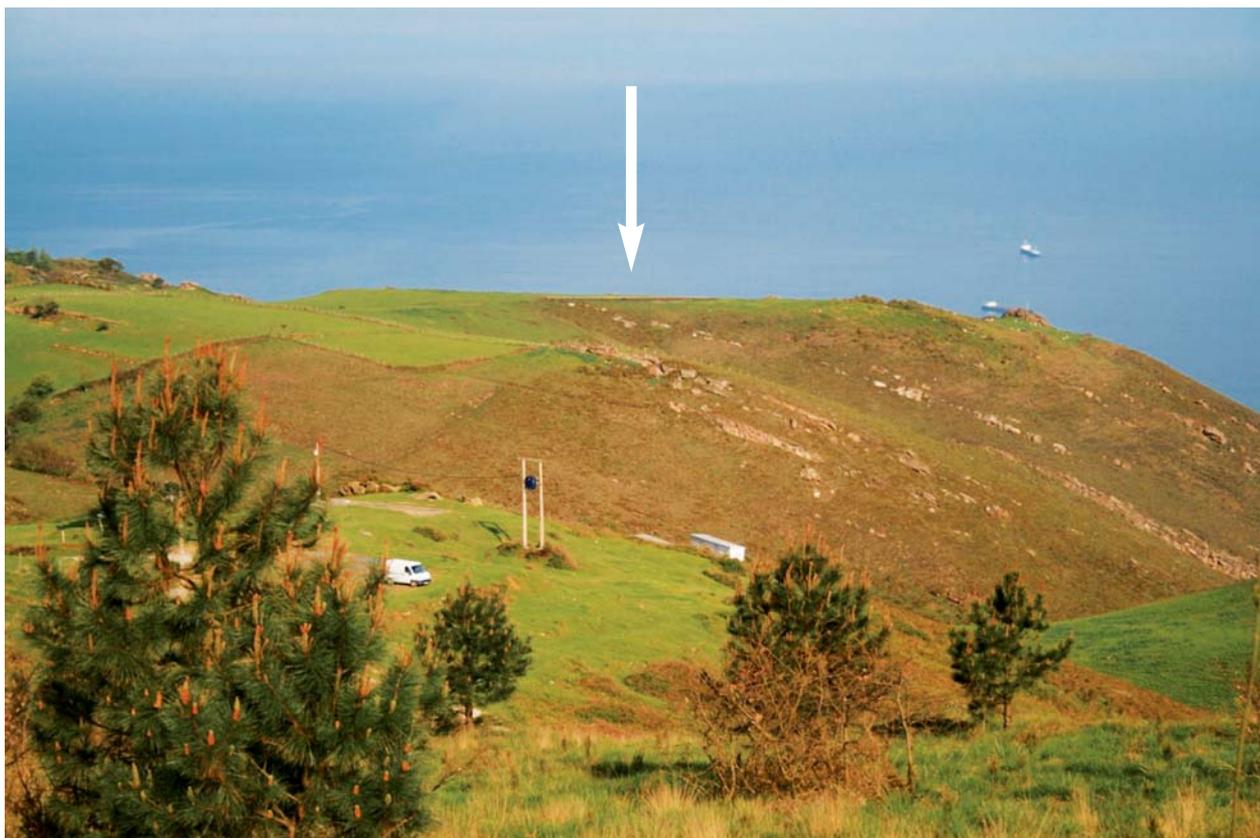


Fig. 7. - Nivel de rasa situado entre los 220 y los 250 m.

7. Irudia. 220 eta 250 metro tartean kokatzen den itsas laugune-maila.

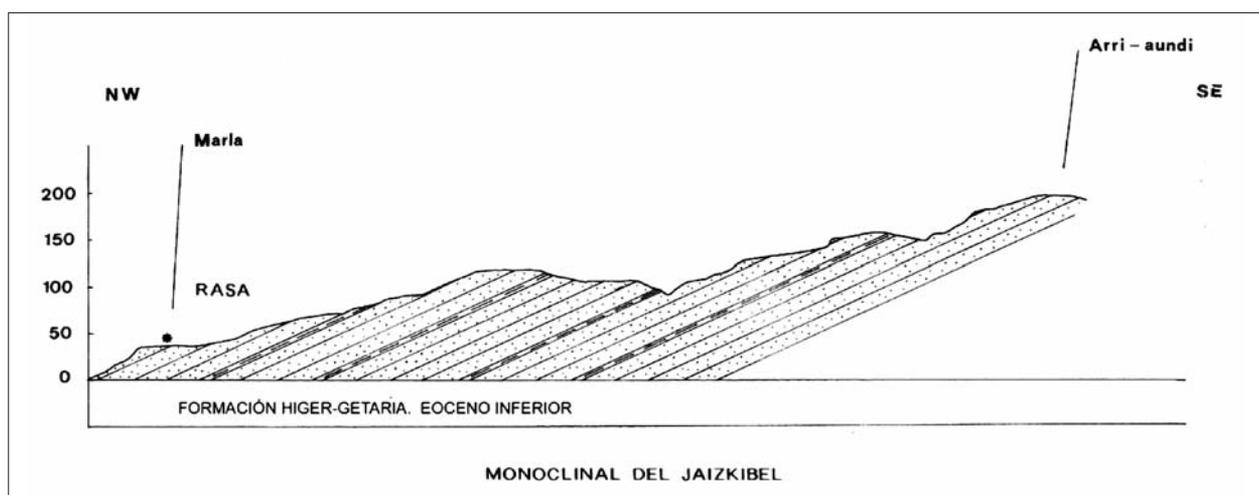


Fig. 8. - Perfil longitudinal del monoclin de Jaizkibel entre los parajes de Marla y Arri-Aundi (Edeso, 1991).

8. Irudia. 220 eta 250 metro tartean kokatzen den itsas laugune-maila.

Morfológicamente se identifican con una superficie subhorizontal ($1 \text{ ó } 2^\circ$), inclinada hacia el mar (Fig. 12 y 13), que ha sido parcialmente dismantelada por la incisión de los numerosos cursos cataclinales que drenan el dorso del monoclin y por el retroceso experimentado por la línea de costa a lo largo del Pleistoceno y Holoceno. El primitivo nivel ha quedado reducido a una serie

de retazos discontinuos entre los que destacan los localizados en Biosnar, Txortxipi, Marla y Cabo Higer. Aunque no todos los afloramientos tienen la misma estratigrafía (algunos sólo muestran una película de cantos y gravas recubiertas por un delgado suelo), los perfiles más completos presentan, de muro a techo, la siguiente secuencia (Fig. 10 y 11):



Fig. 9. - Vista general de la plataforma de abrasión de Txortxipi.
9. Irudia. Txortxipiko urradura-plataformako ikuspegi orokorra.



Fig. 10. - Corte estratigráfico del depósito de Marla.
10. Irudia. Marla metaketako ebaketa estratigrafikoa.

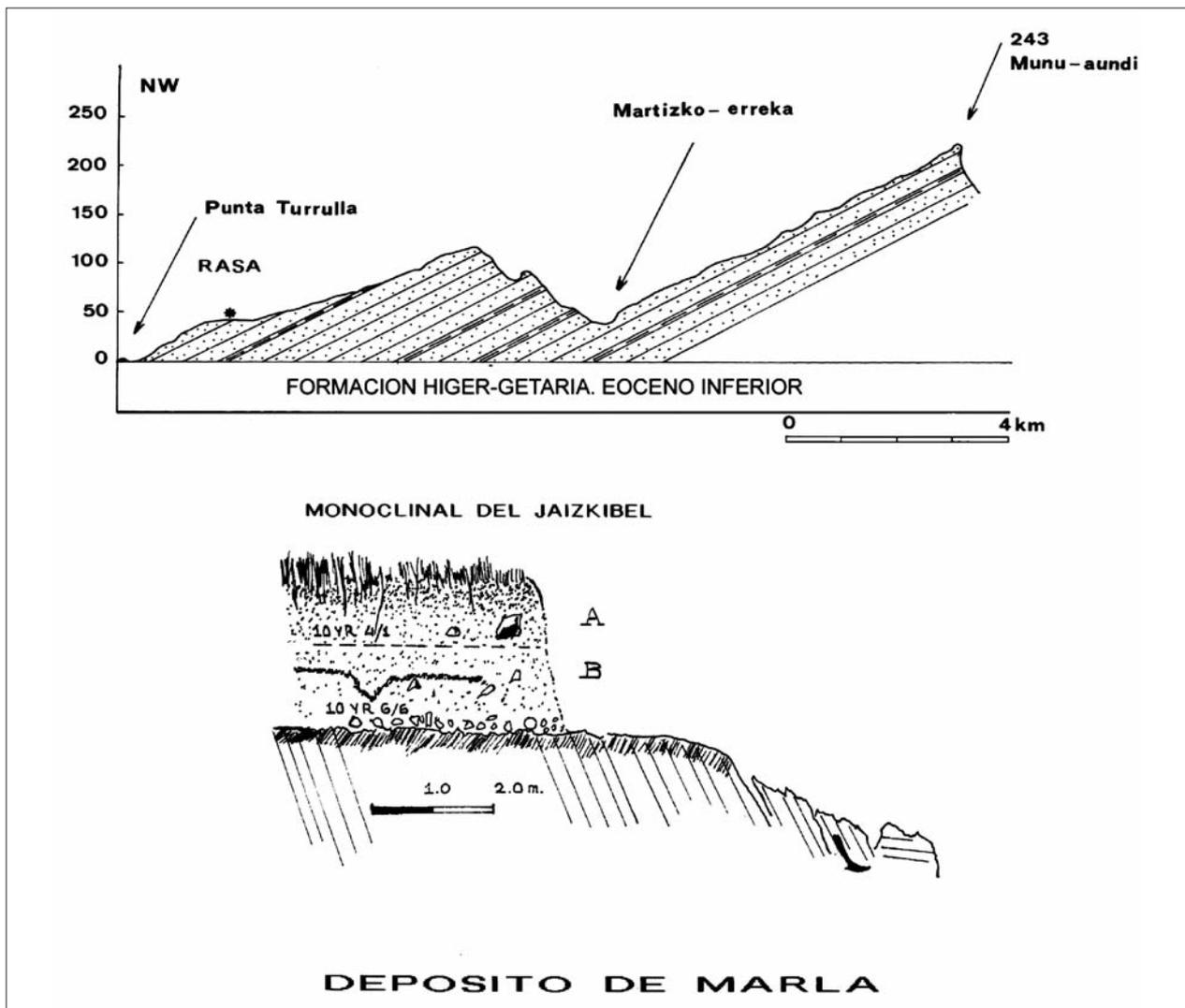


Fig. 11. - Perfil topográfico de Punta Turrulla y corte estratigráfico del depósito de Marla (Edeso & Ugarte, 1990).

11. Irudia. Turrulla Puntako profil topografikoa eta Marlako metaketako ebaketa estratigrafikoa (Edeso & Ugarte, 1990).

C.- Sobre un sustrato rocoso fuertemente alterado (arenizado como consecuencia de la disolución del carbonato cálcico) se dispone una delgada película de gravas, cantos rodados (Fig. 11 y 12) y, en algunos casos, fragmentos de óxidos e hidróxidos de hierro, empastados en una matriz arenosa pardo-amarillenta y/o blanquecina, cuyo origen se relaciona con los productos de alteración de la roca madre y con el sedimento depositado encima. En el sustrato pueden observarse diversas geoformas (gnammas, vaciados de "cannon balls" y pozas de evorsión turbillonar) recubiertas por películas de hierro.

B.- Nivel areno-limoso de 130/140 cm de espesor. Eventualmente se observan algunos fragmentos gruesos de areniscas angulosas, así como acumulaciones de óxidos de hierro de potencia irregular (entre 1 y 8 cm) que dibujan festoneados y láminas alargadas. En su interior se han recogido diversos restos de talla, así como algo más de un centenar de útiles prehistóricos, entre los que casi un tercio corresponden a buriles, otros tantos a raederas y

raspadores, unos pocos dorsos etc. lo que permite situar su cronología en el Magdalenense (Merino, 1986).

A.- Suelo areno-limoso con abundante materia orgánica. Su espesor oscila entre los 50 y 60 cm. Su composición es similar a la del nivel infrayacente, aunque disminuye el porcentaje de arenas a favor de los limos y de las arcillas.

La fracción gruesa que integra el nivel basal se caracteriza por su acusada heterogeneidad litológica. Predominan los cuarzos (51%), seguidos de las areniscas (22%), sílex (14%), cuarcitas (7%) y otras litologías (ofitas, doleritas...). Junto a estos materiales (Fig. 12 y 13) se observa (en algunos enclaves) una enorme cantidad de pequeños (1-2 cm) fragmentos de óxidos, oxihidróxidos e hidróxidos de hierro, cuyo origen parece relacionarse con procesos edáficos (*alios*) y con la destrucción de películas ferruginosas que se disponen rellenando diaclasas y planos de estratificación.



Fig. 12. - Nivel pelicular de cantos y gravas que se disponen sobre la plataforma de abrasión.

12. Irudia. Urradura-plataformaren gainean ezartzen den uharrí eta legar geruza.

Desde un punto de vista granulométrico, los histogramas son unimodales con un máximo muy acusado en el intervalo comprendido entre 2 y 4 cm (Fig. 13). Los cantos pequeños (2-6 cm) son los más abundantes ya que suponen entre un 91 y un 96% del total analizado. El tamaño del material disminuye de E a O, ya que el valor de la mediana de grano pasa de 3,7 cm en Marla, a 3,4 en Biosnar y a 3,3 cm en Punta Turrulla. El centilo experimenta una evolución similar, pasando de 10,3 cm a 8,7 cm., respectivamente.

Todos estos materiales (excepto los fragmentos de hierro) están rodados, lo que pone de manifiesto que han sido movilizados en el seno de una corriente acuosa muy energética. Los índices de rodamiento varían en función de la litología y de la localización de la acumulación. Así, los cuarzos y las cuarcitas presentan valores que oscilan entre 187 y 246, mientras que los sílex fluctúan entre 238 y 254 (Edeso, 1990; 2005; Edeso & Ugarte, 1990) y las areniscas se sitúan entre 251 y 344 (Fig. 13). En la mayor parte de los casos, los máximos del histograma (bimodales) se localizan en el intervalo 200-249, aunque tanto los cantos rotos (<100) como los muy rodados (>500) están bien representados.

Sobre estas gravas y cantos basales se desarrolla un nivel limo-arenoso de 190/200 cm de potencia. Dicho nivel se ha analizado a partir de los cortes de Marla (160 cm) y Txugur (200 cm) constatándose algunas diferencias entre ambas acumulaciones. En el corte de Marla la fracción are-

nosa disminuye de muro a techo (pasa del 63,3 al 55,8%) predominando, en la base, las arenas medias y en la parte alta las arenas finas, mientras que las gruesas son casi inexistentes. Todo ello se refleja en la media que pasa de 210 a 189 μm . El resto de los parámetros son bastante homogéneos: la clasificación y la selección son moderadas (0,76/0,85), la asimetría es positiva y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Los histogramas granulométricos son bimodales y las curvas hiperbólicas de tipo sigmoidal ligeramente tendidas, lo que pone de manifiesto que estamos ante un sedimento relativamente evolucionado cuya deposición fue semiforzada (¿brusca ruptura de pendiente?), no predominando ni el lavado ni la decantación. Estas características coinciden con las que presentan diversas acumulaciones coluviales existentes tanto en el frente como en el dorso del monoclinal (Edeso & Ugarte, 1990).

En el corte de Txugur el tamaño de grano es menor que el observado en Marla, aunque dentro del perfil analizado se aprecia un ligero incremento de muro a techo. Predominan las arenas finas (entre un 67,1 y un 73%) lo que se refleja en la talla media que oscila entre 177,3 y 189,7 μm . La clasificación es moderada (0,85/0,94), aunque algo peor que en Marla, la skewness simétrica y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Los histogramas son bimodales y las curvas acumulativas transicionales entre las hiperbólicas y las sigmoidales (Fig. 14), lo que nos sugiere que la decantación ha predominado sobre el lavado y la deposición ha sido semiforzada.

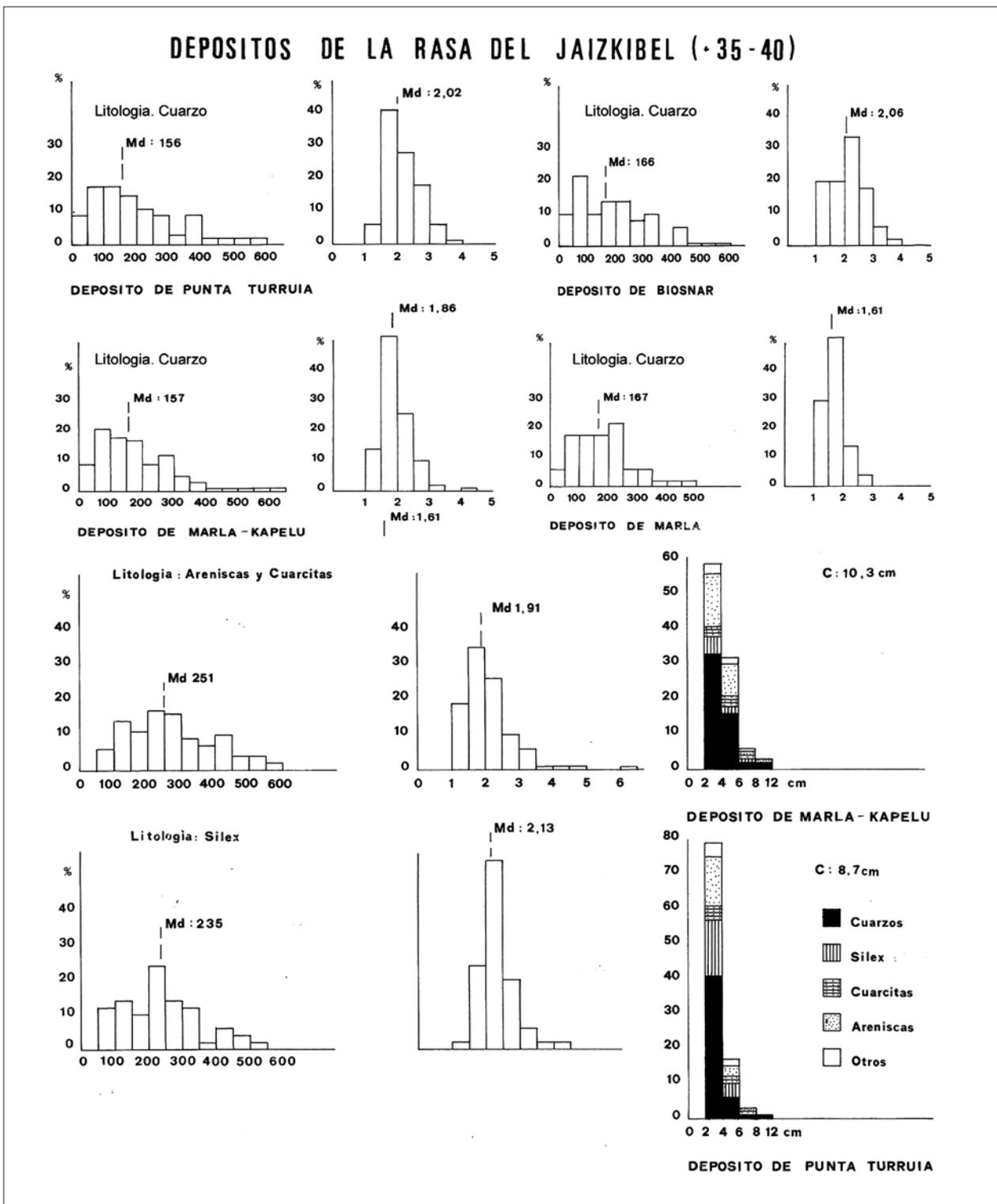


Fig. 13. - Caracterización granulométrica y morfométrica de los materiales que integran el nivel basal de la plataforma de abrasión (Edeso, 1994).
 13. Irudia. Urradura-lauguneko oinarriko maila eratzen duten materialen ezaugarritze granulometrikoa eta morfometrikoa (Edeso, 1994).

A la hora de interpretar estos valores hay que ser prudente, ya que estos parámetros granulométricos están fuertemente condicionados por los que presentan las rocas que integran el sustrato rocoso, lo que signi-

fica que una parte de las características granulométricas puede ser heredada, apuntando hacia ambientes sedimentarios totalmente diferentes de los que originaron estas acumulaciones.

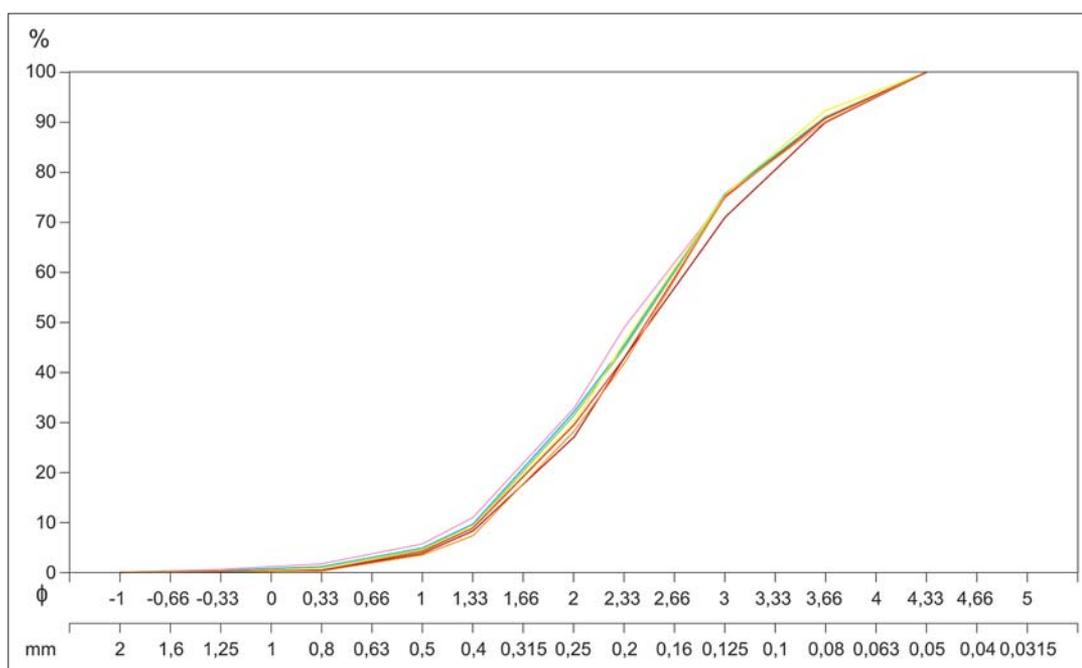


Fig. 14. - Curvas acumulativas (corte de Txugur).
14. Irudia. Me-tatze kurbak (Txu-gur-ebaketa).

Origen y cronología de los niveles de rasa

A pesar de la acusada fragmentación que presenta el nivel superior de rasa, existen suficientes evidencias que ponen de manifiesto el desarrollo de una plataforma de abrasión marina que biselaba las areniscas silíceas de la formación Higer-Getaria. Poco podemos decir respecto a su cronología, aunque formas similares localizadas en otros ámbitos geomorfológicos (Cantabria y Asturias), han sido atribuidas al Aquitano-Langhiense (Mioceno) por Mary (1992), mientras que otros autores le asignan una edad Pliocena y finipliocena (Moñino *et al.*, 1987; González *et al.*, 2005). En cualquier caso, tampoco en esos enclaves existen criterios de datación absoluta, por lo que la asignación de una u otra cronología es bastante especulativa.

El segundo nivel, mucho más continuo y mejor conservado, se desarrolla entre los 30 y 40 m por encima del 0 actual. Sobre la forma erosiva se extiende una película de sedimentos gruesos cuyo origen es alóctono, ya que los materiales que integran este nivel no afloran en el monoclinial (tampoco están presentes en las acumulaciones marinas actuales que salpican la costa de Gipuzkoa) y tampoco pueden haber sido arrastrados por los cursos cataclinales que drenan el dorso del monoclinial, ya que dichos cursos inscriben su cuenca dentro de la alineación Jaizkibel, no recibiendo ningún tipo de aporte procedente del exterior de la zona de estudio. Estos cursos sólo movilizan areniscas, lutitas y margas, por lo que el origen de los cantos y gravas debe ser exógeno. El análisis de los materiales depositados por los ríos Bidasoa, Oiartzun y Urumea (Edeso, 1990), nos permite descartar cualquier vinculación con los depósitos fluviales dejados por estos ríos, ya que tanto en las terrazas como en el relleno de fondo de valle no encontramos sílex, al mismo

tiempo que el granito es muy abundante, litología que no aparece en las rasas de Jaizkibel.

Todas estas consideraciones nos inducen a pensar que tal vez estos materiales están relacionados con antiguos depósitos acumulados en la actual plataforma continental, habiendo sido posteriormente removilizados (pulsación transgresiva) por las olas y corrientes marinas hasta depositarse en su ubicación actual. Nada sabemos sobre el retroceso experimentado por la línea de costa durante el Pleistoceno y el Holoceno, ni sobre la evolución tectónica del espacio investigado, por lo que no podemos determinar la altura alcanzada por el nivel del mar durante la deposición, ni las variaciones experimentadas por el margen continental. La ausencia de elementos susceptibles de ser datados nos impide fijar una cronología exacta de la acumulación. Sin embargo, teniendo en cuenta su posición altimétrica (se sitúa por encima del depósito Eemiense de Anzarán) podemos especular que su cronología debe situarse en algún momento del Pleistoceno medio o inferior. Los niveles situados a +25-35 y +40-60 m en Cantabria, se atribuyen al Eemiense el primero (OIS-5) y al Holsteiniense (OIS-7) el segundo (González *et al.*, 2005), aunque tampoco allí existen criterios de datación absoluta.

Dada su elevada posición altimétrica (+220-250 y +30-40 m) resulta difícil explicar su génesis atendiendo a criterios exclusivamente glacioeustáticos, siendo más lógico atribuir su origen a una combinación de movimientos epirogenéticos, isostáticos y glacioeustáticos (Mary, 1979, 1992; Flor, 1983). La presencia de materiales alóctonos sobre la plataforma inferior, pone de manifiesto que su deposición se produjo durante una fase transgresiva (o de estancamiento del nivel del mar tras la elevación) que, en otros ámbitos, diversos autores (González *et al.*, 2005; Flor,

1983; Mary, 1992) vinculan al interglacial Holsteiniense con un nivel marino entre 15 y 20 metros por encima del actual o incluso al Cromeriense, momento en el que el mar se situaba 23 m por encima de su posición actual.

El nivel areno-limoso que recubre la rasa presenta una cronología mucho más reciente. La presencia de diversos útiles prehistóricos en su interior, sitúan esta acumulación (Merino, 1986) entre el Magdaleniense Final y el Tardiglacial (16000-12000 BP). Los diversos rasgos sedimentológicos observados, junto con la información obtenida en algunos depósitos en fase de investigación, pone de manifiesto que su transporte y posterior deposición se vincula con procesos de arroyada laminar en condiciones rexistásicas y bajo un clima frío y húmedo (Edeso, 1990, 1994, 2005; Bertrand *et al.*, 2009). Desgraciadamente, los análisis palinológicos efectuados han resultado estériles.

El depósito de Goizut

Se localiza dentro del casco urbano de Hondarribia (edificios Iterlimen), a unos 35 metros de altitud sobre un paleoacantilado (Fig. 15) que se dispone dominando la playa de Hondarribia, en el frente del monoclinal de Jaizkibel. El depósito se apoya sobre los materiales que integran el flysch guipuzcoano (alternancia de niveles turbidíticos con otros de precipitación química) cuya edad es Paleoceno medio y Eoceno inferior (Campos, 1979). Desconocemos sus dimensiones exactas, pero sabemos que al menos tiene 90 m de largo por 50 de ancho, aunque ha sido parcialmente destruido en los últimos años, como consecuencia de la fuerte expansión urbanística de Hondarribia.

Sobre estos materiales, y con un contacto claramente erosivo (¿paleoanal?), se disponen 8 metros de sedimento (Edeso y Ugarte, 1990; Edeso, 1990; 1992), presentando la siguiente secuencia estratigráfica (Fig. 16): (1) nivel basal, (2) nivel arenoso de color pardo-amarillento, (3) nivel de gravas y cantos, (4) nivel arenoso superior, y (5) suelo subactual.

El nivel basal (7.5YR 5/6) (Muestras A1 y A2) tiene una potencia máxima observable de 3,5 m. Está constituido por bloques, cantos y gravas de litología diversa empastados por una matriz areno-limoso muy abundante. Se definen como gravas masivas o algo estratificadas, presentando estratificación horizontal e imbricación de los materiales (código de facies Gm) (Miall, 1977). Se observa también una disminución del tamaño de grano de muro a techo, mientras que el índice de redondez no experimenta cambios significativos, oscilando su valor entre 260/287 (se ha utilizado como litología guía el cuarzo).

En la base del nivel la fracción gruesa representa el 68% del total analizado, predominando los cantos pequeños (74%), mientras que los bloques tan sólo suponen el 1%. Todo ello se refleja en la talla media del sedimento que apenas alcanza los 4,7 cm., mientras que el centilo se eleva hasta los 44 cm. Litológicamente predominan las areniscas (45%), seguidas por el cuarzo (17%), las cuarcitas (14%) y los esquistos (19%). El resto de materiales representan un 5% y están integrados por conglomerados y margocalizas, así como por algunos clastos que no han podido ser identificados debido a su considerable alteración.

En el techo del nivel la fracción gruesa disminuye oscilando entre el 34 y el 56% del total analizado. Predominan las gravas y los cantos pequeños (89%), lo que sitúa la talla media en torno a los 3,8 cm. Si bien la composición litológica permanece invariable de muro a techo, los porcentajes de cada una de las litologías experimentan cambios importantes. Los cuarzos lechosos aumentan considerablemente, pasando del 17 al 39%, mientras que las areniscas disminuyen representando "tan sólo" el 35%. Lo mismo podemos decir de las cuarcitas (13%), los esquistos (6%) y del resto de litologías. Todas ellas están muy alteradas, -excepto los cuarzos y las cuarcitas- por lo que los materiales menos resistentes se han descompuesto casi totalmente. Los subproductos originados por dicha descomposición pueden haber modificado los parámetros sedimentológicos de la fracción fina.

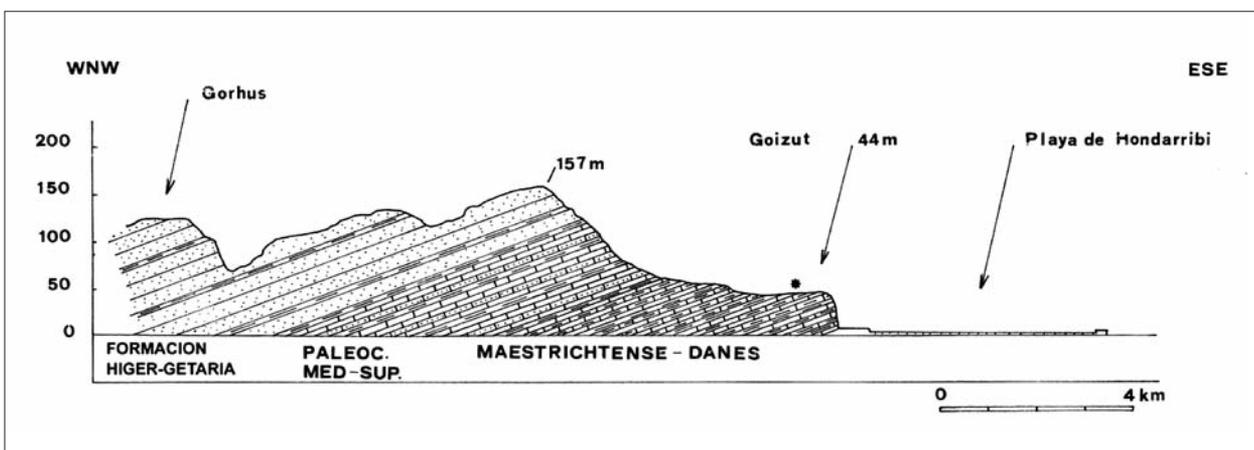


Fig. 15. - Perfil topográfico del sector de Goizut (Edeso, 1993).

15. Irudia. Goizut inguruko profil topografikoa (Edeso, 1993).

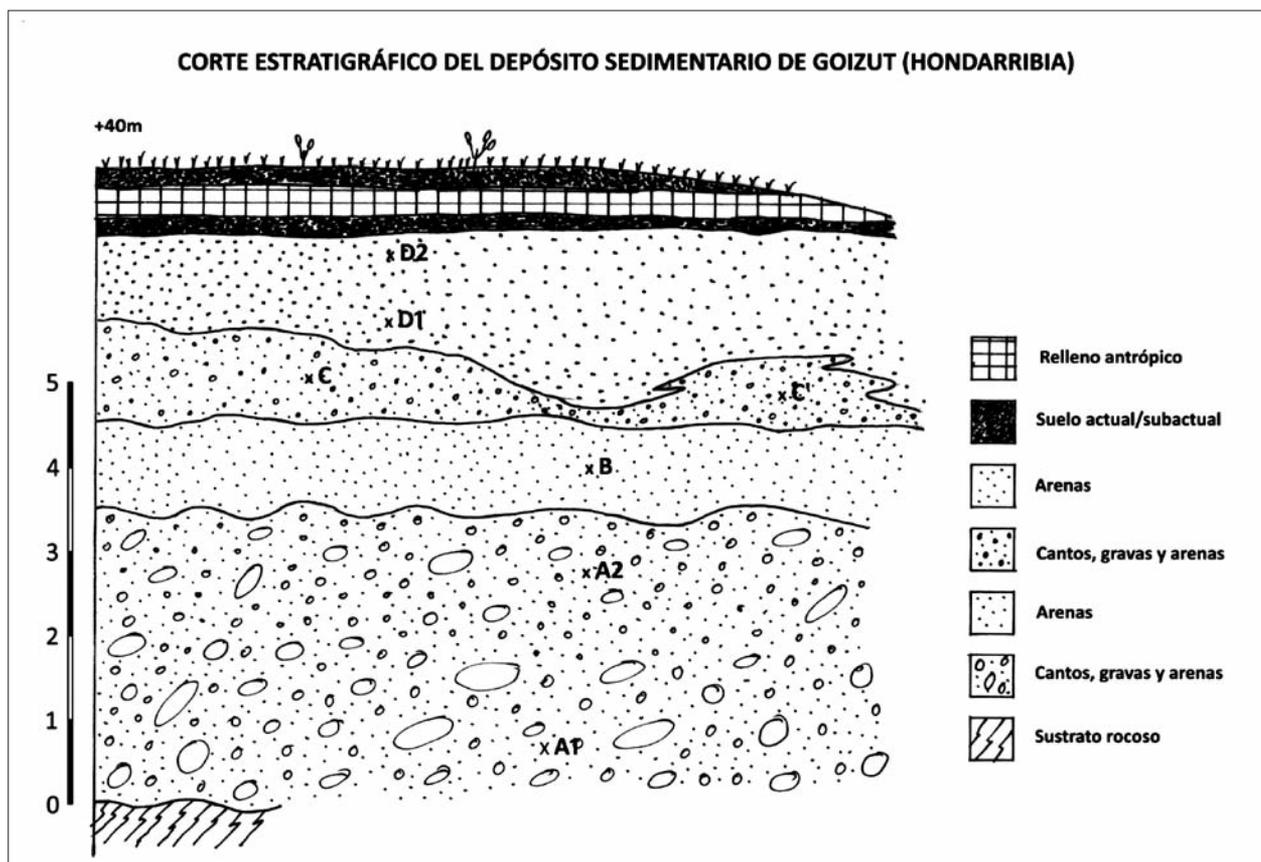


Fig. 16. - Reconstrucción esquemática del depósito de Goizut.

16. Irudia. Goizut metaketako berreraikiketa eskematikoa.

Morfométricamente el índice de rodamiento varía según la litología considerada (Cailleux & Tricart, 1963). Los cantos de cuarzo presentan valores en torno a 246, mientras que en el caso de las areniscas este valor se eleva hasta 344. Tanto los cantos rotos (< 100) como los muy rodados (> 500) representan el 7% del total (el 2 y el 27% en el caso de las areniscas). Valores similares se observan en las terrazas fluviales de los ríos Bidasoa, Oiartzun y Jaizubia (Edeso, 1990, 2007).

La fracción fina es areno-limosa. En la base las arenas representan el 73% del total analizado, mientras que en el techo del nivel esta cifra no rebasa el 65,6%. Predominan las arenas de talla gruesa (41,3 y 34,2% respectivamente) y, en menor grado, las medias (21,2 y 18,7%). Todo ello se refleja en la media que pasa de 517 μm en la base a 467 μm en el techo del nivel. El resto de parámetros granulométricos no presentan diferencias significativas (Fig. 17): histogramas multimodales con retenciones importantes en varios intervalos granulométricos, curvas parabólicas, mala selección y clasificación (σ : 1,21/1,32), asimetría positiva y angulosidad gráfica platocúrtica/mesocúrtica. Todo ello nos indica que estamos ante un sedimento heterométrico, poco evolucionado, cuya deposición ha sido forzada predominando la decantación sobre el lavado. Rasgos similares presentan las terrazas y las acumulaciones fluviales Pleistocenas y

Holocenas de los ríos guipuzcoanos situados en el entorno de Cinco Villas (Edeso, 1990, 2007).

En cuanto al nivel arenoso de color pardo-amarillento (10YR 6/8), con estratificación laminar y sin fracción gruesa (Muestra B), su potencia oscila en torno a los 100 cm. La fracción arenosa supone el 88,6% del total analizado, predominando las arenas medias (56,4%) y finas (24%), de ahí que la talla media se sitúe en 246 μm . El histograma granulométrico es unimodal, la curva acumulativa sigmoidal ligeramente tendida, la clasificación moderada/buena, la asimetría negativa y la angulosidad gráfica leptocúrtica (Corrales *et al.*, 1977). Estamos ante un sedimento homométrico, bien evolucionado, cuya deposición fue ligeramente forzada, predominando la decantación sobre el lavado.

Nivel de gravas y cantos (Muestras C y C'). El contacto con el nivel arenoso subyacente es claramente erosivo. En algunos puntos configura un manto continuo mientras que en otros adopta un dispositivo lenticular (¿relleno de canal?) muy nítido. Su espesor oscila entre los 50 y los 110 cm, no observándose estructuras sedimentarias.

Es un sedimento heterométrico. La fracción gruesa supone el 8,8% del total, presentando una composición y características texturales similares a las observadas en

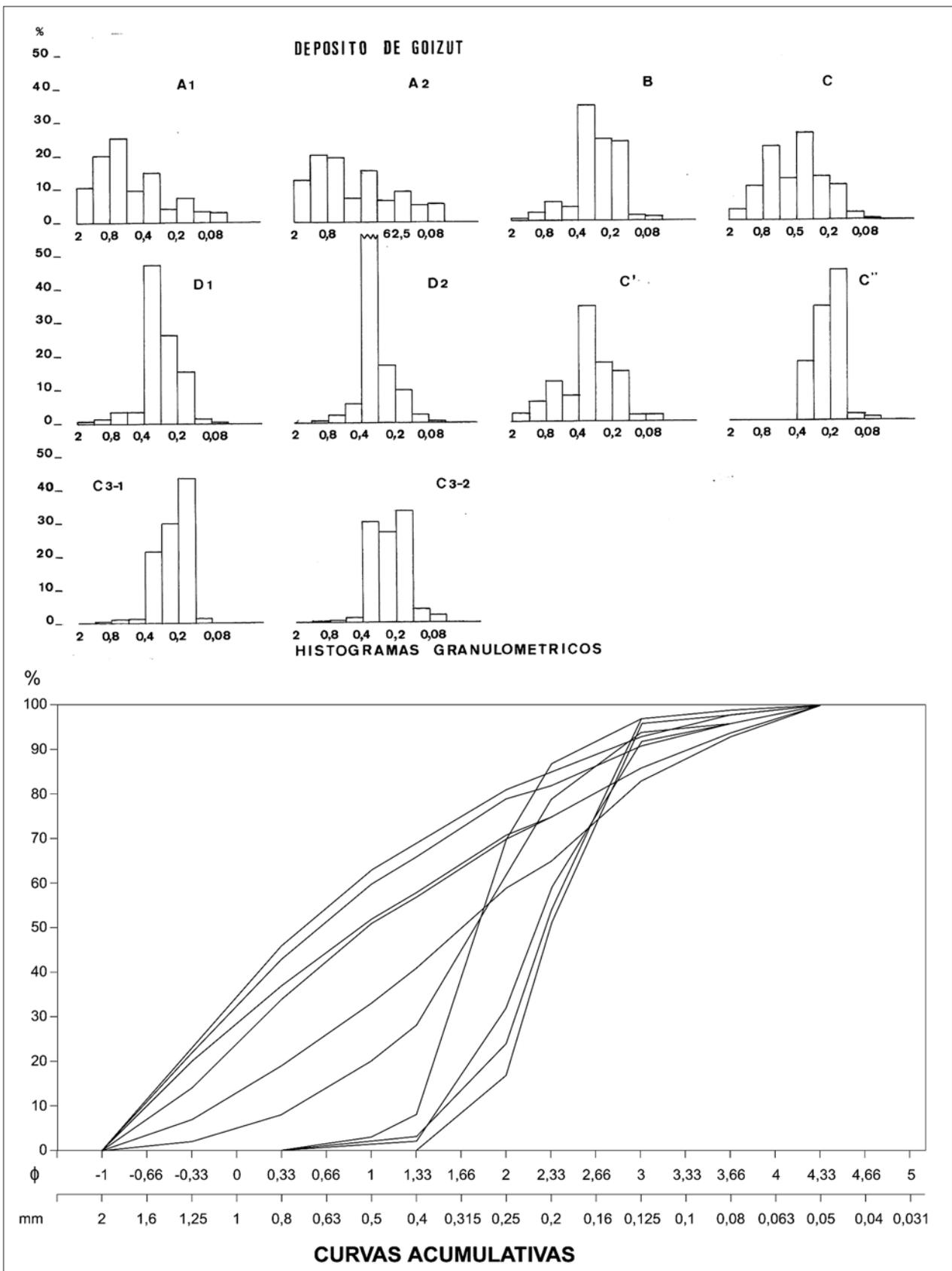


Fig. 17. - Histogramas granulométricos y curvas acumulativas del depósito de Goizut (Edeso, 1993).

17. Irudia. Goizut metaketako histograma granulometrikoak eta metatze kurbak (Edeso, 1993).

la base de la acumulación. La fracción arenosa oscila entre el 78 y el 83% del total de finos analizados, predominando las arenas de talla media (40,8-50,1%) y en menor medida las gruesas (17,2-27,8%), de ahí que la talla media oscile entre 296 y 375 μm . Los histogramas granulométricos son claramente bimodales (mezcla de dos subpoblaciones diferentes), las curvas acumulativas sigmoidales sumamente tendidas, la clasificación mala, la skewness simétrica y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Es decir, estamos ante un sedimento poco evolucionado, cuya deposición se produjo en condiciones semiforzadas, no predominando ni el lavado ni la decantación.

Transversalmente (Muestra C'' y C3-1) los elementos gruesos desaparecen, haciéndose dominantes las arenas (89,8%), predominando las arenas medias (46,6%) y finas (43,2%), al mismo tiempo que desaparecen las gruesas. El histograma granulométrico es unimodal y la curva acumulativa sigmoidal sumamente enderezada. La clasificación es buena, la skewness simétrica y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Es un sedimento homométrico, bien evolucionado, cuya deposición ha sido libre por exceso de carga. Características similares se observan en las acumulaciones marinas y/o eólicas actuales (Edeso, 1990).

El nivel arenoso superior (Muestras D1 y D2) tiene un espesor medio de 100 cm. Presenta estratificación cruzada de bajo ángulo, siendo el contacto con los materiales subyacentes claramente erosivo. La fracción gruesa supone el 1,9% del total y está constituida por nódulos arenosos cementados por carbonatos.

La fracción fina es arenosa (86,8%), predominando las arenas de talla media (73,9%) lo que sitúa la media en 308 μm . Los histogramas son unimodales y las curvas sigmoidales enderezadas. La clasificación es buena, la skewness simétrica y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Es decir estamos ante un sedimento homométrico, bien evolucionado y que ha experimentado un transporte completo. La deposición ha sido libre por exceso de carga predominando la decantación sobre el lavado. Características similares se observan en los depósitos eólicos actuales (Edeso, 1990; Edeso & Ugarte, 1990).

Finalmente aparece el suelo subactual, de 15 cm de potencia, que está enterrado por escombros y restos de construcción.

Desde el punto de vista mineralógico, se han analizado 3 muestras recogidas en la parte alta, media y baja del depósito (López Azcona, inédito). Si bien en todos los casos el cuarzo es el mineral dominante, advertimos una mayor riqueza mineralógica en el muro de la acumulación, disminuyendo ésta a medida que ascendemos en el perfil. Así, en la base encontramos, además del ya citado cuarzo, cantidades significativas de moscovita y, en menor proporción, caolinita, yeso, illita, goetita y ortoclasa.

En el nivel intermedio, el cuarzo sigue siendo muy abundante y va acompañado de moscovita (bastante abundante), yeso, illita y goetita (escasos). Por último, en el tramo superior el empobrecimiento es aún más acu-

sado, ya que además del cuarzo sólo encontramos moscovita e indicios de yeso.

Estos resultados ponen de manifiesto que las características mineralógicas de las muestras analizadas son muy semejantes, con una evidente pérdida de minerales de muro a techo. Su similitud nos induce a pensar que el área de alimentación era similar en todos los casos.

El análisis de las diversas muestras (Cearreta *et al.*, 1992) pone de manifiesto que todas ellas son estériles excepto las procedentes de la parte alta del perfil (niveles 3 y 4), donde se observa una asociación de foraminíferos bentónicos mal conservados, constituidos por individuos de los géneros Cibicides, Rosalina y Textularia.

Los análisis palinológicos efectuados por Peñalba (inédito) ponen de manifiesto que todas las muestras analizadas son estériles.

A tenor de la información disponible podemos afirmar que estamos ante un depósito complejo, situado en un emplazamiento que poco tiene que ver con el paisaje dominante en el momento de su formación. La similitud altimétrica de este depósito con las rasas anteriormente analizadas (y con las acumulaciones de Irubide y Manziategi, situadas en el valle ortoclinal Irún-San Sebastián) (Edeso, 1990; Cearreta *et al.*, 1992; Edeso, 1994), nos induce a pensar que ambas acumulaciones se han originado de manera coetánea en el tiempo, teniendo por lo tanto una cronología muy similar. Sin embargo, la mayor complejidad del depósito de Goizut nos permite establecer diversos ambientes sedimentarios.

El nivel basal puede interpretarse como una barra de canal de origen fluvio-torrencial, depositada en condiciones sumamente enérgicas y en un medio claramente continental. El origen del sedimento está vinculado al entorno de Cinco Villas, pero la ausencia de granito nos indica que su deposición no se relaciona con el río Bidasoa, sino que debe vincularse a la actividad del río Jaizubia, cuyos depósitos presentan características composicionales similares a las observadas en Goizut. A medida que estos espacios son transgredidos por el mar, las condiciones hidrodinámicas iniciales se modifican, disminuyendo la competencia del agente, lo que se traduce en una modificación sustancial de las características del sedimento. Es posible que el medio continental evolucionase hacia una paleodesembocadura produciéndose una mezcla de aportes de origen diverso.

Paulatinamente, estos ambientes fluviales o fluvio-torrenciales son sustituidos por otros marinos, lo que determina la deposición de sedimentos arenosos bien clasificados (ambiente enérgico y selectivo). Es posible que sigamos estando en una paleodesembocadura (¿estuero?) pero con un claro predominio de la actividad marina. A medida que el nivel del mar se incrementa, esta paleodesembocadura evoluciona hacia ambientes francamente marinos, conformándose una playa (o una plataforma intermareal arenosa) surcada por canales fluvio-mareales de tamaño métrico (niveles lenticulares). El techo del depósito tiene ya un origen eólico, lo que nos

sugiere que, o bien todo el conjunto sedimentario es progradante o se produjo una pulsación regresiva (o un levantamiento neotectónico) lo que permitió el desarrollo de cordones dunares.

Intentar establecer la cronología de esta acumulación es harto complicado ya que no tenemos evidencias susceptibles de ser datadas³ de una manera absoluta. Sin embargo, su posición por encima del depósito de Anzaran (Edeso, 1990; Cearreta *et al.*, 1992; Edeso *et al.*, 1993) que ha sido datado como Eemiense, nos permite determinar que su antigüedad es mayor, lo que se ve confirmado por el elevado grado de descomposición de los elementos que integran la acumulación. Teniendo en cuenta estas consideraciones, la edad de Goizut se situaría durante alguna de las fases transgresivas acaecidas durante el Pleistoceno Medio o Inferior (¿Holsteiniense?¿Cromeriense?).

Depósitos y formas erosivas Holocenas recientes

Estos depósitos y formas erosivas únicamente se han localizado en el sector oriental de Jaizkibel (las características morfo-lito-estructurales del sector occidental explican su ausencia) y, más concretamente, en el espacio desarrollado entre punta Turruia y Artzuko Portu. De Oeste a Este encontramos las siguientes evidencias:

Artzuko Portu

Es una profunda entalladura de dirección NE-SO que interrumpe bruscamente el acantilado actual. En su fondo se constatan diversas acumulaciones arenosas situadas, unas en el intermareal y otras por encima del máximo nivel alcanzado por la pleamar (Fig. 18). Estas últimas se localizan colmatando el tramo final de Erramudiko Erreka, pequeño curso fluvio-torrencial que presenta un brusco escalón (de unos 5-6 metros) doscientos cuarenta metros antes de alcanzar el nivel del mar. El relleno tiene una potencia máxima observable de 1,5 metros y está constituido, casi exclusivamente, por arenas (> 98%). Los análisis granulométricos efectuados nos indican que predominan las arenas de talla media, de ahí que la media

oscile entre las 225 y las 291 μ m, mientras que en las acumulaciones marinas predominan las arenas gruesas, oscilando la media entre las 494 y las 638 μ m.

Presentan histogramas granulométricos unimodales (bimodales las de origen fluvial) y curvas sigmoidales ligeramente tendidas (Fig. 19) (sedimentación forzada provocada por la brusca disminución de la pendiente). La selección y la clasificación son moderadas/buenas, la asimetría gráfica inclusiva simétrica y la angulosidad gráfica mesocúrtica. Aunque el origen del sedimento es fluvio-torrencial y sus parámetros granulométricos están fuertemente influenciados por los de la roca madre original, algunos rasgos de la acumulación, como por ejemplo la selección-clasificación y las curvas acumulativas, junto con la presencia de algunos fragmentos de concha (en fase de disolución), nos permiten afirmar que su deposición se ha producido en un ambiente marino (desembocadura) parcialmente restringido.

Marla

En el paraje denominado Marla (Aingiraputzu) se localiza una plataforma erosiva de 51,6 m de largo, 26 m de ancho y 1,8 m de profundidad máxima (Fig. 20). Está parcialmente inundada ya que en ella vierte sus aguas el pequeño curso cataclinal de Iturraingo erreka, así como algunos rezumes temporales existentes en el sector occidental. La plataforma interrumpe bruscamente el acantilado actual, situándose 1,5/2 m por encima del máximo nivel alcanzado por la pleamar. Justo por debajo de ella se está modelando una segunda plataforma (mucho más modesta) enlazando ambas mediante una rampa de fuerte pendiente (25°). Una rampa de características similares (aunque de mayor desarrollo) domina su borde interno, obligando al río Iturraingo a difuminarse en una amplia lámina acuosa con el fin de salvar los 8 m de desnivel existentes entre el valle y la plataforma.

En su parte interna se desarrolla un cordón de cantos y bloques constituido por areniscas silíceas y calizas arenosas. Este cordón tiene una longitud aproximada de 40 m oscilando su anchura entre los 0,5 y los 2,1 m mientras que

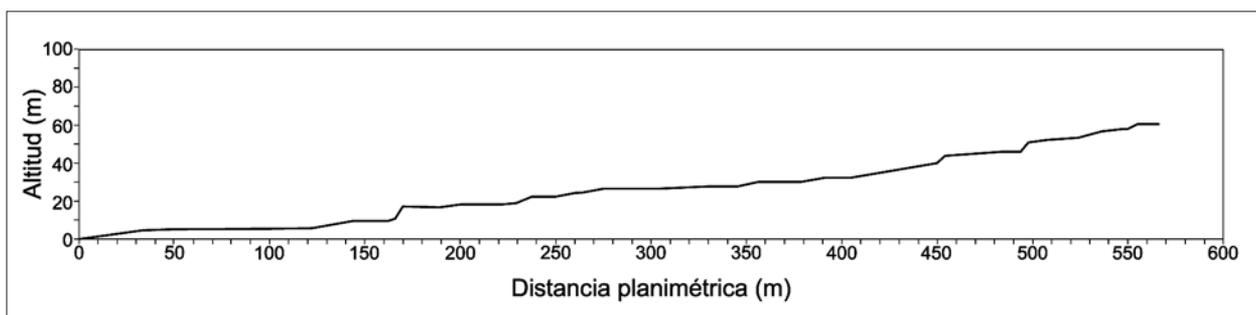


Fig. 18. - Perfil longitudinal de Erramudiko erreka. Advertimos el amplio rellano que se desarrolla justo por encima de la desembocadura.

18. Irudia. Erramudiko erreka luzearako profila. Jakinarazten dugu bokalaren gainean zuzenean garatzen den laugune zabala.

³ La intensa edificación urbanística acaecida durante las últimas décadas impide la obtención de muestras susceptibles de ser datadas mediante las nuevas tecnologías desarrolladas en épocas recientes.

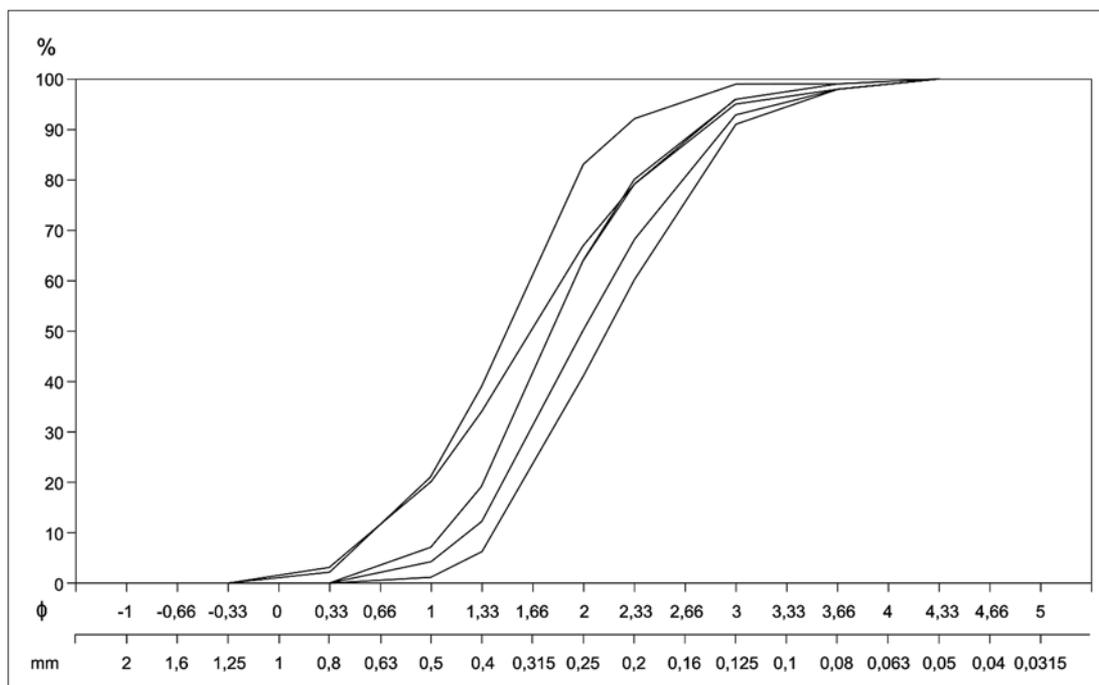


Fig. 19. - Curvas acumulativas del relleno arenoso de Artzuko Portu. **19. Irudia.** Artzuko Portuko betelan hondartsuaren metatze-kurba.



Fig. 20. - Vista general de la plataforma erosiva de Marla. **20. Irudia.** Marlako higadura plataformaren ikuspegi orokorra.

su espesor no supera los 0,5 m. Existen algunas diferencias granulométricas entre el sector oriental y el occidental. Así, en la zona oriental (afectada por los aportes del curso citado anteriormente) predominan los cantos pequeños (2-6 cm) superando éstos el 71% del total analizado. No se observan bloques lo que sitúa la mediana de grano en torno a 4,1 cm y el centilo en 15,5 cm. Morfométricamente los valores obtenidos son similares a los que presentan las acumulaciones marinas actuales (Ugarte & Edeso, 1987; Edeso & Ugarte, 1990; Edeso, 1990; 1994, 2005), con un índice de rodamiento que oscila entre 255 y 270 (el de aplanamiento varía entre 1,97 y 2,14). Estos valores tan discretos son consecuencia directa del elevado porcentaje de cantos (rodados) rotos (20%) lo que pone de manifiesto la alta energía del medio, capaz de fragmentar los cantos a pesar de su considerable dureza.

El sector occidental está dominado por un escarpe vertical inestable de 10 m de altura, lo que explica la presencia de grandes bloques (algunos de tamaño métrico) angulosos de arenisca y caliza arenosa alterada. Este escarpe (¿paleoacantilado?) está sometido a intensos procesos subaéreos por lo que ocasionalmente se producen caídas de bloques y pequeños desprendimientos. Al margen de estas acumulaciones graviclásticas, el cordón está compuesto por cantos pequeños (49%) y medios (41%), aunque a diferencia de lo que ocurre en el borde oriental, los bloques también están representados (3%). La talla media oscila en torno a 6,1 cm., mientras que el centilo se eleva hasta los 65 cm. Morfométricamente no existen diferencias significativas respecto a lo observado en el sector oriental, ya que el índice de rodamiento oscila entre 245 y 260, con un porcentaje de cantos rotos del 18%, mientras que los muy rodados suponen el 19% (Edeso, 1990; Edeso & Ugarte, 1990).

La fracción fina es inexistente. Únicamente en el sector oriental aparecen, de manera efímera, acumulaciones arenosas, cuyo origen está relacionado con momentos de aguas altas del pequeño curso cataclinal Iturraingo erreka, cuya competencia no le permite evacuar materiales de mayor talla.

Actualmente esta acumulación no se ve afectada por el oleaje, excepto durante los fuertes temporales del NW (olas por encima de los 6-7 m) que periódicamente afectan al litoral cantábrico. Su origen tampoco puede vincularse a los aportes del arroyo Iturraingo erreka, ya que este curso apenas es capaz de arrastrar sedimentos arenosos. En este paraje, y en Xixurko, existen vestigios que apuntan la posible existencia de un rudimentario embarcadero en una posición más elevada que la actual línea de costa.

Ensenadas de Limaputzu y Xixurko

En la ensenada de Limaputzu desemboca el arroyo Txortxipiko erreka, cuyo tramo final enlaza con una playa de cantos rodados y bloques, cuyo segmento superior está cubierto por un suelo y colonizado por la vegetación. Unos 180 m aguas arriba de la desembocadura, el río se ve obligado a salvar un pequeño desnivel vertical de 1 m de altura. A partir de ese punto, el valle presenta una incli-

nación suave (< 0,5%) lo que favorece la deposición de los sedimentos arenosos arrastrados por el arroyo. Al margen de las acumulaciones arenosas actuales situadas en el cauce (de origen fluvio-torrencial), se observa un pequeño nivel de acumulación de 40 cm de potencia, constituido casi exclusivamente por arena. Esta acumulación se sitúa 2,05m por encima del máximo nivel alcanzado por la pleamar (Lopetegi *et al.*, 2012). Las características sedimentológicas de estas arenas ponen de manifiesto su origen fluvio-marino. La fracción fina está compuesta, casi totalmente por arena (92,9 y 99,8%), predominando las arenas medias, de ahí que la talla media oscile en torno a las 230 μ m. Los histogramas granulométricos son unimodales, la selección buena, la *skewness* es simétrica, la angulosidad gráfica mesocúrtica y la curva acumulativa hiperbólica de tipo sigmoidal ligeramente tendida (sedimentación ligeramente forzada). La presencia de algunos pequeños fragmentos de concha subraya el carácter marino de la acumulación.

Las características morfométricas y granulométricas de la fracción gruesa son similares a las descritas en Marla: predominio de los cantos grandes (43%) y medianos (33%), aunque los bloques también están bien representados (13 cm de media y 71 cm el centilo); valores morfométricos similares, discreto índice de rodamiento (266), elevado porcentaje de cantos rotos (18%), perforaciones ocasionadas por moluscos litófagos y huellas evidentes de haber sido sometidos a un intenso proceso de abrasión marina. Actualmente, el desmantelamiento erosivo (arroyada) está exhumando diversas acumulaciones de cantos y bloques que hasta ahora estaban cubiertos de materiales finos y colonizados por la vegetación (Fig. 21). El origen de todas estas acumulaciones es marino, aunque los procesos fluvio-torrenciales pueden haber introducido modificaciones significativas en las características granulométricas del sedimento.

En Xixurko se repite el mismo esquema. Es decir, el pequeño curso cataclinal de Martitxerreka también está obligado, a unos 160 m de su desembocadura, a salvar un pequeño desnivel de 1,5/2 m, dibujando para ello un salto vertical muy nítido. A partir de este punto, el valle está colmatado por sedimentos arenosos que acaban enlazando con una playa de cantos y bloques. El borde superior de esta playa (edafizado y colonizado por la vegetación), se caracteriza por el predominio de los cantos medios (48%) y pequeños (29%), aunque los bloques también están bien representados (8%) (7,9 cm de media y 86 cm de centilo).

Banquetas erosivas de Mintegiko erreka y Erentxun Zabal

En la desembocadura del arroyo Mintegiko Erreka se ha modelado una pequeña banqueta erosiva de 30 por 10 m. En este caso, no se observa ninguna acumulación detrítica, siendo tan sólo la forma topográfica la que apunta hacia un origen marino. Dicha banqueta se sitúa entre 1,5 y 2 m por encima del nivel marino actual, no viéndose afectada por el oleaje más que en situaciones de fuerte temporal.



Fig. 21. - Cantos y bloques exhumados por la erosión en la pequeña cala de Limaputzu.
21. Irudia. Higadurak Limaputzuko itsasarte txikian higaduragatik azaleratutako uharriak eta harri koskorak.

En el paraje conocido como Erentxun Zabal, se ha modelado una amplia plataforma de abrasión marina cuya parte interna está entre 0,5 y 2 m por encima del nivel marino actual (en pleamar). No existen en ella acumulaciones dignas de mención, aunque la plataforma presenta un importante modelado de pilancones, cuencos y pozas de evorsión turbillonar, generados a partir de la disolución de las paramoudras existentes en la zona.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A lo largo del litoral vasco son escasos los niveles marinos bien documentados (González *et al.*, 2005) y a pesar de que durante las últimas décadas esta situación ha mejorado sustancialmente, todavía estamos muy lejos de poder establecer una síntesis evolutiva coherente respecto a las variaciones experimentadas por el nivel del mar (y los movimientos epirogenéticos del margen continental) a lo largo del Pleistoceno y del Holoceno.

Se han identificado dos niveles de rasa mareal, localizados a 220-250 m el más antiguo y a 30-40 m el más reciente. Este último ha sido descrito en Bilbao-Plentzia (Cearreta & Pascual, 1990) y Bermeo-Mundaka (Llopis Lladó *et al.*, 1957), así como diversas acumulaciones detríticas situadas a una cota similar (Arrietara, Atxibiribil, Errekalde y Barrika) que han sido interpretadas como dunas remontantes de tipo *Cliff-top* (Cruz San Julián *et al.*, 1984; Edeso & Ugarte, 1990; Cearreta *et al.*, 1991). La ausencia de depósitos correlativos sobre la mayor parte de las rasas, junto con la falta de elementos susceptibles de ser datados, nos impide establecer una cronología absoluta para estas acumulaciones, aunque las evidencias estudiadas en territorios próximos (Asturias y Cantabria), atribuyen una cronología Pliocena y finipliocena (González *et al.*, 2005) para los niveles situados por encima de los 220-250 m y Holsteiniense (interglaciar Mindel-Riss) para el nivel desarrollado entre los 40 y 60 m. En la costa asturiana Mary (1983) describe 5 niveles de rasa desarrollados entre los 180-260 (coincidiría con el nivel superior de Jaizkibel), 100-180, 60-105, 35-40 (nivel bajo de Jaizkibel) y 15-18 m. Estos niveles no han podido ser datados de manera absoluta debido a la falta de fósiles, pero recurriendo a diversos criterios indirectos se les asigna una edad que va del Mioceno para el más alto, hasta el Pleistoceno medio-superior para el inferior.

Junto a las plataformas marinas se ha podido estudiar una compleja acumulación detrítica (depósito de Goizut⁴), situada altimétrica y morfológicamente en una posición similar a la de las rasas mareales anteriormente citadas. Todo ello nos permite diferenciar una serie de subambientes sedimentarios, coetáneos en el tiempo, pero que indican procesos y dinámicas hidrogeomorfológicas sumamente variadas. Así, en las zonas más expuestas se modelaron amplias plataformas de abrasión en un ambiente litoral abierto, expuesto al oleaje y muy

erosivo (características similares a las que hoy encontramos en el intermareal). Sobre esta plataforma se desarrollaron diversas geoformas (vaciado de *cannon-balls*, pozas de evorsión turbillonar, cuencos, etc.) así como una delgada película de gravas y cantos, cuya génesis no puede vincularse a la litología del monocinal (algunas de ellas no están presentes), ni tampoco a los aportes de los ríos periféricos (Bidasoa, Oiartzun y Urumea), por lo que hay que pensar en un origen alóctono y en una posterior removilización por las olas y corrientes marinas hasta depositarse en su posición actual.

En las zonas más protegidas hemos encontrado una secuencia deposicional que apunta hacia una paleodeseñocadura, a la que podríamos añadir dos depósitos estuarinos situados en el corredor Irún-San Sebastián (Edeso, 1990; 1992; Cearreta *et al.*, 1992). La acumulación se inicia mediante un depósito fluvio-torrencial, genéticamente vinculado al río Jaizubia, que se deposita sobre una superficie horizontal. Posteriormente se inicia una fase transgresiva que inunda estos espacios, configurándose probablemente un estuario primero y un medio francamente marino después (¿playa? ¿llanura intermareal arenosa?) que acaba evolucionando (¿progradación? ¿regresión?) hacia ambientes eólicos.

Dada la elevada altimetría de los vestigios estudiados, no podemos vincular su origen a procesos exclusivamente glacioeustáticos, siendo preciso atribuir su génesis a una combinación de mecanismos epirogenéticos y glacioeustáticos desarrollados, probablemente, desde finales del Mioceno (Mary, 1983) o Plioceno. El modelado de cada uno de estos niveles, se correspondería con un estacionamiento prolongado del nivel del mar o con estadios pasivos en la dinámica cortical que propiciaron la abrasión del sustrato (Flor, 1983).

En cualquier caso, a la hora de intentar correlacionar estos niveles con algunos de los definidos en Asturias y Cantabria hay que ser muy precavido, ya que se desconocen los datos fundamentales de la evolución tectónica post-Pliocena en la zona correspondiente a la morfoestructura pirenaica (Edeso, 1990; Edeso & Ugarte, 1990), así como los eventos relacionados con las oscilaciones glacioeustáticas pleistocenas. Actualmente se acepta el hecho de que no existe una curva de cambios del nivel del mar que sea de aplicabilidad mundial, y se está de acuerdo en que los controles locales y regionales son tan importantes que pueden imponer variaciones significativas en los gráficos que reflejan dichos cambios.

Aunque a lo largo del Holoceno se suceden una serie de pulsaciones transgresivas y regresivas, en el monocinal únicamente han quedado vestigios de la última pulsación. En este sentido podemos afirmar que se han conservado una serie de formas y acumulaciones detríticas, cuyo origen se vincula a una pulsación transgresiva que ya se había producido durante la Alta Edad Media (540-690 AD). A escala regional se conocen una serie de evidencias (Mary,

⁴ Aunque fuera de la zona de estudio pero muy próxima a ella se han analizado los depósitos de Irubide y Manziategi, probablemente de la misma cronología que Goizut..

1979; Flor, 1983; Vilas, 1991; Edeso, 1990 etc.) que ponen de manifiesto el desarrollo de un nivel marino situado por encima del actual, aunque la horquilla cronológica obtenida por los diversos investigadores fluctúa, en fechas calibradas, entre el 420BC-170AC y el 200BC-400 AC. La datación obtenida en Plaiaundi (estuario del Bidasoa) es algo más reciente, aunque creemos que la misma es coherente con las aportadas por otros investigadores. A pesar de que no puede establecerse de manera fiable una curva de ascenso del nivel del mar en el Cantábrico, parece evidente que entre finales del primer milenio antes de Cristo y la Alta Edad Media (es entonces cuando se construyen los embarcaderos anteriormente citados) se produjo una pulsación transgresiva que situó el nivel del mar entre 1 y 2 m por encima de su posición actual.

Es posible que algunas de las formas citadas anteriormente ya hubiesen comenzado a modelarse durante alguna de las pulsaciones Holocenas anteriores (Edeso, 1990, 1994).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto HAR2011-26956 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

BIBLIOGRAFÍA

Bertrand, P., Allenet, G., Gé, T., Poirier, T., Sánchez Goñi, M.F. 2009. Conversand and Pleistocene palaeosols in the Landes region, southwestern France. *J. Quat. Sci.* 24 (3) :259-269.

Cailleux, A. 1959. *Initiation à l'étude des sables et des galets*. Ed. Sedes. París.

Cailleux, A., Tricart, J. 1963. *Initiation l'étude des sables et des galets*. Centre de Documentation Universitaire de París.

Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo al Oeste del río Bidasoa. *Munibe* 31(1-2): 3-139.

Cearreta, A., Pascual, A. 1990. Estudio micropaleontológico de los depósitos cuaternarios litorales situados entre Laredo e Ibarra-gelua (Cantabria y Bizkaia). *Actas de la 2ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. Madrid.

Cearreta, A., Edeso, J.M., Ugarte, F.M. 1992. Cambios del nivel del mar durante el Cuaternario reciente del Golfo de Vizcaya. In: *The Late Quaternary in the Western Pyrenean Region*. A. Cearreta, F.M. Ugarte (Ed.). Universidad del País Vasco. Bilbao.

Corrales, I., Rossell, J., Sánchez, L., Vera, J.A., Vilas, L. 1979. *Estratigrafía*. Ed. Rueda. Madrid.

Cruz San Julián, J.J., García-Mondejar, J., Granda, J.M., Pujalte, V. 1984. Características y evolución de unos depósitos de *Cliff-topp* localizados sobre la rasa costera vizcaína. *Thalassas* 2: 31-34.



Fig. 22. - Plataforma de abrasión marina de Erentxun Zabal (a media marea).
22. Irudia. Erentxun Zabaleko itsas urradura plataforma (marea erdi aldean).

- Edeso, J.M. 1990. *Geomorfología fluvial y litoral del extremo oriental de Gipuzkoa*. Tesis Doctoral (inédita). Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- Edeso, J.M. 1991. Variaciones del nivel del mar en el País Vasco durante el Holoceno. *Bol. Asoc. Geógraf. Esp.* 13: 21-44.
- Edeso, J.M. 1992. Variaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno Medio (Extremo Oriental de Guipúzcoa. País Vasco). *Lurralde* 15: 63-106.
- Edeso, J.M. 1994. El relleno Holoceno de la depresión de Zarauz. *Lurralde* 17: 115-152.
- Edeso, J.M., Ugarte, F.M. 1990. Algunos datos sobre la Paleo-Geografía litoral Cuaternaria de la costa: Jaizkibel-Bahía de Txingudi (Golfo de Vizcaya). *Cuadernos de sección. Historia-Geografía* 16: 27-76.
- Edeso, J.M., Ugarte, F.M., Peñalba, C. 1993. El depósito detrítico pleistoceno de Anzaran (Irún, estuario del Bidasoa). *Actas de la II Reunión de Cuaternario Ibérico*. Madrid: 191-199.
- Edeso, J.M., Mujika-Alustiza, J.A. 2005. *El entorno de Zarautz durante el Cuaternario. Evolución paisajística, ambiental y humana*. Museo de Arte e Historia de Zarautz. Zarautz.
- Edeso, J.M. 2007. Caracterización geomorfológica de diversos depósitos coluviales localizados en la cabecera del río Oiartzun (Gipuzkoa). *Lurralde* 30: 95-107.
- Edeso, J. M. 2006. Caracterización granulométrica, morfométrica, litológica y sedimentológica de las terrazas fluviales del valle del río Oiartzun (Guipúzcoa, País Vasco). *Lurralde* 29: 299-342.
- Flor, G. 1983. Las rasas asturianas: ensayos de correlación y emplazamiento. *Trab. Geol.* 13: 65-81.
- Folk, R.L., Ward, W. 1957. Brazos River Bar: a study on the significance of grain size parameters. *Sediment. Petrol.* 27: 3-26.
- Garrote, A., García, P., Muñoz, L., Fernández, J., Cerezo, A., Tijero, F., Zapata, M. 1990. *Mapa Geológico del País Vasco. 64-II. San Sebastián*. E: 1/25.000. Vitoria-Gasteiz.
- Gibbons, W., Moreno, T. 2002. *The Geology of Spain*. The Geological Society. Londres.
- Gómez de Llarena, J. 1960. *Observaciones fisiográficas en el litoral de Guipúzcoa. I. La plataforma de abrasión o rasa mareal*. Sociedad Oceanográfica de Guipúzcoa. San Sebastián.
- González, M. J., Serrano, E., Edeso, J.M., Meaza, G. 2005. Cambios en el nivel del mar durante el Cuaternario en el País Vasco y Cantabria. En: *Geomorfología litoral i Quaternari. Homenatge al professor Vicens M. Roselló I Verger*. E. Sanjaume, J.F. Mateu (Ed.):167-180.
- Hodgson, D.M., Wild, R.J. 2006. Facies and architecture of the Lezonabar Member Higer-Getaria Formation, Guipuzcoa Basin, NE Spain. In: *Atlas of Deepwater Reservoirs American Association of Petroleum Geologist*. T. Nilsen, R. Shew, G. Steffens, J. Studlick J. (Ed.):1-8. American Association of Petroleum Geologists. Tulsa, Okla.
- Lopetegi, A., Edeso, J.M., Mujika-Alustiza, J.A. 2012. Niveles transgresivos recientes entre las desembocaduras del Bidasoa y del Oiartzun-Bahía de Pasajes (Gipuzkoa). *Avances de la Geomorfología en España 2010-2012. Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología*. Santander : 331-335.
- Llopis Lladó, N., Jorda, F., Martínez-Álvarez, J.A. 1957. Livret-Guide de l'Excursion Nº 2. Le quaternaire de la Région Cantabrique. *INQUA V Congreso Internacional*. Oviedo.
- Mary, G. 1979. *Evolution de la bordure côtière asturienne (España) du Néogène à l'actuel*. Thèse de Doctorat d'État. Université de Caen.
- Mary, G. 1983. Evolución del margen costero de la Cordillera Cantábrica en Asturias desde el Mioceno. *Trab. Geol.* 13 : 3-35.
- Mary, G. 1990. La evolución del litoral cantábrico durante el Holoceno. *Proceedings of the International Conference on the Environment and the Human Society in the Western Pyrenees and the Basque Mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene*: 81-87.
- Mary, G. 1992. Interacción entre la Epirogenesis y el Eustatismo en el escalonamiento de las áreas de abrasión marina Neógenas y Pleistocenas del segmento medio de la costa Norte Española. *Cuad. Sec. Historia* 20: 135-150.
- Merino, J.M. 1986. Yacimiento de Cabo Higer en el monte Jaizkibel (Fuenterrabía). *Munibe* 38: 61-94.
- Miall, Andrew D. 1977. *Fluvial sedimentology*. Can. Soc. Petrol. Geol.
- Moñino, M., Díaz Teran, J.R., Cendrero, A. 1987. Variaciones del nivel del mar en la costa de Cantabria durante el Cuaternario. *Actas de la VII Reunión sobre el Cuaternario*. Santander: 223-236.
- Pujalte, V., Robles, X., Orue-Etxeberria, J., Baceta, A., Larruzea, F. 2000. Uppermost Cretaceous-Middle Eocene strata of the Basque-Cantabrian Region and Western Pyrenees: A sequence stratigraphic perspective. *Rev. Soc. Geol. Esp.* 13(2): 191-211.
- Rivas Mantecon, V. 2000. Clima y nivel del mar: reconstrucción de las posiciones marinas Cuaternarias a través de las evidencias en el litoral Cantábrico. En: *La reconstrucción del clima de época preinstrumental: V Reunión Nacional de Climatología*. J.C. García Codrón (Coord.): 179-205. Universidad de Cantabria.
- Santana, 9. 1966. *Géomorphologie des bassins de la Bidasoa et de l'Urumea*. Thèse de Doctorat. Université, Institut de Géographie. Bordeaux.
- Ugarte, F. M., Edeso, J.M. 1987. Primeros datos sobre el paleopaisaje litoral Cuaternario del golfo de Vizcaya (Bidasoa-Urumea). *VIII reunión nacional de Cuaternario*. Santander: 249-252.
- Vilas, F. 1991. The Corrubedo beach-lagoon complex, Galicia, Spain. Dynamics, sediments and recent evolution of a mesotidal coastal embayment. *Mar. Geol.* 97: 391-404.

Mejora en el conocimiento hidrogeológico de la Masa de Agua Subterránea Jaizkibel

Jaizkibel Lurrazpiko Ur-Masaren ezagutza hidrogeologikoaren hobekuntza

Improvement of the knowledge about Jaizkibel Groundwater Body

Ane Zabaleta^{1*}, Iñaki Antiguada¹, Andoni da Silva², Inma Mugerza³, Patxi Tames²

¹Hidrogeologia-Ingurumena Taldea, Geodinamika Saila, UPV-EHU, 48940 Leioa (Bizkaia).

²Ingurumena eta Lurralde Antolaketa, Gipuzkoako Foru Aldundia, 20004 Donostia.

³Hydrolur.

* Correspondencia: ane.zabaleta@ehu.es

RESUMEN

Este artículo actualiza el conocimiento hidrogeológico de la Masa de Agua Jaizkibel, integrando diversas técnicas de investigación utilizadas durante 2012 en un estudio promocionado por la Diputación de Gipuzkoa. Además del control piezométrico y de ensayos de bombeo, se han realizado diagrfias de conductividad eléctrica y temperatura en sondeos, parámetros que, con la carga hidráulica, han sido registrados en continuo en varios de ellos. También se ha actualizado el inventario de puntos de agua y efectuado análisis de aguas. La integración ha permitido mejorar el esquema hidrogeológico conceptual. Se trata de un sistema multicapa complejo, con alternancia de formaciones con carácter acuífero y otras actuando como acuitardos, lo que implica niveles productivos más o menos individualizados, como también reflejan los altos gradientes hidráulicos. Los ensayos han permitido estimar transmisividades de 20-60 m²/d y coeficientes de almacenamiento de 0,0004 y 0,0009, propios éstos de condiciones de cierto confinamiento. Se puede separar dos tipos de flujos: el profundo, del SO al NE, con aguas más mineralizadas, y con descarga tanto a surgencias como difusa al mar, y otro somero, asociado a zonas meteorizadas, con aguas de débil mineralización, y que drena a las numerosas regatas de la zona. Los bombeos no afectan al flujo de éstas, si bien hay que considerar su corta duración. Habrá que hacer un seguimiento riguroso de la explotación prevista en esta Masa para conocer su respuesta ante esas situaciones y precisar mejor los límites a establecer para evitar consecuencias no deseables en un ecosistema de indudable valor global.

PALABRAS CLAVE: Acuífero poroso, confinado, hidrogeología, multicapa.

LABURPENA

Artikulu honetan gaurkotu egiten da Jaizkibelgo Ur-Masaren ezagutza hidrogeologikoa. Asmo horrekin, Gipuzkoako Aldundiak sustatu eta 2012 urtean burutu den proiektuan erabilitako ikerketa-teknika desberdinen emaitzak integratu dira. Ohikoak diren kontrol piezometrikoa eta ponpaketa-saioak egiteaz gain ez-ohikoak diren diagrfiak ere egin dira putzuetan, eroankortasun elektrikoa eta tenperatura sakonean zehar erregistratuz. Gainera, parametro biok, karga hidraulikoarekin batera, modu jarraian kontrolatu dira zenbait putzutun. Horretaz gain eguneratu egin da ur-puntuen inbentarioa eta uren analisiak egin ere. Datu guztien uztarketak lagundu egin du eskema hidrogeologiko kontzeptuala ontzen. Sistema multikapa konplexua dugu Ur-Masa hau, non akuifero portaera duten formazio batzuk akuitardo portaera duten beste batzuekin txandakaten diren. Honen ondorioz akuiferoak bananduak agertzen dira, baina ez guztiz isolatuak. Hori ere gradiente hidrauliko altuek adierazia. Ponpa-saioetatik parametro nagusien balioak ateratu dira: transmisibitatea, 20 - 60 m²/egun, eta metatze-koefizientea, 0,0004 y 0,0009, azken hauek nolabaiteko konfinamendua jasaten duten akuiferoei dagozkienak direla. Bi ur-jario mota bereiz daitezke eskema kontzeptualean: alde batetik, sakonekoa, SWtik NErantz antolatua, mineralizatuagoak diren urekin, eta bai urbegi nagusietan eta bai modu lausoan itsasoan ere deskargatzen dena; eta bestetik, azalagoko ur-jarioa, azaleko zona meteorizatuagoei lotua, mineralizazio gutxiko urekin, eta inguruan ugari diren errekaetoetan deskargatzen dena. Putzuetako ponpaketek ez dute errekaetoetan eraginik sortu; hala ere, kontuan hartu behar da horien iraupen laburra. Aurrerantz, Ur-Masa honetan aurreikusia den ustiaketaren gaineko segimendu zorrotza egin beharko da, ezagutu beharra dagoelako egoera horren aurrean Masako akuiferoek duten erantzuna. Ezagutza hau ezinbestekoa da ustiaketari jarri behar zaizkion mugak zehazteko, helburua izanik dudarik gabeko balio osoa duen Jaizkibelgo ekosisteman nahi ez den ondorioa ekiditea.

GAKO-HITZAK: Akuifero porotsua, geruza anitzekoa, hidrogeología, konfinatua.

ABSTRACT

This paper updates the knowledge about the hydrogeology of the Jaizkibel Water Body. Several techniques were used during 2012 in a research work promoted by the Gipuzkoa Provincial Council: piezometric control, pumping tests, vertical measurement of electrical conductivity and temperature in the bore holes, and continuous measurements of electrical conductivity, temperature and hydraulic head in some of them. Additionally, the water point inventory was updated and water chemistry analyses were carried out. The integrated study of all the results allowed improving the conceptual hydrogeologic scheme. It is a multilayer complex system, with alternate aquifer and aquitard formations that imply the existence of individualized (in higher or lower degree) productive levels. This individualization is also reflected in the high hydraulic gradients observed. Transmissivity data (20 - 60 m²/d) and data for storage coefficient 0,0004 y 0,0009, calculated from pumping tests are considered to be near from those of confined environments. Two types of fluxes can be distinguished: a deeper one, from SW towards springs or the sea in the NE, for which mineralization of waters is higher, and a shallower one, through weathered zones, with weakly mineralized waters that go to the numerous channels in the area. Pumping tests, do not affect runoff in channels, however, it is necessary to bear in mind that they are quite short. An exhaustive control of the foreseen exploitation in this Body has to be done in order to get to know its response to that kind of situation and to consciously precise the limits that have to be established to avoid non-desirable consequences in such a highly valuable ecosystem.

KEY WORDS: Confined, hydrogeology, porous aquifer, multilayer.

INTRODUCCIÓN

El primer estudio hidrogeológico de Gipuzkoa data de 1971 y fue realizado por el Instituto Geológico y Minero de España. Entre sus conclusiones destaca que las aguas subterráneas no tienen una importancia significativa en los recursos hídricos del Territorio. Como consecuencia de estas conclusiones no se volvieron a realizar estudios de hidrogeología de cierta entidad hasta el "Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos del Territorio Histórico de Gipuzkoa", realizado en 1987 por el Servicio Geológico de Obras Públicas, del Ministerio de Obras Públicas, y la Diputación de Gipuzkoa. En dicho estudio se subdivide el Territorio en Unidades Hidrogeológicas, individualizándose la Unidad Cadena Costera, constituida por los materiales detríticos terciarios que se extienden desde Hondarribia hasta Zumaia. Dentro de este estudio, realizado según la metodología más utilizada en ese momento, se llevó a cabo cartografía hidrogeológica, inventario de puntos de agua con sus correspondientes aforos y balances de recursos, estudios hidroquímicos y, específicamente dentro de la unidad, se realizó un único sondeo con resultado negativo.

No es hasta el año 1993, en que por medio de un estudio realizado por la Diputación Foral de Gipuzkoa y el Ente Vasco de la Energía se continúa con la investigación hidrogeológica en la zona. En el año 1996 se edita por parte del Ente Vasco de la Energía el "Mapa Hidrogeológico del País Vasco, a escala 1:100.000" (EVE, 1996), donde se recopilan y sintetizan los conocimientos existentes hasta esa fecha.

En el año 1994 se habían realizado los primeros sondeos de investigación en el área del Jaizkibel. A partir de ese año se continúa, por parte principalmente de la Diputación de Gipuzkoa y de la Dirección de Aguas del Gobierno Vasco, con los sondeos hidrogeológicos y las pruebas de bombeo, con el objetivo de tratar de regular los recursos hidráulicos subterráneos. En consecuencia, en 1999, el Ente Vasco de la Energía, por encargo de la Dirección de Aguas, elabora el informe "Balance de resultados de la investigación en la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel (Gipuzkoa). Propuesta de explotación", así como, al año siguiente, el informe "Prueba de Producción Conjunta en los sondeos Jaizkibel-1,2,3,5,9 y DJH4 (Hondarribia-Gipuzkoa). Informe Final", donde se realizan las recomendaciones de explotación que traen como consecuencia las obras de captación y conducción de las tomas del Jaizkibel a la ETAP de Elordi en Irun, iniciadas en el año 2011 y finalizadas en el 2012.

En estos últimos años, se ha continuado con los estudios y los controles de caudales de manantiales y regatas, así como de niveles en los sondeos, por parte de la Diputación. En esos momentos, si bien se conocía el funcionamiento hidrogeológico general de la masa de agua, existían incógnitas sobre el funcionamiento hidráulico de los distintos sectores o acuíferos en que se compartimenta la misma. De forma que no se conocían las afecciones que pueden provocar unos bombeos continuados en el tiempo, y de cierta entidad, como los proyectados, en otros pozos

y en los caudales de manantiales y regatas. Esto, unido al hecho de que la zona es Lugar de Interés Comunitario (LIC), y que próximamente va a publicarse, por parte de la Dirección de Biodiversidad del Gobierno Vasco, el documento "Objetivos y medidas de conservación para la designación de zona de especial conservación Jaizkibel (ES2120017)", ha propiciado que la Dirección de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas de la Diputación Foral de Gipuzkoa haya promovido a lo largo del 2012 un estudio y una serie de controles foronómicos, piezométricos e hidroquímicos, con el objetivo de mejorar el conocimiento de la masa de agua subterránea, para poder realizar así, llegado el momento, una explotación de las captaciones compatible con el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos del Jaizkibel.

Con este estudio, realizado por la empresa Hydrolur con el asesoramiento del Grupo de Hidrogeología y Medio Ambiente de la UPV-EHU, se ha querido profundizar en la dinámica de la masa de agua subterránea, mediante una interpretación conjunta de toda la información disponible, incluyendo, obviamente, toda la recopilada durante el estudio (actualización del inventario de puntos de agua, datos hidroquímicos, registros verticales en pozos, ensayos de bombeo, efecto de marea terrestre...). Especial atención se ha dado a la compartimentación de flujos subterráneos en la masa de agua, de gran trascendencia para la previsión de afección por parte de bombeos prolongados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza al NO del Territorio Histórico de Gipuzkoa, dentro de lo que se denomina como Masa de Agua Subterránea Jaizkibel. Aunque la Masa de Agua en su totalidad tiene una extensión de unos 26 km², el área estudiada se limita a la parte más nororiental, que se ubica entre la cuenca de la regata Artzu al este y la de Aierdi al oeste, ambas inclusive, y al norte de la divisoria de aguas superficiales (Fig. 1). Se trata de una zona con cotas que van desde el nivel del mar hasta superar los 500 m s.n.m., con pendientes medias del 20-25 %, y una red fluvial poco desarrollada, debido a la escasa distancia al mar y a la alta permeabilidad, en general, del sustrato rocoso. La precipitación media anual en esta zona es de unos 1700 mm, con una evapotranspiración anual media de 730 mm; por tanto, se estima para toda la Masa de Agua de Jaizkibel una escorrentía total anual de 25 hm³ y unos recursos medios subterráneos anuales de 13,8 hm³.

La Masa de Agua Subterránea Jaizkibel se encuentra formada en su totalidad por materiales del Terciario, que se disponen de manera concordante sobre los materiales del flysch detrítico-calcáreo del Cretácico Superior en una estructura monoclinal en la que localmente se observan pliegues suaves de orientación N40E a N60E y buzamientos de entre 10° y 40° hacia el NW. En la base de la serie estratigráfica se encuentra la Formación calcárea del Daniense, formada por margas, margocalizas y calizas de tonalidades rojas en la que las facies más carbonatadas llevan asociada una permeabilidad media. Por encima de ésta se posiciona

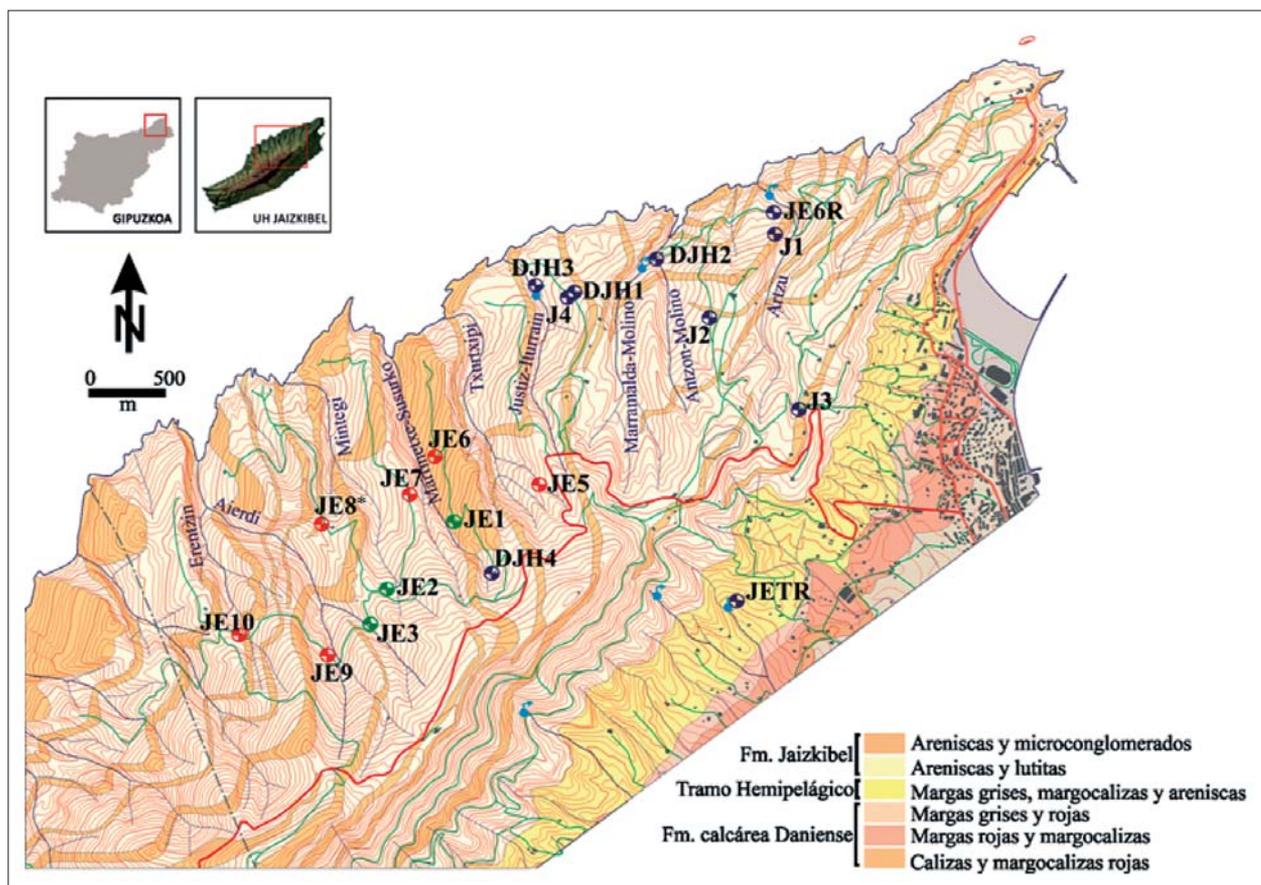


Fig. 1. - Masa de Agua Jaizkibel. Cartografía geológica. Divisoria de aguas (línea roja). Ubicación de los pozos y regatas. * El sondeo JE8 no se encuentra entubado.
1. Irudia. Jaizkibel Ur Masa. Kartografia geologikoa. Uren banalerroa (marra gorria). Putzuen eta erreken kokapena. * JE8 zundaketa entubatu gabe dago.

el tramo hemipelágico del Eoceno, que alcanza potencias de entre 250 y 300 m, y está representado, sobre todo, por margas; se le asigna una permeabilidad media-baja. A techo de la serie está la Formación Jaizkibel (Fig. 1), fundamentalmente terrígena con una potencia superior a los 1300 m. Se trata del flysch detrítico del Terciario constituido, esencialmente, por la alternancia de un término de areniscas calcáreas, calizas arenosas y lutitas, y otro de areniscas, en ocasiones microconglomeráticas, estratificadas en bancos potentes, con frecuencia muy alteradas, y con un característico color amarillo. En estas últimas se centra el principal interés acuífero de la Masa de Agua.

La Masa de Agua Subterránea Jaizkibel no constituye un único acuífero. Se encuentra subdividida en varios acuíferos, más o menos individualizados, debido a la existencia de cambios laterales de facies a lutitas o a zonas de baja alteración-fracturación, de escasa permeabilidad. La formación más permeable, areniscas, posee una doble permeabilidad: primaria, por porosidad intergranular, y secundaria, por fisuración y disolución asociada; si bien en las perforaciones realizadas no se han evidenciado importantes procesos de karstificación en profundidad, sí que se encuentran zonas arenizadas, con mayor permeabilidad.

Se delimitan dos sistemas de flujo de sentido opuesto, cuyos límites deben coincidir, a grandes rasgos, con la di-

visoria de aguas superficiales. Los dos manantiales principales (captados) que drenan la vertiente sur son Esteutz y Goikorrota (Fig. 2). El primero se encuentra en el contacto entre la formación Jaizkibel y el sustrato margoso, pero el segundo aflora en medio de éste, seguramente a favor de la fracturación. La vertiente norte, a la que pertenece más del 80 % de la superficie de afloramiento, es drenada, sobre todo, por las salidas al mar y por la surgencia Artzu y otras, también captadas, que vierten sus aguas a las regatas Errota y Justiz (Fig. 2). Los sondeos captados (JE1, JE2, JE3, JE5, JE9 y DJH4), junto con otros que se utilizan como puntos de observación, se encuentran en esta vertiente, en la que se ha centrado el presente estudio.

Según se recoge en el "Documento de objetivos y medidas de conservación para la designación de las zonas especiales de conservación Ulia ES2120014 y Jaizkibel ES2120017" (documento para aprobación definitiva, Ene. 2013), realizado por el Departamento de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, Jaizkibel presenta acantilados litorales con notables desniveles y acogen comunidades herbáceas y fruticasas características del medio salino y ventoso, junto con algunas especies de flora casmofítica y silicícola. Jaizkibel acoge numerosos microhábitats en los que se refugian especies extremadamente raras en la Comunidad Autónoma.

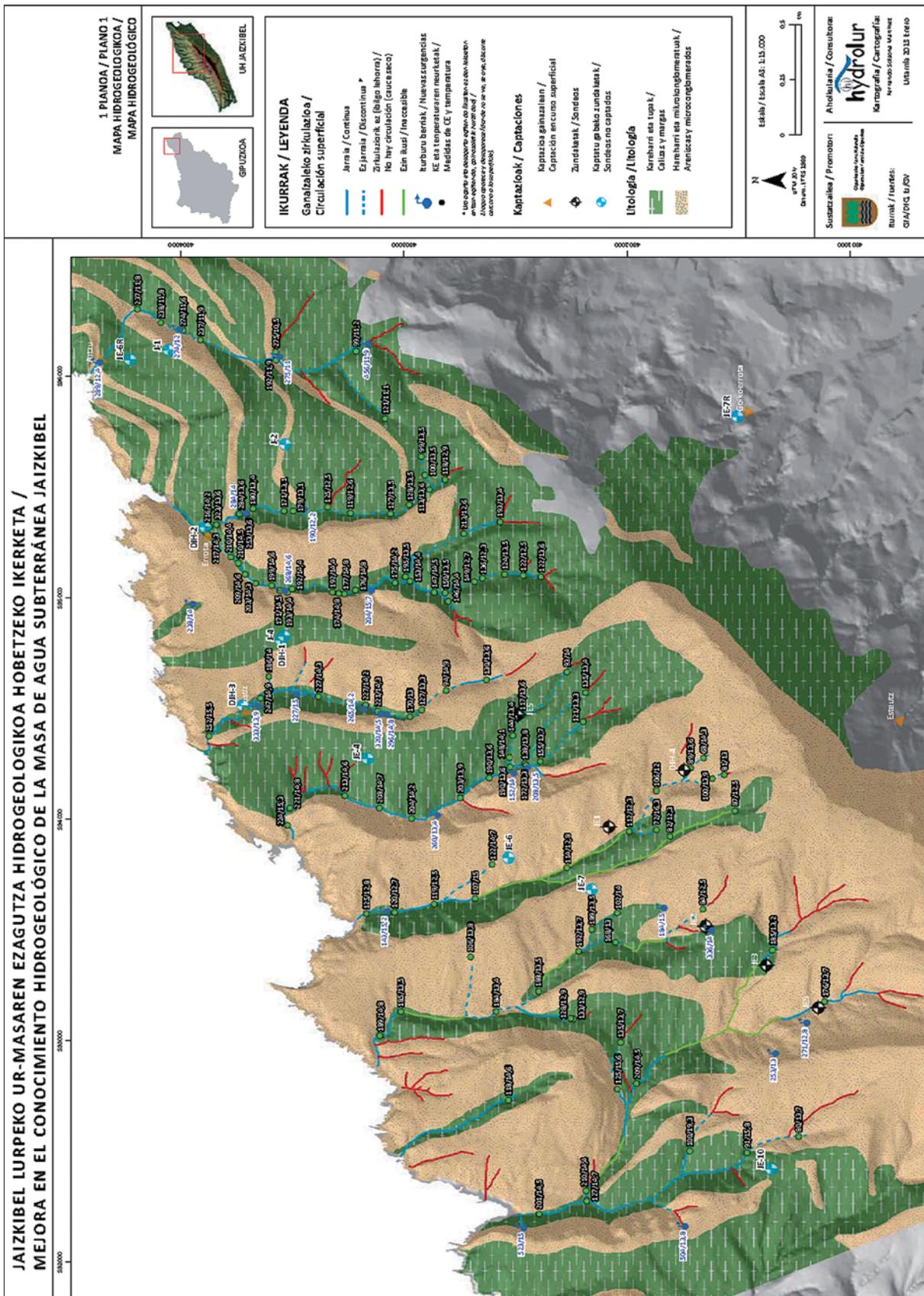


Fig. 2. - Mapa Hidrogeológico. Puntos de agua. Medidas de CE y Temperatura.
2. Irudia. Mapa hidrogeologikoa. Ur puntuak. Eroankortasun elektriko eta tenperatura neurketak.

Metodología

El presente estudio se ha realizado a lo largo del 2012 en colaboración entre la Dirección de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas de la Diputación Foral de Gipuzkoa, el Grupo de Hidrogeología (Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea) y la empresa Hydrolur. Durante este periodo se han utilizado varias técnicas para profundizar en el funcionamiento de la Masa de Agua Subterránea de Jaizkibel. Algunas son habituales en la investigación hidrogeológica, pero otras no lo son tanto. Se ha tratado de buscar la integración de todas ellas.

Se ha mejorado la cartografía geológica existente, ajustando los límites entre los contactos litológicos (Fig. 2). Para ello han sido de gran ayuda la ortofotografía, por un lado, y el trabajo de campo, por otro. Durante el trabajo de campo, y sobre todo entre los meses de May. y Jun. de 2012, se ha actualizado, además, el inventario previo de puntos de agua, en especial, a lo largo de las regatas (Artzu, Antzon-Molino, Marramalda-Molino, Justiz-Iturraín, Txurtxipi, Martixene-Susurko, Mintegi, Aierdi y Erentzin; Fig. 1). La mayor parte de los puntos de agua identificados se localizan en los contactos entre diferentes litologías. En esta actualización se han tomado medidas in situ de la conductividad eléctrica (CE) y la temperatura del agua (Fig. 2), que proporcionan información sobre sus características, lo que permite, a posteriori, su consideración en el esquema conceptual de flujos de la Masa estudiada.

También se han realizado controles en algunos de los pozos existentes en la zona, más allá del habitual seguimiento temporal de la piezometría. Por un lado, con dispositivos de registro continuo (tipo Diver-CTD) de presión, temperatura y conductividad eléctrica (CE) en los pozos JE7, JE6, JE5, JE4, J2, DJH4 y DJH3, y de presión atmosférica en JE4, JE5 y DJH4. La medida de presión atmosférica es necesaria para conocer en cada momento la posición del nivel de agua de cada pozo. Todos los dispositivos se programaron para registrar una medida cada diez minutos. De esta forma, es posible observar la respuesta de los pozos a las precipitaciones y la evolución de los niveles piezométricos en su ausencia. Las medidas de CE y temperatura, referidas a la profundidad de colocación del dispositivo en la columna de agua, permiten conocer, en su caso, los cambios en el tipo de agua ahí presente. Hay que señalar que los dispositivos se han colocado coincidiendo con tramos ranurados en la entubación de los pozos, es decir, en zonas de flujo previsible de agua.

Por otro lado, y con el objetivo de analizar cambios que pueden darse en la vertical de la columna de agua, en los pozos donde ha sido posible introducir la sonda se efectuaron diagráfias (registros verticales de CE y temperatura), entre 1 y 3 veces por pozo, entre May. y Sep. 2012. El objetivo era observar, en su caso, las variaciones registradas en los pozos y explicarlas por el flujo entre los diferentes niveles permeables atravesados, llevando esta interpretación al esquema conceptual de funcionamiento de la Masa de Agua.

Se han seguido haciendo aforos, como se hace desde 2010, en las regatas Aierdi, Antzon-Molino, Artzu, Erentzin, Justiz-Iturraín, Marramalda-Molino 2, Martixene-Susurko,

Mintegi y Txurtxipi y en el manantial de Artzu. Además, se han recopilado los análisis hidroquímicos existentes desde 1997, tanto de regatas como de pozos, y se ha realizado un tratamiento actualizado de los datos analíticos, estableciendo relaciones entre iones y aguas, y con una interpretación de la información en términos hidrogeológicos. Es claro que las aguas de esta Masa son de buena calidad, por eso el estudio hidroquímico realizado se interesa por el contexto hidrogeológico en el que las aguas adquieren sus características.

Por último, entre el 24.09.2012 y 01.10.2012 se realizaron ensayos de bombeo en coordinación con servicios de Txingudi. En un principio se realizaron ensayos individuales, de 23 horas de duración cada uno, en los sondeos JE9, JE1, JE3, DJH4, JE2 y JE5, respectivamente, a excepción del bombeo en el pozo JE5 que se alargó durante más de dos días. Todos estos pozos se localizan en el sector SO del área objeto de estudio (Fig. 1). En estos ensayos se bombearon entre 15 y 20 l/s por pozo, a excepción del JE2 (8 l/s) y del JE5 (35 l/s).

Tras la finalización de los bombeos individuales se dejó un tiempo de recuperación de 24 h y el 02.10.2012 se procedió a realizar un ensayo de bombeo conjunto durante una semana. Este ensayo supuso un caudal total de extracción de 63 l/s, sin contar el del JE5 que fue variable por problemas con la bomba. De estos ensayos se calcularon los valores de los parámetros hidrogeológicos básicos de un acuífero, transmisividad (T) y coeficiente de almacenamiento (S), y se analizaron las relaciones entre unos pozos y otros. Al inicio y al finalizar el conjunto de ensayos de bombeo se realizaron muestreos de agua en los pozos para su análisis, y se realizaron aforos en las regatas y manantiales antes mencionadas para evidenciar el posible efecto de los bombeos sobre los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo de campo ha permitido ajustar los límites litológicos en algunas zonas del área de estudio, principalmente en el sudoeste (entre los sondeos JE3 y JE10). Lo abrupto del terreno y la densa maleza ha dificultado el trabajo en algunas zonas, en las que se ha utilizado la ortofotografía para, relacionando las diferentes litologías con el relieve del entorno (resaltes, vaguadas...), localizar con un cierto detalle los contactos entre materiales. La actualización del inventario de puntos de aguas también ha sido importante, ya que, además de haber permitido situar nuevos aportes de agua, muchos de esos puntos se asocian a contactos entre materiales de diferente permeabilidad. La Fig. 2 recoge los puntos de agua (surgencias) encontrados.

En todos los arroyos de la vertiente norte, la conductividad eléctrica (CE) de las aguas es baja en cabecera y va aumentando en el sentido de la corriente a medida que se van añadiendo nuevos aportes, normalmente de naturaleza difusa, de agua más mineralizada. Así, en cabecera, donde el caudal es muy escaso en situaciones de estiaje (<1 l/s), incluso nulo en algunas regatas, las aguas presentan valores de CE habitualmente inferiores a 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando una muy baja mineralización. Aguas

abajo, sin embargo, aumenta de forma progresiva, alcanzando en las partes bajas valores de 200-250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con caudales que en esa situación de estiaje pueden llegar a la docena de l/s. Se trata de aguas de facies bicarbonatada cálcica, como corresponde a la litología carbonatada de los materiales allí presentes. En cualquier caso, estos valores de CE de las aguas de las regatas están bastante por debajo de los encontrados en las aguas de los pozos (hasta los 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que muestra, como punto de partida, una evidente diferenciación de flujos, siendo los más someros los que descargan a las regatas del entorno. El aumento de la mineralización en la parte baja de las regatas, sobre todo en los manantiales allí presentes (290 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Artzu, 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Justiz) hace pensar en una cierta descarga de los flujos más profundos en esas zonas, produciéndose mezcla con los aportes más someros.

El control de niveles llevado a cabo en los pozos evidencia, por un lado, que, sin bombeos, en un mismo pozo el nivel piezométrico tiene variaciones escasas, inferiores a 1 metro, y, por otro lado, que las diferencias entre las cotas piezométricas de los pozos son grandes (Fig. 3). Como ejemplo, el nivel en DJH4 se encuentra a una cota próxima a los 220 m, mientras que en JE4 está en torno a los 60 m. La distancia en línea recta entre ambos es de 1409 m, por lo que el gradiente hidráulico sería de un 11 %, lo que hace pensar en una desconexión hidráulica entre ellos, o bien en la existencia de materiales de baja permeabilidad (acuitardos) entre ambos. De hecho, como se ha comentado con antelación, en el caso de la Masa de Agua Subterránea Jaizkibel no estaríamos hablando de un acuífero extenso y potente, sino de un conjunto de niveles acuíferos, más o menos individualizados, asociados a las formaciones más productivas (areniscas, con pasadas de microconglomerados), y separados por formaciones que actúan como acuitardos (areniscas calcáreas, calizas arenosas y lutitas). Se trataría, en conjunto, de un sistema acuífero multicapa, con la complejidad que ello lleva asociada.

El orden de los pozos, de mayor a menor cota piezométrica, considerando todos los datos disponibles, es (ver ubicación de los pozos en la figura 1): JE9 (233 m, surgente), DJH4 (223 m), JE10 (204 m), JE1 (196 m), JE2 (194 m), JE7 (161 m), JE5 (117 m), JE6 (81 m), J2 (77 m), DJH1 (66 m), J4 (60 m), JE4 (58 m), J1 (47 m), DJH3 (33 m). Esta distribución de cargas hidráulicas define un flujo subterráneo desde el suroeste (JE9, DJH4, JE10) hacia el noreste (J1, DJH3), donde se localizan las surgencias de Artzu y Justiz. Ya anteriormente se ha comentado que estas surgencias deben ser lugar de una cierta descarga de los flujos más profundos, junto con aportes más superficiales, habida cuenta de la mineralización de sus aguas. De hecho, la mineralización de las aguas profundas va incrementándose en el sentido del flujo, desde valores del orden de 180-250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (DJH4, JE9, JE3) hasta 400-430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (JE4, DJH1, DJH3, J2).

Las lecturas diezminutales de nivel en los pozos JE7, JE6, JE5, JE4, J2, DJH4 y DJH3 han aportado información de gran interés. Destaca el hecho generalizado de la muy escasa respuesta a la precipitación por parte de los niveles piezométricos de los pozos (Fig. 3), lo cual es indicativo de la dificultad de acceso del agua de lluvia a la zona saturada de los niveles atravesados por los pozos. Hablamos, por tanto, de una recarga lenta y difusa, sin la existencia de flujos concentrados a través de áreas preferenciales. Las formas de erosión-disolución observables en superficie no tienen continuación en profundidad, al menos de forma organizada para el sistema de flujo actual.

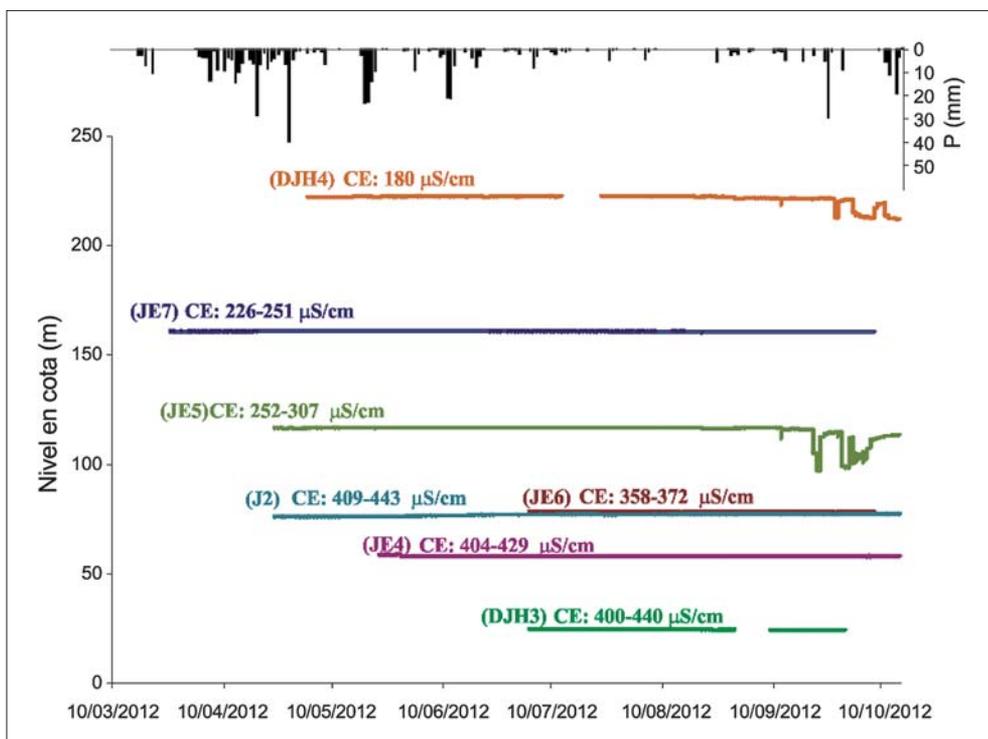


Fig. 3. - Evolución piezométrica en los pozos con registro continuo. Valores de CE en los pozos. Precipitaciones diarias.
3. Irudia. Ur-mailaren eboluzioa kontrol jarraia duten putzuetan. Putzuetako eroankortasun elektriko baliok. Eguneko prezipitazioak.

El registro continuo de niveles ha permitido, también, observar pequeñas variaciones en las aguas de algunos sondeos como consecuencia de los ensayos de bombeo llevados a cabo a finales de Sep. y principios de Oct. de 2012. En general, los bombeos individuales (de prácticamente 1 día de duración) apenas causan variación del nivel piezométrico en los pozos controlados en el entorno; sólo en el caso del JE4 se llega a observar un ligero descenso, unos 15 cm, cuando se bombea JE5 (el de mayor caudal, 35 l/s, y duración, 2 días), lo que indicaría una mejor conexión hidráulica entre ambos pozos. Cuando se realiza el bombeo conjunto se observa un ligero descenso, unos 10 cm, en JE4 y JE7, situados relativamente cerca de los pozos bombeados, pero ningún descenso en los más alejados (J2, DJH3), situados cerca de las surgencias (Justiz, Errota, Artzu; Fig. 1 y 2). Tampoco se han observado variaciones en los caudales de las regatas y manantiales de la zona durante este bombeo conjunto, lo que evidencia que se trata de flujos diferenciados.

Por otro lado, el control continuo ha puesto en evidencia fluctuaciones diarias de nivel del orden centimétrico. Este hecho se ha constatado en casi todos los sondeos monitorizados, aunque en algunos resulta más evidente, tal es el caso de J2, en el que puede sobrepasar amplitudes de 30 cm (Fig. 4). En el resto, la amplitud media oscila entre 3 y 8 cm, alcanzando los 15 cm en algunas épocas. Los máximos y mínimos no se alcanzan a la vez en todos los sondeos, existiendo desfases entre 0,5 y 2 horas. En un principio, la existencia de dos máximos y dos mínimos diarios, junto con la proximidad de la Masa de Agua a la costa, condujo a pensar en la influencia mareal directa en los niveles piezométricos. Es de sobra conocido el efecto de las mareas oceánicas sobre acuíferos confinados cercanos a la costa, como consecuencia de una variación cíclica de la carga de la masa de agua oceánica sobre el acuífero. Además, las fluctuaciones observadas en Jaizkibel se relacionan muy bien con los máximos y mínimos para el puerto de Pasaia, como se observa en la figura.

Sin embargo, siguiendo el método de Ferris (1951), que relaciona la amplitud de las fluctuaciones que se ob-

servarían en un sondeo a partir de los parámetros hidráulicos del acuífero (T y S) y las características de las propias mareas oceánicas, se evidenció que la posible influencia de la marea oceánica sobre las fluctuaciones observadas en Jaizkibel es mínima. Por tanto, hay que pensar que esas fluctuaciones deben tener su principal origen en las mareas terrestres. Este tipo de afección (Bredehoeft, 1967), debida a la dilatación de la Tierra (las fuerzas de gravedad que provocan las mareas oceánicas también deforman la corteza terrestre), es también de sobra conocido en la literatura científica, en el caso de acuíferos confinados, y en nuestro entorno ha sido puesto de manifiesto en acuíferos alejados de la costa, como en la Unidad Hidrogeológica de las Calizas de Subijana en Álava-Araba (Fernández de Ortega, 2007). En cualquier caso, es ésta una cuestión en la que hay que profundizar, a partir del estudio de registros de mayor longitud temporal.

Además, se han realizado trece diagrfias en los sondeos equipados con los dispositivos Diver-CTD. La mayor parte de ellas se realizaron en May. y Ago. de 2012. A la hora de analizar esos registros verticales es muy importante conocer el acabado de los pozos, es decir, la posición de los tramos de tubería ranurada, ya que son los tramos de acceso del agua al pozo. Así, las observaciones pueden mostrar, en su caso, flujo vertical dentro del propio pozo; por ejemplo, entre diferentes niveles productivos atravesados por el mismo. Las diagrfias efectuadas muestran registros muy similares para cada pozo, sin importar el momento del registro. Esto indica, como se venía pensando por el resto de observaciones, que el flujo en las formaciones permeables del Jaizkibel es de tipo difuso, inercial, sin grandes alteraciones.

A modo de ejemplo, la figura 5 muestra los tres registros de CE y temperatura realizados en el pozo JE5 (24.04.2012, 04.05.2012 y 30.08.2012), junto con la columna litológica atravesada y el acabado del pozo. En este caso, los tramos abiertos de la entubación se sitúan en la parte baja, en la formación más permeable (areniscas, fundamentalmente). La temperatura se mantiene constante durante los primeros 20 m y a partir de ahí, a medida que se

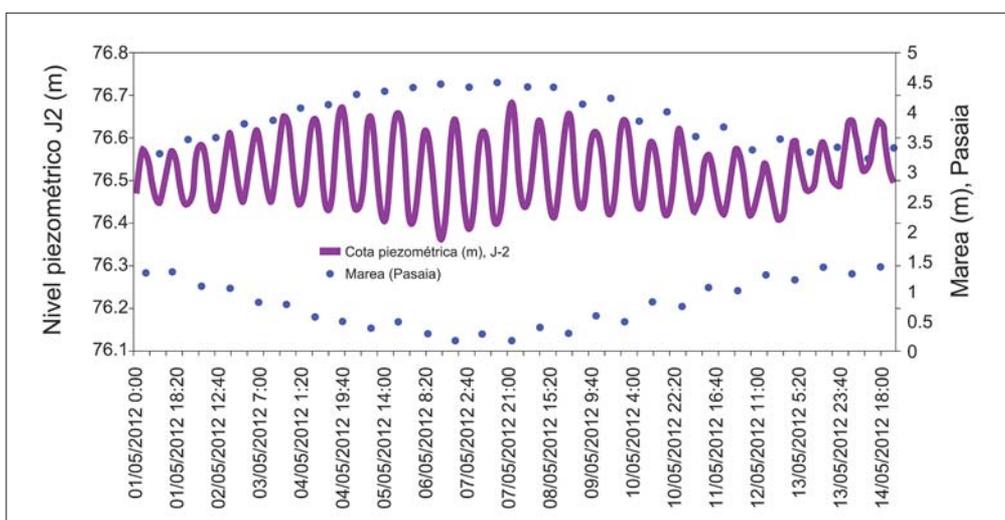


Fig. 4. - Evolución del nivel piezométrico en J-2 versus altura de la marea en Pasaia.
4. Irudia. J-2ko maila piezometrikoaren eboluzioa versus Pasaiaiko marearen altuera.

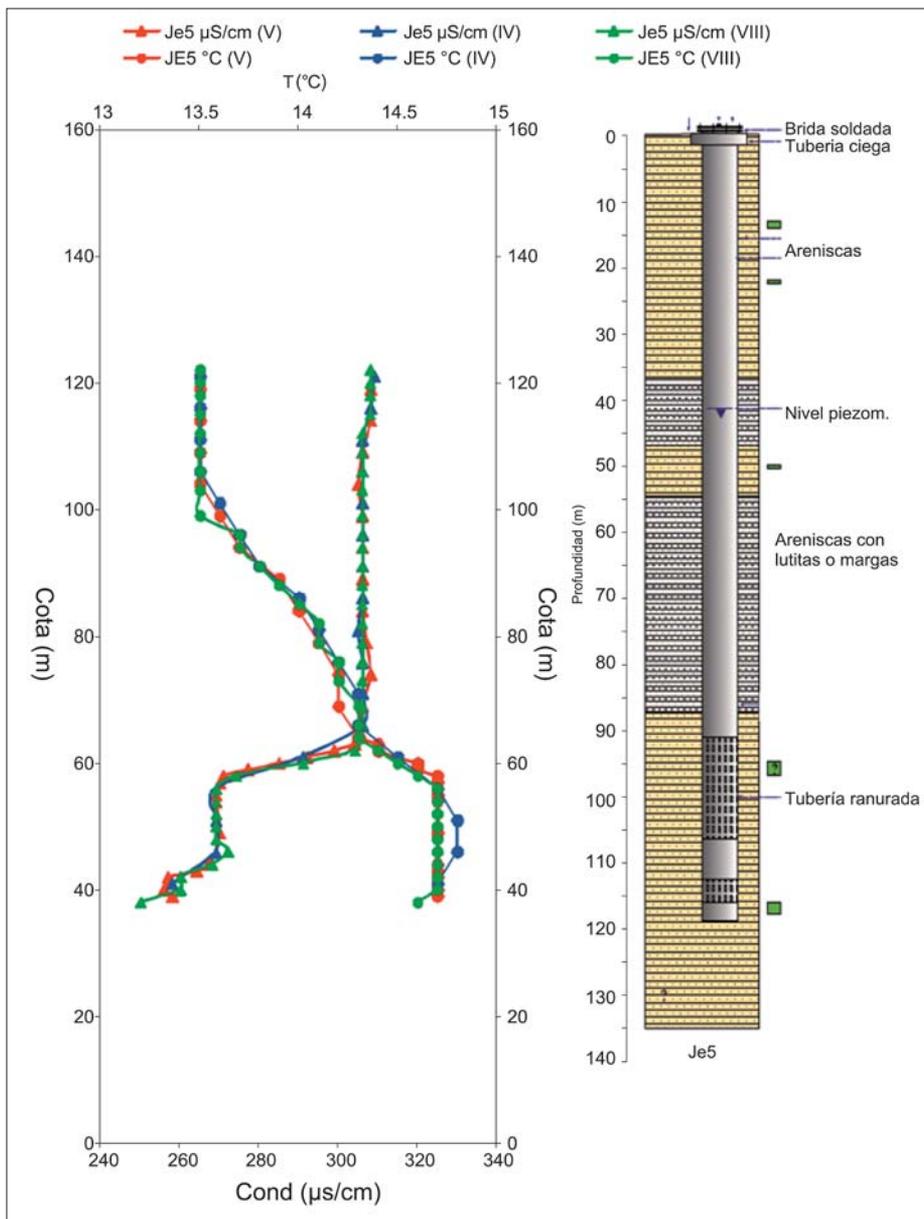


Fig. 5. - Diagramas realizadas en el pozo JE5 entre Abr. y Ago. 2012.
5. Irudia. JE5 putzuan 2012ko Api. eta Abu. artean egindako diagramiak.

desciende en el sondeo, empieza a ascender de forma más o menos constante, pasando en 40 m de 13,5 a 14,7 °C (gradiente: 3 °C/100 m). Es ahí donde se encuentra la zona ranurada superior. A partir de ese tramo la temperatura se mantiene de nuevo constante. La CE se mantiene invariable, sobre 305 µS/cm, hasta la zona ranurada, lugar en el que experimenta un importante descenso, hasta los 270 µS/cm; ésta es el agua que entra al sondeo, y a la altura de la segunda zona ranurada vuelve a descender hasta 250 µS/cm.

La columna de agua hasta la profundidad del tramo ranurado está prácticamente estancada, poco renovable. Esto justificaría el mantenimiento de los valores de CE, con aguas que deben de corresponder a entradas antiguas. Las aguas que en los momentos de las diagramas atraviesan el sondeo por alguno de los tramos ranurados son aguas de menor mineralización (CE del orden de 260-270

µS/cm) que, en parte, se mezclan con las previas generando los saltos observados. El mantenimiento de la temperatura en los primeros 20 m de la columna podría explicarse por el efecto regulador del aire en la parte superior del sondeo. Su descenso entre 100 y 60 m da un gradiente de 3 °C /100 m, que podría ser una aproximación al gradiente geotérmico de esta zona geográfica. En otros pozos (JE6, JE7) las diagramas indican un flujo vertical en el interior del pozo, entre tramos abiertos a distinta profundidad, lo que evidencia que los propios sondeos pueden conectar distintos niveles acuíferos si tienen tubería ranurada en ellos. Esto hace que haya que interpretar con precaución los registros, y que éstos cubran diferentes situaciones hidrológicas, para poder extraer conclusiones precisas.

Entre el 24.09.2012 y 10.10.2012 se realizan ensayos de bombeo. Los valores de transmisividad (T) obtenidos,

mediante los métodos de interpretación habituales (Theis, Jacob, Hantush), presentan cierta variación espacial. JE9, JE3, JE5 y DJH4 muestran una T similar (en torno a 60 m²/d), aunque en el primero desciende a la mitad por el efecto de una barrera negativa, que puede relacionarse con un límite impermeable cercano. En el sondeo JE2 la T es del orden de 20 m²/d y en JE1 próxima a 30 m²/d. Esta variación espacial en los valores de T es acorde con el esquema de acuífero multicapa que estamos considerando para esta Masa de Agua. Es, además, coherente con una cierta heterogeneidad espacial de la función transmisiva de las diferentes formaciones acuíferas.

Junto al sondeo JE5 y al sondeo DJH4 existen sendos sondeos (JE5 bis y DJH4 bis), a una distancia de unos 20 m, que se han utilizado como pozos de observación para extraer más información de los ensayos. Esto ha permitido calcular el Coeficiente de Almacenamiento (S), indicativo de la función capacitiva de un acuífero. Los valores obtenidos oscilan entre $4,2 \cdot 10^{-4}$ y $9,6 \cdot 10^{-4}$, normales en acuíferos confinados o, incluso, semi-confinados, lo que también es acorde con el esquema conceptual considerado. La aproximación de Hantush, para acuíferos semi-confinados, permite estimar la permeabilidad vertical del acuitardo (K') en 0,0034 y 0,0075 m/d, para el caso de esos dos sondeos (DJH4, JE5). Este valor, a pesar de las incertidumbres asociadas, es indicativo del papel que pueden estar jugando los acuitardos, como transmisores de agua, entre los acuíferos del sistema multicapa que supone esta Masa de Agua.

Ya anteriormente se ha hecho mención a la práctica inexistencia de afección desde los pozos bombeados a los pozos del entorno; sólo en algún caso se ha observado un descenso (el caso citado del bombeo en JE5 sobre el JE4) del orden de 15 cm. De todas maneras, hay que tener muy presente que la duración de los ensayos de bombeo (casi 1 día en el caso de los individuales), si bien permite el cálculo de los parámetros hidrogeológicos básicos (T, S), no permite, sin embargo, evidenciar los efectos que bombeos más prolongados, en condiciones de explotación, pudieran tener en el entorno. Lo que sí muestran los ensayos efectuados es la no existencia de descensos claros en los

sondeos del entorno. A la vista de los datos de T y S calculados, los radios de influencia esperables en los ensayos de esa duración están entre 200 y 500 m, lo que explicaría lo observado.

La Fig. 6 muestra la variación de la cota piezométrica (m) y de la conductividad eléctrica (CE, $\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en el pozo JE5 en un periodo de tiempo que incluye un bombeo en él realizado. Sirve como ejemplo de interés que este seguimiento detallado ofrece para ir aclarando la complejidad del esquema de flujos, en este caso en condiciones de bombeo. Este produce un descenso del nivel de unos 18 m en el propio pozo bombeado, nivel que se recupera de forma inmediata una vez finalizado el bombeo, lo que evidencia la capacidad del acuífero afectado para suministrar el caudal demandado durante el tiempo de bombeo. Sin embargo, la figura indica que no siempre es el mismo tipo de agua la que está en el pozo. Esta presenta variaciones súbitas significativas de CE, entre 260 y 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$; también la temperatura muestra variaciones similares, no mostradas en la figura. Los cambios observados son consecuencia del efecto del bombeo, que moviliza tanto el agua de los niveles productivos asociados como la presente en el pozo antes del bombeo (Fig. 5). Obviamente, la interpretación de este tipo de gráficas es específica para cada sondeo, por lo que hace falta series de datos más largas, en condiciones diferentes, y en más pozos para poder extraer conclusiones con valor para el conjunto multicapa de la Masa de Agua.

Por otro lado, justo antes del inicio y justo después del final de los ensayos de bombeo se muestrearon las aguas de los sondeos para su posterior analítica. La primera de ellas la realizó Servicios de Txingudi el día 12.09.2012, y la segunda la Diputación Foral el 08.10.2012. Los resultados analíticos muestran que los bombeos han producido algunos cambios en la conductividad eléctrica de las aguas, aumentando ésta en la mayoría de los pozos (JE1, JE3, JE9, DJH4), pero disminuyendo en otros (JE2 y JE10). Estos cambios, si bien de escasa entidad, son indicativos de una cierta movilización de agua entre los pozos por efecto de los bombeos, aunque ésta no haya sido suficiente para provocar descensos sustanciales en el nivel piezométrico.

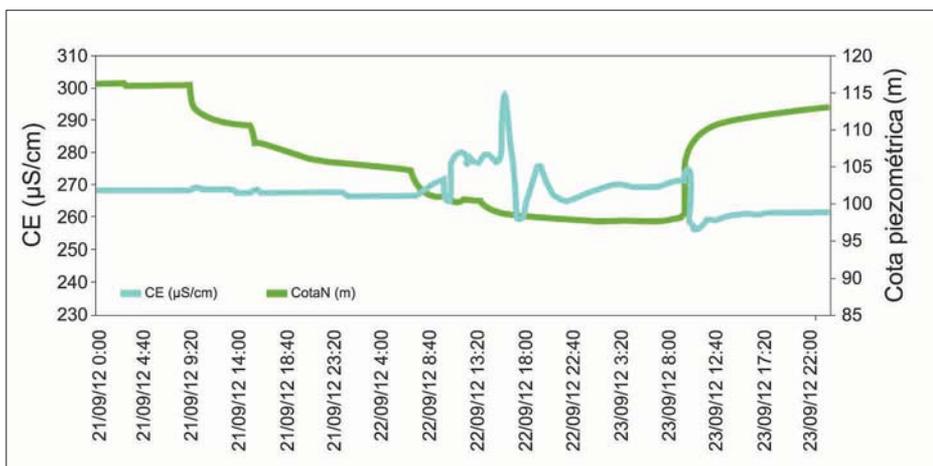


Fig. 6. - Variación de la cota piezométrica (m) y de la conductividad eléctrica (CE, $\mu\text{S}/\text{cm}$) registrada en JE5. **6. Irudia.** JE5en erregistratutako cota piezometrikoen (m) eta eroankortasun elektrikoaren (CE, $\mu\text{S}/\text{cm}$) aldaketa.

Antes de iniciarse los bombeos hay aguas de características similares en JE9 y JE10 (CE en torno a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en JE2 y JE3 (sobre 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$), y en JE1 y DJH4 (175 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Después de los bombeos se produce una aparente homogeneización de las aguas en los sondeos JE1, JE2 y DJH4, próximos entre sí, situándose la CE en valores cercanos a 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. También tras los bombeos, destaca el aumento de CE en JE3 (ligeramente por encima de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$), alcanzando valores similares a los que antes del bombeo tienen JE9 y JE10). Destaca, sobre todo, el ascenso de la CE que se produce en JE9, sobrepasando los 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Estas observaciones hay que ponerlas en relación con las diferencias en los flujos de las aguas subterráneas antes y después de los bombeos. La homogeneización de las aguas en algunos sondeos, así como la aparición de aguas de mayor o menor mineralización en otros, indica la afección en cada sondeo de distintos niveles productivos.

CONCLUSIONES

Este artículo actualiza el conocimiento sobre la hidrogeología de la Masa de Agua de Jaizkibel, sobre todo a partir de la integración de diversas técnicas de investigación utilizadas a lo largo de 2012 en un estudio promovido por la Diputación de Gipuzkoa. La Fig. 7 pretende mostrar el esquema conceptual de este conocimiento.

Se evidencia que estamos en presencia de un sistema multicapa: formaciones de areniscas, con un importante comportamiento acuífero, se alternan con formaciones, de naturaleza más lutítica, con un carácter acuitardo. El resultado es un conjunto de niveles productivos (acuíferos) más o menos individualizados por los acuitardos. La complejidad asociada a este tipo de sistema se manifiesta en las observaciones efectuadas en los sondeos. Así, los registros verticales (diagráfias) muestran diferencias en el tipo de agua presente en los pozos, e incluso en cada uno de ellos cuando son bom-

beados. Los ensayos de bombeo realizados han permitido estimar los parámetros hidrogeológicos básicos: transmisividad (T) entre 20 y 60 m^2/d , con heterogeneidad espacial y presencia puntual de efecto de barrera negativa, y coeficiente de almacenamiento (S) entre 0,004 y 0,009, propios de acuíferos confinados, o semi-confinados, acorde con el sistema multicapa.

El seguimiento piezométrico llevado a cabo en una importante red de pozos, evidencia una organización de los flujos subterráneos desde el SO de la vertiente norte del Jaizkibel hacia el NE, donde se localizan los mananciales más importantes. Los altos gradientes hidráulicos deducidos entre pozos cercanos hacen pensar en su relación a través de acuitardos. Ahora bien, los datos permiten distinguir claramente dos tipos de flujo: uno más profundo, observado en los pozos, con aguas más mineralizadas, y otro más somero, sub-superficial, que alimenta las numerosas regatas vertientes al mar. Los mananciales (Artzu, Justiz, Errota) parecen corresponder a zonas de descarga de esos dos flujos, si bien el más profundo debe de descargarse, en buena medida, directamente al mar. Más que la disposición de los estratos, buzantes hacia el NO, parece ser su vergencia y, quizás, la fracturación, la que facilita el sentido principal SO-NE.

El control continuo de niveles en un buen número de sondeos permite confirmar la falta de vías preferenciales de flujo subterráneo. La recarga de las aguas de precipitación se produce de forma lenta, difusa, sin que se observen variaciones significativas de nivel en esos momentos, aspecto éste acorde con el sistema multicapa. El hecho de que los flujos profundos sean de aguas más mineralizadas está indicando procesos de disolución del cemento calcáreo de los materiales detríticos, dando aguas de clara facies bicarbonatada cálcica. En contraposición, los flujos más someros circulan por materiales mucho más lavados, lo que justifica su menor mineralización y la mayor variabilidad de caudales observada en las regatas.

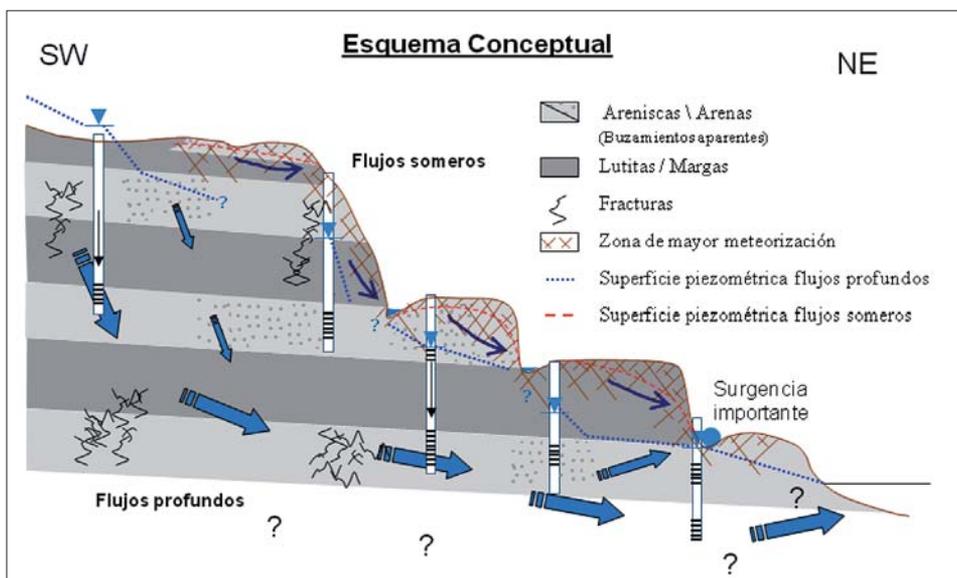


Fig. 7. - Esquema conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la Masa de Agua Subterránea Jaizkibel. 7. Irudia. Jaizkibel Lurrazpiko Ur Masaren funtzionamendu hidrogeologikoaren eskema kontzeptuala.

Los ensayos de bombeo realizados, con caudales del orden de los 20 l/s, sólo en algunos casos han mostrado influencia entre pozos cercanos, escasa en cualquier caso, con descensos de nivel en pozos de observación de unos pocos centímetros. Ahora bien, hay que señalar que estos ensayos han sido de muy corta duración (casi 1 día) como para poder evidenciar efectos que, en su caso, sólo en bombeos más prolongados llegarían a observarse. En cualquier caso, no se ha evidenciado afección alguna a los caudales de las regatas, ni de las surgencias, lo que puede explicarse por el hecho de que los bombeos afectan al flujo profundo, y no al somero.

Finalmente, aunque con este estudio se ha mejorado el conocimiento hidrogeológico de la Masa de Agua Jaizkibel, la infraestructura actualmente disponible (pozos, dispositivos de control) permite hacer un seguimiento más exhaustivo de los procesos hidrogeológicos en juego. Las técnicas utilizadas aportan claridad, pero requieren de series de datos más largas, y en distintas condiciones hidrogeológicas, incluyendo, sobre todo, el control de los bombeos, para poder extraer conclusiones que vayan completando el esquema conceptual.

BIBLIOGRAFÍA

- Bredenhoef, J.D. 1967. Response of well-aquifer systems to Earth tides. *J. Geophys. Res.* 72: 3075-3087.
- Diputación Foral de Gipuzkoa-Servicio Geológico del Ministerio de Obras Públicas-Euroestudios-Ingemisa S.A. 1986. *Estudio de evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos del Territorio Hº de Gipuzkoa.*
- Diputación Foral de Gipuzkoa-Ente Vasco de la Energía (EVE)-Geyser S.A.-Ingemisa S.A. 1993. *Estudio Hidrogeológico de la cadena costera (Gipuzkoa).*
- Diputación Foral de Gipuzkoa-Hydrolur. 2011. *Propuesta del perímetro de protección de las captaciones de Jaizkibel para el abastecimiento a la mancomunidad de aguas del Txingudi.*
- Diputación Foral de Gipuzkoa-Hydrolur. 2012. *Mejora en el conocimiento Hidrogeológico de la masa de agua subterránea Jaizkibel = Jaizkibel lurpeko ur-masaren ezagutza hidrogeologikoa hobekuntza.*
- Ente Vasco de la Energía-EVE. 1996. *Mapa Hidrogeológico del País Vasco.* Escala 1:100.000. 377 + Anexos.
- Fernández de Ortega, I. 2007. *Hidrogeología de las Sierras de Badaia y Arkamo (U. H. Calizas de Subijana, País Vasco).* Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Ferris, J.G. 1951. Cyclic fluctuations of water level as a basis for determining aquifer transmissibility. *Int. Assoc. Sci. Hydrol. Publ.* 33: 148-155.

Petrología de las concreciones carbonatadas de Jaizkibel (Eoceno, Gipuzkoa)

Jaizkibelgo konkrezio karbonatodunen petrologia (Eozeno, Gipuzkoa) Petrology of carbonate concretions of Jaizkibel (Eocene, Gipuzkoa)

Irati Nogales^{1*}, Arantza Aranburu^{1,2}, Michel Molia³

¹Dpto. Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU. Sarriena s/n, 48980 Leioa.

²Geo-Q/Sociedad de Ciencias Aranzadi, Leioa.

³Ch. du Grand Basque 4, 64100 Bayonne

* Correspondencia: arantza.aranburu@ehu.es

RESUMEN

Este artículo aporta información petrológica sobre las denominadas "paramoudras" del Eoceno de Jaizkibel, formación montañosa que pertenece a la Cadena Terciaria Costera que se encuentra cerca del límite con Francia, en Gipuzkoa. Aunque estas concreciones están presentes en todo el litoral guipuzcoano, la zona de muestreo se localiza en Irupuntxa, donde afloran de forma espectacular. Las muestras estudiadas han sido 3 nódulos en total, mediante 9 láminas delgadas. Tras el estudio descriptivo macroscópico y petrológico realizado se ha podido observar que los nódulos no son concreciones silíceas sino carbonatadas. Por ello, el término paramoudra no sería correcto ya que esa denominación es utilizada para concreciones silíceas. Se propone, en cambio, utilizar el término pseudoparamoudra.

PALABRAS CLAVE: Concrección, paramoudra, petrología, Jaizkibel, Eoceno.

LABURPENA

Artikulu honek Jaizkibelen azaleratzen diren Eozeno garaiko paramoudra deituriko konkrezioei buruzko informazio petrologikoa gehitzen du. Jaizkibel, formazio menditsua, Tertiario garaiko Kostako Mendikateen parte da eta Frantziaren mugatik gertu dago, Gipuzkoan hain zuzen ere. Nahiz eta konkrezio hauek itsasertz osoan zehar agertu, laginketa gunea Irupuntxa izan zen bertako azaleramendua baita liluragarriena. Ikertutako laginak 3 izan dira guztira eta 9 xafra meheen azterketa egin da. Deskribapen makroskopiko eta azterketa petrologikoaren bitartez ikusi ahal izan da noduluak ez direla silizezko konkrezioak, paramoudren definizioan agertzen den gisara, karbonatodunak direla baizik. Beraz, paramoudra terminoa ez da egokia eta "pseudo-paramoudra" erabiltzea gomendatzen da.

GAKO-HITZAK: Konkrezio, paramoudra, petrologia, Jaizkibel, Eozeno.

ABSTRACT

This paper provides petrological information about paramoudras of the Eocene from Jaizkibel, mountain formation belong to Tertiary Coast Range, which is in the boundary with France, in Gipuzkoa. These concretions appear in all the coast of Gipuzkoa, but the sampling area was Irupuntxa, where they are more spectacular. The concretion samples studied were 3 by 9 thin sections. After macroscopic description and petrological study of the concretions, the main conclusion is that the nodules are not siliceous, and they are carbonated. Thus the term paramoudra is not suitable because this expression is used to siliceous concretion and we suggest to use "pseudo-paramoudra" (or pro-paramoudra in english).

KEY WORDS: Concretion, paramoudra, petrology, Jaizkibel, Eocene.

INTRODUCCIÓN

El monoclin de Jaizkibel se encuentra en el noreste del territorio guipuzcoano, cerca del límite con Francia. Esta formación montañosa con alineación NE-SW pertenece a la Cadena Terciaria Costera y tiene una dimensión de 2.424 ha y alcanza una altura máxima de 547 m.

Parece ser que su nombre de origen era Oleartzu y que Jaizkibel era la parte trasera del monte, derivando de la conjunción de las palabras *haitz gibel*. Es un lugar de gran interés naturalístico, destacado en la Red Natura 2000 y en el inventario de LIG de la CAPV. El objetivo de este trabajo es describir y contribuir a conocer la causa de las concreciones decimétricas que afloran dentro de los niveles siliciclásticos, más areniscosos, del Eoceno. Para ello se ha realizado un estudio de las muestras facilitadas por Michel Molia, partiendo de una descriptiva mediante lupa binocular, y estudios petrológicos mediante microscopio óptico.

CONTEXTO GEOLÓGICO

El entorno estudiado se sitúa en el límite oeste de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica (CVC), más concretamente en la parte noreste. Esta cuenca se crea mediante una fase de distensión tectosedimentaria en la época Jurásico-Cretáceo, en una fase rift relacionada con la apertura del Golfo de Vizcaya (Vera *et al.*, 2004).

La característica más destacada de la CVC, debido a la fuerte subsidencia tectónica sufrida, es la gran potencia de la sucesión Mesozoica, en particular la del Cretáceo, con un espesor acumulado que ha sido estimado entre 12.000 y 17.000 m (EVE, Jaizkibel 40 – IV, 1991). La CVC recibió aportes marinos hasta el Eoceno superior (quizás hasta el Mioceno), periodo en el que dio comienzo la sedimentación continental, resultado de la emersión provocada por la Orogenia Alpina.

En la actualidad, la CVC se encuentra dividida en tres partes tectosedimentarias (Vera *et al.*, 2004): Arco Vasco,

Plataforma Norcastellana, Surco Navarro-Cántabro (Fig. 1). En Jaizkibel afloran materiales pertenecientes a la unidad tectónica de San Sebastián, de edades entre el Mastrichtiense y el Eoceno inferior (EVE, Jaizkibel 40 – IV, 1991) y que pertenecen al norte del Arco Vasco (Fig. 1). Todos ellos son de carácter marino.

Las principales litologías de la cadena costera están formadas por crestones areniscos métricos, que forman resaltes en el terreno, y alternancia de lutitas/margas y finas capas de areniscas, que afloran en zonas más deprimidas. Esta alternancia siliciclástica aflora en la parte alta y vertiente Norte del Monte Jaizkibel y son de edad Eocena. Tras la fase de compresión ligada a la Orogenia Alpina la sucesión estratigráfica presenta una orientación N40°-60°E.

Son escasos los estudios geológicos detallados realizados en el entorno de Jaizkibel y/o sobre las unidades detríticas equivalentes que afloran en Igueldo, por ejemplo. Por tanto, la descriptiva estratigráfica general está basada, fundamentalmente, en el informe realizado por EVE en los mapas 1:25.000 de la Comunidad Autónoma Vasca (CAV) y en Pujalte *et al.* (2000).

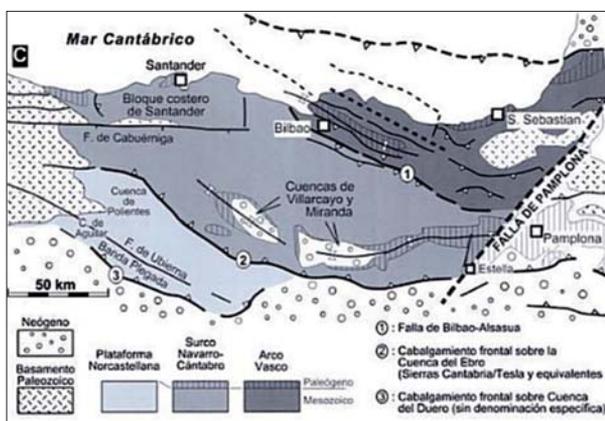


Fig. 1. - División de la Cuenca Vasco-Cantábrica: Arco Vasco, Surco Navarro-Cántabro y Plataforma Norcastellana. Fuente: Geología de España, 2004.
1. Irudia. Eusko Kantauriar Arroaren banaketa: Euskal Arkua, Nafar-Kantauriar hildoa eta Ipargaztela Plataforma. Iturria: Geología de España, 2004.

Descripción estratigráfica

Los materiales terciarios son los que afloran con mayor extensión y forman una sucesión terrígena potente donde se han diferenciado dos litologías principales (Fig.3): (1) areniscas de cemento calcáreo estratificadas con graduación positiva y dispuestas en bancos potentes de orden métrico y (2) lutitas que se alternan con las areniscas citadas anteriormente. Posee una tectónica de zócalo que no es visible pero la limitación de bloques hace que haya cambios de potencia en las series sedimentarias.

El registro sedimentario es limitado en el tiempo pero continuo. Los materiales del Flysch del Terciario son turbidíticos y fueron depositados en condiciones de transgresión marina. La sedimentación se dio en una amplia cuenca marina donde la entrada de sedimentos se producía principalmente desde las plataformas "pirenaicas".

Condiciones tectosedimentarias

La paleogeografía del Cretácico superior-Paleógeno inferior del dominio oeste pirenaico se puede simplificar y entender como una vaguada de gran profundidad estirada en dirección E-W (Fig. 2). En el norte y en el sur estaba flanqueada por áreas amplias y relativamente llanas, que correspondían a márgenes distales de cuencas *foreland*. Durante la mayor parte del Cretácico superior, el área se situaba en el sur de la vaguada y mantenía la geometría de una rampa, mientras que durante el Paleógeno inferior (Paleoceno y Eoceno medio) fue invadido repentinamente por plataformas carbonatadas. Durante el Paleoceno, las plataformas carbonatadas también dominaron las áreas llanas del norte, aunque la sedimentación siliciclástica aumentó de manera importante durante el Eoceno. Las zonas de cuenca, además de la lluvia hemipelágica, recibieron tanto aportes de carbonatos de grano grueso como de sedimentos siliciclásticos. Estos sedimentos, de cualquier manera, representan la resedimentación de los sedimentos de las plataformas carbonatadas flanqueadas. Estas últimas proceden en su mayoría del Pirineo oriental, el cual estaba parcialmente emergido durante el Paleógeno inferior y estaba sometido a una erosión activa. Algunos de los depósitos siliciclásticos fueron exportados en sistemas fluvio-deltaicos que después se desarrollaron en cuencas *piggy-back*. El resto de los materiales fueron exportados al fondo de las cuencas, donde fueron acumulados en grandes sistemas turbidíticos siliciclásticos (Pujalte *et al.*, 2000).

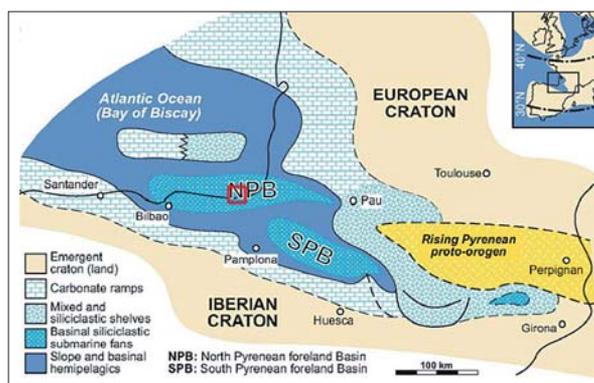


Fig. 2. - Marco paleogeográfico de Europa y Pirineos durante el Eoceno. La localización actual de Jaizkibel se encuentra marcado mediante un recuadro de color rojo. Imágenes modificadas de Payros & Martínez (2013).

2. Irudia. Europa eta Pirinioen eskema paleogeografikoa. Jaizkibelgo gaur egungo kokapena karratu gorri baten bitartez adierazita agertzen da (Payros & Martínez, 2013-tik eraldatutako irudia).

Desde el final del Cretácico hasta el Eoceno superior, se dio el desplazamiento de la Placa Ibérica hacia el Norte unos 150 km en relación a la Placa Europea. El cambio de condiciones trajo efectos sedimentarios y paleogeográficos:

- Hacia el final del Danés comienza una actividad tectónica dentro de la cuenca que favorece la destrucción parcial de esas plataformas. Durante esta época se generaron cañones submarinos que se rellenaron durante el Thanetiense. La sedimentación fue prácticamente continua, los fenómenos erosivos

basales estarían relacionados con un descenso relativo del nivel marino.

- En el Ypresiense se produce una homogeneización de la sedimentación generándose potentes series flyschoides y sistemas turbidíticos. Estos últimos constituyen el “Flysch terciario” y constituirían grandes conos submarinos depositados en condiciones de transgresión marina (EVE, Jaizkibel 40-IV, 1991).

Esta serie sugiere que la cuenca turbidítica del Eoceno debía tener una extensión de unas decenas de kilómetros cuadrados (EVE, Jaizkibel 40-IV, 1991).

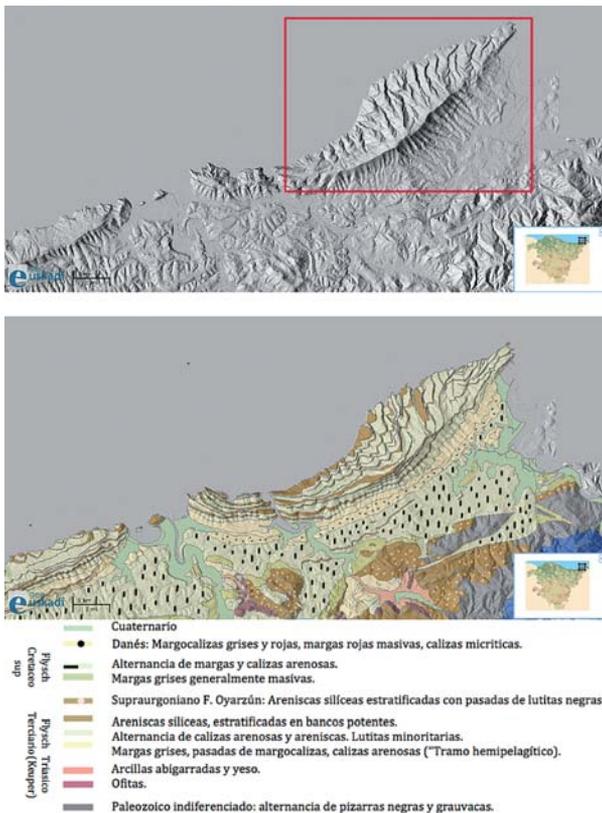


Fig. 3. - a) Imagen LIDAR de la zona de Jaizkibel donde esta alineación montañosa se encuentra marcada mediante un recuadro rojo. b) Imagen donde aparece superpuesta la geología de la zona (Imágenes modificadas del visor Geoeuskadi).

3. Irudia. a) Jaizkibel guneko lidar argazkia, mendilerroa karratu gorri baten bitartez adierazita agertzen da. b) Guneko geología gainjarrita agertzen den irudia (Geoeuskadi bisoretik eraldatutako irudiak).

OBJETIVOS

Las areniscas de Jaizkibel son conocidas tanto por su colorido (minerales/aportes de hierro) como por las diversas formas de erosión que presentan. Algunas de ellas, localizadas en la zona costera, son muy espectaculares constituyendo un lugar de indudable valor geológico indudable (Lugares de Interés Geológico, de la CAPV, LIG115, LIG136, www.irekia.euskadi.net).

En los últimos años, han sido varias las notas publicadas por Aranzadi en torno a las “paramoudras de Jaiz-

kibel” (Galan *et al.*, 2009, entre otros). Estas concreciones se desarrollan en areniscas carbonáticas y adoptan diferentes formas: esféricas, cilíndricas, serpentiniformes, ánforas... Presentan un cordón central de pequeño diámetro (5-7 mm), que se asemeja a una bioturbación. La concreción es de carácter envolvente y se desarrolla a partir del centro o bioturbación. Pueden llegar a tener 2-3 m de desarrollo vertical y 6-8 m de subhorizontal (Galan *et al.*, 2009), aunque los más comunes son de escala centimétrica. En el caso de las formas esféricas los tamaños varían entre 10-20 cm y 1 m de diámetro, con un promedio en torno a 55 cm (Galan *et al.*, 2008). Según estos autores, basándose en los trabajos de Bromley (1975) y Bromley *et al.* (1975), las paramoudras son concreciones silíceas (madriguera) construidas alrededor de *Bathichnus paramoudrae*.

El objetivo de este trabajo es describir y conocer la razón de estas concreciones decimétricas que afloran en los niveles siliciclasticos del Eoceno más areniscosos, a partir del estudio petrológico comparativo de las distintas partes de las concreciones y la roca-caja.

ÁREA Y MÉTODOS DE ESTUDIO

Las concreciones ligadas a la serie siliciclástica terciaria afloran en todo el litoral Gipuzkoano, desde Jaizkibel hasta el ratón de Getaria, pasando por el monte Ulia e Igeldo, pero el lugar donde afloran de manera más espectacular es en Irupuntxa (Jaizkibel) (X. 592.380,60; Y 4.802.917,06; Nivel 16) (Fig. 4). El lugar toma una extensión de 14 ha y en él desemboca el arroyo Erantzintxabaleta.

La metodología empleada para el estudio de las concreciones se ha centrado en la descriptiva macroscópica de las muestras de mano, con la ayuda de una lupa binocular Leica ZOOM 2000, y el estudio petrológico de 9 láminas delgadas, dos de la roca caja y las demás de las concreciones mediante microscopio petrográfico Olympus BX50.



Fig. 4. - Localización de la zona de muestreo en el Monoclinal de Jaizkibel mediante un recuadro rojo. La zona es comúnmente conocida con el nombre de Irupuntxa. Imágenes modificadas del visor Geoeuskadi.

4. Irudia. Laginketa gunearen kokapena karratu gorri baten bitartez Jaizkibel monoklinalean. Gunea Irupuntxa izenarekin ezagutzen da (Geoeuskadi bisoretik eraldatutako irudiak).

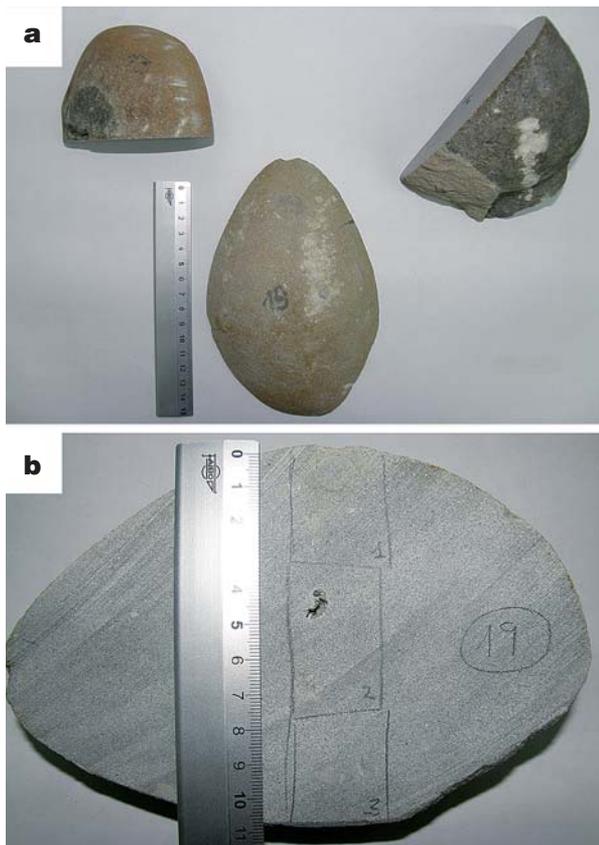


Fig. 5. - Nódulos carbonatados. A) Morfología y tamaño de los nódulos. B) Posición de las láminas delgadas en el nódulo. La primera lámina toma parte del cordón central para ver posible tipo de tránsito, gradación o erosión. Las otras dos abarcan el resto de la concreción.

5. Irudia. Karbonatodun noduluak. a) Noduluen tamaina eta morfologia. b) Xafla meheen kokapena noduluan. Lehenengo xaflak tutu zentrala barne hartzen du, iragatea, gradazioa edo higadura badagoen ikusteko. Beste bi xaflak konkrezioaren gainontzeko azalera hartzen dute.

Las concreciones estudiadas han sido 3 en total. Presentan formas elipsoidales de 17x11 cm (Fig. 5a). Macroscópicamente, el cordón o zona central se diferencia por una mayor proporción de arcilla de color verdoso. El cordón tiene forma ovalada de dimensión de 2x1 cm, con un espesor medio de 2 mm. El interior y el exterior del cordón muestran las mismas características: color marrón claro con una trama comprendida mayormente por cuarzos bastante angulosos. Estos cuarzos muestran las mismas características que los de la zona central pero en este caso la proporción de arcilla es mayor. Microscópicamente, el cordón tiene un tamaño de 1,2 cm y muestra una morfología circular (Fig. 6a, 6b). Se puede observar menor tamaño de grano en las inmediaciones del interior de la bioturbación (Fig. 6c, 6d). Al igual que se puede ver macroscópicamente, la trama del cordón es idéntica a la del nódulo y está constituida por cuarzo, feldespato potásico, glauconita y moscovita. La única diferencia es la cantidad de filosilicatos, que constituye la matriz, ya que estos son abundantes y marcan el perímetro del cordón.

Al realizar las láminas delgadas de los nódulos se ha intentado abarcar todos los diferentes tramos haciendo láminas de manera transversal. Una de las láminas de la concreción ha sido realizada tomando parte del cordón central o la bioturbación, para poder ver si hay algún tipo de tránsito, gradación o erosión. (Fig. 5b).

RESULTADOS

Petrología de los Nódulos/Concreciones

Los nódulos están formados por areniscas de grano medio, de tipo protocuarcita (Selley, 1977), con una cementación diferencial por reemplazamiento de calcita. El tamaño de grano oscila entre 0,7 mm y 0,1 mm, siendo la

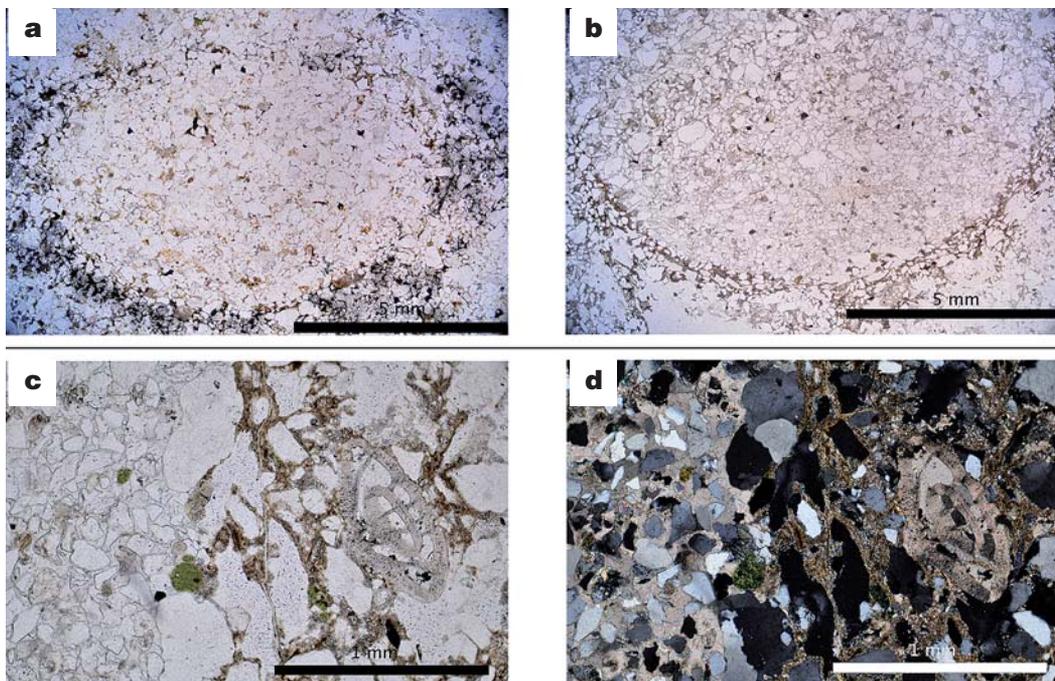


Fig. 6. - Imágenes de la bioturbación, el perímetro de éste está marcado por una mayor proporción de arcilla. A) Imagen de la bioturbación en la roca caja. B) Imagen de la bioturbación en el nódulo. C) Menor tamaño de grano en las inmediaciones de la bioturbación, PPL. D) Menor tamaño de grano en las inmediaciones de la bioturbación, XPL.

6. Irudia. Bioturbazioaren irudiak, hau buztin proportzio handiago batez adierazita agertzen da. a) Bioturbazioaren itxura arroka kaxan. b) Bioturbazioaren itxura noduluaren barnean. c) Pikor tamaina txikiagoa bioturbaziotik gertu, PPL. d) Pikor tamaina txikiagoa bioturbaziotik gertu, XPL.

media 0,4 mm (la más abundante). En cuanto a la morfología de las partículas de arena, muestran una baja esfericidad, son bastante angulosas y la selección es *poorly sorted*. La mineralogía de la trama está compuesta por granos de cuarzo, moscovita, glauconita y feldespato potásico. Además, también aparecen intraclastos carbonatados y bioclastos.

El cuarzo es el 90% de la trama, de éstos el 55% es monocristalino y el 35% restante policristalino. El tamaño de grano de estos varía entre 0,7-0,1 mm, los mayores teniendo una tendencia a ser monocristalinos. Se observa una gran heterogeneidad en cuanto a la forma, ya que algunos son bastante angulosos mientras que el perímetro de otros está bastante bien redondeado.

La glauconita aparece en una proporción menor, siendo el 4% de la trama, al igual que el feldespato potásico. La moscovita es muy escasa y forma el 1% de la trama. El tamaño longitudinal de estos varía entre el 1,5-0,05 mm, siendo el 0,5 mm el más abundante. Este mineral aparece adaptado a los demás granos.

En cuanto al contenido fosilífero se pueden encontrar fragmentos de albeolinidos, briozoos, foraminíferos

aglutinadores, foraminíferos de tipo monoseriados y bi-seriados, placas y espinas de equinodermos, miliolidos y conchas (Fig. 7).

Los intraclastos son muy escasos, no llegan al 1% de la trama y son fragmentos de marga. En el interior de algunos de ellos se pueden observar foraminíferos bentónicos. En cuanto a la matriz, se observa algo de pseudomatriz creada a partir de la deformación de los intraclastos. Pero lo que predomina en toda la lámina es la calcita de tamaño esparita (Fig. 8a).

La calcita, con cristales xenomorfos, se extiende por el nódulo de manera generalizada. Es el espacio intergranular el que se encuentra ocupado cristales poiquilóticos (tamaño <0,3 mm) (Fig. 8b). A lo largo de la lámina delgada aparece sustituyendo los granos de cuarzo.

Son varios los procesos diagenéticos diferenciados en el interior de las concreciones:

1. *La bioturbación* muestra una morfología circular que comprende el tamaño de 1,2 mm en lámina delgada y ovalada de 2x1 cm en la muestra de mano. Macroscópicamente y microscópicamente, se observa que la trama del cordón es idéntica a la del nódulo, dife-

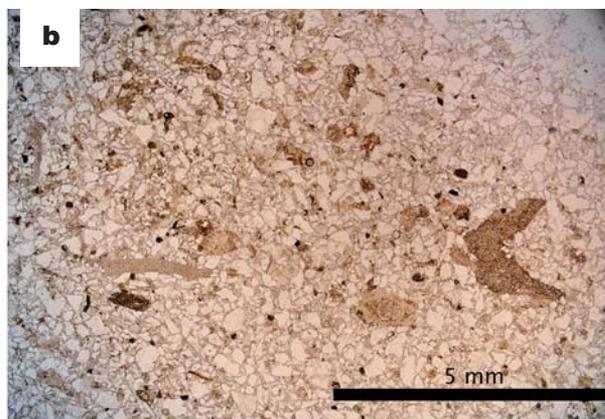
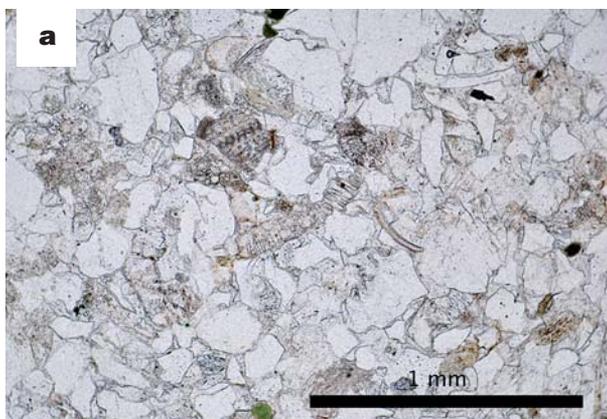


Fig. 7. - Contenido fosilífero del interior del nódulo.

7. *Irudia.* Nodulu barnean agertzen den fosilen edukia.

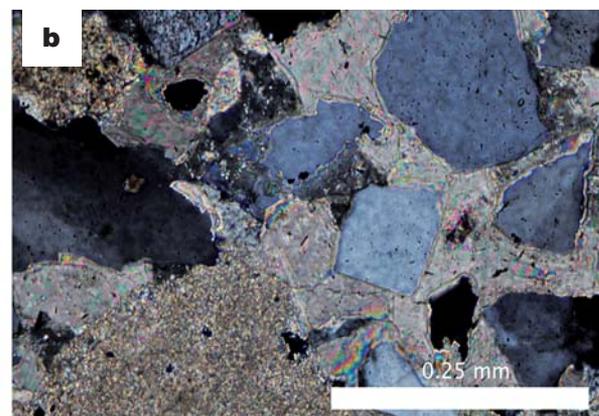
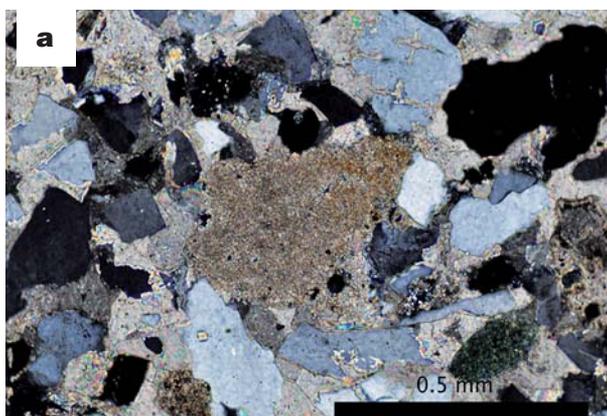


Fig. 8. - Pseudomatriz recrystalizada creada a partir de la deformación de los intraclastos. a) Intraclasto recrystalizado rodeado de calcita poiquilótica. b) Cristales de calcita xenomorfos que ocupan el espacio intergranular.

8. *Irudia.* Birkristaldutako pseudomatriz intraklastoen deformazioen bitartez eratutakoak. a) Birkristaldutako intraklastoa kaltzita poikilotopikoz inguratuta. b) Pikorren hutsuneak betetzen dituen kaltzitazko kristal xenomorfoak.

renciándose por la abundancia de la matriz formada por filosilicatos que marcan el perímetro del cordón.

2. *El reemplazamiento* comienza en un núcleo y va aumentando, hasta, en algunos casos, englobar los granos de alrededor (cristales poiquilótópicos) (Fig. 9).
3. *La recristalización*, tanto de la matriz de fango carbonatado, como de las placa de equinodermo, es de tipo equidimensional idiomorfo (Fig. 10).

Petrología de la Roca Caja

En el estudio petrográfico de la roca caja se puede observar que el tamaño de grano varía entre 0,6-0,1 mm, teniendo un tamaño medio de 0,3 mm. Por lo que nos encontramos frente a una arenisca siliciclástica de grano medio-fino.

La trama de la roca la componen cuarzo, feldespato potásico, glauconita, moscovita, biotita e intraclastos. Además de estos aparecen minerales pesados como turmalina o pirita. El más abundante es el cuarzo que comprende el 90% de la trama. El 80% de este cuarzo es monocristalino,

por lo que el 20% restante es policristalino. La mayoría de los cuarzoes monocristalinos enseña una extinción ondulante heredada. La glauconita comprende tamaños entre 0,3-0,1 mm y es el 2-3% de la trama. La moscovita es menos común y los tamaños oscilan entre el 1,2-0,1 mm. También aparecen intraclastos de arcilla que, debido a la compactación, aparecen deformados formando una pseudomatriz.

Esta roca es una protocuarcita, según Selley (1977), o subarcosa, según Pettijohn, Potter & Siever (1973).

La textura de la roca es grano-soportada, con casi nula presencia de matriz detrítica, a excepción de las zonas bioturbadas donde relativamente incrementa la proporción de arcilla. Se observan vestigios de compactación por presión-disolución, mediante contactos suturados y contactos triples entre granos de cuarzo. El cemento, muy escaso, es de cuarzo y como es frecuente en las rocas siliciclásticas con poca matriz (<5%, Dutton and Diggs, 1990), precipita alrededor de los granos, en el caso del sintaxial, y entre los granos, cuando es microcuarzo (<0,1 mm) o chert.

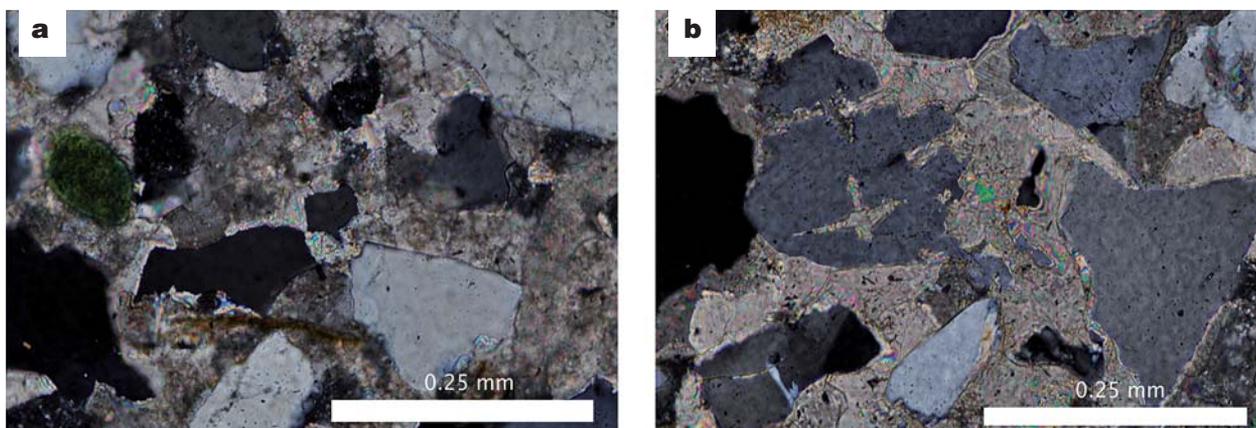


Fig. 9. - Reemplazamiento del cuarzo mediante la calcita en el interior del nódulo. A) Frontes de reemplazamiento. B) El reemplazamiento, además de darse en el exterior de los granos, también se da en el interior.

9. Irudia. Kaltzitaren bidezko kuartzoaren ordezkapena noduluaren barnean. a) Ordezkapen fronteak ikus daitezke. b) Ordezkapena pikorren kanpoaldean emateaz gain, barnekaldean ere ematen da.

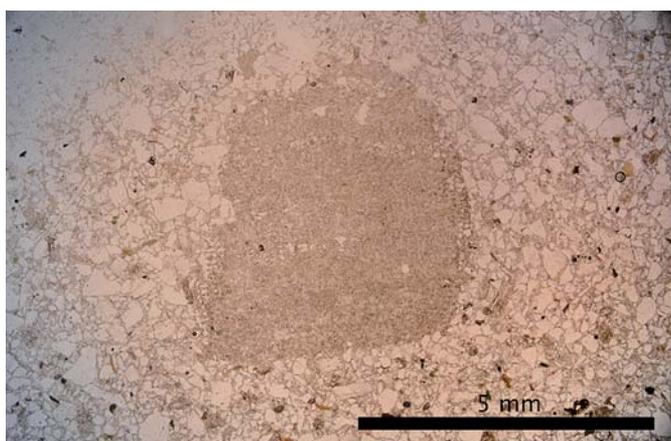


Fig. 10. - Recristalización del tipo equidimensional idiomorfo de una placa de equinodermo.

10. Irudia. Ekinodermatu plaka baten birkristaltzea. Birkristaltze hau ekidimensional idiomorfo motatakoa da.

Son varios los procesos diagenéticos diferenciados en el interior de la roca caja:

1. La compactación: pseudomatriz (Fig. 11).
2. La presión-disolución: los rasgos de este proceso aparecen de manera generalizada mediante contactos suturados y contactos triples entre granos de cuarzo (Fig. 12).
3. La cementación: el cuarzo syntaxial precipita sobre los granos de cuarzo sin llegar a cubrir del todo. El microcuarzo equidimensional aparece en la modalidad de chert, rellenando alguna porosidad intergranular (Fig. 13).

CONCLUSIONES

Mediante el estudio descriptivo macroscópico y petrológico realizado en las distintas muestras de roca estudiadas, se ha podido observar que los nódulos (definidos como paramoudras por Galán *et al.*, 2009) no son concreciones silíceas sino carbonatadas.

Aunque desde el punto de vista mineralógico el cuarzo es el mineral predominante, éste solamente se encuentra en las partículas detríticas. En este caso, la concreción se genera por la presencia de cristales de carbonato cálcico en torno a las bioturbaciones, quizás favorecido por una mayor proporción de matriz calcárea existente en el sedimento.

Por ello estas concreciones deberían ser denominadas pseudoparamoudras (paramoudra like). Breton, G. (2006) recomienda utilizar el término proparamoudras para las concreciones o paramoudras de naturaleza carbonatada. En lengua española, sin embargo, uno de los significados del prefijo pro- es ante, delante de, lo que podría llevar a entender, de forma errónea, que la calcificación es la fase anterior a la silicificación. Por ello entendemos que, al menos en español, la designación del término pseudoparamoudra podría ser más adecuado.

En el estudio petrográfico de estas concreciones se ha podido observar que tanto la roca caja como el nódulo están compuestos por el mismo tipo de arenas (cuarzo, feldespato, glauconita y moscovita, mayormente), siendo la única diferencia la mínima cementación de naturaleza silícea en la roca caja y mayor presencia de carbonato en las concreciones. En la roca caja los granos aparecen con marcas de compactación (contactos suturados y puntos triples) mientras que en el nódulo se observan grandes cristales poiqui-

lotópicos de calcita, como resultado de procesos de reemplazamiento (de la sílice, entre otros), y presencia de matriz sedimentaria. La roca caja tiene una textura grano-soportada, mientras que el nódulo es matriz-soportada.

La mayor proporción de matriz en las concreciones puede estar relacionada con la acción de la bioturbación y mezcla de sedimentos. La matriz, incorporada al sedimento mediante la bioturbación, podría ser el precursor de la carbonatación.

Comparando la historia diagenética de la roca con la de los nódulos podemos inferir una secuencia compuesta por: sedimentación de las arenas turbidíticas, bioturbación, carbonatación, compactación y cementación silícea.

1. Sedimentación: se dio en una cuenca turbidítica en un ambiente de transgresión marina. Los nódulos, únicamente se encuentran en los niveles de rellenos de canal microconglomeráticos y areniscosos de tamaño de grano medio-grueso. El aporte bioclástico a las arenas procede de las plataformas someras que bordeaban la cuenca. La sedimentación autóctona está presente a lo largo de toda la secuencia y en las distintas litologías descritas. La bioturbación puede dar lugar a la mezcla de sedimentos, introduciendo matriz (de carácter margoso) en el interior del nivel más arenoso del relleno de canal.
2. Carbonatación: en los lugares donde abunda la matriz de naturaleza carbonatada se da la recristalización, creando de esta manera los nódulos. La formación de los cristales de esparita durante la diagénesis fue temprana, ya que no se observan huellas de compactación física o modificación de la fábrica por carga o presión tectónica posterior (la roca caja, sin embargo, sí presenta). La recristalización inicial de la matriz pudo dar pie a los procesos de reemplazamiento, por incorporación de carbonato procedente de la compactación de las margas y la litificación.
3. Compactación y Presión-Disolución: los sedimentos soportaron una gran compactación al disminuir el espacio en el que se encontraban. En este proceso, mediante contactos triples y contactos saturados (relación presión-disolución) se consigue adecuar al espacio. De esta manera se crearon fluidos silíceos.
4. Silicificación: este proceso tiene lugar en las areniscas donde la compactación no ha cerrado del todo la porosidad. Es muy minoritario, y de carácter isoquímico, donde el cemento de sílice procede de la disolución por presión de los propios granos (detríticos) de la trama.

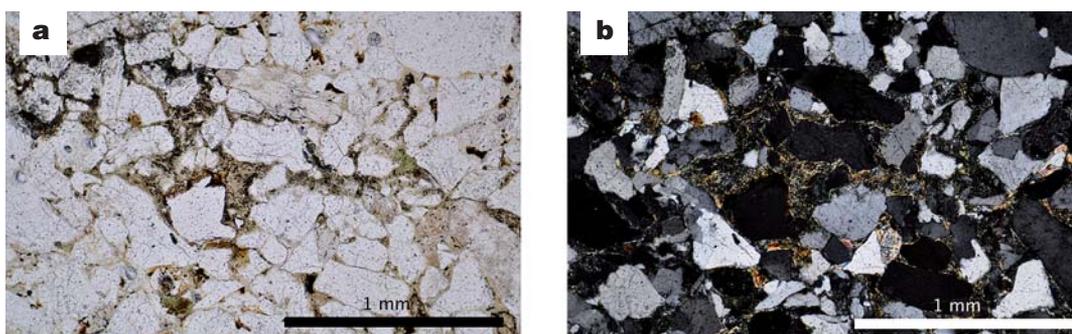


Fig. 11. - Zona bioturbada donde la proporción de arcilla incrementa. A) PPL. B) XPL.

11. Irudia. Bioturbazioa jasandako gunea, bertan buz-tinezko proportzioa handiagoa da. a) PPL. b) XPL.

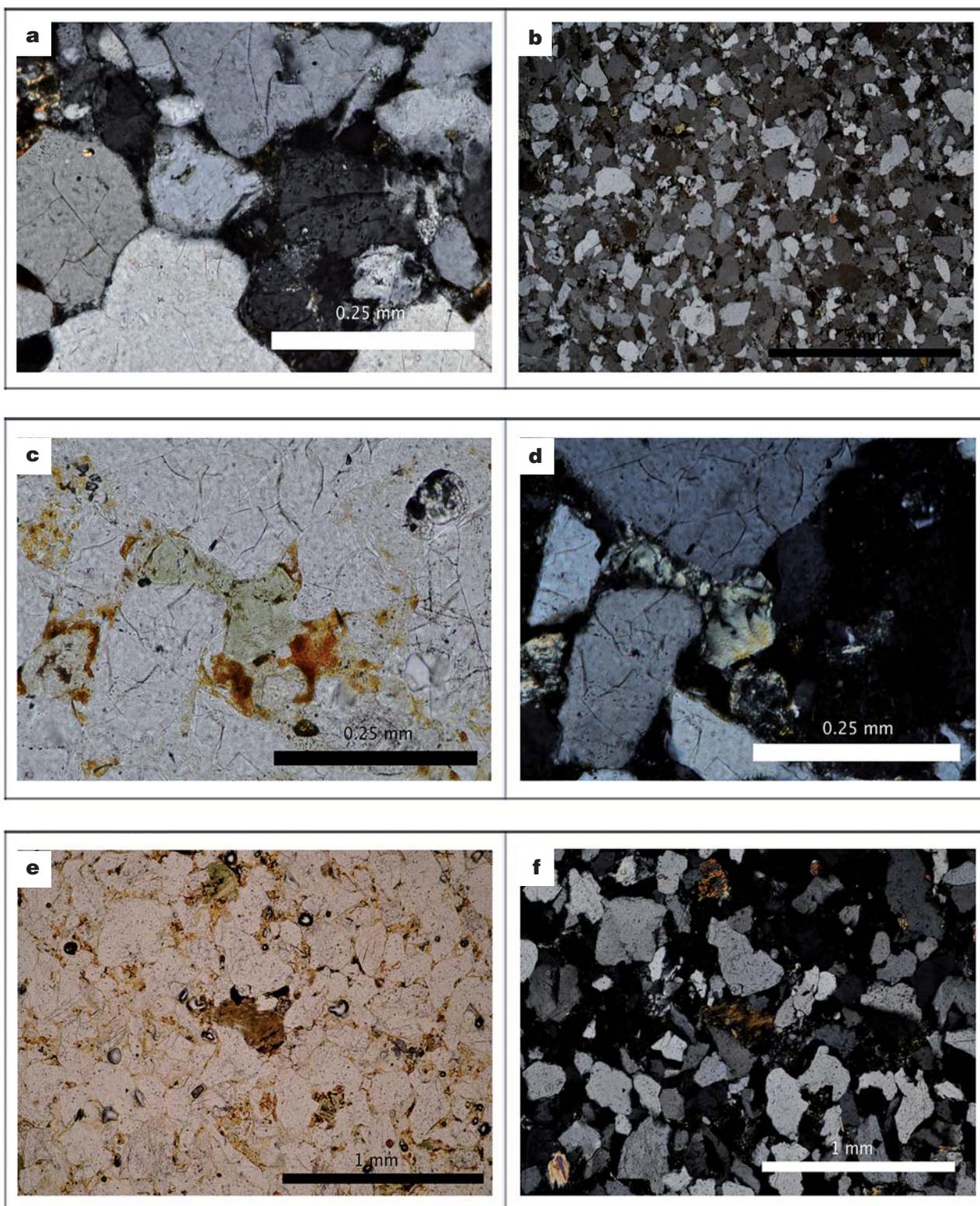


Fig. 12. - Compactación. a) Contacto triple entre granos de cuarzo monocristalinos. b) Contactos puntuales, triples y suturados. c) Clorita deformada tras la compactación entre granos de cuarzo, PPL. d) Clorita deformada tras la compactación entre granos de cuarzo, XPL. e) Pseudomatriz entre granos de cuarzo, PPL. f) Pseudomatriz entre granos de cuarzo, XPL.

12. Irudia. Trinkadura. a) Kontaktu hirukoitza kuartzo monokristalen pikorren artean. b) Kontaktu puntual, hirukoitza eta suturatuak. c) Kuartzozko pikorren artean deformatutako klorita, PPL. d) Kuartzozko pikorren artean deformatutako klorita, XPL. e) Intraklastoen bitartez, kuartzozko pikorren artean, garatutako pseudomatriza, PPL. f) Intraklastoen bitartez, kuartzozko pikorren artean, garatutako pseudomatriza, XPL.

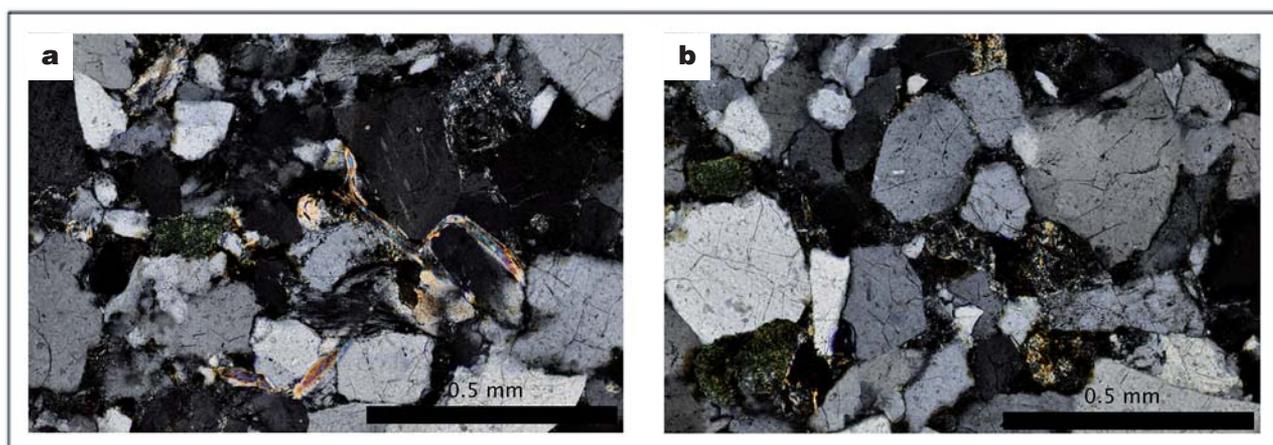


Fig. 13. - Microcuarzo equidimensional. a) El microcuarzo equidimensional aparece en la modalidad de chert; además, se observa cómo la moscovita se encuentra totalmente plegada y adecuada a los granos del entorno. b) El microcuarzo aparece rellenando la porosidad intergranular. En su interior hay un foraminífero bentónico.

13. Irudia. Mikrokuartzo ekidimentsionala. a) Mikrokuartzo ekidimentsionala chert moduan agertzen da, gainera, moskovita erabat tolestuta dagoela ikus daiteke, inguruko pikorrei erabat egokituta. b) Pikorren arteko hutsunea betez agertzen da mikrokuartzoa, bere barnean foraminifero bentoniko bat agertzen delarik.

BIBLIOGRAFÍA

Breton, G. 2006. Paramoudras... Et autres concrétions autor d'un terrier. *Bull. Inf. Géol. Bass.* 43(3): 18-43.

Dutton, S. P., T.N. Diggs. 1990. History of quartz cementation in Lower Cretaceous Travis Peak Formation, east Texas. *J. Sediment. Petrol.* 60: 195.

Ente Vasco de la Energía. 1991. *Mapa geológico del País Vasco, Irun 41 – III.* Escala 1:25.000. EVE.

Ente Vasco de la Energía. 1991. *Mapa geológico del País Vasco, Jaizkibel 40 – IV.* Escala 1:25.000. EVE.

Galán, C., Molia, M., Nieto, M. 2009. *Paramoudras en arenisca de la Formación Jaizkibel.* Disponible en Web: <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/webs/Publicaciones/pdfs/Galan-Molia.Paramoudras.pdf>

Galán, C., Molia, M., Nieto, M., Rivas, J. 2008. *Nuevos datos sobre paramoudras y concreciones relacionadas en Jaizkibel e Igeldo (Pseudokarst en arenisca del Flysch Eoceno, Gipuzkoa).* Disponible en web: <http://www.aranzadi.eus/fileadmin/webs/Publicaciones/pdfs/Paramoudras.T.pdf>.

Payros A., Martínez-Bracerías, N. 2014. Orbital forcing in turbidite accumulation during the Eocene greenhouse interval. *Sedimentology.* doi: 10.1111/sed.12113

Pujalte, V., Robles, S., Orue-Etxebarria, X., Baceta, J.I., Payros, A., Larruzea, I.F. 2000. Uppermost Cretaceous-Middle Eocene strata of the Basque-Cantabrian Region and western Pyrenees: a sequence stratigraphic perspective. *Rev. Soc. Geol. España* 13: 191-211.

Vera, J.A. (Ed.). 2004. *Geología de España.* IGME. Madrid.

Comunidades bentónicas de los fondos aledaños a Jaizkibel (Golfo de Vizcaya)

Jaizkibel inguruko hondoetako komunitate bentikoak (Bizkaiko Golkoa)

Benthic communities on bottoms around Jaizkibel (Bay of Biscay)

Florencio Aguirrezabalaga^{1,2*}

¹ Donostiako Irakasleen U.E., Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV-EHU, Oñati plaza 3, 20018 Donostia-S. Sebastián.

² S.C. INSUB E.K., Zemoia 12, 3223 P.K., 20013 Donostia-S. Sebastián.

* Correspondencia: p.aguirrezabalaga@ehu.es

RESUMEN

En este trabajo se sintetiza y resume el conocimiento que se tiene sobre las comunidades bentónicas que habitan los fondos (rocosos y blandos; intermareales y sublitorales) de la zona de Jaizkibel. Para ello, se han revisado los principales trabajos que han sido publicados (artículos, libros) sobre esos temas, así como otros materiales e informes inéditos. Se describen las distintas comunidades bentónicas que han sido identificadas y señaladas en aguas de Jaizkibel, a la vez que se relacionan con las categorías EUNIS (European Nature Information System).

PALABRAS CLAVE: Comunidades bentónicas, EUNIS, fondo blando, fondo rocoso, Golfo de Vizcaya, intermareal, Jaizkibel, sublitora.

LABURPENA

Lan honetan Jaizkibel inguruko hondoetan (arrokatsuak nahiz bigunak; mareartekoak nahiz mareazpikoak) bizi diren komunitate bentikoei buruz dugun ezagutza laburbiltzen da. Horretarako, gai horien inguruan argitaratu diren lan nabarmenenak (artikuluak, liburuak) eta hainbat argitaratugabeko txosten eta material aztertu eta berrikusi dira. Jaizkibelgo uretan identifikatu eta aipatu izan diren komunitate bentikoak deskribatzen dira eta, era berean, EUNIS (European Nature Information System) kategoriekin erlazionatzen dira.

GAKO-HITZAK: Bizkaiko Golkoa, EUNIS, hondo arrokatsua, hondo biguna, Jaizkibel, Komunitate bentikoak, mareartea, sublitorala.

ABSTRACT

This work summarises the knowledge on the benthic communities inhabiting the bottoms (rocky and soft bottoms; intertidal and sublittoral) situated in the area of Jaizkibel. With this aim, the majority of the publications (papers, books) and unpublished reports and data on this theme have been revised and analyzed. The different benthic communities identified and designed in Jaizkibel waters are described and, at the same time, they are related with the EUNIS categories (European Nature Information System).

KEY WORDS: Bay of Biscay, Benthic communities, EUNIS, intertidal, Jaizkibel, rocky bottom, soft bottom, sublittoral.

INTRODUCCIÓN

El monte Jaizkibel es una formación montañosa perteneciente a la Cadena Terciaria Costera, que se extiende desde la bocana de Pasajes hasta el Cabo de Higuer. Se sitúa en la parte noreste de Gipuzkoa y da nombre a la *Formación Jaizkibel*, que es la alineación montañosa que desde Zumaia al Cabo Higuer forma una resistente barrera que separa la costa de las zonas del interior. Formada durante el Eoceno, está constituida por una potente sucesión de gruesos estratos de arenisca cuarzosa, de tonos amarillos y cemento calcáreo, entre los que se intercalan delgados niveles arcillosos o lutitas, de aspecto pizarroso. Esta serie estratigráfica se asienta sobre el denominado *Flysch de Gipuzkoa*, serie alternante de calizas, areniscas y margas, que se formó durante el Paleoceno. A finales del Eoceno, hace unos 40 millones de años, durante la *fase pirenaica* de la Orogenia Alpina, estos materiales se pliegan, se elevan del fondo marino y dan lugar a un relieve monoclinal abrupto y escarpado que llega directamente al mar (Torres & Viera, 1998).

Su vertiente septentrional, enfrentada directamente al mar, presenta un relieve abrupto, con acantilados que en su parte occidental pueden llegar a alcanzar una altura

de 240 m. Se va suavizando hacia el este, alternándose con pequeñas calas, donde las acumulaciones detríticas de materiales finos son escasas.

Las características geológicas, geográficas e hidrodinámicas determinan la naturaleza del sustrato donde se desarrollan las comunidades bentónicas, entre las que se distinguen aquellas que habitan fondos blandos (arena, fango...) de las que se desarrollan sobre sustrato rocoso. En Jaizkibel, entre Pasajes y el cabo de Higuer, los fondos marinos predominantes en las aguas más someras son de naturaleza rocosa. Un cinturón rocoso se extiende paralelamente a la línea de costa y perpendicularmente a la dirección predominante de las olas (Galparsoro *et al.*, 2010), llegando hasta la isobata de 20-40 m de profundidad. Apenas algunas zonas arenosas en pequeñas calas o en zonas como Azabaratza, donde se sitúa una zona de acumulación de sedimento (Fontán *et al.*, 2006), rompen la continuidad de estos fondos. A partir de esta profundidad la naturaleza del fondo cambia. En la zona occidental de Jaizkibel, en general, el sustrato está formado por fondos blandos, constituidos por sedimentos de grano fino -arenas, arenas fangosas, fangos arenosos, principal-

mente,- mientras que en la parte más oriental son más abundantes los fondos mixtos dominados por rocas (Galparsoro *et al.*, 2010).

El hidrodinamismo producido por la acción del oleaje y las mareas es uno de los principales factores que determinan las características de las comunidades macrobentónicas del litoral costero (San Vicente *et al.*, 1992), especialmente de las propias de la zona intermareal. Debido a su orientación N y NO (coincidente con la de los vientos dominantes), a su falta de protección frente al oleaje, y por las características del régimen hidrodinámico prevalente, la costa de Jaizkibel es una costa muy expuesta.

El régimen mareal de la costa vasca es de tipo semidiurno (en un período de tiempo de unas 24 horas se alternan dos mareas bajas con otras dos mareas altas), y tiene una amplitud de marea máxima de 4,4 m en las mareas vivas equinocciales y una mínima de 2,2 m, en las mareas muertas (Iribar & Ibáñez, 1979).

La costa vasca, situada en la zona más interna del Golfo de Bizkaia, en su ángulo SE, muestra unas características biogeográficas marcadamente distintas a las del resto de las regiones del Golfo, y se caracteriza por la predominancia de especies de aguas cálidas-templadas (de afinidad meridional) y por una menor presencia de especies de aguas más frías (de afinidad septentrional). Estas diferencias quedan reflejadas tanto en la flora como en la fauna, pero son mucho más marcadas cuando se observa la fisonomía de las comunidades algales. La flora que habita los fondos rocosos de la costa vasca se distingue por la ausencia total o casi total (en las zonas intermareal y sublitoral, respectivamente) de las grandes fucáceas y laminariáceas (feofíceas) y por la dominancia de especies de rodofíceas de aguas cálidas-templadas. Así, las densas poblaciones de algas feofíceas, tan abundantes en las costas atlánticas del norte de Europa, desaparecen al llegar a la costa vasca y, progresivamente, vuelven a reaparecer a partir de la zona occidental de la costa de Bizkaia y de la costa de Cantabria, para alcanzar otra vez su mayor desarrollo en las costas gallegas y del norte de Portugal. Fue Sauvageau (1897) quien observó e indicó por primera vez la similitud de la vegetación algal de las costas de Galicia y Bretaña, y su diferencia con la de la costa vasca, que mostraba un carácter más propio de costas más meridionales.

Más adelante, Fischer-Piette (1935, 1938, 1955a, 1955b, 1956) profundizó en el estudio de estas "anomalías" proponiendo una explicación a este fenómeno, que denominó como "meridionalización", al igual que, más tarde, harán Ibáñez (1978, 1989) e Ibáñez *et al.* (1980). El factor fundamental para explicar estas anomalías biogeográficas es la temperatura (Fischer-Piette, 1935; Borja & Gorostiaga, 1990). Las diferencias térmicas que se producen entre el interior del Golfo de Bizkaia (costa vasca) y sus extremos (Galicia y Bretaña) son producidas por dos fenómenos distintos. Por una parte, durante la época estival (Abr.-Nov.) se produce un calentamiento de las masas de agua superficiales del interior del Golfo, donde

se forma una bolsa de agua más cálida cuya temperatura máxima se alcanza en Ago. Al mismo tiempo, en las costas gallegas se produce un afloramiento de aguas profundas frías y ricas en nutrientes (upwelling) que, comenzando en May., alcanza su máximo en Jul.-Ago. y la primera mitad de Sep., y se extingue en Oct. (Fraga, 1981). Las diferencias térmicas máximas entre las costas vasca y gallega se producen en Ago., y mientras que en la costa de Gipuzkoa la temperatura superficial del agua de mar puede rebasar los 22 °C (la temperatura media del agua de mar tomada en el Aquarium de Donostia entre 1950 y 1989 fue de 21,9 °C), en Galicia se sitúa entre 17-19 °C (Servain, 1977; Casares, 1987). Esta conjunción de factores explicaría, por tanto, las diferencias que se observan en las comunidades bentónicas dentro del Golfo de Bizkaia (Díez *et al.*, 2000). Al estar situado Jaizkibel en el punto más interno del Golfo, esta tendencia meridional es muy marcada.

El efecto de todos estos factores condiciona las características de las comunidades bentónicas que habitan los fondos intermareales y submareales. El objetivo de este trabajo es revisar el conocimiento actual sobre las comunidades bentónicas próximas a Jaizkibel.

COMUNIDADES BENTÓNICAS

Borja *et al.* (2004), en el capítulo 18 del libro titulado *Oceanography and marine environment of the Basque Country* (Eds Borja & Collins), describen las características de las distintas comunidades bentónicas que habitan los fondos marinos de la costa vasca. Excepto las propias de ambientes estuarinos (que las podremos encontrar en el interior del estuario del Bidasoa), en el área de Jaizkibel se desarrollan la mayor parte de las comunidades que se han descrito para los fondos blandos y rocosos de la plataforma continental de la costa vasca. El trabajo citado es una referencia obligada cuando tratamos de comunidades bentónicas de la costa vasca. En el área de Jaizkibel se han llevado a cabo numerosos trabajos con el objeto de estudiar las comunidades bentónicas de sus fondos, entre los que podríamos destacar los realizados por Sarasua *et al.* (1984), Pérez Celorrio *et al.* (1985), AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU (1993), Borja *et al.* (1995) y Martínez *et al.* (2007).

La descripción de las comunidades se hará distinguiéndolas primeramente en función de las características del sustrato en el que se desarrollan (sustrato blando o rocoso), y, dentro de cada categoría, entre las que habitan la zona intermareal o la zona submareal/sublitoral. En las Tablas 1 y 2 se señala la relación entre las distintas comunidades y los hábitats aceptados por EUNIS.

COMUNIDADES DE FONDO ROCOSO

Comunidades del intermareal

Los ecosistemas intermareales se desarrollan en el espacio que queda al descubierto entre la bajamar y la pleamar. La altura y extensión de esta franja intermareal

Clasificación EUNIS			Descripción	Zonación mareal
B3- Acantilados, cornisas y costas rocosas, incluido el supralitoral				
B3.1 Roca supralitoral (zona de líquenes o de salpicaduras).	B3.11 Roca supralitoral y de la franja litoral con líquenes o pequeñas algas verdes.	B3.111 Roca supralitoral con líquenes amarillos o grises. B3.113 Roca de la franja litoral con <i>Verrucaria maura</i> .	Costa rocosa que se extiende en la franja supralitoral (intermareal superior) y en la zona supralitoral (>4,4m). La parte superior del supralitoral está cubierto por el líquen <i>Xanthoria parietina</i> , mientras que la inferior la ocupa el líquen de color negro <i>Verrucaria maura</i> . En los niveles más bajos se pueden encontrar ejemplares de los moluscos <i>Melarhapha neritoides</i> y <i>Patella rustica</i> , y cinturones estacionales del alga cloroficea <i>Blidingia minima</i> .	Supralitoral ----- Intermareal
A1- Roca litoral y otros sustratos duros				
A1.1 Roca litoral de alta energía.	A1.11 Comunidades de mejillones y/o balanos.	A1.112 <i>Chthamalus</i> spp en rocas del litoral superior de zonas expuestas.	Compacto cinturón del cirripedo <i>Chthamalus stellatus</i> que cubre la zona mediolitoral superior de la costa rocosa.	Intermareal
	A1.12 Comunidades de fucáceas robustas y/o algas rojas.	A1.121 <i>F. spiralis</i> f. <i>limitaneus</i> en rocas del litoral superior de zonas muy expuestas.	Aunque poco común en la costa vasca, sin embargo en paredes subverticales muy batidas de la zona mediolitoral superior el alga parda <i>Fucus spiralis</i> var. <i>limitaneus</i> forma un cinturón bien desarrollado.	
		A1.122 <i>Corallina elongata</i> (ahora <i>Ellisolandia elongata</i>) en rocas del litoral superior de zonas muy expuestas.	Comunidad ampliamente extendida desde el mediolitoral inferior de la costa rocosa hasta el margen de la zona infralitoral. Está dominada por las alga rojas calcáreas. <i>E. elongata</i> , que da nombre a la comunidad, y <i>Lythophyllum incrustans</i> , que tapiza las rocas. Otras especies abundantes son las algas <i>Cladostephus spongiosus</i> , <i>Ceramium</i> sp. y <i>Jania rubens</i> , y las lapas <i>P.vulgata</i> y <i>P. depressa</i> .	
A1.4 Estructuras singulares de roca litoral.	A1.41 Comunidades de charcas litorales.	A1.411 Charcas litorales dominadas por incrustaciones de coralina.	Pozas pequeñas y someras del eulitoral en costas expuestas y muy expuestas, que están tapizadas por algas calcáreas, entre las que destacan <i>E. elongata</i> y <i>L. incrustans</i> . Pueden albergar importantes poblaciones del erizo <i>Paracentrotus lividus</i> , que en las rocas más blandas forman cavidades redondeadas donde habitan.	
A3- Roca infralitoral y otros sustratos duros				
A3.1 Roca infralitoral de alta energía	A3.15 Comunidades algales frondosas (que no sean Laminariáceas).	A3.152 <i>Gelidium comeum</i> en fondo rocoso y rocas infralitorales muy expuestas.	Se sitúa entre 0-10/15m de profundidad en costas rocosas expuestas a la acción de las olas con baja o moderada sedimentación de arena. Puede extenderse hasta los 25m de profundidad mezclada con el alga parda <i>Cystoseira baccata</i> . Normalmente son abundantes las algas epifitas en primavera (<i>Dyctiota dichotoma</i>) y verano (<i>Plocamium cartilagineum</i>). Las rocas permiten la existencia de otras especies como <i>Mesophyllum lichenoides</i> , <i>Zanardinia prototypus</i> , <i>E. elongata</i> , <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> y <i>Cryptopleura ramosa</i> .	Intermareal ----- Sublitoral
		A3.151 <i>Cystoseira</i> spp en fondos rocosos y roca infralitoral expuesta.	Sobre sustrato rocoso que se extiende desde el límite inferior de la comunidad de <i>Gelidium</i> hasta 20-25m de profundidad con tasa de sedimentación baja. Normalmente cubierta por distintas comunidades bentónicas que forman una zonación continua de macroalgas y macrobentos, limitada por la profundidad, turbidez, tasa de sedimentación, orientación del estrato y la exposición. En zonas expuestas la zonación se describe como <i>Cystoseira baccata</i> , <i>C. baccata</i> - <i>Laminaria ochroleuca</i> (5-20m) y <i>H. flicina</i> (20-25m).	
	A3.22 Comunidades de Laminariáceas y algas en zonas protegidas de las corrientes de marea.	A3.226 <i>Halopteris flicina</i> con costra coralina sobre rocas infralitorales en medios moderadamente expuestos.	propuesto según EUNIS 2008	Sublitoral
A4- Roca circalitoral y otros sustratos duros				
A4.1 Roca circalitoral moderadamente expuesta atlántica y mediterránea.	A4.22 Arrecifes de <i>Sabellaria</i> sobre roca circalitoral.	A4.22 <i>Sabellaria spinulosa</i> encostrada sobre roca circalitoral.	Este tipo de hábitat se encuentra en sustratos rocosos, rocas y cantos circalitorales de medios moderadamente expuestos y con corrientes de marea de intensidad moderada. Se caracteriza porque el sustrato rocoso está cubierto por una densa costra formada por el polítiqueto <i>Sabellaria spinulosa</i> .	

Tabla 1. - Comunidades bentónicas de fondo duro y clasificación EUNIS (European Nature Information System).
1. Taula. Hondo gogorretako komunitate bentikoak eta EUNIS sailkapena (European Nature Information System).

Clasificación EUNIS			Descripción	Zonación mareal
A2- Sedimento litoral				
A2.2 Arena y arena fangosa litoral.	A2.22-Costas arenosas desnudas o dominadas por anfipodos.	A2.223-Anfipodos y <i>Scolecopsis</i> spp. en arenas medias-finas litorales.	El sedimento está constituido por arenas limpias sin apenas elementos finos. Se sitúan en la parte baja del intermareal y continúan en la zona sublitoral en zonas expuestas. Mantiene un reducido número de especies entre las que dominan los crustáceos, y algunos poliquetos como <i>Scolecopsis mesnili</i> , <i>Dispio uncinata</i> y <i>Nephtys cirrosa</i> .	Intermareal ----- Sublitoral
A5- Sedimento sublitoral				
A5.1 Sedimento grueso sublitoral.	A5.14- Sedimento grueso circalitoral.	A5.145 <i>Branchiostoma lanceolatum</i> en arena gruesa circalitoral con restos de conchas.	Sedimento constituido por arenas limpias de grano grueso o medio. Se sitúa en profundidades circalitorales sujetas a corrientes de fondo de cierta intensidad que impiden la sedimentación de la fracción más fina. La presencia del cefalocordado <i>Branchiostoma lanceolatum</i> es una de las características de la comunidad que lo habita.	
A5.2 Arena sublitoral	A5.23- Arena fina infralitoral.	A5.231 Arenas limpias móviles infralitorales con fauna escasa.	Arenas limpias infralitorales, que se sitúan a continuación de la comunidad de <i>Pontocrates arenarium</i> - <i>Eurydice pulchra</i> . Se caracteriza por su fauna robusta, principalmente crustáceos anfipodos (<i>Bathyporeia</i>) y poliquetos como <i>Nephtys cirrosa</i> .	Sublitoral
	A5.24- Arena fangosa infralitoral.	A5.242 <i>Fabulina fabula</i> y <i>Magelona mirabilis</i> con bivalvos venéridos y anfipodos en arena fina fangosa compacta infralitoral. A5.244 <i>Spisula subtrucata</i> y <i>Nephtys hombergii</i> en arenas fangosas someras.	Fondos arenosos situados en profundidades infralitorales de la plataforma continental. Caracterizados por una mezcla de especies de las comunidades de <i>Tellina</i> y <i>Venus</i> , que dificulta su diferenciación: <i>Tellina fabula</i> , <i>Chamelea gallina</i> , <i>Echinocardium cordatum</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> , <i>Nucula sulcata</i> , <i>Bathyporeia elegans</i> .	
	A5.25- Arena fina circalitoral.		Fondos arenosos situados en la transición entre la plataforma continental y el comienzo del talud continental. Caracterizado por la comunidad de <i>Auchenoplax crinita</i> - <i>Paradiopatra callopae</i> - <i>Ditrupea arietina</i> . Además de las especies que dan nombre a la comunidad, otras especies características son los poliquetos <i>Terebellides stroemi</i> , <i>Galathowenia oculata</i> , <i>Nothria hispanica</i> , y los moluscos <i>Thyasira ferruginea</i> y <i>Abra longicallus</i> .	
A5.3 Fango sublitoral	A5.35- Arena fangosa circalitoral		Fondos formados por sedimentos muy finos de la plataforma continental. Caracterizados por la presencia de equinodermos ofiúridos del género <i>Amphiura</i> (<i>A. chiajei</i> y <i>A. filiformis</i>).	

Tabla 2. - Comunidades bentónicas de fondo blando y clasificación EUNIS (European Nature Information System).

2. Taula. Hondo bigunetako komunitate bentikoak eta EUNIS sailkapena (European Nature Information System).

dependerá, principalmente, de la amplitud de marea, de la pendiente de la costa y de la fuerza del oleaje.

En base a los datos obtenidos por Iribar e Ibáñez (1979), y siguiendo los criterios de Lewis (1964), en el intermareal de la costa vasca, y que por tanto en el área de Jaizkibel, pueden distinguirse tres zonas:

- **Franja supralitoral:** entre 4,4 m y 3,7 m sobre el punto cero de bajamar, que corresponde a la parte más baja de la zona supralitoral. Únicamente queda sumergida bajo el mar durante las pleamares de mareas de intensidad media-alta. Por encima de esta franja continúa la *zona supralitoral*, gran parte de la cual se sitúa por encima de la zona de influencia de las mareas, en el dominio terrestre. La influencia del mar sobre la zona supralitoral se produce como consecuencia de las salpicaduras que se forman por el efecto del oleaje y del viento, por lo que su anchura y extensión está estrechamente relacionada con la exposición al oleaje y al viento. En algunos lugares muy expuestos la zona supralitoral puede llegar hasta los 15-20 m de altura.

- **Zona mediolitoral:** entre 3,7 m y 0,9 m sobre el punto cero de bajamar. Prácticamente cada día queda cubierta durante la pleamar y al descubierto durante la marea baja.

- **Franja infralitoral:** entre 0,9 m y 0 m (punto cero de bajamar), y queda al descubierto durante la bajamar de mareas de intensidad media-alta. Corresponde a la parte más alta de la zona infralitoral, que se extiende por debajo de los 0 m hasta los 20 m de profundidad y siempre queda sumergida bajo el mar.

Los seres vivos que habitan el ecosistema intermareal, a caballo entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, han de estar adaptados para vivir en condiciones del medio muy cambiantes. Así, si mientras están sumergidos están sometidos a condiciones de temperatura, salinidad, contenido en oxígeno, humedad... relativamente estables, que pueden cambiar progresivamente a lo largo del año, durante la bajamar han de hacer frente a la desecación y están expuestos a condiciones atmosféricas que pueden cambiar rápidamente. Es por ello que la di-

versidad en las zonas altas del intermareal es muy baja y va aumentando a medida que el tiempo de inmersión se incrementa (Tabla 3).

Muy pocas especies viven en la zona supralitoral. Está colonizada casi exclusivamente por líquenes que forman bandas de colores distintos según domine una especie u otra. En la parte más alta *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., 1858 forma un cinturón de color naranja/amarillo; la zona media está dominada por *Caloplaca* spp. y *Lecanora* spp., formando un cinturón de color naranja-grisáceo, donde se distinguen algunas manchas negras de *Lichina confinis* (O.F. Müller) C. Agardh, 1821; finalmente, en la parte más baja, hay un cinturón de color negro formado por *Verrucaria maura* Wahlenberg, 1803 que se adentra en la franja supralitoral (Gorostiaga & Renobales, 1987; Renobales & Noya, 1993).

En la parte más baja de esta zona (la más cercana a la franja supralitoral) pueden encontrarse algunos individuos del pequeño gasterópodo *Melarhaphé neritoides* (Linnaeus, 1758) y de la lapa *Patella rustica* Linnaeus, 1758, más abundantes en la franja supralitoral. La anchura del cinturón de *V. maura* es indicativa del grado de exposición al oleaje, y en lugares muy expuestos y abruptos esta zona puede extenderse bastantes metros sobre el nivel del mar [en los acantilados de Jaizkibel se ha encontrado a más de 12 m sobre el nivel cero de marea (AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU, 1993)]

La franja supralitoral queda ya bajo la influencia de las mareas, aunque solamente queda sumergida bajo el mar durante las pleamares de mareas vivas. Todavía son pocas las especies capaces de sobrevivir y desarrollarse en esta zona, aunque son más numerosas que en la zona anterior. El líquen *V. maura* y el molusco gasterópodo *M. neritoides* son especies características de esta franja, y, junto a ellas, son abundantes también el pequeño molusco bivalvo *Lasaea adansoni* (Gmelin, 1791) y la lapa *Patella vulgata* Linnaeus, 1758. Algunas especies de algas como la clorofita *Blidingia minima* (Nägeli ex Kützing) Kylin, 1947 y la rodofita *Porphyra* spp. forman notables cinturones estacionales.

Debajo de la franja supralitoral se extiende la zona mediolitoral, que corresponde a la zona intermareal en sentido estricto y está estrechamente unida al ritmo de las mareas: es cubierta por el mar durante la pleamar y queda en seco

durante la marea baja. Las condiciones ambientales son mucho menos rigurosas que las de la franja supralitoral, y, en consecuencia, los valores de los distintos parámetros estructurales de la comunidad, especialmente los relativos a la diversidad y riqueza específica, son más altos (Tabla 3).

En los niveles más altos de esta zona (mediolitoral superior) el pequeño cirrípedo *Chthamalus* spp. [*C. stellatus* (Poli, 1791) y *C. montagui* Southward, 1976] forma un denso y extenso cinturón, donde habita una densa población del pequeño gasterópodo *M. neritoides*, lo que da nombre a la comunidad (comunidad de *Chthamalus-Melarhaphé*); las zonas más altas están colonizadas por el líquen *Lichina pygmaea* (O.F. Müller) C. Agardh, 1820. Para hacer frente a la desecación *M. neritoides* vive en las grietas y dentro de los caparzones vacíos de *Chthamalus*, y puede llegar a alcanzar densidades de hasta 100.000 individuos/m². Un amplio cinturón de *Chthamalus* es indicativo de un alto grado de exposición. Otras especies comunes en la zona mediolitoral superior son las lapas, *P. vulgata* y *Patella depressa* Pennant, 1777, los bivalvos *L. adansoni*, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (mejillón) y *Mytilaster minimus* (Poli, 1795), y los crustáceos anfípodos del género *Hyale*.

Aunque no es muy común en la costa vasca, en las paredes subverticales expuestas de Jaizkibel es fácil encontrar manchas más o menos desarrolladas del alga parda *Fucus spiralis* var. *limitaneus* (Montagne) I.M. Pérez-Ruzafa, 2001. Esta pequeña fucácea puede formar un cinturón, más o menos conspicuo, acompañada de otras algas como el alga calcárea *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, 1900 y la cespitosa *Caulacanthus ustulatus* (Mertens ex Turner) Kützing, 1843.

El mediolitoral medio está caracterizado por un denso cinturón de *Chthamalus*, y su fauna asociada, donde pueden encontrarse manchas de algas rojas como *L. byssoides* y *C. ustulatus*. Asimismo, el alga parda incrustante *Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug, 1845 forma manchas de color oscuro, mientras que el alga roja *Nemalion helminthoides* (Vellay) Batters, 1902 se desarrolla en verano formando un conspicuo cinturón. Algunas de las especies animales características del mediolitoral superior, como los moluscos mitílidos *M. galloprovincialis* y *M. minimus*, y los crustáceos anfípodos del género *Hyale*, también son abundantes en esta zona. Además, entre las

A	Supralitoral <i>Chthamalus-M. neritoides</i>	Mediolit. sup. <i>Chthamalus-L. byssoides</i>	Mediolitoral medio <i>Corallina</i> (ahora <i>Ellisolandia elongata</i>)	Mediolitoral infer. <i>Corallina</i> (ahora <i>Ellisolandia elongata</i>)	Infralitoral <i>Gelidium corneum</i>	Infralitoral <i>Laminaria-Cystoseira</i>	Circalitoral <i>Halopteris filicina</i>
Densidad (ind.m ²)	2,000 - 60,000	25,000 - 40,000	35,000 - 55,000	20,000 - 60,000	300 - 5,000	300 - 1,000	100 - 3,000
Riqueza específica nº spp.	3 - 12	15 - 30	35 - 45	50 - 65	20 - 50	25 - 50	10 - 30
Diversidad (Hd)	1 - 1.5	1.5 - 2.5	2 - 3	2.5 - 3.5	1.5 - 4	3 - 3.8	1.5 - 3
B	Mediolit. sup. <i>Fucus spiralis</i> var. <i>limitaneus</i>	Infralitoral <i>Cystoseira-Halopteris</i>	Circalitoral <i>Halopteris filicina</i>	Circalitoral <i>Sabellaria spinulosa</i>			
Densidad (ind.m ²)	286 - 386	836 - 1830	138 - 842	654			
Riqueza específica nº spp.	13 - 20	49 - 55	10 - 32	16			
Diversidad (Hd)	2.8 - 2.9	2.27 - 3.17	2.27	2.43			

Tabla 3. - Parámetros estructurales de las comunidades de fondo duro. A) Borja et al., (2004). B) AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU (1993).

3. Taula. Hondo gogorretako komunitate bentikoen egiturazko parametroak. A) Borja et al., (2004). B) AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU (1993).

anfractuosidades de *L. byssoides* es abundante el poliqueto *Syllis amica* Quatrefages, 1866.

La parte baja de la zona mediolitoral (mediolitoral inferior) está dominada por la comunidad de *Corallina* (ahora *Ellisolandia*), que forma un denso y ancho cinturón de color rosáceo que se extiende hasta la franja infralitoral a todo lo largo del litoral de Jaizkibel. Esta comunidad, descrita por Crisp y Mwaizeje (1989), está caracterizada por las algas rojas calcáreas *Ellisolandia elongata* (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders, 2013 y *Lithophyllum incrustans* R.A.Philippi, 1837, esta última incrustada a la roca. La comunidad faunística que vive en esta zona presenta valores de diversidad y riqueza específicos mucho más elevados que los registrados en los niveles superiores del intermareal, y normalmente son los más elevados del intermareal: hasta 70 especies distintas de la macrofauna han sido identificadas en muestras pertenecientes a esta comunidad (Tabla 3). Entre las especies que habitan en este horizonte se encuentran varias especies de lapas (*P. vulgata*, *P. depressa*, *P. aspera*), el poliplacóforo *Acantochitona fascicularis* (Linnaeus, 1767), bivalvos como *M. galloprovincialis*, *M. minimus*, *Musculus costulatus* (Risso, 1826), *Modiolula phaseolina* (Philippi, 1844); el erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816); el cnidario *Actinia equina* (Linnaeus, 1758) (en grietas y pozas); numerosas especies de poliquetos [*Polyophthalmus pictus* (Dujardin, 1839), *Eulalia viridis* (Linnaeus, 1767), *Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne Edwards, 1834), *Lysidice ninetta* Audouin & Milne-Edwards, 1833 ...], de crustáceos anfípodos [*Hyale perieri* (Lucas, 1849), *H. stebbingi* Chevreux, 1888, *Jassa falcata* (Montagu, 1808), *Caprella* spp.], isópodos como *Dynamene bidentata* (Adams, 1800) y tanaidáceos como *Tanais dulongii* (Audouin, 1826)].

Los fondos de las pozas situadas en la zona mediolitoral están recubiertos por esta comunidad. Incrustada a las rocas y piedras se encuentra *L. incrustans*, sobre la que crece *E. elongata*. En las grietas y recovecos encuentra refugio el erizo *P. lividus*, que cuando la roca es más blanda forma cavidades redondeadas, rascándola con sus dientes, en las que se guarece. Muchas veces se colocan sobre sí mismos pequeñas piedras y conchas de lapas como elementos de protección y camuflaje.

La parte más baja de la zona intermareal corresponde a la franja infralitoral, que solamente queda al descubierto durante la bajamar de las mareas vivas. En su parte superior las especies de algas dominantes del mediolitoral medio (*E. elongata* y *L. incrustans*) todavía tienen una presencia significativa. Junto a éstas, otras especies de algas como *Pterosiphonia complanata* (Clemente) Falkenberg, 1897 y *Cladophora* spp. forman pequeñas manchas. Más abajo da comienzo el cinturón que forma el alga roja *Gelidium corneum* (Hudson) J.V.Lamouroux, 1813 (antes *G. sesquipedale*) que se extiende por toda la zona infralitoral. Asociado a este cinturón se encuentra el alga roja calcárea *Mesophyllum lichenoides* (J.Ellis) Me.Lemoine, 1928. Las matas de *Gelidium* muchas veces están epifitadas por el alga roja *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S.Dixon, 1967 y por las colonias del briozoo *Electra pilosa* (Linnaeus, 1767), dándole un color blancuzco a la base de las

matas de *Gelidium*. Los valores de diversidad y riqueza específica de esta comunidad también son altos, aunque normalmente algo más bajos que los de la comunidad de *Ellisolandia* (Tabla 3). Algunas de las especies de la fauna del mediolitoral también son abundantes, así el molusco *M. minimus* y los crustáceos *Caprella* spp., *Hyale* spp., *J. falcata*.... Esta comunidad de *G. corneum* se extiende a la zona submareal.

Comunidades submareales

Los fondos rocosos submareales más someros de la costa de Gipuzkoa, y también los de Jaizkibel, presentan una vegetación homogénea compuesta principalmente por extensas praderas de *G. corneum* (Borja, 1987, 1988; Gorostiaga *et al.*, 1988; Díez *et al.*, 2003), cuyo mayor desarrollo se alcanza sobre fondos rocosos, muy expuestos y con una tasa de sedimentación de arena baja o moderada. Este horizonte de *Gelidium*, que comienza en la parte inferior de la franja infralitoral, llega a extenderse hasta los 10-15 m de profundidad, e incluso, mezclada con *Cystoseira baccata* (S.G.Gmelin) P.C.Silva, 1952, puede llegar a alcanzar los 25 m de profundidad (Borja *et al.*, 1995, 2000, AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU, 1993). Las distintas especies de algas que forman parte de esta comunidad ocupan el espacio a través de una compleja estratificación vertical, en la que puede distinguirse un piso compuesto por las algas incrustantes *M. lichenoides* y *Zanardinia typus* (Nardo) P.C.Silva, 2000, un segundo piso, poco desarrollado, formado por *P. complanata*, *E. elongata*, *Palmaria palmata* (Linnaeus) Weber & Mohr, 1805 y *Cryptopleura ramosa* (Hudson) L.Newton, 1931, y finalmente el piso formado por *Gelidium corneum*, bien desarrollado y que en primavera y verano está pobremente epifitado por *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux, 1809 y *P. cartilagineum*, respectivamente (Borja *et al.*, 2004). Hasta más del 70% de la totalidad de la cobertura algal está formado por *G. corneum* y *M. lichenoides*. La macrofauna constituyente de esta comunidad es muy diversa (Tabla 3) y está compuesta, entre otras especies, por los poliquetos *Spirobranchus polytrema* (Philippi, 1844), *Serpula concharum* Langerhans, 1880, *L. ninetta* y *P. dumerilii*; moluscos, como *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *M. costulatus* y *Roccellaria dubia* (Pennant, 1777); esponjas como *Clathrina coriacea* (Montagu, 1818) y *Halichondria panicea* (Pallas, 1766); cnidarios como *Corynactis viridis* Allman, 1846; crustáceos como *Apherusa jurinei* Milne-Edwards, 1830 y *Caprella fretensis* Stebbing, 1878; varias especies de briozoos de los géneros *Crisia* y *Scrupocellaria* y equinodermos como *Ophiotrix fragilis* (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789). Esta comunidad se encuentra actualmente en regresión, debido a factores climáticos (disminución de insolación y aumento del oleaje) y presiones humanas (explotación y vertidos), lo que hace que en los últimos años la biomasa en la zona de Jaizkibel sea la menor de la serie desde 1983 (Borja *et al.*, 2013).

Desde el límite inferior de la comunidad de *Gelidium* hasta 25-40 m de profundidad, y en zonas expuestas

como es la costa de Jaizkibel, los fondos rocosos están cubiertos por distintas comunidades bentónicas que forman una zonación continua de macroalgas y macrobentos que pueden definirse por la vegetación que la caracteriza: fondos caracterizados por la presencia de *Cystoseira baccata*, *C. baccata-Laminaria ochroleuca* Bachelot de la Pylaie, 1824 y *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing, 1843 (Borja *et al.*, 2004). Estas comunidades han sido encontradas en la zona oriental de Jaizkibel (AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU, 1993). Así, en un transecto submareal realizado a unos 25 m de profundidad, al este de Punta Sugur, se observa una zonación continua de macroalgas y macrobentos, donde puede distinguirse una zona dominada por *G. corneum* en la parte más alta de la laja (20 m); en la rampa descendente que le sigue *L. ochroleuca* es la especie más destacada (1-2 ejemplares/m²). En la parte superior de la rampa a esta alga le acompañan *Punctaria latifolia* Greville, 1830 y *D. dichotoma*, que al aumentar la profundidad dejan paso a *C. baccata* y *Dictyopteris polypodioides* (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux, 1809. A partir de la cota 22 m aparece *H. filicina* que va aumentando su densidad con la profundidad. Entre la megafauna asociada destacan los equinodermos *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) y *Echinaster sepositus* (Retzius, 1783), y entre la macrofauna los moluscos *B. reticulatum* (346 individuos/m²) y *M. costulatus* (88 individuos/m²), el poliqueto *Salmacina dysteri* (Huxley, 1855) (98 individuos/m²), crustáceos de la familia Paguridae (89 individuos/m²) y el anfípodo *Elasmopus rapax* Costa, 1853 (64 individuos/m²).

En otro transecto similar realizado más cerca del cabo Higuer, se pueden distinguir un horizonte dominado por *C. baccata* y otro más profundo caracterizado por *H. filicina* y *D. polypodioides*. En algunas zonas el fondo está cubierto por manchas de *H. filicina* y rodófitas de pequeño porte. Entre la macrofauna destacan los moluscos *B. reticulatum* (1237 individuos/m²), *Nassarius incrassatus* (Strøm, 1768) (101 individuos/m²) y *M. costulatus* (50 individuos/m²), y crustáceos de la familia Paguridae (107 individuos/m²).

Galparsoro *et al.*, (2009) consideran que actualmente esta comunidad únicamente está caracterizada por *Cystoseira baccata* (comunidad de *Cystoseira* spp.), ya que como consecuencia del calentamiento global la especie *Laminaria ochroleuca*, con preferencia por aguas más frías, ha desaparecido de la costa vasca.

En los mismos puntos, aunque a mayor profundidad (alrededor de la isobata de 40 m), se realizaron otros dos transectos similares. En el situado junto a la Punta Sugur, a 42 m de profundidad, el fondo es llano, rocoso y con algunas bañeras de arena. Hay un ligero acúmulo de material fino sobre el sustrato rocoso. Sobre los bloques y cantos pequeñas matas de *H. filicina* y plantas aisladas de rodófitas como *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S.Dixon, 1964, *Callyblepharis*, *Rhodimena*...

La megafauna está constituida también por *S. granularis* y *E. sepositus*, además de la gorgonia *Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766). En las bañeras arenosas, nu-

merosos ejemplares del equinodermo *Holothuria* spp. Entre la macrofauna destacan los moluscos *Modiolula phaseolina* (Philippi, 1844) (400 individuos/m²) y *B. reticulatum* (205 individuos/m²), el poliqueto *Sabellaria spinulosa* Leuckart, 1849 (50 individuos/m²), el sipuncúlido *Aspidosiphon muelleri* Diesing, 1851 (60 individuos/m²), y crustáceos de la familia Paguridae (43 individuos/m²).

El sustrato del transecto situado más cerca del cabo Higuer, a 43 m de profundidad, también es llano, rocoso, con zonas de arena. Algunas matas de pequeñas rodófitas, *P. crispa*, *Rhodymenia pseudopalmata* (J.V.Lamouroux) P.C.Silva, 1952, tapizan las rocas, junto a varias especies de cnidarios como *Gymnangium montagui* (Billard, 1912) (abundante), *E. verrucosa* y *Leptogorgia* spp., y al erizo *S. granularis*. Entre la macrofauna destacan el poliqueto *S. spinulosa* (69 individuos/m²) y los moluscos *B. reticulatum* (34 individuos/m²) y *M. phaseolina* (18 individuos/m²).

Estos dos últimos transectos corresponderían al límite inferior de la comunidad de *Halopteris filicina*. Según Borja *et al.*, (2004) la comunidad de *Halopteris* se desarrolla en profundidades entre 25 y 50 m de profundidad. Por lo común, *H. filicina* está acompañada por rodófitas de pequeño porte como *P. crispa* y *Peyssonnelia rubra* (Greville) J.Agardh, 1851, y la fauna está constituida por el cirrípedo *Verruca stroemia* (O.F. Müller, 1776), que forma una capa que cubre las rocas, el sipuncúlido *A. muelleri*, el molusco bivalvo *Modiolus barbatus* (Linnaeus, 1758) y el cnidario *Sertularella ellisii* (Deshayes & Milne Edwards, 1836), entre otros (Borja *et al.*, 1995, 2000).

En la zona de Hondarribia, el fondo marino en las proximidades de la isobata -45 m es heterogéneo, mezclándose las zonas de roca y arena, lo que se refleja en las comunidades faunísticas encontradas, donde predominan especies asociadas a este tipo de fondos, como el poliqueto tubícola filtrador *Sabellaria spinulosa* (AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU, 1993). Lo que señalaría la presencia de otra comunidad circalitoral de fondo duro que marca la transición hacia los fondos blandos: la comunidad de *Sabellaria spinulosa*. *S. spinulosa* es un poliqueto que vive en el interior de un tubo con forma de cono truncado que construye con granos de arena. Estos tubos pueden formar una densa costra (arrecife de *S. spinulosa*) sobre fondos rocosos, rocas y cantos circalitorales de medios moderadamente expuestos y con corrientes de marea de intensidad moderada. La dificultad del muestreo a esas profundidades, bien con escafandra o mediante dragas (Van Veen...), hace que dispongamos de poca información sobre la presencia de esta comunidad en la zona de Jaizkibel. De todas formas los resultados de AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU, (1993) señalan la presencia de esta comunidad en la zona.

A medida que la profundidad aumenta la intensidad lumínica disminuye, por lo que la cubierta de macrófitas va desapareciendo. Los sustratos rocosos van siendo ocupados paulatinamente por comunidades con dominancia fisionómica animal ricas en suspensívoros y filtradores, principalmente esponjas y cnidarios coloniales, aunque en

la isobata 40 m de Jaizkibel, todavía persisten numerosas rodofíceas incrustantes. Profundidades próximas a los 25-30 m conllevan la aparición de invertebrados de cierto porte ausentes en niveles más superficiales del litoral, como los antozoos *Alcyonium glomeratum* (Hassal, 1843), *Eunicella gazella* Studer, 1878, *E. verrucosa* y *Paramuricea grayi* (Johnson, 1861), o diversidad de hidrozoos [*Aglaophenia tubulifera* (Hincks, 1861), *Halecium liouvillei* Billard, 1934, *Halopteris catharina* (Johnston, 1833), *Lafaea dumosa* (Fleming, 1820)] (Aguirrezabalaga *et al.*, 1986, 1987; Altuna Prados, 1993, 1994a).

Comunidades paralelas de dominancia animal ricas en animales coloniales pueden establecerse en enclaves esciáfilos en niveles superiores del litoral, incluida la zona intermareal. Estas comunidades son abundantes en el cabo de Higuer y zonas próximas en extraplomos, pequeñas grutas y abrigos. La variabilidad faunística de estos poblamientos es notable, y está condicionada por factores edáficos difícilmente cuantificables (luminosidad, hidrodinamismo, sedimentación) que dan lugar a una gran heterogeneidad fisionómica con diferentes facies ricas en hidrozoos (*Aglaophenia* spp., *Eudendrium capillare* Alder, 1856, *Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758), *Plumularia setacea* (Linnaeus, 1758), *Sertularella* spp.), coralimorfarios (*Corynactis viridis* Allman, 1846), madreporarios [*Polycyathus muelleriae* (Abel, 1959)], zoantideos [*Epizoanthus* spp., *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862)], cirripedos [*Perforatus perforatus* (Bruguière, 1789)], briozoos [*Bugula* spp., *Chartella* spp., *Turbicellepora magnicostata* (Barroso, 1919)], esponjas [*Clathrina coriacea* (Montagu, 1818), *Chondrosia* sp., *Dysidea* spp., *Hemimyscale* sp., *Oscarella lobularis* (Schmidt, 1862), *Petrosia ficiformis* (Poiret spp., 1789), *Spongia* spp., *Verongia* spp., etc.], poliuetos serpulidos, etc. (Aguirrezabalaga *et al.*, 1984, 1986, 1987; Altuna Prados, 1994a, 1994b). El porte arborescente de muchas de estas especies facilita la epibiosis, enriqueciéndose notablemente la comunidad.

COMUNIDADES DE SUSTRATO BLANDO

En el área de Jaizkibel, apenas hay superficies intermareales cuyo sustrato esté constituido por sedimentos, ya sean arenas, más o menos gruesas o finas, o fangos. Solamente en la playa de Hondarribia y en la zona de

Azabaratza queda al descubierto durante la marea baja una superficie intermareal arenosa. En la parte baja de este intermareal arenoso, y extendiéndose hasta los 5-10 m de profundidad, en áreas muy expuestas, se desarrolla la comunidad de *Pontocrates arenarius-Eurydice pulchra*. Esta comunidad está caracterizada por la dominancia de especies de crustáceos como *Pontocrates arenarius* (Bate, 1858) y *Eurydice pulchra* Leach, 1815, que dan nombre a la comunidad, y otros crustáceos como *Iphinoe* spp., moluscos como *Donax* y poliuetos como *Dispio uncinata* Hartman, 1951 y *Scolecopsis mesnili* (Bellan & Lagardere, 1971).

Los factores ambientales del biotopo donde se desarrolla esta comunidad (hidrodinamismo alto, sustrato muy inestable) son muy estresantes, por lo que la abundancia, diversidad y riqueza específica de la comunidad son bajas (Tabla 4).

A medida que aumenta la profundidad el hidrodinamismo va perdiendo intensidad y, en consecuencia, el tamaño de las partículas que forman los sedimentos, en términos generales, va siendo menor. En su trabajo sobre las comunidades bentónicas de la plataforma continental de Gipuzkoa, Martínez *et al.* (2007) estudiaron las muestras de nueve estaciones situadas frente a la costa de Jaizkibel, entre 6 y 135 m de profundidad. Hasta los 15-20 m de profundidad, en lugares expuestos como la costa de Jaizkibel, el sedimento sigue estando formado por arenas medias-finas limpias que están habitadas por una comunidad faunística relativamente empobrecida dominada por los crustáceos, entre los que podemos destacar al pagúrido *Diogenes pugilator* (Roux, 1829) (hasta 715 ind/m²), *Eurydice* sp., *Bathyporeia elegans* Watkin, 1938, *Hippomedon* sp. y *Urothoe brevicornis* Bate, 1862, y los poliuetos *Nephtys cirrosa* (Ehlers, 1868), *D. uncinata*, *Scolecopsis bonnierii* (Mesnil, 1896) y *Polydora* sp. Los moluscos son muy escasos. Los valores de los parámetros estructurales de la comunidad van siendo más altos (Tabla 4).

A mayor profundidad, en sedimentos más finos y estables, se desarrollan la comunidad lusitánica-boreal de *Tellina tenuis* y la comunidad de *Venus fasciata*. En la costa vasca, se hace difícil distinguir y separar estas dos comunidades (Martínez & Adarraga, 2001; Borja *et al.*, 2004) ya que son bastantes las especies que forman

A	Comunidad de <i>P. arenarius</i> - <i>E. pulchra</i>	Comunidad de <i>Tellina</i> - <i>Venus</i>	Comunidad de <i>Amphiura</i>	Com. de <i>A. crinita</i> - <i>P. calliopae</i> (ahora <i>P. bihanica</i>) - <i>D. arietina</i>	
Densidad (ind.m ²)	50 - 100	150 - 500	900 - 2.000	500 - 1.000	
Riqueza específica nº spp.	5 - 9	22 - 42	80 - 130	75 - 120	
Diversidad (Hd)	1.5 - 2	3 - 4	5 - 5.7	5.4 - 6	
B	Com. de arenas infralitorales con <i>Nephtys cirrosa</i> - <i>Bathyporeia</i> spp	Comunidad de <i>Tellina</i> - <i>Venus</i>	Comunidad de <i>Amphiura</i>	Com. de <i>A. crinita</i> - <i>P. calliopae</i> (ahora <i>P. bihanica</i>) - <i>D. arietina</i>	Comunidad de arenas finas con <i>Amphioxus</i>
Densidad (ind.m ²)	338	272	1389	631	548
Riqueza específica nº spp.	23	70	120	100	84
Diversidad (Hd)	2.69	5.35	5,2	5.54	5.3

Tabla 4. - Parámetros estructurales de las comunidades bentónicas de fondo blando. A) Borja *et al.*, (2004). B) Martínez *et al.*, (2007).

4. Taula. Hondo bigunetako komunitate bentikoen egiturazko parametroak. A) Borja *et al.*, (2004). B) Martínez *et al.*, (2007).

parte de ambas (*N. cirrosa*, *B. elegans*, *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777), *Processa parva* Holthuis, 1951), y, además, las especies que identifican la comunidad están ausentes. En consecuencia, y siguiendo el criterio de Borja *et al.* (2004), consideraremos ambas comunidades dentro de la comunidad de *Tellina-Venus*, que se distribuye en los fondos sublitorales arenosos del sureste del Golfo de Bizkaia entre 10-70 m de profundidad. Las especies más características de esta comunidad en la costa vasca son los moluscos bivalvos *Angulus fabula* (Gmelin, 1791), *Nucula sulcata* Bronn, 1831, *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) y *Macra stultorum* (Linnaeus, 1758); los poliquetos *N. cirrosa*, *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Magelona johnstoni* Fiege, Licher & Mackie, 2000, *Magelona filiformis* Wilson, 1959, *Chaetozone gibber* Woodham & Chambers, 1994, *Lumbrineris* spp., *Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870), *Paradoneis armata* Glémarec, 1966, *Aricidea catherinae* Laubier, 1967; los crustáceos *Ampelisca brevicornis* (Costa, 1853), *Dyastilis* spp., *B. elegans*; y los equinodermos *E. cordatum* y *Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828), entre otras. La estructura de la comunidad es más compleja, y los valores de la abundancia, riqueza específica y diversidad son más altos (Tabla 4).

Al aumentar la profundidad la proporción de finos del sedimento aumenta. Predominan las arenas fangosas y fangos, y en la costa vasca estos fondos están habitados por la comunidad de *Amphiura* y la comunidad de *Auchenoplax crinita* - *Paradiopatra calliopae* (ahora *P. bihanica*) - *Ditrupa arietina*.

En aguas de la costa vasca, y frente a Jaizkibel, la comunidad de *Amphiura* se distribuye entre 50-70 y 150 m de profundidad, en sedimentos muy finos. Martínez *et al.* (2007) señalan que en la costa vasca las especies del género *Amphiura*, que caracterizan a esta comunidad, son mucho menos abundantes (<10 individuos/m²) que en el norte de Europa, donde se describió esta biocenosis. Junto a estos equinodermos, la comunidad está formada por numerosas especies de poliquetos (*Prionospio fallax* Söderström, 1920, *Prionospio ehlersi* Fauvel, 1928, *Galathowenia oculata* (Zachs, 1923), *Ampharete finmarchica* (M. Sars, 1864), *Levinsenia gracilis* (Tauber, 1879), *Paradoneis ilvana* Castelli, 1985, *Spiophanes kroyeri* Grube, 1860, *Chaetozone setosa* Malmgren, 1867, *Terebellides stroemii* Sars, 1835 ...), de moluscos [*Thyasira flexuosa* (Montagu, 1803), *Turritella communis* Risso, 1826, ...] y de crustáceos [*Ampelisca tenuicornis* Liljeborg, 1855, *Callianassa subterranea* (Montagu, 1808), *Harpinia antennaria* Meinert, 1890]. La importancia de los crustáceos en la comunidad se reduce, mientras que aumenta la de los poliquetos. Es una comunidad muy diversa (Tabla 4): hasta más de 100 especies han sido identificadas en las muestras de esta comunidad y los valores de la diversidad llegan a ser superiores a 5 bit/ind.

La comunidad de *Auchenoplax crinita*-*Paradiopatra calliopae* (ahora *P. bihanica*) -*Ditrupa arietina* representa la transición entre la plataforma continental y el talud continental. Es característica del sureste del Golfo de Bizkaia (Cornet *et al.*, 1983) y se encuentra en fondos arenosos

situados en el borde de la plataforma continental, entre 150-250 m de profundidad. En la costa vasca ha sido encontrada frente a Jaizkibel (Martínez & Adarraga, 2001; Martínez *et al.*, 2007). Al igual que la comunidad de *Amphiura*, es muy diversa, y los valores de los parámetros estructurales de la comunidad son muy altos (Tabla 4). Además de la tres especies que dan nombre a la comunidad, los poliquetos *Pterolysippe vanelli* (Fauvel, 1936) sensu Eliason, 1955, emend, *Euchone incolor* Hartman, 1965, *Chone cf. infundibuliformis* Krøyer, 1856, *Sosane sulcata* Malmgren, 1866, *Euclymene* spp. *Litocorsa stremma* Pearson, 1970, *Nephtys kersivalensis* McIntosh, 1908 y *Paradiopatra hispanica* (Amoureux, 1972), el sipuncúlido *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* Koren & Danielssen, 1876, y el molusco *Pulsellum lofotense* (M. Sars, 1865) son característicos de esta comunidad; junto con bastantes de las especies que constituyen la comunidad de *Amphiura*, como los poliquetos *G. oculata*, *A. finmarchica*, *T. stroemi*, *P. fallax*, *P. ehlersi*, *C. setosa*, y el molusco *T. flexuosa*, entre otras.

Los valores de los parámetros estructurales de la comunidad son, también, muy altos (Tabla 4).

En zonas muy concretas de la plataforma continental, asociadas a los afloramientos rocosos, en zonas sometidas a corrientes de profundidad de cierta intensidad, el sedimento está constituido por granos de arena de tamaño medio-grueso. Este tipo de sedimentos se clasifican como arenas gruesas. La comunidad de arenas gruesas de *Amphioxus* que los habita está compuesta por numerosas especies, muchas de las cuales tienen vida intersticial. Entre éstas hay que destacar a numerosas especies de poliquetos de la familia Syllidae, familia que es muy abundante en los sustratos rocosos y mucho menos frecuente en fondos blandos. El cefalocordado *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas, 1774) (*Amphioxus*) es la especie más característica de la comunidad, y la que le da nombre. Además, otras muchas especies encuentran su hábitat preferente en estas arenas, sobre todo poliquetos y crustáceos. Los moluscos son menos abundantes. Entre los poliquetos cabe destacar a *Pisione remota* (Southern, 1914), *Polygordius appendiculatus* Fraipont, 1887, *Protodorvillea kefersteini* (McIntosh, 1869), *Glycera lapidum* Quatrefages, 1866, *Goniadella gracilis* (Verrill, 1873), *Mediomastus* sp., *Spio martinensis* Mesnil, 1896, entre los crustáceos *Haplostylus normani* (Sars G.O., 1877), *Diastylis laevis* Norman, 1869, *Euridice* spp. y *Anapagurus hyndmanni* (Thompson, 1844), y el molusco *Goodallia triangularis* (Montagu, 1803). La riqueza específica y la diversidad son muy altas (Tabla 4).

CONSIDERACIONES GENERALES

El análisis de los resultados obtenidos en los distintos trabajos sobre las comunidades bentónicas marinas que se han realizado en la zona de Jaizkibel (Sarasua *et al.*, 1984; Pérez Celorrio *et al.*, 1985; AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU 1993; Martínez & Adarraga 2001; Martínez *et al.*, 2007; Galparsoro *et al.*, 2009...) permite afirmar que

en el área de Jaizkibel se desarrollan muchas de las comunidades que se han descrito para los fondos rocosos y blandos de la plataforma continental de la costa vasca (Borja *et al.*, 2004). Lo que expresa y muestra el valor biológico de los fondos marinos de Jaizkibel, como señalan Pascual *et al.* (2011). Teniendo como base toda la información biológica disponible sobre zooplancton, macrobentos, macroalgas, peces demersales, aves y cetáceos, estos autores realizaron el Mapa de Valoración Biológica (VB) de la plataforma continental y estuarios de la costa vasca. El método VB utilizado por los autores se basó en el de Deros *et al.* (2007), que ha sido aplicado en diferentes lugares de la costa europea atlántica. Pascual *et al.* (2011) concluyen que mientras que la Valoración Biológica (VB) integrada para el conjunto de la plataforma continental y estuarios de la costa vasca es baja, algunas áreas concretas, como la zona de Jaizkibel y algunas de las zonas más profundas del cañón de Capbreton, tienen una valoración alta o muy alta.

AGRADECIMIENTOS

A Álvaro Altuna, Ángel Borja y Mikel Marquiegui por su disposición y ayuda para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirrezabalaga, F., Altuna, A., Borja, A., Feliú, J., García Carrascosa, A. M., Romero, A., San Vicente, C., Torres, L. A., Uriz, M. J., Ibáñez, M. 1984. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca II. *Lurralde* 7: 83–133.
- Aguirrezabalaga, F., Altuna, A., Arrarás, M. D., Miguel, I., Romero, A., Ruiz de Ocenda, M. J., San Vicente, C., Ibáñez, M. 1986. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca IV. *Lurralde* 9: 133–158.
- Aguirrezabalaga, F., Altuna, A., Martínez de Murguía, A., Romero, A., Zaballa, K., Ibáñez, M. 1987. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca V. *Lurralde* 10: 109–128.
- Altuna Prados, A. 1991. Nota sobre la presencia de *Paramuricea grayi* (Johnson, 1861) (Cnidaria, Anthozoa), en la costa vasca. *Munibe*, Cienc. Nat. 43: 85–90.
- Altuna Prados, A. 1994a. *Estudio faunístico, ecológico y biogeográfico de los cnidarios bentónicos de la costa vasca*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Navarra. Pamplona.
- Altuna Prados, A. 1994b. El orden Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) en la costa vasca; consideraciones generales y especies litorales. *Kobie* 22: 67–82.
- AZTI-SIO-INSUB-UPV/EHU. 1993. *Campaña estival de medición de variables biológicas en dos zonas de la costa de Gipuzkoa próximas a Zumaia y Hondarribia*. Informe inédito. Fundación Leonardo Torres Quevedo. Santander.
- Borja, A. 1987. Cartografía, evaluación de la biomasa y arribazones del alga *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Born. et Thur. en la costa guipuzcoana (N España). *Investig. Pesq.* 51: 199-224.
- Borja, A. 1988. Cartografía y evaluación de la biomasa del alga *Gelidium sesquipedale* (Clem.) Born. et Thur. 1876 en la costa vizcaína (N España). *Invest. Pesq.* 52: 85-107
- Borja, A., Gorostiaga, J. M. 1990. Distribución geográfica de *Saccorhiza polyschides* (Light.) Batt. en la costa vasca. Su posible relación con la temperatura. *Actas del 6º Simposio Ibérico de estudios del Bentos Marino*: 1-8. Palma de Mallorca.
- Borja, A., Valencia, V., García, L., Arresti, A. 1995. Las comunidades bentónicas intermareales y submareales de San Sebastián-Pasajes (Guipúzcoa, norte de España). *Actas del IV Coloquio Internacional de Oceanografía del Golfo de Vizcaya*: 165-181.
- Borja, A., Valencia, V., Castro, R., Franco, J., Bald, J., Uriarte, A., Mendizabal, M., Aguirrezabalaga, F. 2000. Establecimiento de las bases técnicas de conocimiento del área de San Juan de Gaztelugatxe con vistas a su posible declaración como reserva marina. (Informes Técnicos/Departamento de Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco; 87).
- Borja, A., Aguirrezabalaga, F., Martínez, J., Sola, J. C., García-Arberas, L., Gorostiaga, J. M. 2004. In: *Benthic communities, biogeography and resources management*. A. Borja, M. Collins (Ed.): 455-492. (Oceanography and Marine Environment of the Basque Country, Elsevier Oceanography Series; 70).
- Borja, A., Fontán, A., Muxika, I. 2013. Interactions between climatic variables and human pressures upon a macroalgae population: Implications for management. *Ocean and Coastal Manag.* 76: 85-95.
- Casares, C. 1987. *Estudio de la flora bentónica marina de la costa guipuzcoana*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- Crisp D.J., Mwaiseje, B. 1989. Diversity in intertidal communities with special reference to the *Corallina officinalis* community. *Scientia Mar.* 53(2-3): 365-372.
- Deros, S., Agardy, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Jamieson, G., Lieberknecht, L., Mees, J., Moulart, I., Olenin, S., Paelinckx, D., Rabaut M., Racher, E., Roff, J., Stienen, E.W.M., Van der Walt, J.T., Van Lancker, V., Verfaillie, E., Vincx, M., Weslawski, J.M., Degraer, S. 2007. A concept for biological valuation in the marine environment. *Oceanologia* 49(1): 99-128.
- Díez, I., Santolaria, A., Secilla, A., Gorostiaga, J.M. 2000. Comunidades fitobentónicas submareales de la zona exterior de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Consideraciones sobre su estado ecológico. En: *Investigación aplicada a la reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Gobierno Vasco (Ed.): 151-157. Vitoria.
- Díez, I., Santolaria, A., Gorostiaga, J.M. 2003. The relationships of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N. Spain). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 56: 1041-1054.
- Fischer-Piette, E. 1935. Quelques remarques bionomiques sur la côte basque française et espagnole. *Bull. Lab. Saint Servan* 14: 1-14.
- Fischer-Piette, E. 1938. Sur le caractère méridional du bios intercotidal du Golfe de Gascogne. *Comptes Rendus Soc. Biogéogr. Paris* 15: 61-65.
- Fischer-Piette, E. 1955a. Répartition le long des côtes septentrionales de l'Espagne des principales espèces peuplant les rochers intercotidaux. *Ann. Inst. Océanogr.* 31: 37-124.
- Fischer-Piette, E. 1955b. Sur le déplacements de frontières biogéographiques intercotidales, observables en Espagne: situation en 1954-1955. *Comptes Rendus Soc. Biogéogr. Paris* 242: 2782-2784.
- Fischer-Piette, E. 1956. Sur le déplacements de frontières biogéographiques intercotidales, actuellement en cours en Espagne: situation en 1956. *Comptes Rendus Soc. Biogéogr. Paris* 241: 447-449.
- Fontán, A., Mader, J., González, M., Uriarte, A., Gyssels, P., Collins, M.B. 2006. Marine hydrodynamics between San Sebastián and Hondarribia (Guipúzcoa, northern Spain): field measurements and numerical modelling. *Scientia Mar.* 70(Extra 1): 51-63.

- Fraga, F. 1981. Upwelling off the Galician coast, northwest Spain. In: *Coastal upwelling*. F.A. Richards (Ed.): 176-182. American Geophysical Union. Washington, D.C.
- Galparsoro, I., Rodríguez, G., Borja, A., Muxika, I. 2009. Elaboración de mapas de hábitats y caracterización de fondos marinos de la plataforma continental vasca. Informe inédito elaborado por AZTI-Tecnalia para la Dirección de Biodiversidad; Viceconsejería de Medio Ambiente; Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.
- Galparsoro, I., Borja, A., Legorburu, I., Hernández, C., Chust, G., Liria, P., Uriarte, A. 2010. Morphological characteristics of the Basque continental shelf (Bay of Biscay, northern Spain); their implications for Integrated Coastal Zone Management. *Geomorphology* 118: 314-329.
- Gorostiaga, J.M., Renobales, G. 1987. Vegetación litoral: algas y líquenes de la Costa Vasca. En: *Itsasoa*. E. Ayerbe (Ed.): 81-115. Ed. Etor. San Sebastián.
- Gorostiaga, J.M., Casares, C., Fernández, J.A., Pérez, B., Sarasua, A. 1988. Sobre la expansión de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt en la costa atlántica europea. *Lurralde* 11: 437-443.
- Ibáñez, M. 1978. Características biogeográficas del litoral de la costa vasca. *Lurralde* 1: 121-127.
- Ibáñez, M. 1989. Implicaciones biogeográficas de la continentalización de la costa vasca. *Lurralde* 12: 71-101.
- Iribar X., Ibáñez, M. 1979. Subdivisión de la zona intermareal de San Sebastián en función de los datos obtenidos con mareógrafo. *Actas del I Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*. San Sebastián: 521-524.
- Lewis, J.R. 1964. The ecology of rocky shores. Hodder & Stoughton Educ. London.
- Martínez, J., Adarraga, I. 2001. Distribución batimétrica de comunidades macrobentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (Golfo de Vizcaya). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17: 33-48.
- Martínez, J., Adarraga, I., Ruiz J.M. 2001. Tipificación de poblaciones bentónicas de los fondos blandos de la plataforma continental de Guipúzcoa (sureste del Golfo de Vizcaya). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 23: 85-110.
- Pascual, M., Borja, A., Eede, S. V., Deneudt, K., Vincx, M., Galparsoro, I., Legorburu, I. 2011. Marine biological valuation mapping of the Basque continental shelf (Bay of Biscay), within the context of marine spatial planning. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 95: 186-198.
- Pérez Celorrio, B., Uriarte, A., Ibáñez, M. 1985. Estructura y variaciones estacionales del macrofitobentos intermareal en Fuenterrabía (Guipúzcoa). *Lurralde* 8: 61-80.
- Renobales, G., Noya, R. 1993. Zonation of lichens on a calcareous rocky shore. *Nova Hedwig.* 57(3-4): 489-502.
- San Vicente, C., Romero, A., Aguirrezabalaga, F., López, J.C., Ibáñez, M. 1992. Macrobentos de los sustratos blandos infralitorales de los medios expuestos en la Costa Vasca. *Actas del V Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino*. Sta Cruz de Tenerife: 273-293.
- Sarasua, A., Alkain, I., Pérez, B., Fernández, J.A., Uriarte, A., San Millán, M.D., Ascacibar, M., Ibáñez, M. 1984. Estudio estructural del macrofitobentos intermareal de Guipúzcoa. *Actas do IV Simposio Ibérico de Estudos do Bentos Marinho*. Lisboa: 585-589.
- Sauvageau, C. 1897. Note préliminaire sur les algues marines du Golfe de Gascogne. *J. Bot.* 11: 166-307.
- Servain, J. 1977. *Rapport préliminaire sur l'étude des données climatologiques historiques du proche Atlantique*. (Rapport/ Université de Bretagne Occidentale; 5).
- Torres, J.A., Viera, L.I. 1998. *Oiartzun Haranaren Geologia* (Geología del Valle de Oiartzun). Oiartzungo Udala. (Mugarri; 5).

Riqueza de los fondos infra- y circa-litorales de Jaizkibel

Jaizkibelgo itsas-hondo infra eta circa-litoralen aberastasuna

Richness of the infra- and circa-littoral submarine areas in Jaizkibel

Ricardo Aguilar^{1,*}

¹Oceana. Leganitos 47, 28013 Madrid.

* Correspondencia: raguilar@oceana.org

RESUMEN

Los fondos submarinos asociados a la montaña de Jaizkibel presentan una gran diversidad de hábitats y especies. Con el fin de contribuir a este conocimiento, durante los años 2008 a 2010, la asociación OCEANA llevó a cabo una serie de inmersiones. En este trabajo se resumen los resultados derivados de tales inmersiones. Los muestreos exploratorios llevados a cabo entre 2008 y 2010 en la costa oriental guipuzcoana han permitido identificar unas 300 especies diferentes y aportar nuevos datos sobre las comunidades y hábitats presentes en esta zona, incluyendo una decena de especies y hábitats incluidos en acuerdos internacionales de conservación. Estos datos, unidos a las importantes contribuciones realizadas en estudios previos, corroboran el elevado número de especies existentes en la zona, que supera el millar. Las filmaciones obtenidas también aportan datos nuevos sobre la variedad de fondos rocosos y detritícos que pueden observarse en estas aguas y que permiten el asentamiento de distintas comunidades. A día de hoy, cerca de medio centenar de los alrededor de 100 hábitats incluidos en el listado del Inventario Nacional para el infralitoral y circalitoral del área Atlántico-Cantábrica pueden identificarse en este tramo litoral de la costa guipuzcoana. Igualmente destacable son los fondos marinos de las llamadas paramoudras y otras formaciones geológicas singulares, hasta ahora sólo mencionados para la parte emergida.

PALABRAS CLAVE: Agregaciones de esponjas, arrecifes, cuevas, extraplomos, hábitats, paramoudras, marmitas.

LABURPENA

Jaizkibel mendiarekin erlazionatuta dauden itsaspeko hondoak, habitat eta espezie dibertsitate handia erakusten dute. Guzti honen ezagutzat maila areagotu zedin, 2008-2010 urteetan zehar OCEANA elkarteak zenbait urperaketa burutu zituen. Urperaketa hauetan bildutako emaitzak laburbiltzen dira lan honetan. 2008-2010 urteen artean Gipuzkoako ekialdeko kostan burututako esplorazio-laginketak 300 espezie desberdin identifikatzeko balio izan du, bai eta zonaldean agertzen diren komunitate eta habitaten inguruko informazio berria gehitzeko, nazioarteko kontserbazio akordioetan barneratuta dauden hamarren bat espezie eta habitat. Aurretiatzko ikerketetan jasotako ekarpen garrantzitsuei batu zaizkie datu hauek, zonaldean existitzen diren espezie kopuru garaia berretsiz, milakoaren gainetik. Lortutako filmazioak datu berriak gehitzen ditu, itsas gune hauetan behatu daitezkeen hondo harritsu eta detritikoen barietatean, zeinetan komunitate desberdinak ezartzeko aukera ematen baitu. Gaur egun, Gipuzkoako itsasalde honetan Inbentario Nazionalak gune Atlantiar-Kantauriarrean sailkatzen diren 100 habitatatetik erdia jasotzen ditu. Era berean nabarmendu beharko lirateke paramoudra izeneko itsas ondoak eta beste formazio geologiko bereziak, orain arte soilik azaleratutako eremuentzat jaso izan baitira.

GAKO-HITZAK: Belakien agregazioa, uharnak, haizuloak, hegalkinak, habitatak, paramoudrak, marmitik edo lapikoak.

ABSTRACT

The submarine areas associated to the Jaizkibel mountain show a high diversity of habitats and species. With the aim of contributing to this knowledge, the OCEANA association carried out several immersions from 2008 to 2010. In this work we detail the results of such immersions. Overall, we identified more than 300 species (all of which had been previously described for the area) and provided new data about the habitats and communities of the area, including ten species and habitats included within international lists of endangered species and habitats. Together with the already existing literature, our data show that the area is very rich in species and habitats. The videos carried out during the immersions show a high variety of both rocky and detrital bottoms. Currently, we identify ca. 50% out of the 100 habitats included within the National Inventory list of the habitats existing through the infra- and circa-littoral Atlantic-Cantabric region. Moreover, we also identified submarine areas rich in "paramoudras" and singular geologic forms until now only reported for the terrestrial part of Jaizkibel.

KEY WORDS: Caves, habitats, paramoudras, reefs, rock formations, sponge aggregations.

INTRODUCCIÓN

En la zona sumergida de Jaizkibel, la presencia de fondos duros y blandos permite el asentamiento de una variada fauna y flora, entre la que destacan algunas especies incluidas en catálogos y convenios nacionales e internacionales, como la esponja común *Spongia officinalis* L., 1759, el pargo *Pagrus pagrus*, L., 1758, los corales copa *Caryophyllia* spp. Lamarck, 1801, etc.; así como otras de interés comercial, como sargo *Diplodus sargus* L., 1758, dorada *Sparus aurata* L., 1758, lubina *Dicentrarchus labrax* L., 1758, lenguado *Solea solea* L., 1758, salmonetes *Mullus barbatus* L., 1758, *M. surmuletus* L.,

1758, verdel *Scomber scombrus* L., 1758, chicharro *Trachurus trachurus* L., 1758, bogavante *Homarus gammaurus* L., 1758, nécora *Necora puber* L., 1767, chipirón *Loligo* spp. Lamarck, 1798, pulpo *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, etc., pero también cuenta con la visita ocasional de especies altamente migratorias como el tiburón peregrino *Cetorhinus maximus* Gunnerus, 1765 (Lekuona – COBE com. pers.) y distintas especies de cetáceos (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821, *Delphinus delphis* L., 1758, etc.) (Marcos *et al.*, 2010) y tortugas marinas (*Caretta caretta* L., 1758, *Dermochelys coriacea* Vandelli, 1761) (Pascual, 1985).

Asimismo, las aguas de Jaizkibel cuentan también con especies formadoras de hábitats/comunidades importantes para la conservación así como de interés económico: arrecifes de *Sabellaria spinulosa* Leuckart, 1849, agregaciones de poríferos y corales, comunidades de *Gelidium corneum* (Hudson) Lamouroux, 1813, etc.

La zona cuenta igualmente con un presencia abundante de especies invasoras (Martínez & Adarraga, 2005; Adarraga, 2011; Adarraga & Martínez, 2011, 2012), como es el caso de las algas *Asparagopsis armata* Harvey, 1855, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, 1846, *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955 y *Codium fragile tomentosoides* (van Goor) Silva, 1955; los anélidos *Pseudopolydora paucibranchiata* (Okuda, 1937), *Desdemona ornata* Banse, 1957 y *Ficopomatus enigmaticus* Fauvel, 1923; los moluscos *Limnoperna securis* (Lamarck, 1819), *Crassostrea gigas* Thunberg, 1793 y *Theora lubrica* Gould, 1861; o los crustáceos *Elminius modestus* Darwin, 1854, *Hexapleomera robusta* (Moore, 1894) y *Hemigrapsus takanoi* Asakura & Watanabe, 2005, entre otras.

El elevado interés de los fondos marinos frente a la franja litoral de Jaizkibel ha llevado a Oceana a realizar, en 2008 y 2010, inmersiones, tanto con submarinistas como por medio de un ROV, hasta los -60 metros de profundidad para recopilar información sobre las comunidades y especies presentes en la zona infralitoral y circalitoral. Estas inmersiones se han llevado a cabo con el fin de contribuir al conocimiento sobre la diversidad biológica de la zona. El objetivo de este trabajo es describir los resultados obtenidos en estas inmersiones.

METODOLOGÍA

En 2008 y 2010 se realizaron siete inmersiones con submarinistas y una inmersión con un vehículo operado por control remoto (ROV) para llevar a cabo muestreos exploratorios de las zonas infra- y circalitoral del frente de Jaizkibel-Ulía.

Las inmersiones con escafandra autónoma se realizaron entre 0 y 32 m de profundidad, llevándose a cabo 3 en 2008 y 4 en 2010. Las filmaciones con el ROV se efectuaron en 2008 en fondos comprendidos entre 45 y 60 m de profundidad. La localización geográfica y batimétrica de todas las inmersiones se muestran en la Tabla 1.

Los equipos de submarinistas constaban de 4 personas, incluyendo cámara, video y dos buceadores de apoyo. Se utilizaron cámaras fotográficas réflex de 10,2 megapíxeles y de video de alta definición HDV.

El ROV utilizado fue un Phantom HD2+2, provisto de una cámara de 750 líneas de resolución con una lente F1,2 y zoom 1:12. El ROV recorría el fondo a una velocidad de 0,2 nudos, teniendo un pasillo de visibilidad de 1,5 m, posibilitando observar unos 650 m²/hora (± 6 m²).

Las filmaciones conseguidas eran analizadas tanto *in situ* como posteriormente en laboratorio para identificar las especies al nivel taxonómico más bajo posible.

Inmersión*	Año	Latitud	Longitud	Profundidad (m)
ROV	2008	43°24.465'N	001°47.700'W	45-60
SUB	2008	43°23.590'N	001°47.300'W	0-16
SUB	2008	43°23.780'N	001°47.550'W	0-22
SUB	2008	43°22.500'N	001°51.530'W	0-30
SUB	2010	43°20.480'N	001°54.360'W	0-26
SUB	2010	43°20.960'N	001°53.200'W	0-24
SUB	2010	43°22.160'N	001°52.230'W	0-32
SUB	2010	43°23.150'N	001°49.330'W	0-22

*ROV: vehículo operado por control remoto. SUB: inmersión con submarinistas.

Tabla 1. - Localización de las inmersiones realizadas entre 2008 y 2010 en el entorno de Jaizkibel.

1. Taula. Jaizkibelgo inguruan 2008tik 2010era egindako murgilketen kokapena.

También se recogieron 23 muestras para su análisis en tierra, principalmente de algas, poríferos, cnidarios y briozoos, cuya identificación visual es más compleja o imposible.

En total se recopilaron 3 h y 32 min de video submarino; 124 min de ROV y 88 min de submarinistas, así como 563 fotografías.

RESULTADOS

Especies

En total, se detectaron 307 especies, cuyo nivel de identificación taxonómico es, al menos, el de género (Anexo I). Las especies encontradas no aportan nuevos taxones para la zona, pero sí información sobre su distribución y asociación a hábitats, así como sobre las comunidades que forman o en las que aparecen.

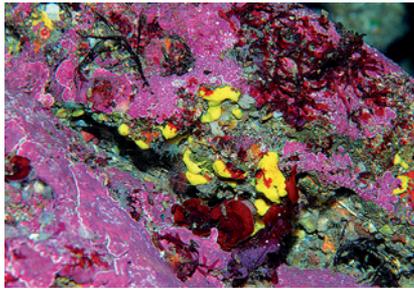
Hábitats: consideraciones generales

Por otra parte, en cuanto a hábitats y comunidades, también obtenemos una alta representatividad. La bibliografía existente sobre estos fondos, junto a los resultados de este trabajo, permiten contabilizar varias decenas de hábitats y comunidades descritos para el Atlántico-Cantábrico para las zonas infra y circalitoral en el Inventario Nacional de Hábitats y Especies Marinos -INHEM- (Templado *et al.*, 2012). Entre el casi medio centenar de hábitats existentes, los más abundantes y significativos hallados durante las inmersiones realizadas se detallan a continuación (Ver Figuras 1-5).

Hábitats de la zona infralitoral

En el infralitoral destacan dos tipos de comunidades:

- Las formadas por algas rojas y pardas como *Corallina elongata* J.Ellis & Solander, 1786, *Lithophyllum incrustans* R.A.Philippi, 1837, *Gelidium corneum* o *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss, 1950. Descritas con anterioridad por Martínez & Adarraga (2006).
- Las cuevas submarinas y extraplomos, normalmente cubiertos por "turfs" de fauna dominados por briozoos, cnidarios y esponjas.



Lithophyllum incrustans



Gelidium corneum



Corallina elongata

Fig. 1. - Comunidades algales.
1. Irudia. Alga komunitatea.



"Turf" de animales sésiles



Briozoos, cnidarios, esponjas, balanomorfos

Fig. 2. - Cuevas, saledizos y paredes.
2. Irudia. Kobak, irtengune eta paretak.



Caryophyllia smithii



Dendrophyllia cornigera



Eunicella verrucosa



Gymnangium montagui

Fig. 3. - Cnidarios.
3. Irudia. Knidarioak.



Phakellia ventralabrum



Trisopterus minutus sobre campo de Phakellia ventralabrum



Eunicella verrucosa, Holothuria forskali y Phakellia ventralabrum



Charonia lamps en campo de Phakellia ventralabrum

Fig. 4. - Phakellia ventralabrum.

4. Irudia. Phakellia ventralabrum.

Los fondos de algas coralinas suelen albergar una gran diversidad de especies bentónicas. Son frecuentes las anémonas *Aiptasia mutabilis* Gravenhorst, 1831 y *Actinothoe sphyrodeta* Gosse, 1858, que ocupan extensas zonas, junto a cirrípedos, hidrozoos, esponjas (*Antho involvens* Schmidt, 1864 y *Axinella damicornis* Esper, 1794), poliquetos (*Serpula vermicularis* L., 1767, *Protula intestinum* Lamarck, 1818, *Polydora* sp. Bosc, 1802), equinodermos (*Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1824, *Echinaster sepositus* Retzius, 1873), moluscos (*Chromodoris luteosea* Rapp, 1827, *Bittium* spp. Gray, 1847, *Calliostoma* sp. Swainson 1840, *Berthellina edwardsii* Vayssière, 1896, etc.), y algunas especies de peces (*Coris julis* L., 1758, *Centrolabrus exoletus* L., 1758, *Parablennius pilicornis* Cuvier, 1829, *Scorpaena loppei* Cadenat, 1943. Además de diversas rodófitas *Peyssonnelia* sp. Decaisne, 1841, *Meredithia microphylla* J. Agardh 1892, *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, 1797) y algas pardas, como *Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva, 2000.

En los fondos dominados por algas de mayor porte, como *Gelidium corneum* y *Cystoseira tamariscifolia* se concentra una abundante ictiofauna, con especies como *Tripterygion delaisi* Cadenat & Blache, 1970, *Pagrus pagrus* L., 1758, *Sarpa salpa*, L., 1758, *Kiphusus sectatrix* L., 1758, *Diplodus* spp. Rafinesque, 1810, *Mullus surmuletus* L., 1758, etc., localmente con abundancia de otras algas, como *Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing, 1843

y *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux, 1809, pero también algunos briozoos, como *Pentapora fascialis* Pallas, 1766. Resulta muy frecuente la especie exótica invasora *Asparagopsis armata*.

No es extraño que en muchas zonas las algas aparezcan mezcladas con dominancias que van cambiando según la exposición al oleaje, la energía, la luz, el sustrato y otros factores ambientales, lo que proporciona unos horizontes menos definidos que en la zona intermareal.

En este tipo de comunidades destacan 5 códigos del INHEM (Tabla 2).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Comunidades compuestas por algas rojas y pardas	
	Fondo rocoso y/o cantos rodados infralitorales expuestos o moderadamente expuestos con recubrimiento denso de coralináceas
03010105	radamente expuestos con recubrimiento denso de coralináceas
03010113	Roca infralitoral expuesta con <i>Gelidium</i> spp.
0301011701	Roca infralitoral superior expuesta con <i>Cystoseira</i> spp.
	Roca infralitoral moderadamente expuesta con
03010208	<i>Halopteris filicina</i> con coralináceas
03010402	Roca infralitoral inferior con <i>Halopteris filicina</i>
Comunidades de cuevas submarinas y extraplomos	
0303	Cuevas y túneles infralitorales y circalitorales

Tabla 2. - Hábitats de interés para la conservación descritos en el Inventario Nacional de Hábitats y Especies Marinas (INHEM), en la zona infralitoral. **2. Taula.** "Inventario Nacional de Hábitats y Especies Marinas" (INHEM) gune infra-litoralean kontserbatziarako interés habitatak.

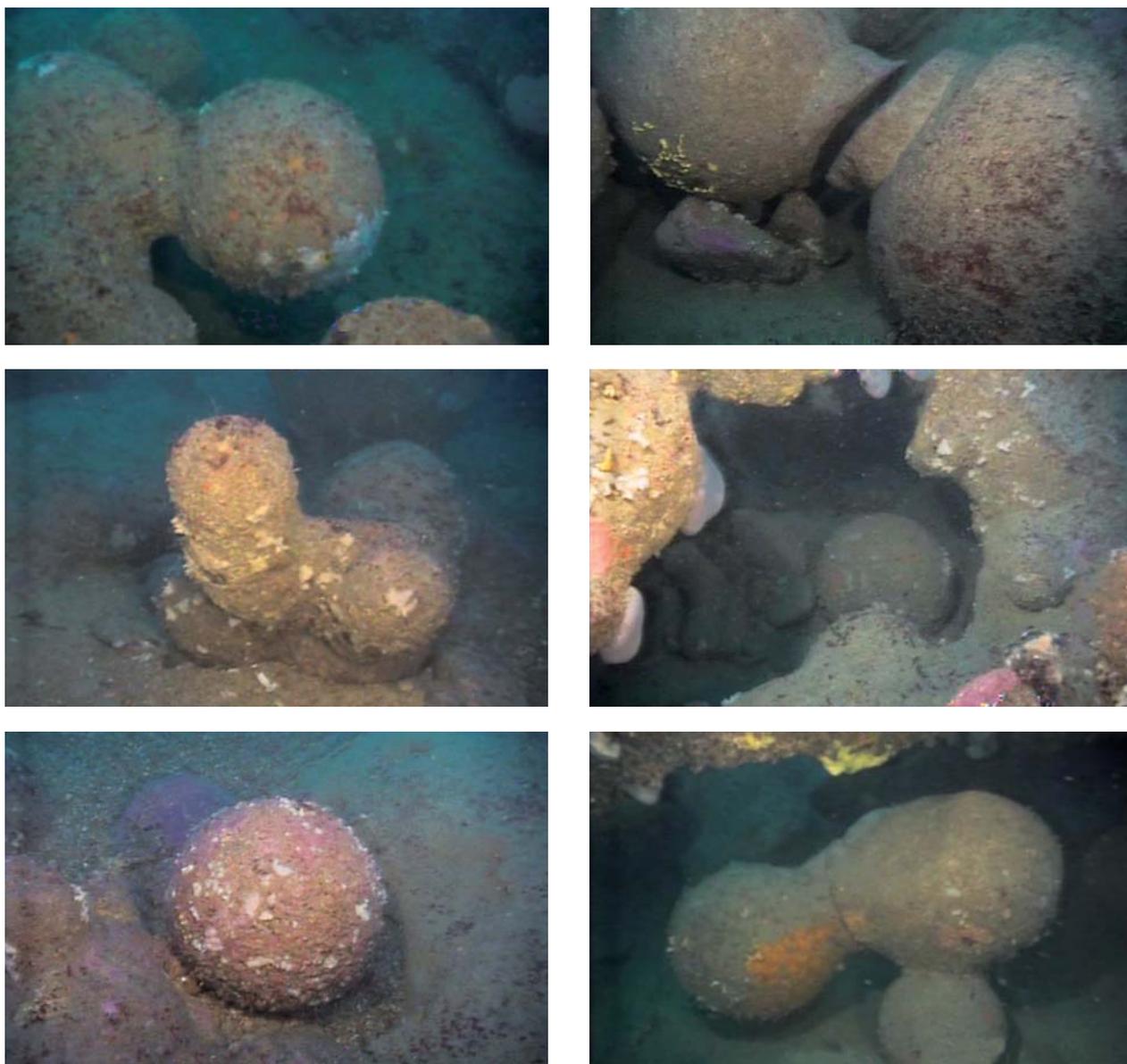


Fig. 5. - Paramoudras y otras formaciones geológicas singulares.
5. Irudia. Paramoudrak eta beste formazio geologiko bereziak.

Por otro lado, en las cuevas submarinas y extraplomos siguen siendo habituales las anémonas margarita *Actinothoe sphyrodeta*, pero se hacen más presentes los escleractinios como *Polycyathus muelleræ* Abel, 1959, así como las esponjas calcáreas de los géneros *Sycon* Risso, 1827 y *Clathrina* Gray, 1867, además de algunas demospongias (*Aplysina aerophoba* Nardo, 1833, *Amphilectus fucorum* Esper, 1794, *Iricinia oros* Schmidt, 1864, etc.) y extensas zonas de briozoos (*Cellaria fistulosa* L., 1758, *Crisia* spp. Lamaroux, 1812).

En la Tabla 2 se exponen los códigos INHEM que mejor se acomodan a estos hábitats y comunidades, aunque la diversidad de estos fondos rocosos recomendaría una revisión para poder detallar con mayor precisión la fauna característica más representativa.

Hábitats de la zona circalitoral

En el circalitoral las comunidades más comunes son:

- Comunidades de cnidarios, desde hidrozoos como *Gymnangium montagui* Billard, 1912 a escleractinios solitarios (*Caryophyllia* sp.) y coloniales (*Dendrophyllia cornigera* Lamarck, 1816) y octocorales como *Eunicella verrucosa* Pallas, 1766.
- Agregaciones de esponjas, con alta presencia de *Phakellia ventilabrum* L., 1767 en fondos circalitorales.

Las comunidades de cnidarios se sitúan normalmente en zonas prominentes de las rocas. En estos fondos dominados por cnidarios se observan numerosos peces, como *Ctenolabrus rupestris* L., 1758, *Trisopterus minutus* L., 1758, *Serranus cabrilla* L., 1758, etc., así como equino-

dermos (*Echinaster sepositus*, *Holothuria forskali* Delle Chiaje, 1823), moluscos (*Peltodoris atromaculata* Bergh, 1880), esponjas (*Axinella* spp. Schmidt, 1862, *Pachymatista johnstonia* Bowerbank in Johnston, 1842) y zoántidos (*Parazoanthus axinellae* Schmidt, 1862).

El hidrozoo *Gymnangium montagui* aparece ya en el infralitoral, aunque forma las comunidades más densas en el circalitoral, mientras que el octocoral *Eunicella verrucosa* y, sobre todo, el escleractino *Dendrophyllia cornigera* son más abundantes según aumenta la profundidad.

Estos fondos están escasamente descritos y representados en el INHEM. Los códigos con descripciones aproximadas son, en ocasiones, demasiado generales (Tabla 3):

En cuanto a las agregaciones de esponjas, suelen ocupar casi las mismas zonas que los cnidarios explicados anteriormente, pero resisten a una mayor sedimentación, por lo que estos poríferos generan mayores densidades en fondos rocosos más llanos y con mayor aporte sedimentario. Son frecuentes especies como la caracola tritón *Charonia lampas* L., 1758, los lábridos *Labrus mixtus* L., 1758 y *Acantholabrus palloni* Risso, 1810 o el equiuroido *Bonellia viridis* Rolando, 1821.

Existen descripciones específicas para este tipo de comunidades características del circalitoral cantábrico-atlántico (Tabla 3).

Por otra parte, hay que destacar los hábitats singulares rocosos, con una abundante presencia de paramoudras y marmitas, colonizados por esponjas (*Pachymatista johnstonia*; *Aplysina sulfurea* Schulze, 1878, *Halichondria panicea* Pallas, 1766), pero también foraminíferos (*Miniacina miniacea* Pallas, 1766), ascidias (*Ciona intestinalis* L., 1767) y braquiópodos (*Megerlia truncata* L., 1767 y *Terebratulina retusa* L., 1758).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Comunidades de cnidarios	
030202	Roca circalitoral dominada por invertebrados
03020206	Bosques de gorgonias en roca circalitoral dominada por invertebrados
03020208	Roca circalitoral expuesta o moderadamente expuesta dominada por invertebrados con recubrimiento cespitoso de algas y fauna
03020218	Roca circalitoral dominada por <i>Dendrophyllia cornigera</i>
Comunidades de esponjas	
03020212	Roca circalitoral profunda dominada por invertebrados con <i>Phakellia ventillabrum</i> y esponjas axinélidas
03020213	Roca circalitoral dominada por invertebrados con <i>Phakellia ventillabrum</i> y <i>Dendrophyllia cornigera</i>
Comunidades de cuevas submarinas y extraplomos	
03020204	Roca circalitoral vertical dominada por invertebrados con esponjas y anemonas
03020205	Extraplomos circalitorales dominados por invertebrados con esponjas, corales copa y antozoos
03020208	Roca circalitoral expuesta o moderadamente expuesta dominada por invertebrados con recubrimiento cespitoso de algas y fauna
Otros	
03020210	Arrecifes de <i>Sabellaria</i> sobre roca circalitoral

Tabla 3. - Hábitats de interés para la conservación descritos en el Inventario Nacional de Hábitats y Especies Marinas (INHEM), en la zona circalitoral. **3. Taula.** "Inventario Nacional de Hábitats y Especies Marinas" (INHEM) gune circa-litoralean kontserbatziarako interés habitatak.

De manera más esporádica también se encontraron arrecifes biogénicos, como los formados por el gusano poliqueto *Sabellaria spinulosa* Leuckhart, 1849 en mar abierto (citados así mismo por Martínez *et al.*, 2007), o los generados por la ostra invasora *Crassostrea gigas* y el serpúlido *Ficopomatus enigmaticus* en bahías cerradas y medios estuarinos.

El INHEM recoge el caso de los sabélidos (Tabla 3):

DISCUSIÓN

Dado el tipo de muestreo visual, las especies identificadas son de macrofauna, normalmente de dimensiones superiores a 1-2 cm. Asimismo, el trabajo se centró en las comunidades de sustratos duros, ya que estos muestreos sólo permiten observar las especies de epifauna. Esto hace que se produzca un sesgo por la falta de muestreos de infauna, con una representatividad de anélidos, crustáceos o moluscos, entre otros, muy inferior a la real, según demuestran los estudios de fondos blandos realizados en Gipuzkoa (Martínez & Adarraga, 2001; Martínez *et al.*, 2001, 2005, 2006, 2007).

Hasta la fecha, más de un millar de especies han sido identificadas en los fondos infralitorales y circalitorales frente al área Jaizkibel-Ulía. La riqueza obtenida en los muestreos de Oceana supone, en consecuencia, en torno a un 30% de la riqueza total observada en el área. No se han identificado especies diferentes a las ya mencionadas para la zona en los estudios previos, pero si se aporta información nueva sobre su distribución y el tipo de comunidades que forman en los fondos infra y circalitorales, así como para hábitats no descritos, como los fondos rocosos de las llamadas paramoudras o las agregaciones de esponjas como *Phakellia ventillabrum*, y las especies asociados a ellos.

Además de los hábitats y comunidades descritos en el Listado Nacional para la zona Atlántico-Cantábrica, según la Directiva de Hábitats de la UE, estos fondos infra y circalitorales albergarían los siguientes hábitats a proteger:

- 1110: Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua
 - 1130: Estuarios.
 - 1170: Arrecifes.
 - 8110: Cuevas submarinas.
- Entre los hábitats enumerados en la Lista de especies y hábitats amenazados o en declive de OSPAR nos encontramos con:
- Agregaciones de coral.
 - Agregaciones de esponjas de aguas profundas (si incluimos aquí *Phakellia ventillabrum*).
 - Arrecifes de *Sabellaria spinulosa*.

Por otra parte, varias de las especies halladas en Jaizkibel se encuentran recogidas en normativas nacionales, europeas e internacionales sobre conservación de la naturaleza (Tabla 4), además de varias decenas de aves marinas que utilizan la zona como lugar de reproducción,

Especie	D.H.	OSPAR	BERN	CATLIS	CMS	UICN
<i>Tursiops truncatus</i> *	II		II	X	II	
<i>Delphinus delphis</i> *	IV		II	X	I y II	
<i>Anguilla anguilla</i>		X				CR
<i>Charonia lampas</i> *			II	VU		
<i>Dermochelys coriacea</i>	II		II	X	I	CR
<i>Caretta caretta</i>	II	X	II	VU	I	EN
<i>Pagrus pagrus</i> *						EN
<i>Hippocampus hippocampus</i>		X		X		
<i>Cetorhinus maximus</i>		X	II	X	I y II	VU
<i>Epinephelus marginatus</i>						EN

*Especies observadas durante el muestreo, el resto han sido referenciadas en la zona. D.H = Directiva de Hábitats; OSPAR = Convenio OSPAR, BERN = Convención de Berna, CATLIS = Catálogo y Listado Nacional, CMS = Convención de Bonn, UICN = Lista roja de la UICN

Tabla 4. - Especies amenazadas y protegidas de las aguas frente a Jaizkibel.

4. Taula. Jaizkibel aurreko uretan babestuta eta mehatxaturik dauden espezieak.

invernada o paso incluidas tanto en la Directiva de Hábitats como en la de Aves.

Los muestreos y la información bibliográfica también demuestran que algunas de las zonas costeras más cercanas a las desembocaduras de los ríos Bidasoa y Oiartzun se encuentran notablemente antropizadas. Estos ambientes, junto al área portuaria de Pasajes, son más susceptibles de albergar especies alóctonas (Adarraga & Martínez, 2011). Alguna, como *Stramonita haemoastoma*, que ha sido indicada como invasora en la zona, muy posiblemente no deba ser considerada como tal ya que su presencia en la zona ha podido sufrir periodos de mayor o menor abundancia, dado que su presencia aquí parece estar demostrada por hallazgos de varios miles de años en concheros de Jaizkibel (Álvarez-Fernández *et al.*, 2010).

Por otra parte, resulta de especial interés el patrimonio geológico sumergido que viene a incrementar el ya de por sí alto valor de las formaciones geológicas costeras y terrestres de Jaizkibel-Ulía.

El alto número de hábitats y especies observados hacen de esta zona una de las más interesantes y biodiversas del litoral cantábrico. Por esta razón, tanto Oceana como el COBE han propuesto que sea incluida en la red Natura 2000 (Aguilar *et al.*, 2010). La creación de un corredor marino entre Biarritz y Donostia permitiría integrar 11 zonas protegidas: 8 entre Hendaya-Biarritz y 3 entre Donosti-Hondarribia, favoreciendo una mejor gestión de los recursos de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

Adarraga, I. 2011. Presencia del mejillón invasor *Limnoperna securis* (Lamarck, 1819) en la Costa Vasca. *Not. Soc. Esp. Malacol.* 56: 52-55.

Adarraga, I., Martínez, J. 2011. First record of invasive Theora lubrica (Mollusca: Bivalvia: Semelidae) in the Atlantic Ocean. *Mar. Biodivers. Rec.* 4: 1-7.

Adarraga, I., Martínez, J. 2012. First record of the invasive brackish water mytilid *Limnoperna securis* (Lamarck, 1819) in the Bay of Biscay. *Aquat. Invasions* 7(2): 171-180.

Aguilar, R., Torriente, A., Rodríguez, J., Ubero, J., Pardo, E. 2010. *Protección de la zona marina frente a Jaizkibel-Ulía, Eus-*

kadi. 2010. *Propuesta científica para la creación de un corredor ecológico marino entre Donostia (Ulía) y Biarritz, mediante su inclusión en la Red Natura 2000*. Oceana - COBE. Disponible en web: http://oceana.org/sites/default/files/euo/OCE-ANA_Fact_Sheet_AMP_Jaizkibel_ESP.pdf.

Aguirrezabalaga, F., Altuna, A., Martínez de Murguía, A., Romero, A., Zaballa, K., Ibañez, M., INSUB. 1987. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la costa vasca V. *Lurralde* (10): 17-23.

Álvarez-Fernández, E., Iriarte, M.J., Arrizabalaga, A. 2010. El abrigo de J3 (Hondarribia, Guipúzcoa): consideraciones de tipo metodológico y primeros resultados sobre los recursos marinos de un conchero de época mesolítica. *Férvedes* 6: 17-24.

Galan, C., Molia, M. 2008. ¿Geología o Paleontología? *Las concreciones esféricas con perforaciones tubulares: Nuevos ichnotaxa de Paramoudras (Pseudokarst en arenisca del flysch Eoceno, Jaizkibel, Gipuzkoa)*. Publ. Dpto. de Espeleología. Disponible en web: http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1298303279Paramoudras.pdf.

Galan, C., Molia, M., Nieto, M., Rivas, J. 2008. Nuevos datos sobre Paramoudras y concreciones relacionadas en Jaizkibel e Igueldo (Pseudokarst en arenisca del flysch Eoceno, Gipuzkoa). Publ. Dpto. de Espeleología. Disponible en web: http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1298303103Paramoudras.T.pdf.

Marcos, E., Salazar, J.M., De Sthepanis, R. 2010. Cetacean diversity and distribution in the coast of Gipuzkoa and adjacent waters, southeastern Bay of Biscay. *Munibe Cienc. Nat.* 58: 221-231.

Martínez, J., Adarraga, I. 2001. Distribución batimétrica de comunidades macrobentónicas de sustrato blando en la plataforma continental de Guipúzcoa (golfo de Vizcaya). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 17 (1-2): 33-48.

Martínez, J., Adarraga, I. 2005. Vida Marina en la costa de Ulía. *Altza, Hautsa Kenduz* 8: 9-29.

Martínez, J., Adarraga, I. 2006. *Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa Vasca. 1. Costa de Guipuzkoa*. Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Vitoria-Gasteiz.

Martínez, J., Adarraga, I., Ruiz, J.M. 2005. *Proyecto fauna de los invertebrados marinos de la costa vasca: Euskalbertos I. 1. Cartografía bionómica de los fondos blandos naturales de la costa de Gipuzkoa: caracterización de las comunidades, inventarios de especies, censos y establecimiento de bioindicadores de calidad ambiental*. Technical Report for the Department of Environment and Spatial Planning of the Basque Government.

Martínez, J., Adarraga, I., Ruiz, J.M. 2006. *Proyecto fauna de los invertebrados marinos de la costa vasca: Euskalbertos II. 2. Cartografía bionómica de los fondos blandos naturales de la costa de Bizkaia: caracterización de las comunidades, inventarios de especies, censos y establecimiento de bioindicadores de calidad ambiental*. Technical Report for the Department of Environment and Spatial Planning of the Basque Government.

Martínez, J., Adarraga, I., Ruiz, J.M. 2007. Tipificación de poblaciones bentónicas de los fondos blandos de la plataforma continental de Guipúzcoa (sureste del golfo de Vizcaya). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 23 (1-4): 85-110.

Pascual, X. 1985. Contribución al estudio de las Tortugas marinas en las costas españolas. 1. Distribución. *Misc. Zool.* 9: 287-294.

Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Marín, L., Brito, A. 2012. *Guía interpretativa: Inventario español de hábitats marinos. Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. NIPO: 280-12-231-7.

Anexo 1. - Especies identificadas en los muestreos realizados por Oceana.

1. Eranskina . Oceana-k egindako laginketean identifikatutako espezieak.

RHODOPHYTA

<i>Acrosorium ciliolatum</i>	<i>Asparagopsis armata</i>	<i>Bangia fuscopurpurea</i>
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	<i>Calliblepharis ciliata</i>	<i>Caulacanthus ustulatus</i>
<i>Ceramium secundatum</i>	<i>Ceramium</i> sp.	<i>Chondracanthus acicularis</i>
<i>Chondria coerulescens</i>	<i>Corallina elongata</i>	<i>Corallina officinalis</i>
<i>Cryptopleura ramosa</i>	<i>Dilsea carnosa</i>	<i>Drachiella spectabilis</i>
<i>Erythroglossum</i> sp.	<i>Fauchea</i> sp.	<i>Gelidium corneum</i>
<i>Gelidium spinosum</i>	<i>Grateloupia filicina</i>	<i>Herposiphonia secunda</i>
<i>Kallymenia</i> sp.	<i>Lithophyllum byssoides</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>
<i>Lithophyllum tortuosum</i>	<i>Lithothamnion</i> sp.	<i>Meredithia microphylla</i>
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	<i>Nitophyllum punctatum</i>	<i>Peyssonnelia rubra</i>
<i>Peyssonnelia</i> sp.	<i>Peyssonnelia squamaria</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
<i>Plocamium cartilagineum</i>	<i>Porphyra linearis</i>	<i>Pterosiphonia complanata</i>
<i>Ralfsia verrucosa</i>	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>
<i>Schimmelmannia schousboei</i>	<i>Spatoglossum solieri</i>	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>

CHLOROPHYTA

<i>Chaetomorpha linum</i>	<i>Cladophora socialis</i>	<i>Cladophora</i> sp.
<i>Codium adhaerens</i>	<i>Codium tomentosum</i>	<i>Codium vermilara</i>
<i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Ulva clathrata</i>	<i>Ulva rigida</i>
<i>Ulva</i> sp.	<i>Valonia macrophysa</i>	

PHAEOPHYCEA

<i>Cladostephus spongiosus</i>	<i>Colpomenia peregrina</i>	<i>Cystoseira baccata</i>
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	<i>Cystoseira usneoides</i>	<i>Desmarestia ligulata</i>
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	<i>Dictyota</i> sp.	<i>Dictyota dichotoma</i>
<i>Fucus ceranoides</i>	<i>Fucus spiralis</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>
<i>Halopteris filicina</i>	<i>Halopteris scoparia</i>	<i>Padina pavonica</i>
<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Sargassum muticum</i>	<i>Stypocaulon scoparium</i>
<i>Zanardinia typus</i>		

FORAMINIFERA

<i>Miniacina miniacea</i>		
---------------------------	--	--

PORIFERA

<i>Acanthella acuta</i>	<i>Amphilectus fucorum</i>	<i>Antho involvens</i>
<i>Aplysilla sulfurea</i>	<i>Aplysina aerophoba</i>	<i>Axinella damicornis</i>
<i>Axinella dissimilis</i>	<i>Axinella verrucosa</i>	<i>Chondrosia reniformis</i>
<i>Clathrina coriacea</i>	<i>Clathrina rubra</i>	<i>Cliona celata</i>
<i>Crambe crambe</i>	<i>Dysidea fragilis</i>	<i>Guancha lacunosa</i>
<i>Halichondria bowerbanki</i>	<i>Halichondria panicea</i>	<i>Haliclona cinerea</i>
<i>Haliclona simulans</i>	<i>Haliclona</i> sp.	<i>Hemimycale columella</i>
<i>Hippospongia communis</i>	<i>Hymedesmia paupertas</i>	<i>Hymedesmia</i> sp.
<i>Hymeniacion perlevis</i>	<i>Ircinia oros</i>	<i>Myxilla</i> sp.
<i>Oscarella rubra</i>	<i>Pachymatisma johnstonia</i>	<i>Petrosia ficiformis</i>
<i>Phakellia robusta</i>	<i>Phakellia ventilabrum</i>	<i>Plakortis</i> sp.
<i>Pleraplysilla spinifera</i>	<i>Scalarispongia scalaris</i>	<i>Spongia officinalis</i>
<i>Suberites ficus</i>	<i>Sycon ciliatum</i>	<i>Sycon raphanus</i>
<i>Sycon</i> sp.	<i>Thymosia guernei</i>	

ANNELIDA

<i>Eupolymnia sp.</i>	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	<i>Filograna implexa</i>
<i>Lanice conchilega</i>	<i>Lumbrineris sp.</i>	<i>Megalomma vesiculosum</i>
<i>Pomatoceros triqueter</i>	<i>Polydora sp.</i>	<i>Sabella discifera</i>
<i>Sabella spallanzanii</i>	<i>Sabellaria spinulosa</i>	<i>Salmacina dysteri</i>
<i>Serpula concharum</i>		

PLATYHELMINTHES

<i>Yungia aurantiaca</i>		
--------------------------	--	--

ECHIUROIDEA

<i>Bonellia viridis</i>		
-------------------------	--	--

BRIOZOA

<i>Aetea anguina</i>	<i>Bugula turbinata</i>	<i>Cellaria fistulosa</i>
<i>Cellaria salicornioides</i>	<i>Chartella papyracea</i>	<i>Crisia eburnea</i>
<i>Crisia sp.</i>	<i>Disporella hispida</i>	<i>Electra pilosa</i>
<i>Escharoides coccinea</i>	<i>Flustra foliacea</i>	<i>Parasmittina sp.</i>
<i>Pentapora fascialis</i>	<i>Schizomavella sp.</i>	<i>Scrupocellaria reptans</i>
<i>Turbicellepora sp.</i>	<i>Walkeria uva</i>	

CNIDARIA

<i>Actinia equina</i>	<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	<i>Adamsia carciniopados</i>
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	<i>Aglaophenia octodonta</i>	<i>Aglaophenia pluma</i>
<i>Aglaophenia sp.</i>	<i>Aiptasia mutabilis</i>	<i>Alcyonium glomeratum</i>
<i>Anemonia sulcata</i>	<i>Antennella secundaria</i>	<i>Calliactis parasitica</i>
<i>Caryophyllia inornata</i>	<i>Caryophyllia smithii</i>	<i>Caryophyllia sp.</i>
<i>Cavernularia pusilla</i>	<i>Clava multicornis</i>	<i>Clavularia crassa</i>
<i>Clytia hemisphaerica</i>	<i>Corynactis viridis</i>	<i>Dendrophyllia cornigera</i>
<i>Edwardsia sp.</i>	<i>Epizoanthus couchii</i>	<i>Epizoanthus sp.</i>
<i>Eudendrium sp.</i>	<i>Eunicella gazella</i>	<i>Gymnangium montagui</i>
<i>Halecium sp.</i>	<i>Laomedea flexuosa</i>	<i>Leptogorgia lusitanica</i>
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	<i>Nausithoe punctata</i>	<i>Obelia geniculata</i>
<i>Paramuricea grayi</i>	<i>Parazoanthus axinellae</i>	<i>Plumularia setacea</i>
<i>Polycyathus muelleriae</i>	<i>Sarcodictyon roseum</i>	<i>Sertularella gayi</i>
<i>Sertularella mediterranea</i>	<i>Swiftia pallida</i>	<i>Tamarisca tamarisca</i>
<i>Urticina felina</i>		

MOLLUSCA

<i>Abra alba</i>	<i>Aporrhais pespelecani</i>	<i>Berthella aurantiaca</i>
<i>Berthellina edwardsi</i>	<i>Bittium reticulatum</i>	<i>Bittium sp.</i>
<i>Bolma rugosa</i>	<i>Calliostoma conulus</i>	<i>Calliostoma zizyphinum</i>
<i>Charonia lampas</i>	<i>Chromodoris luteorosea</i>	<i>Chromodoris purpurea</i>
<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Discodoris atromaculata</i>	<i>Euspira pulchella</i>
<i>Facelina sp.</i>	<i>Felimida luteopunctata</i>	<i>Felimare cantabrica</i>
<i>Hiatella arctica</i>	<i>Hydrobia sp.</i>	<i>Hypselodoris tricolor</i>
<i>Lepidochitona cinerea</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	<i>Nassarius reticulatus</i>
<i>Neopycnodonte cochlear</i>	<i>Neosimnia spelta</i>	<i>Octopus vulgaris</i>
<i>Stramonita haemastoma</i>	<i>Turritella communis</i>	<i>Venus casina</i>

ARTHROPODA

<i>Alpheus glaber</i>	<i>Anapagurus laevis</i>	<i>Anapagurus</i> sp.
<i>Balanus perforates</i>	<i>Balanus trigonus</i>	<i>Cancer pagurus</i>
<i>Carcinus maenas</i>	<i>Chthamalus stellatus</i>	<i>Crangon crangon</i>
<i>Diogenes pugilator</i>	<i>Dromia personata</i>	<i>Ebalia</i> sp.
<i>Galathea intermedia</i>	<i>Galathea</i> sp.	<i>Galathea strigosa</i>
<i>Goneplax rhomboides</i>	<i>Inachus phalangium</i>	<i>Liocarcinus holsatus</i>
<i>Liocarcinus</i> sp.	<i>Pisidia longicornis</i>	<i>Verruca stroemia</i>

ECHINODERMATA

<i>Amphiura</i> sp.	<i>Asterina gibbosa</i>	<i>Echinaster sepositus</i>
<i>Echinus esculentus</i>	<i>Holothuria forskali</i>	<i>Holothuria tubulosa</i>
<i>Marthasterias glacialis</i>	<i>Ocnus lacteus</i>	<i>Ophiactis balli</i>
<i>Ophiocomina nigra</i>	<i>Ophioderma longicauda</i>	<i>Ophiothrix fragilis</i>
<i>Ophiura ophiura</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>	<i>Spatangus purpureus</i>
<i>Sphaerechinus granularis</i>		

PHORONIDA

<i>Phoronis</i> sp.		
---------------------	--	--

BRACHIOPODA

<i>Megerlia truncata</i>	<i>Terebratulina retusa</i>	
--------------------------	-----------------------------	--

TUNICATA

<i>Ascidia virginea</i>	<i>Ciona intestinalis</i>	<i>Clavelina lepadiformis</i>
<i>Didemnum albidum</i>	<i>Didemnum fulgens</i>	<i>Microcosmus</i> sp.
<i>Polysyncraton lacazei</i>		

TUNICATA

<i>Acantholabrus palloni</i>	<i>Ballistes capriscus</i>	<i>Boops boops</i>
<i>Centrolabrus exoletus</i>	<i>Chelon</i> sp.	<i>Coris julis</i>
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	<i>Delphinus delphis</i>	<i>Diplodus annularis</i>
<i>Diplodus cervinus</i>	<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Diplodus sargus</i>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Kyphosus sectatrix</i>	<i>Labrus bergyllta</i>
<i>Labrus mixtus</i>	<i>Lepadogaster candoleii</i>	<i>Lithognathus mormyrus</i>
<i>Lophius piscatorius</i>	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Mola mola</i>
<i>Mullus barbatus</i>	<i>Mullus surmuletus</i>	<i>Oblada melanura</i>
<i>Pagrus pagrus</i>	<i>Parablennius gattorugine</i>	<i>Parablennius pilicornis</i>
<i>Salaria pavo</i>	<i>Sarpa salpa</i>	<i>Scorpaena notata</i>
<i>Scorpaena loppei</i>	<i>Scorpaena</i> sp.	<i>Scyliorhinus canicula</i>
<i>Serranus cabrilla</i>	<i>Sparus aurata</i>	<i>Spondylosoma cantharus</i>
<i>Syngnathus</i> sp.	<i>Trachinus draco</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
<i>Tripterygion delaisi</i>	<i>Trisopterus luscus</i>	<i>Tursiops truncatus</i>
<i>Zeus faber</i>		

Estudio de las poblaciones de cetáceos y detección de Zonas Especiales de Conservación para los cetáceos en el entorno marino de Jaizkibel y aguas adyacentes

Zetazeoen populazioen ikerketa eta Jaizkibelgo inguru itsastarrean eta alboko uretan zetazeoentzat Kontserbazio Bereziko Eremuen detekzioa

Cetacean population research and detection of Special Areas of Conservation for cetaceans in the marine environment of Jaizkibel and adjacent waters

Enara Marcos-Ipiña^{1*}, Juan Manuel Salazar^{1,2}, Renaud De Stephanis²

¹ EIBE, Baserritar etorbidea 6D 3º, 20080 Hondarrabia.

² CIRCE (Conservation Information and Research on Cetaceans), Cabeza de Manzaneda 3, Pelayo, 11390 Algeciras.

* Correspondencia: enara@eibeh.org

RESUMEN

Durante el periodo 2003-2010, se ha estudiado la diversidad, distribución y abundancia relativa de cetáceos en la costa vasca con el objetivo de detectar Zonas Especiales de Conservación para los cetáceos. Para ello se han realizado muestreos visuales a bordo de embarcación, mediante transectos aleatorios y en condiciones de esfuerzo óptimas. En total se han muestreado 13.770 km, cubriendo un área total de 6.960 km² de la costa vasca. Se ha invertido un mayor esfuerzo en los 40 km adyacentes a la costa guipuzcoana, donde se han identificado 12 especies de cetáceos. Los análisis sobre distribución temporal indican la presencia continua de 5 de ellas: el delfín mular *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), el delfín común *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758), el calderón común *Globicephala melas* (Traill, 1809), el delfín listado *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) y el zifio de Cuvier *Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823). Mediante la aplicación de modelos de análisis espacial se han identificado las principales áreas de acción para estas especies. El área de acción del delfín común y el delfín mular abarca el entorno marino inmediato a Jaizkibel, donde también se han detectado, de forma ocasional pero continua a lo largo de la serie temporal, tres especies de misticetos: el rorcual aliblanco *Balaenoptera acutorostrata* (Lacépède, 1804), la yubarta *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) y el rorcual común *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758). Destaca el interés del área para el delfín mular, debido a su alta densidad poblacional. Un estudio realizado a mayor escala espacial corrobora la importancia de este entorno marino para esta especie, cuya densidad poblacional es la mayor de toda la Demarcación Marina Noratlántica del norte de la Península Ibérica.

PALABRAS CLAVE: Abundancia relativa, distribución espacial y temporal, diversidad, Gipuzkoa.

LABURPENA

2003-2010 urteetan zehar, zetazeoen aniztasuna, dentsitatea, distribuzio espaziala eta tenporalaren azterketa etengabea gauzatu da Euskal Autonomia Erkidegoko uretan, bertan, zetazeoentzat Kontserbazio Bereziko Eremuak hantzemateko helburuarekin. Itsasontzi laginketa bisualak egin dira, trantsektu aleatorioaren metodologiaren bidez 13.770 km nabigatu direlarik, 6.960 km² ko azalera miatuz. Gipuzkoako kostaldeko lehen 40 kilometroetan ikerketa sakonagoa izan da, bertan 12 zetazeo espezieen presentzia baieztatu delarik. Distribuzio tenporalaren azterketaren arabera bost espezieen presentzia jarraia frogatu da; izurde haundia *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), izurde arrunta *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758), izurde pilotu hegaluzea *Globicephala melas* (Traill, 1809), izurde marraduna *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) eta Cuvier zifioak *Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823). Modelizazio espazialaren frogai esker, espezie hauen banaketa eremu printzipalak mugatu dira. Izurde haundiaren eta izurde arruntaren bizi eremua Jaizkibel ingurua barneratzen du, eremu hontan, maiztasun txikiarekin, baina etengabe ikerketa iraun duen denboran zehar, hiru miztizeto espezie ikustatu dira, zere hegatsuria *Balaenoptera acutorostrata* (Lacépède, 1804), zere arrunta *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) eta xibarta balea *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781). Izurde haundiaren populazioaren dentsitatearen arabera, bereziki garrantzitsua da aztertutako eremua. Azalera haundiago batean garaturiko ikerketa batek ondorio hau baieztatzen du, Penintsularen Iparraldeko Ipar Atlantikoko Demarkazio Itsastarrean espezie honen dentsitatea haundiena dela frogatuz.

GAKO-HITZAK: Gipuzkoa, dibertsitatea, distribuzio tenporala eta espaziala, dentsitatea, abundantzia.

ABSTRACT

During the period 2003-2010, cetacean diversity, distribution and relative abundance have been continuously studied in waters of the Autonomous Community of the Basque Country, with the aim of detecting Special Areas for Conservation of cetaceans. Shipboard visual surveys have been carried out, by means of random transect methodology and with optimal effort conditions 13,770 km have been sailed, covering 6,960 km² area. Higher survey effort was applied in the eastern part of the whole area, in the 40 km adjacent to coast of Gipuzkoa, where 12 cetacean species have been identified. Spatial and temporal distribution studies showed the continued presence of 5 cetacean species; bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), common dolphin *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758), long-finned pilot whale *Globicephala melas* (Traill, 1809), striped dolphin *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) and Cuvier's beaked whale *Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823). Common dolphin and bottlenose dolphin home range covers the immediate marine environment of Jaizkibel, where minke whales *Balaenoptera acutorostrata* (Lacépède, 1804), humpback whale *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) and fin whales *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) appear occasionally but constantly over the time series. The area has been proved to be important for bottlenose dolphins, due to its high population density. A study on a larger spatial scale corroborates the importance of this marine environment for the species, whose population density is the largest in the North Atlantic Marine Demarcation of the North Iberian Peninsula.

KEY WORDS: Gipuzkoa, diversity, spatial and temporal distribution, density, relative abundance.

INTRODUCCIÓN

El Golfo de Bizkaia es conocido por su alta productividad y por ser una de las zonas con mayor diversidad de cetáceos en el Atlántico Nordeste (Hoyt 2005; Walker 2005a, 2005b). Como parte de este entorno marino, la costa vasca comparte muchas características ambientales con estas aguas, aunque posee aspectos biogeográficos que la hacen diferente (Borja, 2004). La compleja hidrología, los regímenes de sedimentación y la consecuente aportación de nutrientes favorecen la producción primaria en la que se basa una extensa red trófica. Por otro lado, en una estrecha franja de unos 36 km, la plataforma continental, el talud y la fosa marina de Cap Breton, crean una gran variedad de nichos ecológicos, lo que permite el desarrollo de distintas comunidades biológicas y, por lo tanto, de una gran biodiversidad (Borja, 2004; De Casamajor, 2004; Valencia, 2004).

Especies como la sardina *Sardina pichardus* (Walbaum, 1792), la anchoa *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), la merluza *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), el verdel *Scomber scombrus* (Linnaeus, 1758), el congrio *Conger conger* (Linnaeus, 1758), el lirio *Micromesistius poutassou* (Risso, 1827), una gran variedad de cefalópodos (Arregi, 2004) y de eufásidos como *Meganyctiphanes norvegica* (M. Sars, 1857) (Nogueira, 2013) son presas potenciales para numerosas especies de cetáceos en aguas del Golfo de Vizcaya (Spitz *et al.*, 2006, 2011; Anderwald *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007; Lens *et al.*, 2008; Read *et al.*, 2008). Esta diversidad de presas puede explicar, en parte, la presencia de al menos 17 especies de cetáceos en la costa vasca (Marcos *et al.*, 2005, 2013; Vázquez *et al.*, 2005; Salazar *et al.*, 2006, 2007).

Durante la última década, se ha realizado un esfuerzo por parte de distintas organizaciones (AMBAR, AZTI, CEMMA, GEFMA, EIBE) por estudiar estas especies de mamíferos marinos. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a partir de diversos estudios realizados durante el periodo 2003-2010 por la organización EIBE, con el objetivo de conocer la riqueza de especies, determinar la distribución temporal y espacial, calcular la densidad poblacional y abundancia absoluta de las distintas especies de cetáceos en el entorno marino de Jaizkibel y el área adyacente de la costa guipuzcoana.

METODOLOGÍA

Marco de estudio

Los resultados presentados en este trabajo se enmarcan dentro de dos proyectos principales, a saber: (1) "Estudio preliminar para realizar una propuesta de Lugares de Interés Comunitario (LIC) en el Litoral de la Comunidad Autónoma del País Vasco" (EIBE, 2010); (2) "Bases para el desarrollo de los planes de conservación de las especies de cetáceos protegidas en la Demarcación Marina Noratlántica (DMN)" (CEMMA, 2012). El objetivo de este úl-

timo proyecto ha sido realizar una propuesta de planes de conservación para aquellas especies de cetáceos incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (R.D 439/1990), además de contribuir a la revisión del estado de conservación de las especies de cetáceos incluidas en la categoría de "Vulnerable" presentes en la DMN.

Área de estudio y protocolo de muestreo

El área de estudio se extiende aproximadamente a lo largo de una franja de 40 km de ancho contigua a la costa guipuzcoana, que abarca un área total de 2.321 km² (Fig. 1). Se han realizado sucesivos muestreos, durante el periodo que va desde Mar. de 2003 a Sep. de 2010. Mediante transectos aleatorios (11.353 km) se ha buscado cubrir los distintos pisos batimétricos que caracterizan el área de muestreo, a saber: la plataforma continental (0-200 m de profundidad), el talud continental (200-800 m) y la fosa oceánica (> 800 m). Durante estos transectos se registraron datos sobre las condiciones de esfuerzo de búsqueda, datos ambientales (estado de la mar, visibilidad, nubosidad, viento, temperatura) y datos sobre los avistamientos de cetáceos (especie, número de individuos observados, composición grupal, actividad, comportamiento), siguiendo los protocolos de metodología de la Sociedad Española de Cetáceos (SEC, 1999).

Análisis de datos

Para el análisis, únicamente se han empleado aquellos datos obtenidos durante los muestreos con esfuerzo de búsqueda óptimos. El esfuerzo de búsqueda se define como el número de kilómetros muestreados en condiciones de búsqueda adecuadas (con el estado de la mar ≤ 3 según la escala Douglas¹ y buenas condiciones de visibilidad) y observadores en los puestos de vigilancia. En total, se han muestreado 10.988 km en condiciones de esfuerzo de búsqueda adecuadas. Así mismo, se han tenido en cuenta tan solo aquellos avistamientos en los que ha habido contacto (observación de un cetáceo) a menos de 100 m de distancia respecto del observador. No obstante, para la descripción de las especies presentes en el área adyacente a Jaizkibel, en el caso concreto del rorcual común *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758), también se han tenido en cuenta 3 avistamientos realizados sin registrar el esfuerzo de búsqueda. Así mismo, se han añadido avistamientos desde tierra y avistamientos oportunistas para describir la presencia y los movimientos de delfines comunes *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758) y delfines mulares *Tursiops truncatus* (Montahu, 1821) en la costa adyacente a Jaizkibel.

Para el análisis de la distribución temporal se ha calculado la Tasa de Encuentro (TE), que es el resultado de dividir el número de avistamientos de una especie determinada (Avs.) por el número de kilómetros muestreados

¹ p.ej. http://www.aemet.es/documentos/es/conocer/maritima/escalas_de_viento_y_oleaje.pdf

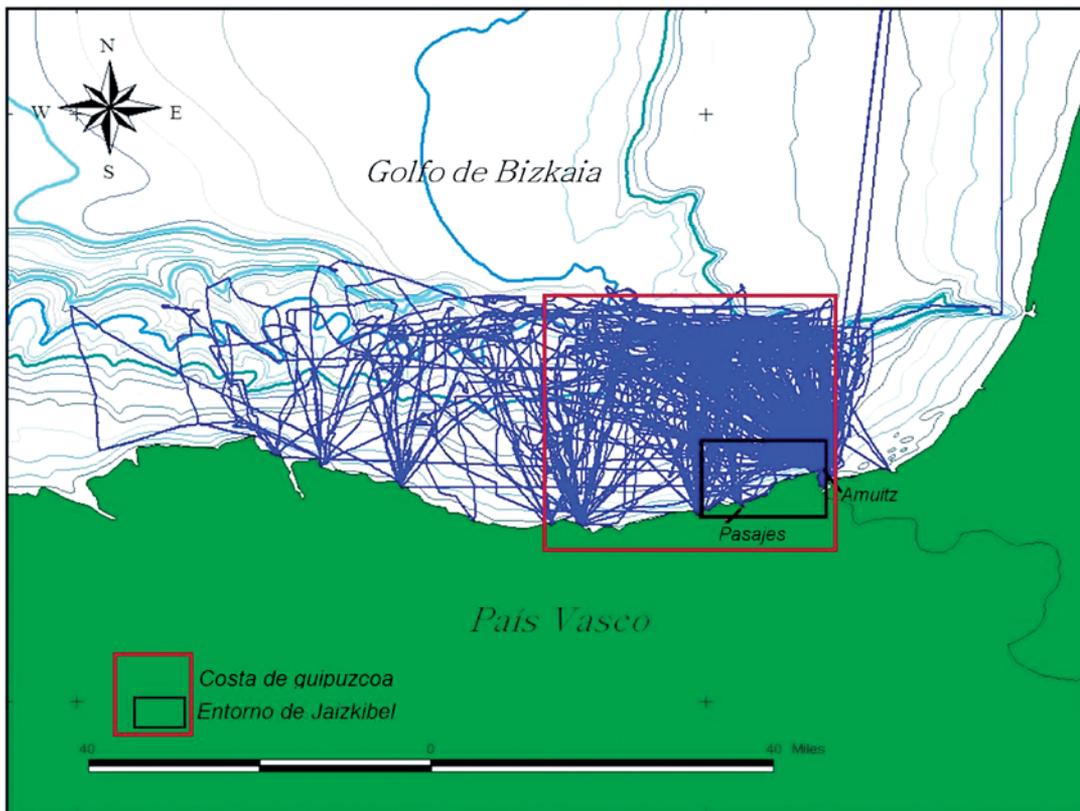


Fig. 1. - Área de estudio. Muestreos 2003-2010.
1. Irudia. Ikerketa eremua. Laginketak 2003-2010.

(Esf.), expresado en porcentaje: $TE = (Avs./Esf.) \times 100$. Las unidades temporales empleadas para el análisis son: otoño (Oct.-Dic.), invierno (Ene.-Mar.), primavera (Abr.-Jun.) y verano (Jul.-Sep.). Similarmente, las TE han sido utilizadas para determinar la abundancia relativa de las especies.

Se ha analizado la distribución espacial para las especies presentes a lo largo de toda la serie temporal, con el fin de definir el área de campeo para cada especie. Para este análisis espacial el área de estudio se ha dividido en cuadrículas (unidades de esfuerzo) con una resolución de 2 minutos de latitud por 2 de longitud. La distancia en kilómetros de búsqueda en cada cuadrícula se ha calculado mediante el sistema de información geográfica ArcView 3.2 de ESRI y su extensión Animal Movement (Hooge & Eichenlaub, 2000). Para el análisis, únicamente se han tenido en cuenta aquellas celdas en las que se han recorrido un mínimo de 3 km con esfuerzo de búsqueda.

El análisis gráfico de la distribución espacial se ha realizado mediante análisis de polígonos de kernel fijos, el mejor estimador disponible para estimar el área de campeo (Worton, 1995; Seaman & Powell, 1996; Seaman *et al.*, 1999; Powell, 2000). Este estimador no paramétrico proporciona un modelo probabilístico para áreas de campeo que describe la cantidad relativa de tiempo que un animal pasa en un lugar mediante el cálculo del índice UD (Utilization Distribution). Los polígonos kernel fijos se calcularon a partir de la tasa de encuentro por especie y unidad de esfuerzo para cada análisis, utilizando también la extensión Animal Movement de ArcView 3.2 de ESRI (Hooge & Eichenlaub, 2000).

Los datos sobre estimas de abundancia de delfín mular y calderón común *Globicephala melas* (Traill, 1809) se han extraído de trabajos realizados en el área de estudio y corresponden, en su totalidad, a estudios realizados por los autores de éste documento (Marcos *et al.*, 2010, 2012).

RESULTADOS

Esfuerzo de búsqueda y avistamientos

A lo largo del periodo de estudio se han realizado 293 avistamientos de cetáceos, de los cuales 276 se han empleado para el análisis de datos. Se han identificado 12 especies de cetáceos, de las cuales cinco se han considerado habituales por su presencia continua a lo largo de la serie temporal y en cada una de las estaciones anuales (Fig. 2).

La especie más frecuente en el litoral guipuzcoano es el delfín mular, representando el 29% ($n = 81$) de las observaciones, seguido por el delfín común (28%; $n = 71$), el calderón común (18%; $n = 49$), el delfín listado *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) (14%; $n = 38$) y el zifio de Cuvier *Ziphius cavirostris* (Cuvier, 1823) (5%; $n = 13$). Todas ellas son especies consideradas residentes y/o habituales.

El cachalote *Physeter macrocephalus* (Linnaeus, 1758), con el 5% ($n = 13$) de las observaciones, es la siguiente especie más observada en la costa guipuzcoana, seguida por el rorcual aliblanco *Balaenoptera*

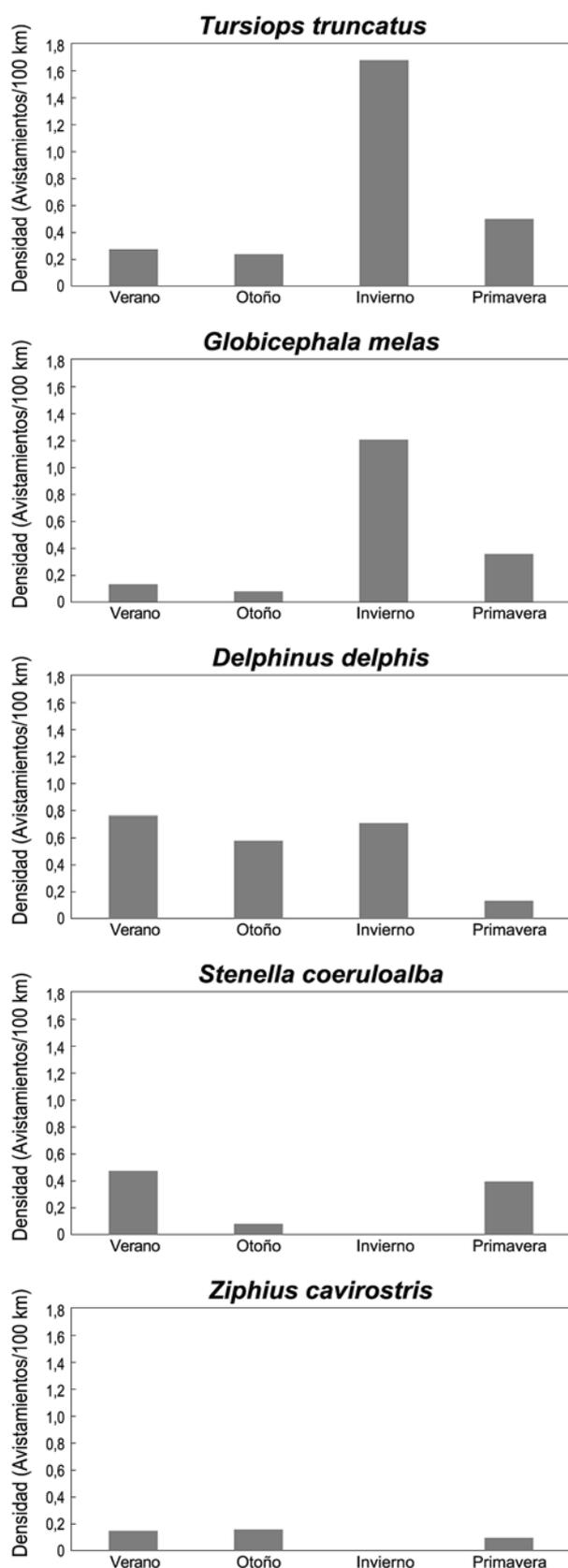


Fig. 2. - Distribución anual de las especies habituales de cetáceos en la costa guipuzcoana.

2. Irudia. Gipuzkoar kostaldeko ohiko ezpezioen urteroko banaketa.

acutorostrata (Lacépède, 1804) (2%, $n = 4$) y por la marsopa *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) (1%; $n = 3$).

El calderón de hocico boreal *Hyperoodon ampullatus* (Lacépède, 1804), otras especies de zifios *Mesoplodon* spp., el calderón gris *Grampus griseus* (Cuvier, 1812) y la yubarta *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) han sido observadas en una sola ocasión, representando cada una de estas especies el 0,4% de los avistamientos totales.

Distribución espacio temporal de las especies residentes y/o habituales

El delfín común se distribuye ampliamente y a lo largo de todo el año en la costa guipuzcoana (Fig. 2), tanto sobre la plataforma continental como en aguas oceánicas, mostrando preferencia por las aguas sobre zonas profundas de la fosa oceánica (Fig. 3).

El delfín listado se distribuye principalmente en aguas oceánicas, sobre profundidades de más de 200 m (Fig. 4). Principalmente ha sido detectado en verano, siendo en primavera y verano cuando mayor ha sido su densidad relativa en el área (Fig. 2).

El calderón común se ha observado en el área durante todo el año, siendo en invierno cuando mayor ha sido su tasa de encuentro (Fig. 2). Esta especie limita su área de distribución al talud y a las zonas profundas de la fosa oceánica (Fig. 5). Se ha estimado su población en 1.737 individuos (IC 95%: 1.236-2.514 individuos) (Marcos *et al.*, 2012).

El zifio de Cuvier concentra su área de acción en la zona más profunda del área estudiada (Fig. 6). Su densidad abarca un rango de 0,04 a 0,37 grupos/km². Esta especie se ha observado principalmente en primavera y verano (Fig. 2).

El delfín mular ha sido observado durante todo el año, siendo en invierno cuando mayor ha sido la densidad relativa de esta especie, con una tasa de encuentro de 0,02 grupos/km (Fig. 2). Esta especie se distribuye por toda la costa vasca, siendo la zona de la cabecera del cañón de Cap Breton su área de acción principal (Fig. 7). En una primera aproximación su población ha sido estimada en 1.579 individuos (IC 95%: 918-2.830 individuos) (Marcos *et al.*, 2010).

Diversidad en aguas adyacentes a Jaizkibel

El delfín mular y el delfín común campan habitualmente en el entorno marino de Jaizkibel, entendiéndose como tal los 10 km contiguos al islote de Amuitz y la Bocana de la bahía de Pasajes (Fig. 3 y 7). En ocasiones se han detectado pequeños grupos adentrándose en las bahías de Pasaia y Txingudi. Así mismo, se han observado 3 especies de misticetos alimentándose en áreas adyacentes a la costa de Jaizkibel, como demuestran los 4 avistamientos de rorcual aliblanco, 3 de rorcual común y uno de yubarta realizados en la zona.

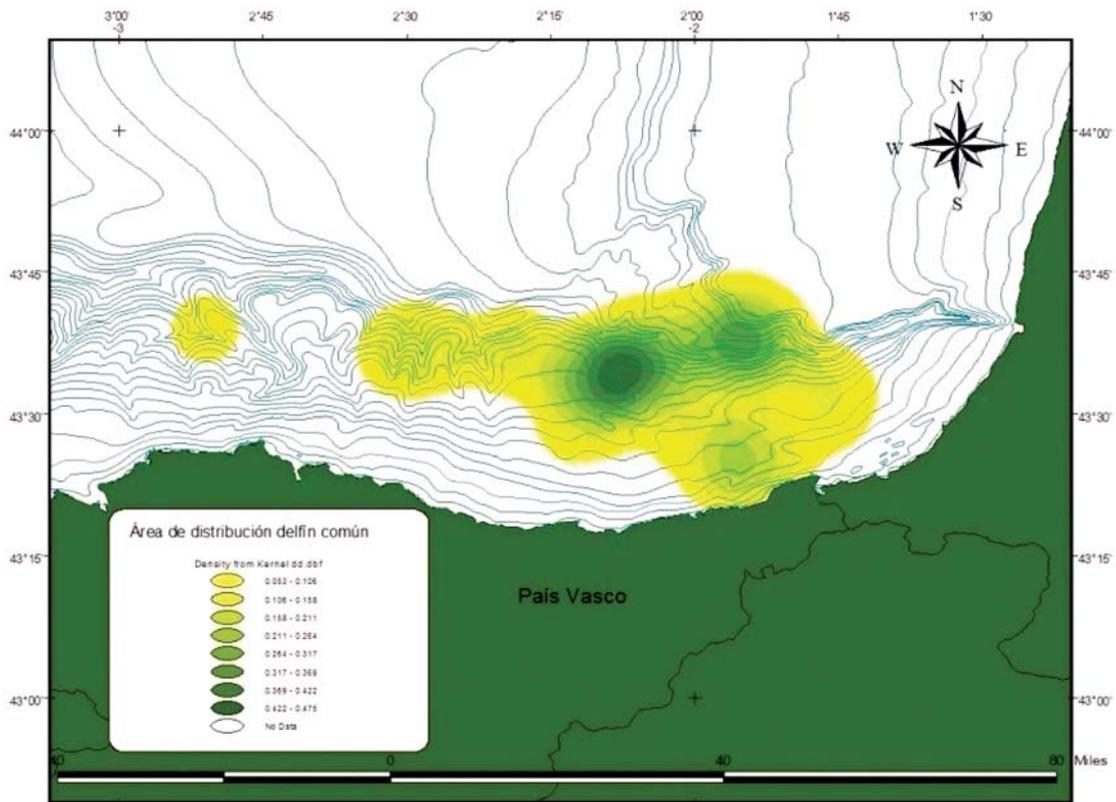


Fig. 3. - Distribución espacial del delfín común en la costa vasca oriental.
3. Irudia. Izurde arruntaren distribuzio espaziala ekialdetar euskal kostaldean.

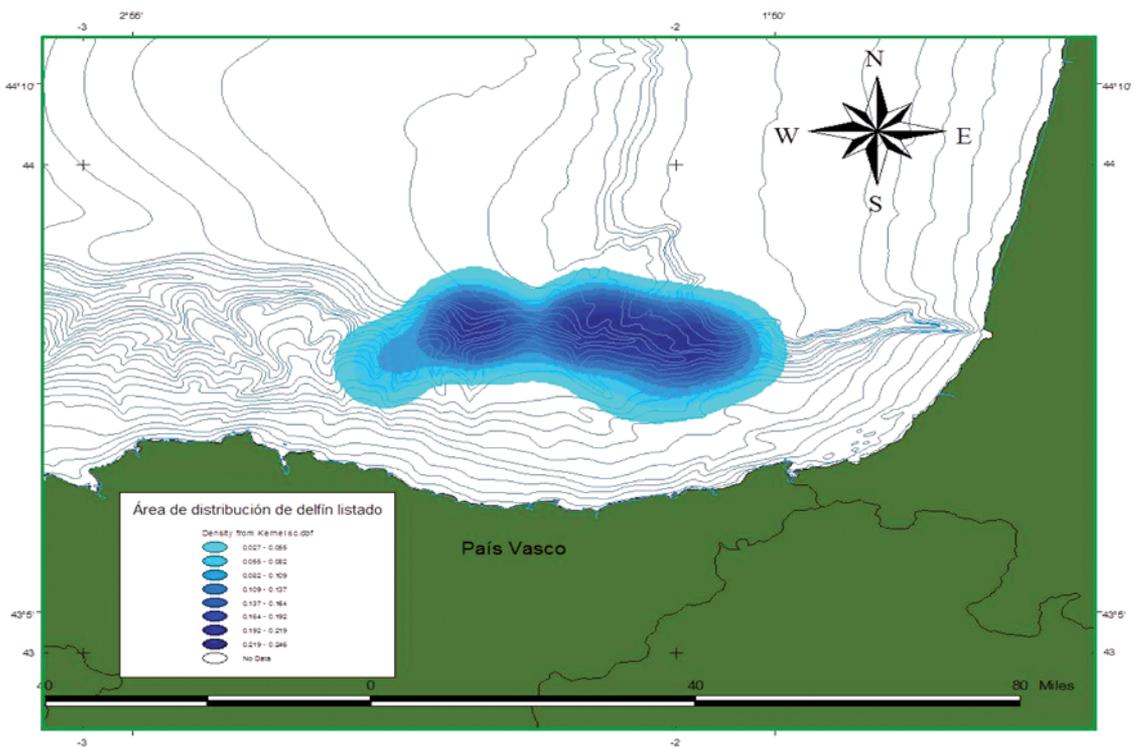


Fig. 4. - Distribución espacial del delfín listado en la costa vasca oriental.
4. Irudia. Izurde marradunaren distribuzio espaziala ekialdetar euskal kostaldean.

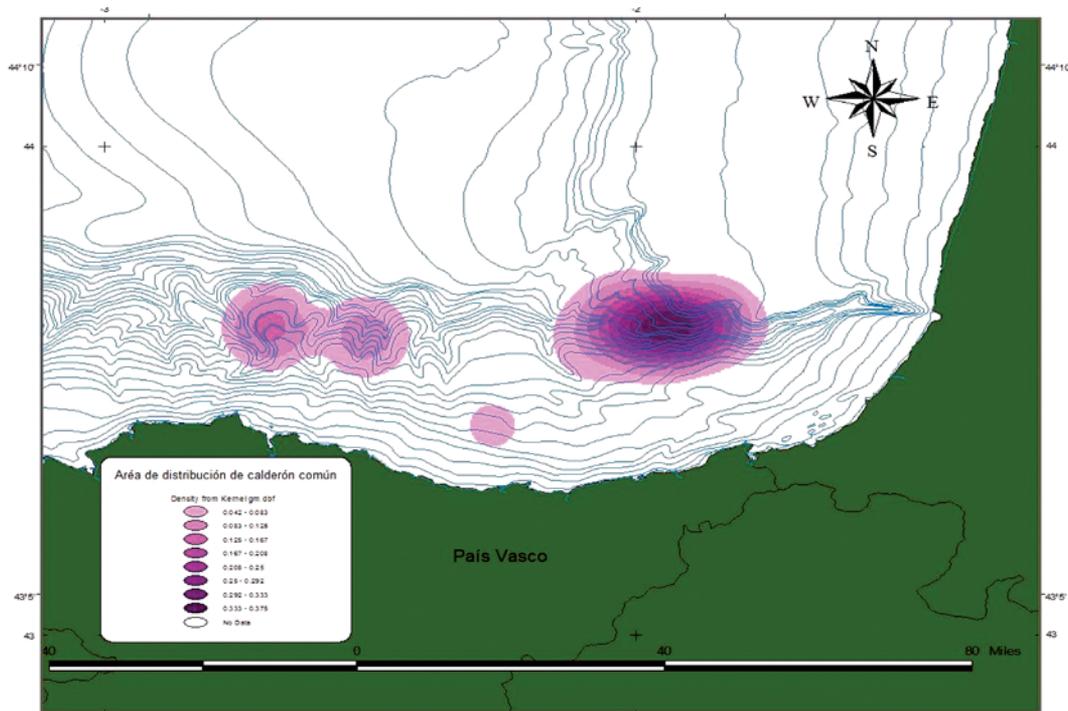


Fig. 5. - Distribución espacial del calderón común en la costa vasca oriental.
5. Irudia. Izurde pilotu hegats-luzearen distribuzio espaziala ekialde-tar euskal kostaldean.

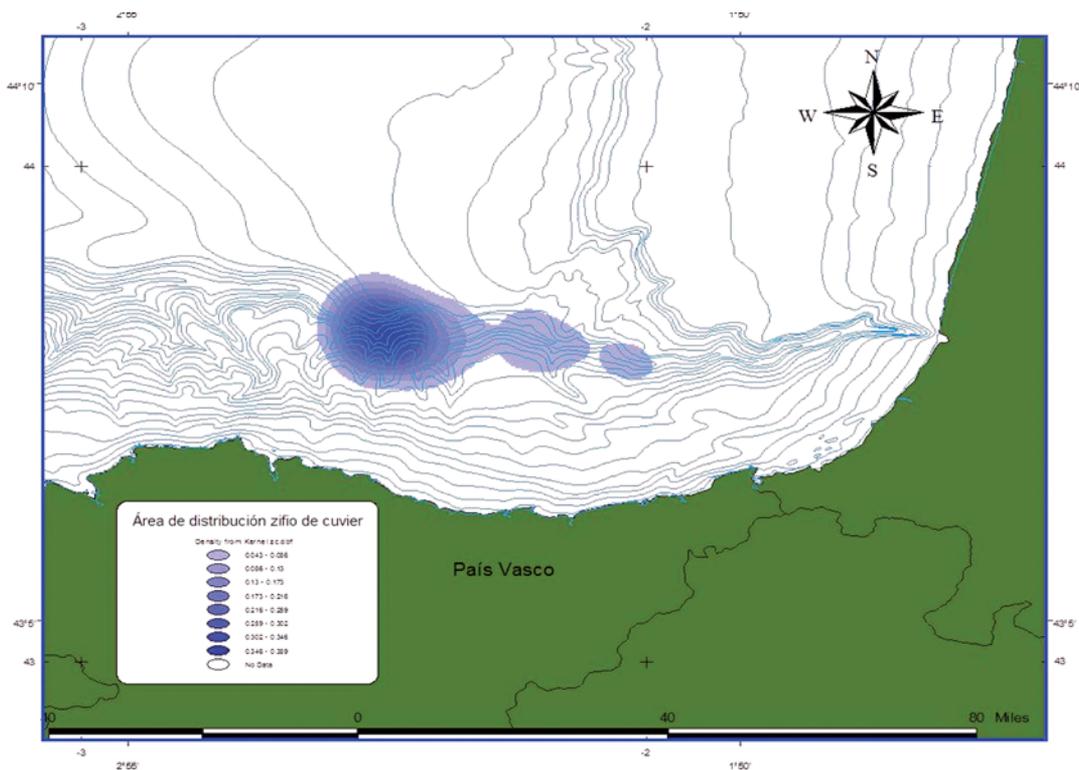


Fig. 6. - Distribución espacial del zifio de cuvier en la costa vasca oriental.
6. Irudia. Cuvier zifioaren distribuzio espaziala ekialde-tar euskal kostaldean.

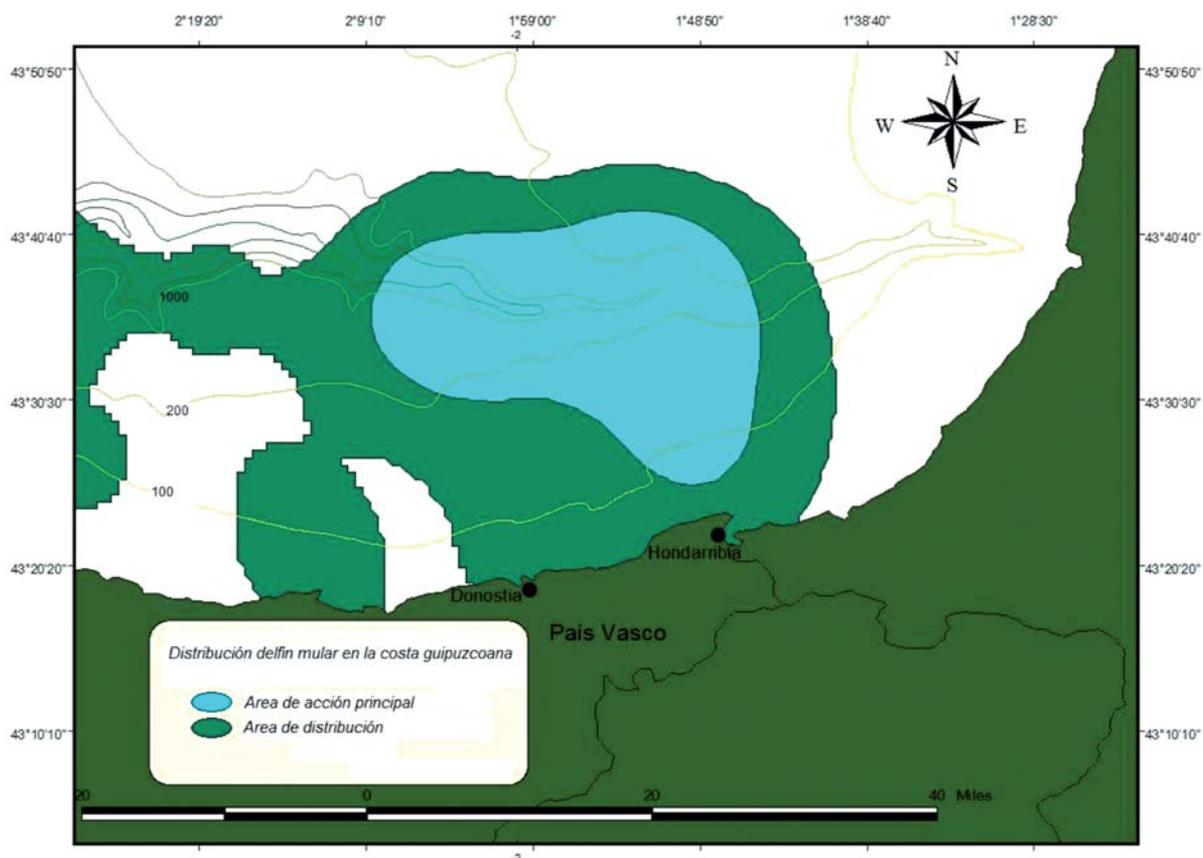


Fig. 7. - Distribución espacial y área de acción principal del delfín mular en la costa vasca oriental.

7. Irudia. Izurde haundiaren distribuzio espaziala eta banaketa eremu printzipalak ekialdetar euskal kostaldean.

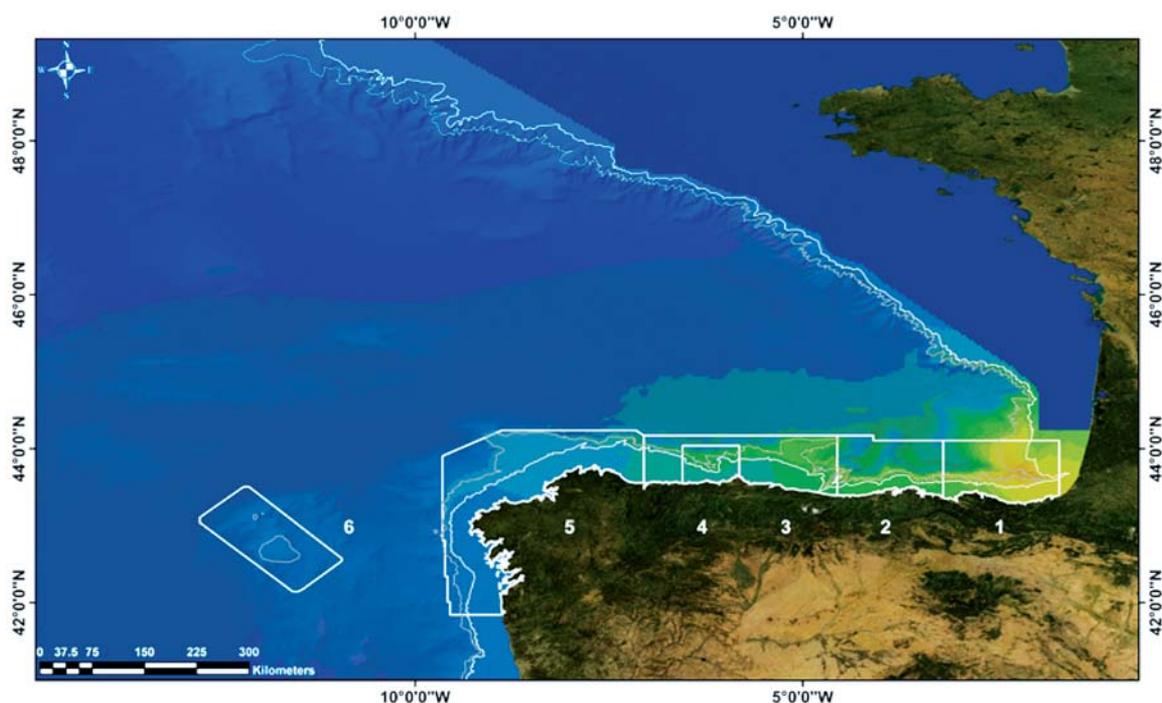


Fig. 8. - Densidad de delfín mular en la Demarcación Marina Noratlantica 2003-2011 (CEMMA, 2012).

8. Irudia. Izurde haundiaren dentsitate mapa Ipar Atlantikoko Demarkazio Itsastarrean 2003-2011 (CEMMA, 2012).

DISCUSIÓN

En conjunto se detectan un total de 13 especies de cetáceos, lo cual supone el 81% de las especies registradas en la costa vasca (Marcos *et al.*, 2013) y en todo el Atlántico Peninsular (Penas-Patiño, 1989; Aguilar, 1997; Ruano, 2007; López, 2013), el 65% de las especies observadas en el Golfo de Bizkaia (Brereton, 2001; Walker, 2005b; Salazar, 2006, 2007; Laborde, 2008) y el 38% de las especies observadas en aguas del Nordeste Atlántico (OSPAR, 2000). Teniendo en cuenta la reducida extensión del área y sin perder la referencia de la diversidad cetológica de toda la costa vasca, se han observado más especies que en áreas cercanas de dimensiones similares, como la costa asturiana y la cántabra, donde se han identificado 11 especies (Aguilar, 1997; Ruano, 2007). Podríamos concluir, en consecuencia, que la costa guipuzcoana es un área de interés para los cetáceos, que acoge más especies que las aguas más occidentales del Cantábrico, probablemente debido a la disponibilidad trófica de sus principales presas.

Entre las especies más frecuentes detectadas en la costa guipuzcoana, el delfín mular, el delfín común, el delfín listado, el calderón común y el zifio de Cuvier se han observado a lo largo de toda la serie temporal, por lo que se han considerado habituales. Esto supone que la costa de Guipuzkoa acoge de manera permanente al menos cinco especies de cetáceos (Marcos *et al.*, 2010). El grado de fidelidad al área de estudio se conocerá mejor en futuros análisis sobre la estructura y la dinámica poblacional de cada una de las especies.

En cuanto al entorno marino más próximo a Jaizkibel, se confirma que es parte del área de distribución del delfín mular y del delfín común, donde también se ha registrado la presencia de misticetos alimentándose frente a Jaizkibel y la bocana de Pasajes. No obstante, se requiere mayor esfuerzo de investigación para determinar el uso del área por parte de estas especies, si bien se pone de manifiesto el interés de estas aguas para su conservación. Esto podría ser debido a la abundancia de presas potenciales para las distintas especies de cetáceos, promovida por la gran variedad de hábitats representados desde las aguas más someras a las de mayor profundidad.

Cabe destacar que el delfín mular es la especie más frecuente en el litoral guipuzcoano, y en las aguas más próximas a Jaizkibel en particular, siendo su principal área de campeo la cabecera del Cañón de Cap Breton, donde la densidad poblacional es de 0,39 grupos/km². En la costa de Jaizkibel esta densidad disminuye (0,05 grupos/km²) (Marcos *et al.*, 2010). Según los modelos predictivos obtenidos en el estudio coordinado por CEMMA (2012) sobre distribución y abundancia del delfín mular en el norte de la Península Ibérica, se confirman las principales áreas de acción de la especie en la costa guipuzcoana, donde según López (2013) ha estimado la población en 1.931 individuos, siendo mayor que en las demás áreas estudiadas (Cantabria: 744, Asturias: 1.214, Galicia: 703).

Todas estas especies, así como otras citadas para la costa vasca (Marcos *et al.*, 2005, 2013; Vázquez *et al.*,

2005), están incluidas en los anexos II y IV de la Directiva Hábitat (92/43/CEE), según la cual se requiere determinar las áreas de máximo interés para su conservación, profundizar en su estudio y desarrollar un programa de gestión que asegure su protección. En el caso del delfín mular y la marsopa, ambas presentes en el área de estudio (Marcos *et al.*, 2010) e incluidas en el anexo II, es necesario, además, delimitar Zonas Especiales de Conservación en territorio europeo. En este contexto, se pone de manifiesto la necesidad de crear un Área Marina Protegida para asegurar su protección y cumplir con las directrices de la Directiva Hábitat y la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica (DGCN, 1998).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A., Forcada, J., Arderiu, A., Borrel, A., Monna, A., Aramburu, M.J., Pastor, T., Cantos, G. 1997. *Inventario de los cetáceos de las aguas atlánticas Peninsulares: aplicación de la directiva 92/43/CEE*. Universitat de Barcelona, Departamento de Biología Animal.
- Anderwald, P., Evans, P.G.H. 2007. Minke Whale Populations in the North Atlantic an Overview with Special Reference to UK waters. *European Cetacean Society. Spec. Public. Series* 47: 8-13.
- Arregi, L., Puente, E., Lucio, P., Sagarmínaga, Y., Castro, R., Uriarte A. 2004. Coastal fisheries and Demersal Fauna. En: *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. A. Borja, M. Collins (Ed.): 493-514. Elsevier. Amsterdam.
- Borja, A., Aguirrezabalaga, F., Martínez J., Sola, J.C., García-Arberas, L., Gorostiaga, J.M. 2004. Benthic communities, biogeography and resources management. En: *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. A. Borja, M. Collins, (Ed.): 455-492. Elsevier. Amsterdam.
- Borja, A., Collins, M. 2004. *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier. Amsterdam. (Elsevier Oceanography Series; 70).
- Brereton, T., Wall, D., Cermeño, P., Vazquez, J.A., Curtis, D., Williams A. 2001. *Cetacean monitoring in North-West European waters*. Atlantic Research Coalition (ARC). (Report Number; 1).
- Casamajor, M.N. de. 2004. *Baie de Biscaye, richesse méconnue & diversité*. Ed. Alexandre Dedwez. Ascaïn.
- Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (R.D. 439/1990). Disponible en web: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies-amenazadas/catalogo-nacional-de-especies-amenazadas/acceso_catalogo.aspx.
- CEMMA. 2012. *Bases para el desarrollo de los planes de conservación de las especies de cetáceos protegidas en la "Demarcación Marina Noratlántica"*. Propuesta de Planes de Conservación Demarcación Marina Noratlántica. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Pendiente publicación.
- DGCN. 1998. *Estrategia Española para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica*. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid.
- Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestres. Disponible en web: <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net>.
- EIBE. 2010. *Estudio piloto para la realización de una propuesta para la definición de Lugares de Interés Comunitario en el litoral de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Vitoria-Gasteiz.

- Hoyt E. 2005. *Marine Protected Areas for whales, dolphins and porpoises: a world handbook for cetacean habitat conservation*. Earthscan. London.
- Hooge, P.N., Eichenlaub, B. 2000. *Animal movement extension to Arcview*, ver 2.0. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey. Anchorage, AK, USA. Disponible en web: http://www.absc.usgs.gov/glba/gistools/index.htm#ANIMAL_MOVEMENT.
- Laborde Basto d'Andrade, M.I. 2008. *Spatial distribution of cetaceans in the Bay of Biscay and implications of the Marine Strategy Directive for their conservation*. Universidade de Lisboa, Departamento de biología animal. Master Tesis.
- Lens, S., Santos, M. B., Oñate, D., Miranda, A., Casas, G., Cañadas, A., Cabanas, J. M., Iglesias, M., Miquel, J., Fernández, R. Vázquez, J. A. 2008. *Distribution of fin whales and krill aggregations observed off the galician coasts during the CODA-IEO survey*. SYMPOSIUM The Role of Marine Mammals in the Ecosystem in the 21st Century 29 Sept- 1 Oct. Canada.
- López, A., Covelo, P., Vázquez, J.A., Martínez, J.A., Caldas, M., Lago, R., Alonso J.M. 2007. *Bases para la conservación y gestión de las especies de cetáceos amenazadas en las aguas atlánticas y cantábricas*. Informe de Proyecto, Coordinadora para o Estudio dos Mamíferos Mariños (CEMMA)-Fundación Biodiversidad.
- López, A., Vázquez, J.A., Cedeira, J., Cañadas, A., Marcos, E., Maestre, I., Ruano, A., Laria L., Hammond, P., Macleod K., Evans, P. 2013. Conferencia Annual de la European Cetacean Society, Setubal, Portugal, 8-10 Abril 2013. *New abundance estimates of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Northern Spanish Cantabrian and adjacent waters of Bay of Biscay (2003-2011)*. Poster 27.
- Marcos, E., Salazar-Sierra, J.M., Stephanis, R. de. 2005. Proceedings of the 19 Conferencia Annual de la European Cetacean Society, La Rochelle, Francia, 2-7 Abril 2005. *Cetacean population in coast of the Basque Country: Diversity and distribution spring-summer 2003-2004*. (European Research on cetaceans; 19).
- Marcos, E., Salazar, J.M., Stephanis, R. de. 2010. Cetacean diversity and distribution in the coast of Gipuzkoa and adjacent waters, southeastern Bay of Biscay. *Munibe, Cienc. Nat.* 58: 221-231.
- Marcos, E., Martínez-Jorquera, J., Verborgh, P., Salazar, J.M. 2012. 26th Annual Conference of the European Cetacean Society, Galway, Irlanda, 26-28 Marzo 2012. *Long-finned pilot whale population size and temporal density fluctuations in Basque Coast, Southeastern Bay of Biscay*.
- Marcos, E., Salazar, J.M. 2013. VII Congreso de la Sociedad Española de Cetáceos. Tarifa, Cádiz, 4-6 octubre 2013. *Estudio y conservación de las poblaciones de cetáceos en la costa vasca*.
- Nogeira, E., Batleb, J.M., Cabal J., Gonzalez-Nuevo, G., Revilla, R., Alvarez E., Bueno, J. 2008. Accumulation of northern krill (*Meganyctiphanes norvegica*) in a convergence zone at the Cap Breton Canyon (southern Bay of Biscay). *Rev. Invest. Mar.* 3: 225-226.
- OSPAR. 2000. *Quality Status Report 2000: Region IV – Bay of Biscay and Iberian Coast*. OSPAR Commission. London.
- Penas-Patiño, X.M., Piñeiro-Seage, A. 1989. Cetáceos, focas e tartarugas das costas ibéricas. Santiago de Compostela: Consellería de Pesca, (Xunta de Galicia). Fernandez de la Cigonña, E., 1990. Vol. III. Os cabaleiros do mar: baleas e golfinhos das nosas augas. Guía dos cetáceos de Galicia e Iberia. En: *Natureza Galega*. Asociación Galega para a Cultura e a Ecoloxía (AGCE).
- Powell, R.A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. In: *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. L. Boitani, T. K. Fuller (Ed.): 65-110. Colombia University Press. New York.
- Read, F.L., Santos, S., González, A.F., Martínez-Cedeira, J., López, A., Pierce, G. J. 2008. 61st Annual Meeting of the International Whaling Commission. Madeira, Portugal 1-13 June 2009.
- Common dolphin (*Delphinus delphis*) in Galicia, NW Spain: distribution, abundance, life history and conservation (SC/61/SM5)*.
- Ruano A., Silva, P., Solano, S., Naves, J. 2007. *Cetáceos del litoral asturiano: áreas de interés para la conservación*. La Caixa.
- Salazar-Sierra J.M., Marcos-Ipiña E. 2007. 21th Annual Conference of the European Cetacean Society, Donostia-San Sebastián, Spain, April 2007. *Mysticeti populations in the bay of biscay: Diversity and distribution (summer-autumn 2003-2004-2005)*.
- Salazar-Sierra, J.M., Marcos-Ipiña, E. 2006. Proceedings of the 20th Annual Conference of the European Cetacean Society, Gdynia, Poland, 2-7 April 2006. *Odontocete populations in the Bay of Biscay: Diversity and distribution (summer-autumn 2003-2004-2005)*. (European Research on cetaceans; 20).
- Santos Vazquez, M.B., Fernandez, R., Lopez, A., Martinez, J.A., Pierce, G.J. 2007. Variability in the diet of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* in Galician waters, north-western Spain, 1990-2005. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 87(1): 231-241.
- Seaman, D.E., Powell, R.A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77: 2075-2085.
- Seaman, D.E., Millspaugh, J.J., Kernohan, B.J., Brundige, G.C., Raedeke, K.J., Gitzen, R.A. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *J. Wildl. Manag.* 63: 739-747.
- SEC. 1999. *Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las labores de observación, asistencia a varamientos y recuperación de mamíferos y tortugas marinas de las Aguas Españolas*. Technical Report. Sociedad Española de Cetáceos.
- Spitz J., Richard, E., Meynier, L., Pusineri, C., Ridoux, V. 2006. Dietary plasticity of the oceanic striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the neritic waters of the Bay of Biscay. *J. Sea Res.* 55: 309-320.
- Spitz, J., Cherel, Y., Bertin, S., Kiszka, J., Dewez, A., Ridoux, V. 2011. Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the bay of biscay, northeast atlantic. Deep-Sea Research Part I. *Oceanogr. Res. Pap.* 58(3): 273-282.
- Valencia, V., Franco, J., Borja, A., Fontán, A. 2004. Hydrography of the southeastern Bay of Biscay. En: *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. A. Borja, M. Collins (Ed.): 159-194. Elsevier. Amsterdam.
- Vázquez, J.A. 2005. *Distribución y uso de hábitat del delfín mular (*Tursiops truncatus*), calderón de aleta larga (*Globicephala melas*) y de zifio común (*Ziphius cavirostris*), en aguas cercanas a la costa vasca*. Gobierno Vasco. Departamento de medio ambiente y ordenación del territorio Biodiversidad.
- Walker, D., 2005a. Using oceanographic features to predict areas of high cetacean diversity. MSc Thesis. University of Wales. Bangor.
- Walker, D., McHenry, M., Hickey, R., Clemente, S., Beaumont N., Macleod, K. 2005b. *Mapping Cetacean Biodiversity in the Bay of Biscay*. Poster presentation. Organisation Cetacea, UK.
- Worton, B.J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel based home range estimators. *J. Wildl. Manag.* 59: 794-800.

Inventario de hábitats y flora amenazada de la ZEC Jaizkibel

Jaizkibel KBEko habitat eta flora mehatxatuen inbentarioa

Inventory of threatened habitats and flora in Jaizkibel SAC

Anaïs Mitxelena^{*}, Jesús Sáenz, Leire Oreja¹

¹ Departamento de Botánica, Sociedad de Ciencias Aranzadi, Zorroagagaina 11, 20014 Donostia-San Sebastián.

* Correspondencia: botanika@aranzadi.eus

RESUMEN

Se han actualizado la cartografía de hábitats y el inventario de la flora amenazada de la Zona de Especial Conservación Jaizkibel (ES2120017) mediante trabajo de campo realizado en 2009 y búsqueda bibliográfica y recopilación de datos realizada hasta 2013. En un área comprendida de 2470 ha, el 71% está ocupado por 26 hábitats naturales y seminaturales, de los cuales 12 son hábitats de interés comunitario. Respecto a la flora amenazada, se nombran 18 especies de las cuales no se ha podido confirmar la presencia de *Carex hostiana* DC. desde 1953, *Dryopteris carthusiana* (Vill) H.P. Fuchs. desde 1967, *Radiola linoides* Roth. desde 1985 y *Rhynchospora fusca* (L.) W.T. Aiton. desde 1941.

PALABRAS CLAVE: Cartografía, listado, vegetación, especies, actualización.

LABURPENEA

Kontserbazio Bereziko Eremu (ES2120017) moduan izendatua dagoen Jaizkibeleko habitaten kartografia eta landare mehatxatuen inbentarioa berritu da 2009an burututako mendi-irteera eta 2013 arte jasotako datuen eta bilaketa bibliografikoez baliatuz. 2470 ha duen eremua-ren %71, 26 habitat natural eta erdinaturalez osatuta dago eta hauetatik 12 europar batasunarentzat interesekoak dira. Landare mehatxatuei dagokienez, 18 espezie zerrendatu dira baina ezin izan da *Carex hostiana* DC. 1953. urtetik, *Dryopteris carthusiana* (Vill) H.P. Fuchs. 1967tik, *Radiola linoides* Roth. 1985tik eta *Rhynchospora fusca* (L.) W.T. Aiton. 1941tik espezieen presentzia ziurtatu.

GAKO-HITZAK: Kartografia, zerrenda, landaredia, espezieak, eguneratzea.

ABSTRACT

The habitat cartography has been updated as well as the inventory of the threatened flora in Jaizkibel Special Area of Conservation by means of field work undertaken in 2009 and bibliographical research and data collection undertaken until 2013. In an area comprising 2,470ha, 71% is covered by 26 natural and semi-natural habitats of which 12 are community interest habitats. Regarding the threatened flora, 18 species have been named and it has not been possible to confirm the presence of *Carex hostiana* DC. since 1953, *Dryopteris carthusiana* (Vill) H.P. Fuchs. since 1967, *Radiola linoides* Roth. since 1985 and *Rhynchospora fusca* (L.) W.T. Aiton. since 1941.

KEY WORDS: Cartography, list, vegetation, species, updating.

INTRODUCCIÓN

Durante años, el paisaje del monte Jaizkibel ha sido modelado por la intensa intervención humana. Su vegetación potencial, formada mayoritariamente por marojal, y, en menor medida, por robledal, vegetación típica de acantilados costeros y aliseda, ha sido modificada hasta conseguir como resultado el paisaje que presenta actualmente el macizo: un paisaje mucho más complejo formado por un mosaico de pequeñas manchas de bosques, grandes superficies de matorrales, prados y pastos, plantaciones forestales y acantilados costeros.

La localización de Jaizkibel, en plena costa, y su orografía han ayudado en parte a esta diversidad de hábitats y microhábitats de la que está dotado el macizo, lo que ha facilitado la presencia de endemismos y de especies vegetales poco comunes en la zona. Son de destacar, por ejemplo, las comunidades herbáceas y fruticasas y algunas especies de flora casmofítica silicícola características del medio salino y ventoso que encuentran refugio en los escabrosos acantilados litorales (OSTADAR, S.L., 2013) o algunos helechos paleotropicales que buscan cobijo en los encajonados y sombríos valles que dan al mar.

Así, dada la enorme diversidad biológica que alberga, Jaizkibel fue designado Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) en 2004 y en 2013 ha sido declarado como Zona Especial de Conservación (ZEC), en las que se han fijado las medidas de conservación necesarias para los hábitats naturales y seminaturales y especies más interesantes (OSTADAR, S.L. 2013).

Sin embargo, ni su singularidad ni su riqueza han evitado que los estudios realizados hasta hoy sobre los hábitats y la flora del lugar hayan sido trabajos puntuales. Hoy en día no existen estudios dirigidos al conjunto del macizo de Jaizkibel y los trabajos existentes son estudios enfocados a determinados hábitats o especies que se pueden encontrar en la zona, como trabajos de gestión de turberas y esfagnales (Zendoia *et al.*, 2003; Zendoia *et al.*, 2006; Zendoia *et al.*, 2007; Heras *et al.*, 2009; Azpiroz *et al.*, 2012; Garmendia *et al.*, 2014) o aportaciones a catálogos florísticos con observaciones realizadas intencionadamente o al azar (Allorge & Allorge, 1941; Braun-Blanquet, 1967; Catalán & Aizpuru, 1985; Sanz-Azkue *et al.*, en prensa). Por todo ello, se puede afirmar que actualmente la información dis-

ponible sobre el lugar es escasa y se encuentra dispersa en distintas publicaciones.

El único trabajo recopilatorio resumido y actualizado existente con la información de los valores naturales del lugar, es el *Documento de Objetivos y Medidas para la designación de la Zona Especial de Conservación Jaizkibel (ES2120017)* (OSTADAR, S.L., 2013) sobre el que se basa en gran medida el presente trabajo.

Mediante este artículo, se pretende recopilar los datos de vegetación y flora de Jaizkibel, actualizando la cartografía detallada de los hábitats naturales y seminaturales y realizando una nueva lista de la flora amenazada del macizo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se centra en el Monte Jaizkibel (Gipuzkoa), más en concreto en la superficie propuesta como ZEC de Jaizkibel (ES2120017) (OSTADAR, S.L., 2013) (Fig. 1). Jaizkibel se ubica en la costa cantábrica por lo que el clima es oceánico con temperaturas suaves y precipitaciones elevadas, con valores medios anuales en torno a los 1200 l/m² y los 11,6 °C respectivamente (valores obtenidos en la estación de Jaizkibel entre los años 2004 y 2010, fuente Banco de Datos Eustat). En total, se calcula una superficie de 2470 ha con un rango altitudinal que va desde los 0 m, a nivel del mar, hasta los 540 m. Se trata de una elevación montañosa de geomorfología compleja, orientada de suroeste (SW) a noreste (NE) en el que predomina la vertiente norte frente a la sur. Predomina el sustrato arenoso y la vertiente NE incluye areniscas y conglomerados, mientras que la vertiente SW incluye rocas algo más variadas.

Revisión de la cartografía de hábitats

La revisión y actualización de la cartografía de hábitats de Jaizkibel se efectuó en el año 2009 durante la redacción del *Documento de Objetivos y Medidas para la designación de la Zona Especial de Conservación Jaizkibel (ES2120017)* (OSTADAR, S.L. 2013).

Como base para dicha tarea se utilizaron el mapa de vegetación con leyenda EUNIS (*European Nature Information System*) y el mapa de los hábitats de interés comunitario (Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de Hábitats) de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) ambos a escala 1:10.000 y elaborados por el *Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco* (2007).

Previo al trabajo de campo y mediante el software informático ARCGIS 9.3. se realizaron algunos cambios en la cartografía de hábitats mediante la fotointerpretación de las ortofotografías más recientes disponibles (Gobierno Vasco, 2009). Durante esta labor se insertó la cartografía detallada de los esfañales de Jaizkibel (Zendoia *et al.*, 2003 y 2007). Seguidamente se efectuaron salidas de campo para confirmar los cambios realizados mediante la fotointerpretación y cartografiar con el mayor detalle posible la distribución de los hábitats con el fin de actualizar la cartografía del mapa de hábitats EUNIS y por consiguiente de los hábitats de interés comunitario.

Una vez realizada la revisión cartográfica se calcularon los siguientes datos con cada hábitat natural y seminatural en Jaizkibel: número de recintos, superficie en hectáreas para cada hábitat y porcentaje que ocupa el hábitat en relación con la superficie total de Jaizkibel.

Para la discusión de los datos de hábitats naturales y seminaturales también se utilizaron el mapa de LICs ofi-

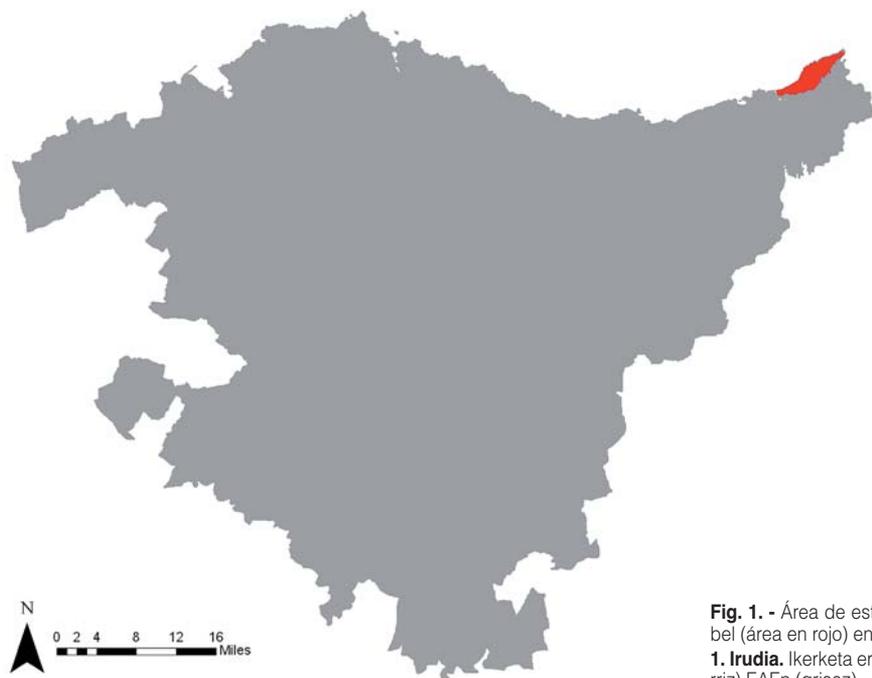


Fig. 1. - Área de estudio: delimitación actual de la ZEC de Jaizkibel (área en rojo) en la CAPV (área en gris).

1. Irudia. Ikerketa eremua: Jaizkibel KBeko egungo mugaketa (gorriz) EAEn (grisez).

cial de la CAPV (Gobierno Vasco, 2003) y el mapa de vegetación potencial (Gobierno Vasco, 2006). De ese modo se calcularon datos de interés como el porcentaje que ocupan los hábitats naturales y seminaturales de Jaizkibel en relación con la superficie de los hábitats en toda la CAPV o en la Red Natura 2000 (RN2000) de toda la CAPV. Este último dato es orientativo ya que con el proceso de designación de las ZECs de la CAPV en curso están variando, aunque no de manera considerable. Del mismo modo, existe otro documento más actual de vegetación potencial, efectuado en 2011 en vez de 2006. No obstante se piensa que los datos mostrados sobre la superficie real de los hábitats actuales respecto a la potencial no varíen mucho utilizando uno u otro mapa.

Listado y revisión de flora amenazada

Para elaborar el listado de la flora amenazada presente en Jaizkibel, en primer lugar se efectuó una revisión bibliográfica detallada de las citas con la ayuda de la base de datos de la flora vascular ARAN-EH y el Herbario ARAN (Departamento de Botánica de la Sociedad de Ciencias Aranzadi). Posteriormente, se realizaron salidas de campo (periodo 2009-2013) para comprobar *in situ* las citas dudosas, antiguas o las que pudieran verse afectadas por algún factor externo.

Parte del trabajo de revisión de la flora amenazada se efectuó durante la redacción del *Documento de Objetivos y Medidas para la designación de la Zona Especial de Conservación Jaizkibel (ES2120017)* (OSTADAR, S.L. 2013). No obstante, con el paso del tiempo estos datos fueron completados con otras citas u observaciones recientes aportadas por colaboradores de este artículo (véase apartado Agradecimientos).

En el listado se incluyen las especies que aparecen en legislación vigente: los anexos II, IV y V de la Directiva Hábitat 92/43/CEE, la Lista Roja Española (Bañares *et al.*, 2010), la Lista Roja de la flora vascular de la CAPV (IHOBE, 2010) y el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (BOVP, 2011).

RESULTADOS

Hábitats naturales y seminaturales

De las 2470 ha del área de estudio, 1743 ha (71%) son hábitats naturales y seminaturales distribuidos en 25 tipos de hábitats EUNIS (Tabla 1). Una superficie de 942 ha (38% del área de estudio) está ocupada por 12 hábitats de interés comunitario de los cuales 5 se consideran prioritarios. Un hábitat se considera prioritario cuando está amenazado de desaparición y su conservación supone una especial responsabilidad para la Unión Europea.

Mapa de vegetación y otros usos

El mapa de vegetación actual (Fig. 2) difiere mucho de la potencial, es decir del mapa de vegetación climática que presentaría Jaizkibel sin la intervención humana formado por marojales (89%), robledales (8%), acantila-

Nombre de hábitats EUNIS	CD	CE	NR	S	%ZEC
Acantilados y rocas costeras sin vegetación		B3.23	4	53	2
Repisas y acantilados costeros con angiospermas halófilas	1230	B3.31	21	49	2
Láminas de agua de estuarios-rias, sin vegetación vascular		C2.4	1	<1	<1
Trampales acidófilos-esfagnales	7140	D2.3	25	5	<1
Trampales de <i>Cladium mariscus</i>	7210*	D5.24	1	<1	<1
Lastonares y pastos del Mesobromion	6210	E1.26	4	6	<1
Praderas silicícolas de <i>Deschampsia flexuosa</i>	6230*	E1.73	17	72	3
Prados pastados y pastos no manipulados		E2.11	24	145	6
Prados de siega atlánticos, no pastoreados	6510	E2.21	28	56	2
Prados-junciales basófilos atlánticos		E3.41	1	<1	<1
Prados húmedos acidófilos dominados por <i>Molinia</i>	6410	E3.51	16	258	10
Helechales atlánticos y subatlánticos, colinos		E5.31(X)	12	29	1
Helechales atlánticos y subatlánticos, montanos		E5.31(Y)	1	4	<1
Zarzal acidófilo atlántico, con espinos (<i>Rubus gr. glandulosus</i>)		F3.13	2	4	<1
Argomal atlántico de <i>Ulex europaeus</i>		F3.15(Y)	43	398	16
Brezal húmedo con <i>Erica ciliaris</i> y <i>E. tetralix</i>	4020*	F4.12	2	12	<1
Brezal atlántico dominado por <i>Ulex</i> sp.	4030	F4.23(X)	3	4	<1
Brezal costero de <i>Erica vagans</i>	4040*	F4.231	34	359	15
Bortal o maquis alto termoatlántico		F5.21(Y)	1	<1	<1
Sauceda no riparia, de laderas rezumantes		F9.2(Y)	3	4	<1
Seto de especies autóctonas		FA.3	1	<1	<1
Aliseda ribereña eurosiberiana	91E0*	G1.21(Z)	1	1	<1
Marojal eurosiberiano	9230	G1.7B1	33	120	5
Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>		G1.86	36	132	5
Bosques naturales jóvenes de frondosas		G5.61	8	24	1

Tabla 1. - Superficie ocupada por hábitats de interés en Jaizkibel. Los hábitats que presentan asterisco se consideran prioritarios en la Comunidad Europea. Abreviaturas: CD, Código de la Directiva Hábitats; CE, Código EUNIS; NR, número de recintos; S, Superficie (en ha); %ZEC, porcentaje de la superficie total de la ZEC Jaizkibel.

1. Taula. Interesezko habitatengatik okupaturako azalera. Izartxoak dararmaten habitatak lehentasunezkoak dira Europear Batasunean. Laburdurak: CD, Habitat Zuzentzaruko kodea; CE, EUNIS kodea; NR, tesela kopurua; S, azalera (ha-tan); %ZEC, Jaizkibel KBEn habitatak okupatzen duen azalera portzentaia.

dos costeros (<2%) y alisedas (<2%) (OSTADAR, S.L. 2013). Salvo los acantilados costeros, el resto de los hábitats potenciales han sido sustituidos tanto por hábitats seminaturales como por artificiales en una gran parte de su extensión. En especial, los marojales y las alisedas han sido sustituidos en más del 90% de su superficie.

Hábitats EUNIS naturales y seminaturales presentes en la actualidad en Jaizkibel

De los diferentes tipos de hábitats EUNIS naturales y seminaturales que se pueden encontrar en la actualidad en Jaizkibel, se ha realizado el siguiente agrupamiento: formaciones boscosas, formaciones arbustivas, prados y pastos, acantilados costeros y trampales y esfagnales.

Las formaciones arbustivas (Fig. 3) son las que ocupan la mayor superficie de todas las formaciones con 815 ha (33%). Además son las que más tipos de hábitats EUNIS presentan con los 10 hábitats que se muestran a continuación ordenados en función del área que ocupan: "Argomal atlántico de *Ulex europaeus*" 398 ha (16%), "Brezal costero de *Erica vagans*" 359 ha (15%), "Helechales atlánticos y subatlánticos, colinos" 29 ha (1%), "Brezal húmedo con *Erica ciliaris* y *E. tetralix*" 12 ha (<1%), "Zarzal acidófilo atlántico, con espinos (*Rubus gr. glandulosus*)" 4 ha (<1%), "Sauceda no riparia, de laderas rezumantes" 4 ha (<1%), "Brezal atlántico dominado por *Ulex* sp." 4 ha (<1%), "Helechales atlánticos y subatlánticos, montanos) 4

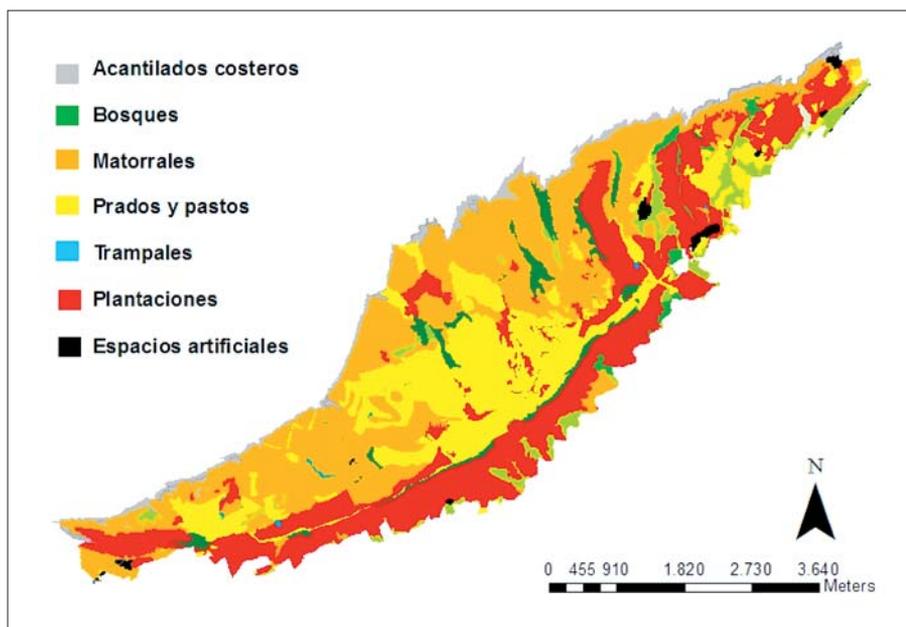


Fig. 2. - Mapa de vegetación y otros usos en la ZEC de Jaizkibel.

2. Irudia. Landarediaren eta beste erabilere-
ren mapa Jaizkibel KBEan.

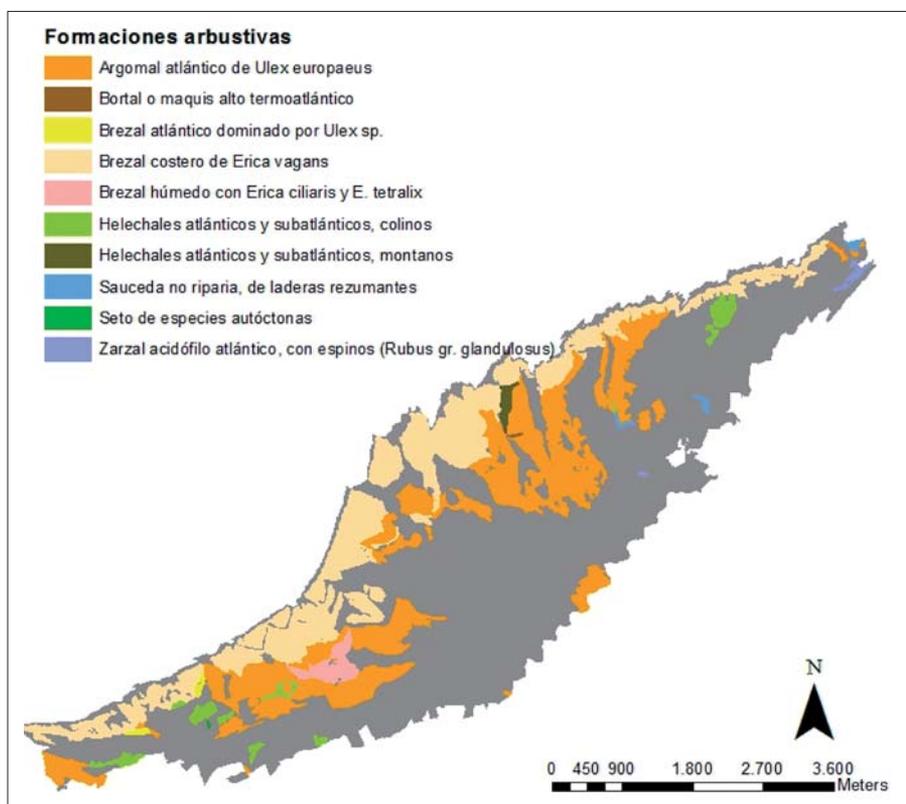


Fig. 3. - Formaciones arbustivas en la ZEC de Jaizkibel.

3. Irudia. Zuhaixka-erako formazioak Jaiz-
kibel KBEan.

ha (<1%), "Bortal o maquis alto termoatlántico" <1 ha (<1%) y "Seto de especies autóctonas" < 1ha (<1%). Son hábitats de interés prioritario los dos primeros tipos de brezales citados.

En segundo lugar se encuentran los prados y pastos (Fig. 4), con una superficie de 538 ha (22%) y 6 tipos de hábitats EUNIS: "Prados húmedos acidófilos dominados por *Molinia*" 258 ha (10%), "Prados pastados y pastos no

manipulados" 145 ha (6%), "Praderas silicícolas de *Deschampsia flexuosa*" 72 ha (3%), "Prados de siega atlánticos, no pastoreados" 56 ha (2%), "Lastonares y pastos del Mesobromiom" 6 ha (<1%) y "Prados-juncuales basófilos atlánticos" <1 ha (<1%). Salvo el último hábitat y los "Prados pastados y pastos no manipulados", el resto son hábitats de interés comunitario, con las "Praderas silicícolas de *Deschampsia flexuosa*" como prioritarias.

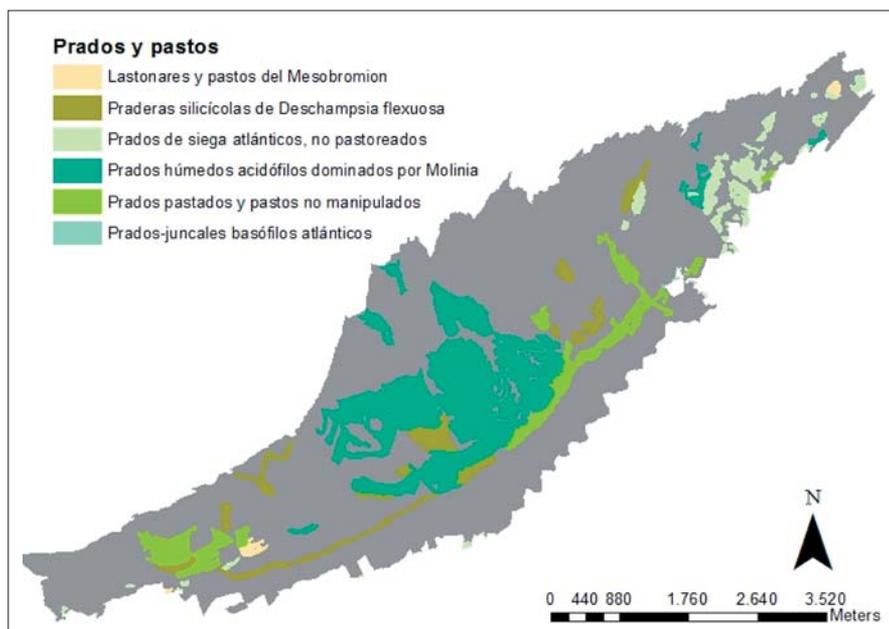


Fig. 4. - Prados y pastos en la ZEC de Jaizkibel. 4. Irudia. Larreak Jaizkibel KBEan.

A los prados y pastos les siguen las formaciones boscosas con 277 ha (12%) (Fig. 5) repartidos en los siguientes hábitats EUNIS: "Marojal eurosiberiano" 120 ha (5%), "Bosque acidófilo dominado por *Quercus robur*" 132 ha (5%), "Bosques naturales de jóvenes frondosas" 24 ha (<1%) y "Aliseda ribereña eurosiberiana" 1 ha (<1%). El "Marojal eurosiberiano" y la "Aliseda ribereña eurosiberiana" son hábitats de la Directiva Hábitat con la última de ellas además como prioritaria. Las plantaciones forestales con una ocupación de 645 ha (25%) (Fig. 2) no se incluyen dentro de esta categoría.

En cuarto lugar se sitúan los acantilados costeros con una ocupación de 102 ha (4%) (Fig. 6) y dos tipos de hábitats EUNIS: "Acantilados y rocas costeras sin vegetación"

53 ha (2%) y "Repisas y acantilados costeros con angiospermas halófilas" 49 ha (2%), el último de ellos prioritario.

Por último, se citan los trampales y esfagnales que ocupan una superficie de 6 ha (1%) (Fig. 7) y los siguientes hábitats EUNIS: "Trampales acidófilos-esfagnales" 5 ha (<1%) y "Trampales de *Cladium mariscus*" <1 ha (<1%). Ambos son de interés comunitario y el último de ellos además prioritario.

Superficie de los hábitats de la Directiva Hábitat de Jaizkibel en relación a la CAPV y la Red Natura 2000 vasca

Son cinco los hábitats de interés comunitario que presentan una superficie mayor al 10% de su superficie total en la CAPV y en la RN2000 vasca. Los "Prados húmedos

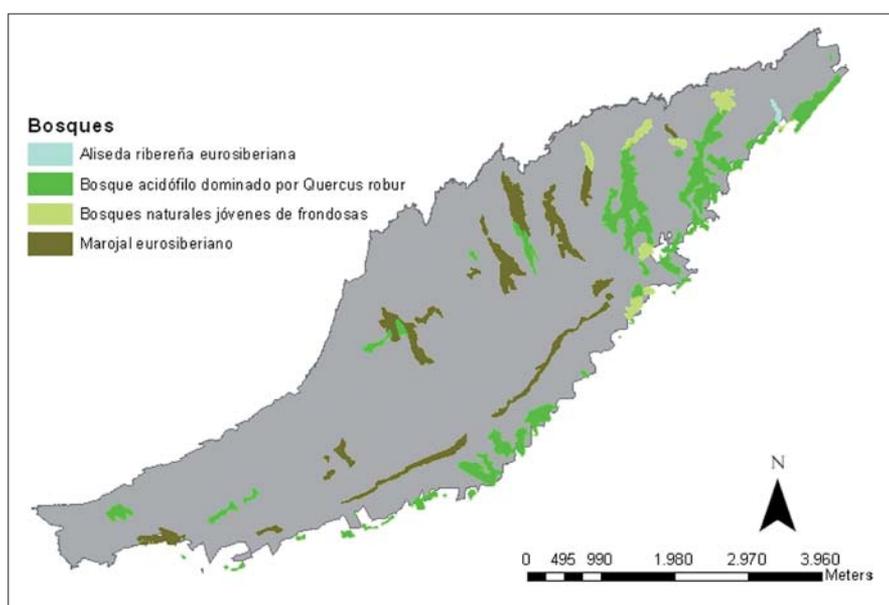


Fig. 5. - Formaciones boscosas en la ZEC de Jaizkibel. 5. Irudia. Baso-formazioak Jaizkibel KBEan.

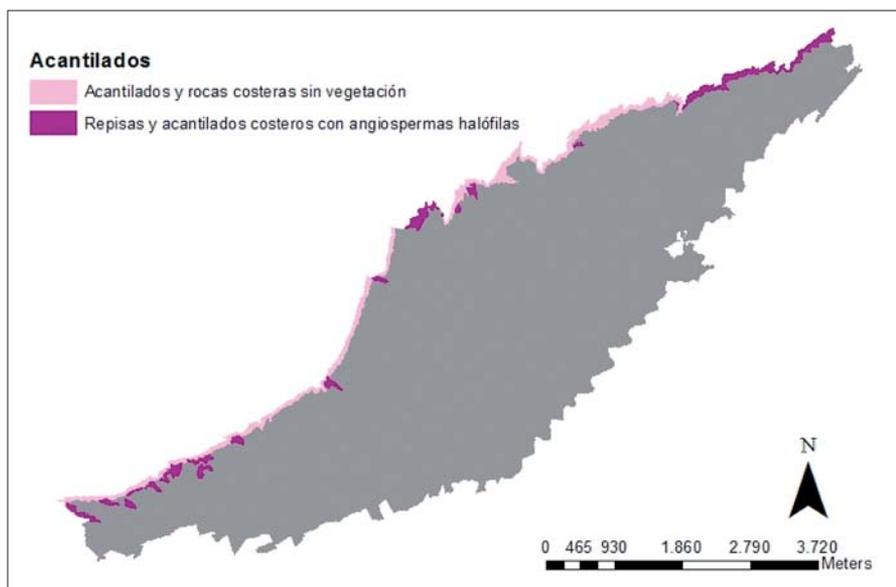


Fig. 6. - Acantilados costeros en la ZEC de Jaizkibel.

6. Irudia. Itsaslabarrak Jaizkibel KBEan.

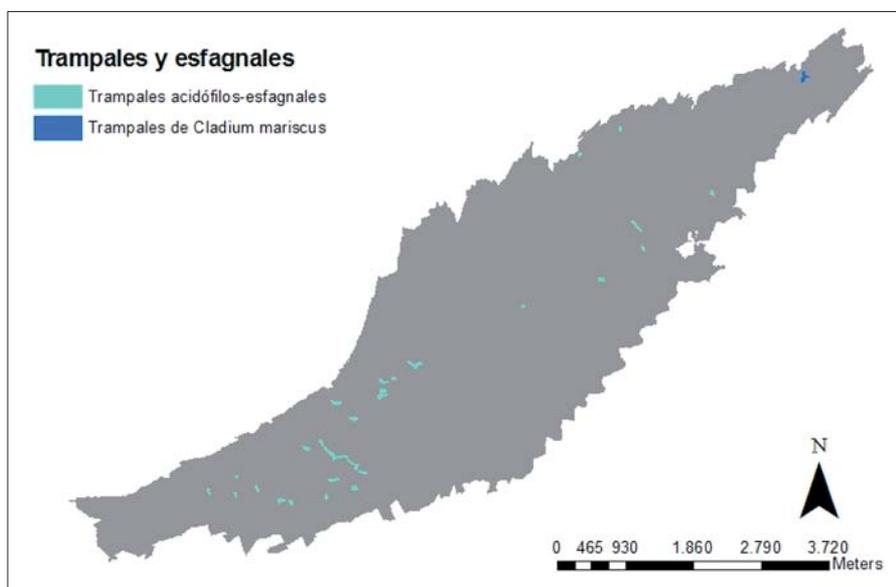


Fig. 7. - Trampales y esfagnales en la ZEC de Jaizkibel.

7. Irudia. Hezegune eta esfagnadiak Jaizkibel KBEan.

acidófilos dominados por *Molinia*" (Cód.UE 6410) de Jaizkibel suponen el 91% de la superficie de este hábitat en la CAPV y el 94% de la superficie de este hábitat en la RN2000 vasca (Fig. 8). El resto de los hábitats de la CAPV y de la RN2000 vasca con mayor representación en Jaizkibel son los "Trampales de *Cladium mariscus*" (Cód.UE 7210*) con el 34% y el 43% respectivamente; el "Brezal costero de *Erica vagans*" (Cód. UE 4040*) con el 26% y el 86%; las "Repisas y acantilados costeros con angiospermas halófilas" (Cód.UE 1230) con el 19% y 59% y el "Brezal húmedo con *Erica ciliaris* y *E. tetralix*" (CódUE F4.12) con el 14%.

Especies

Con los datos disponibles en las fuentes consultadas, en la actualidad la flora amenazada de Jaizkibel asciende

hasta 14 especies (Tabla 2). Todas ellas se encuentran incluidas en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (BOVP, 2011), 13 de ellas en la Lista Roja de la Flora Vasculuar de la CAPV (IHOB, 2010), 3 en la Lista Roja Española (Bañares *et al.*, 2010) y 5 en la Directiva Hábitat 92/43/CEE.

No se ha podido confirmar la presencia de otras cuatro especies: *Carex hostiana* DC. desde 1953, *Dryopteris carthusiana* (Vill) H.P. Fuchs. desde 1967, *Radiola linooides* Roth. desde 1985 y *Rhynchospora fusca* (L.) W.T. Aiton. desde 1941.

DISCUSIÓN

El marojal, que potencialmente ocuparía gran parte de la superficie de Jaizkibel, ha sido fuertemente sustituido por formaciones arbustivas, pastizales y plantaciones fo-

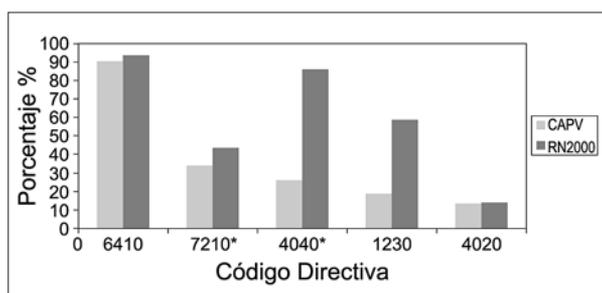


Fig. 8. - Hábitats de la Directiva Hábitat cuya presencia en Jaizkibel supone más del 10% de su superficie de la CAPV (gris claro) y de la Red Natura 2000 vasca (gris oscuro). Hábitats correspondientes a los códigos de la Directiva Hábitat: 6410- Prados húmedos acidófilos dominados por *Molinia*; 7210*- Trampales de *Cladium mariscus*; 4040*- Brezal costero de *Erica vagans*; 1230- Repisas y acantilados costeros con angiospermas halófilas; 4020*- Brezal húmedo con *Erica ciliaris* y *E. tetralix*. Se señalan los hábitats prioritarios con un asterisco.

8. Iruidia. Habitat Zuzentarako habitatak zeinak bere presentziak EAEan duen azaleraren %10a baino gehiago suposatzen duen (gris argiz) eta euskal Natura 2000 Sarean (gris ilunez). Habitat Zuzentarako kodeei dagozkien habitatak: 6410- *Molinia caerulea*-dun larre heze azidofiloak; 7210*- *Cladium mariscus* hezeguneak; 4040*- Kostako *Erica vagans*-en txilardia; 1230-Itsaslabarrak angiosperma halofilekin; 4020*- *Erica ciliaris* edota *E. tetralix*-dun txilardi hezeak. Lehenatasunezko habitatak izartxoarekin markatuta daude.

Especies	CV	DA	LRE	LRC
<i>Armeria euscadiensis</i> Donadille & Vivant	VU		NT	VU
<i>Carex hostiana</i> DC*	EN		VU	CR
<i>Drosera intermedia</i> Hayne	EN			EN
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill) H.P. Fuchs*	VU			VU
<i>Hymenophyllum tunbrigense</i> (L.) Sm.	VU		VU	VU
<i>Ilex aquifolium</i> L.	IE			LC
<i>Iris latifolia</i> (Miller) Voss	VU			VU
<i>Juncus acutus</i> L.	R			NT
<i>Koeleria albescens</i> DC.	VU			VU
<i>Narcissus bulbocodium</i> L.	R	V		LC
<i>Pinguicula lusitanica</i> L.	EN			NT
<i>Quercus suber</i> L.	R			NT
<i>Radiola linoides</i> Roth*	R			NT
<i>Rhynchospora fusca</i> (L.) W.T. Aiton*	EN		EN	EN
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	IE	V		
<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poirot) L.C.M. Richard	VU	IV		VU
<i>Thelypteris palustris</i> Schott	EN			EN
<i>Trichomanes speciosum</i> Willd.	VU	II	VU	VU
<i>Woodwardia radicans</i> (L.) Sm.	VU	II		VU

Tabla 2. - Inventario de la flora amenazada de Jaizkibel. II, IV y V: plantas presentes en los Anexos II, IV y V de la Directiva Hábitat respectivamente. Abreviaturas: CV, Catálogo Vasco de Flora Amenazada (2011); DA, Directiva Aves; LRE, Lista Roja de España (2010); LRC, Lista Roja de la CAPV (2010); VU: vulnerable; NT: casi amenazada; EN: en peligro; CR: en peligro crítico; IE: de interés especial; LC: preocupación menor; R: rara. * Especies sin confirmar su presencia en la actualidad.

2. Taula. Jaizkibeleko flora mehatxatuaren inbentarioa. II, IV eta V: Habitat Zuzentarako II, IV eta V eranskinetan azaltzen diren landareak. Laburdurak: CV, Flora Mehatxatuaren Euskadiko Zerrenda (2011); DA, Hegaztien Zuzentarako; LRE, Espainiko Zerrenda Gorria (2010); LRC, EAEko Zerrenda Gorria; VU: kaltebera; NT: ia zaurgarria; EN: galtzeko arriskuan; CR: galtzeko arrisku larria; IE: interes berezikoak; LC: arriskurik gabekoa; R: bakana. * Egun, presentzia ziurtatu gabeko espezieak.

restales. Así, de poder ocupar aproximadamente el 89% del lugar, actualmente presentan una superficie del 5%. Las pocas manchas presentes en el macizo se encuentran fragmentadas y la mayoría son masas jóvenes que no han podido evolucionar por los sucesivos incendios que ha sufrido Jaizkibel durante años (OSTADAR, S.L. 2013). Las alisedas y los robledales también se han visto considerablemente sustituidos, del orden del 90% para el pri-

mer hábitat y del 38% para el segundo. Los acantilados de Jaizkibel todavía muestran un estado semivirgen (OSTADAR, S.L. 2013) por lo que no se calcula sustitución frente a la potencial para estas formaciones. No obstante, la compleja orografía que presenta Jaizkibel hace necesaria una cartografía más detallada de los hábitats que se encuentran en las zonas de mayor verticalidad como los acantilados o los bosques de ribera. Esto supondría un aumento de la superficie real de estos hábitats que en las circunstancias actuales se encuentran infravalorados.

Como plantas amenazadas que se relacionan con las formaciones forestales y sus etapas sucesionales se encuentran *Ruscus aculeatus* L., *Narcissus bulbocodium* L., *Dryopteris carthusiana* (Vill) H.P. Fuchs., *Ilex aquifolium* L. y *Quercus suber* L. Salvo *D. carthusiana*, no observada en Jaizkibel desde 1967 (Braun-Blanquet, 1967), se trata de especies que no presentan un riesgo elevado de desaparición a nivel de la CAPV pero aún así su presencia en Jaizkibel es interesante por varios motivos: *Q. suber* es una especie de distribución mediterránea con algunas poblaciones en la región atlántica; *I. aquifolium* y *R. aculeatus* son plantas que han sufrido antiguamente una fuerte recolección para el uso ornamental; y *N. bulbocodium* y *R. aculeatus* son especies incluidas en el Anexo V de la Directiva, cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión.

Jaizkibel es un lugar interesante a nivel regional para la conservación de los "Prados húmedos acidófilos dominados por *Molinia*" ya que, como se ha dicho, estos prados de interés comunitario que ocupan 253 ha del espacio protegido representan más del 90% de su superficie de toda la CAPV y de la RN2000 vasca. Además, se ha propuesto Jaizkibel como lugar clave de la CAPV dentro del protocolo estatal para establecer un sistema de vigilancia global del estado de conservación del hábitat en cuestión (Marinas *et al.*, 2009). Estos prados ocupan suelos húmedos por la existencia de un nivel freático alto aunque fluctuante y las principales amenazas para el hábitat a nivel estatal son la desecación de los suelos y la fragmentación del hábitat (Marinas *et al.*, 2009). Asociado a herbazales húmedos se encuentra *Radiola linoides* Roth. citada en 1967 por Braun-Blanquet, J. y observada por última vez en 1985 (Catalán *et al.*, 1985).

Asimismo, Jaizkibel es interesante a nivel de la CAPV por los "Trampales de *Cladium mariscus*" con una mancha cartografiada, aunque recientemente se han observado más enclaves de *C. mariscus* (comentario personal de Yves Meyer, EKOS Estudios Ambientales). La presencia de *C. mariscus* en otros lugares hace valorar la posibilidad de tener que volver a cartografiar esos enclaves como trampales, ya que la identificación de este tipo de hábitat exige, además de la presencia de la especie característica *C. mariscus*, la presencia de otras especies características de la comunidad *Caricion davallianae* y la existencia de un sustrato turboso o suelos ricos en materia orgánica. Además, es un hábitat difícil de determinar con precisión apareciendo frecuentemente ocupando áreas dispersas no cartografiadas, intercaladas con otros hábitats de humedales (García-Rodeja *et al.*, 2009). En la formación de

C. mariscus se encuentra una población del helecho circumboreal amenazado llamado *Thelypteris palustris* Schott, que vive en lugares frescos y encharcados (Zendoia *et al.*, 2007; confirmada su presencia en primavera del 2013 por Mari Azpiroz y Anaïs Mitxelena).

En los trampales y las zonas encharcables se encuentra una muestra importante de la flora amenazada de Jaizkibel. Además de *T. palustris* mencionada en el párrafo anterior, destaca la orquídea ligada a medios turbosos o paraturbosos llamada *Spiranthes aestivalis* (Poiret) L.C.M. Richard, de la que en 2008 se observaron 23 reproductores en un trampal (Garmendia *et al.*, 2008). En 2013 se ha confirmado el núcleo (Garmendia *et al.*, 2014) pero se da por desaparecido el núcleo de otro trampal citado por Catalán y Aizpuru (1985) ya que no se han encontrado durante las prospecciones de 2009 ni en años anteriores (Zendoia *et al.*, 2003; Zendoia *et al.*, 2006; Heras *et al.*, 2009). Otra planta amenazada ligada a estos hábitats es *Carex hostiana* DC., citada en el pasado (Allorge & Allorge, 1941; Guinea 1953) pero cuya presencia no se ha confirmado recientemente. Esta especie habita en pastizales encharcados, orillas de manantiales y brezales húmedos. Asimismo, ligados a estos ambientes se citan dos plantas carnívoras: *Drosera intermedia* Hayne y *Pinguicula lusitanica* L. *D. intermedia* (Zendoia *et al.*, 2003) está ligada a turberas y humedales ácidos y *P. lusitanica* ocupa a menudo pequeños taludes arcillosos húmedos pero no inundables. Esta última especie ha sido citada en diez esfagnales de Jaizkibel (Zendoia *et al.*, 2007) aunque se piensa que, por la cantidad de observaciones realizadas actualmente por Yves Meyer, de EKOS Estudios Ambientales, esta cifra podría ser mayor. Por último, ligado a estos ambientes existe una cita de *Rhynchospora fusca* (L.) W.T. Aiton de Allorge *et al.*, (1941) dada por verosímil y que no ha sido observada desde entonces tal como se indica en Aseginolaza *et al.*, (1984).

Del mismo modo, el macizo debe considerarse clave por los brezales costeros y los acantilados costeros. Los brezales costeros (Cod.UE.4040*) son exclusivos de la región atlántica y en la Península Ibérica se distribuyen desde Portugal hasta la CAPV. A nivel estatal se trata de una formación en disminución por la influencia humana y con perspectivas inadecuadas (Ojeda, 2009). Estos brezales, que están desprovistos de cubierta arbórea, necesitan de los vientos marinos y están sometidos a la brisa marina que aporta agua salada y partículas de sal. Así mismo, para su conservación sería necesario un mecanismo de control de *Baccharis halimifolia* L., planta alóctona invasora de porte arbustivo alto en rápida invasión de la costa de Jaizkibel. Este problema también afecta a otros hábitats cercanos a la costa como es la formación de *C. mariscus* (Azpiroz *et al.*, 2012).

En primera línea frente al mar se encuentran los acantilados costeros. Los llamados "Repisas y acantilados costeros con angiospermas halófilas" (Cod.UE.1230) presentan fuertes pendientes, suelo escaso y soportan fuertes vientos marinos. Se distribuyen por las costas peninsulares del océano Atlántico (Lopez-Bedoya & Pérez-Alberti, 2009). Aunque los hábitats costeros son los más afectados a nivel de la CAPV por la ocupación del suelo para creación

de viviendas, infraestructuras y equipamientos, los acantilados y brezales costeros presentan estados más favorables de conservación que las marismas y los arenales (IHOBE, 2012). La aparición de plantas que aparecen en hábitats alterados por la acción del ser humano, la presencia de especies invasoras (como *Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze presente en Jaizkibel) y la creación de senderos (por ejemplo el concurrido sendero Talaia que recorre la costa vasca) son factores antrópicos que repercuten en los acantilados. Aunque al principio podría parecer que la creación de senderos tiene escasa relevancia en la estabilidad de los acantilados, estudios realizados en la Bretaña Francesa demuestran lo contrario (López-Bedoya & Pérez-Alberti, 2009).

Como especies ligadas a ambientes del litoral y que crecen en la línea costera, en los acantilados costeros y brezales costeros destaca especialmente la endémica *Armeria euscadiensis* Donadille & Vivant muy abundante en Jaizkibel, además de otras también catalogadas como *Iris latifolia* (Miller) Voss vista en 2012 al menos dos lugares según Yves Meyer, de EKOS Estudios Ambientales, y censadas en 2013 contabilizando hasta 14 y 150-200 individuos en cada núcleo (Garmendia *et al.*, 2014), y *Juncus acutus* L. (OSTADAR S.L. 2013).

En ambientes nemorales donde la vegetación de ribera como las alisedas (Cod.UE.91E0*) o las cascadas proporcionan una humedad relativa alta encontramos tres helechos paleotropicales. Por un lado se encuentra *Woodwardia radicans* (L.) Sm. con un núcleo en el arroyo de Martixene (confirmada por Iñaki Sanz e Ibai Olariaga en verano de 2012). El segundo helecho es *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm. con dos núcleos en el arroyo Justiz y otro en la regata de Gaztarrotz (Catalán & Aizpuru, 1985; confirmada en invierno de 2012 por Iñaki Sanz, Iñaki Aizpuru e Yves Meyer). El último helecho ligado a estos ambientes es *Trichomanes speciosum* Willd. con 2 localidades conocidas en 2009 y muchas más localidades conocidas en la actualidad gracias al trabajo realizado por Sanz-Azkue *et al.* (en prensa). Estas poblaciones se ven amenazadas por modificaciones del ciclo hidrológico y las prácticas forestales, donde normalmente no solamente se tala la vegetación existente en el arroyo, sino que quedan totalmente cegados por la acumulación de ramas arrojadas tras las cortas (IHOBE, 2010). Así mismo, el uso del fuego y los desbroces del matorral han hecho desaparecer la vegetación de ribera de los arroyos de la zona oriental y, a pesar de que la parte occidental esté más arbolada en la actualidad, su estado de conservación no es favorable (OSTADAR, S.L., 2013).

Desde que se inició el proceso de designación de la Zona Especial de Conservación Jaizkibel (ES2120017) en 2009, el interés sobre los valores naturales y culturales del macizo aumentó en la población en general. Así, Jaizkibel ha sufrido un aumento de visitas en los últimos años encontrándose nuevas localidades de la flora amenazada inventariada en este trabajo. Por ello, sería necesario realizar un trabajo conjunto de actualización de los

mapas de distribución de al menos *I. latifolia*, *A. eusca-diensis* y *P. lusitanica*.

Se concluye que una cartografía actualizada de la flora amenazada de Jaizkibel, junto con la cartografía de hábitats del lugar, son las mejores herramientas para poder gestionar los hábitats y las especies y hacer frente a las amenazas que hacen peligrar su conservación en dicho macizo.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Iñaki Sanz-Azkue, Ibai Ola-riaga, Yves Meyer, Iñaki Aizpuru, Joseba Garmendia, Mari Azpiroz por la información aportada. A Santiago García y la empresa OSTADAR S.L. por habernos brindado la oportunidad de profundizar el conocimiento sobre Jaizkibel.

BIBLIOGRAFÍA

- Allorge, V., Allorge, P. 1941. Plantes rares ou intéressantes du Nord-Ouest de l'Espagne, principalement du Pays Basque. *Bull. Soc. Bot. France*. 88: 291-357.
- Azpiroz, M., Mitxelena, A., Garin-Barrio, I., Zulaika, I., Mendiola, I., Oreja, L., Garmendia, J. 2012. *Erradicación de la especie invasora Baccharis halimifolia y restauración de formaciones de Cladium mariscus y brezales costeros de Erica vagans en Aizporandi (Jaizkibel)*. Sociedad de Ciencias Aranzadi para Hondarribiko Udala.
- Bañares, A., Blanca, G., Guemes, J., Moreno, J.C., Ortiz, S. (Ed.). 2010. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculosa Amenazada de España*. Adenda 2010. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid.
- BOPV. 2011. ORDEN de enero de 2011, de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina, y se aprueba el texto único. *CAPV- miércoles 23 de febrero de 2011 Nº 37*.
- Braun-Blanquet, J. 1967. Vegetationsskizzen aus dem Basquenland mit Ausblicken auf das Weitere Ibero-Atlantikum. I. *Vegetatio*. 14: 1-126.
- Catalán, P., Aizpuru, I. 1985. Aportación al catálogo florístico de la cuenca del Bidasoa (Guipúzcoa y Navarra). *Munibe, Cienc. Nat.* 37: 17-86.
- DOCE. 1992. Directiva 92/43/CEE del consejo de 21 de Mayo de 1992 relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestre. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 22/07/1992.
- García-Rodeja, E., Fraga, M. I., Fidalgo, C., González, J. A. 2009. 7210 Áreas pantanosas calcáreas con *Cladium Mariscus* y especies de *Caricion Davallianae* (*). En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. VV.AA. (Ed.): Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Garmendia, J., Oreja, L., Azpiroz, M., Uriarte, L. 2008. *Trabajos para la conservación de la flora amenazada de Gipuzkoa (campana de 2007)*. Informe realizado para la Diputación de Gipuzkoa. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián.
- Garmendia, J., Azpiroz, M., García, Y., Uriarte, L. 2014. *Gipuzkoako landare espezie mehatxatuen jarraipen-lanak*. Informe inédito realizado por la Sociedad de Ciencia Aranzadi para la Diputación Foral de Gipuzkoa.
- Gobierno Vasco. 2003. *Mapa de los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC)*. Escala 1:25.000. Gobierno Vasco.
- Gobierno Vasco. 2006. *Mapa de series de vegetación (vegetación potencial) de la Comunidad Autónoma del País Vasco a escala 1:50.000*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- Gobierno Vasco. 2007. *Cartografía de hábitats, vegetación actual y usos del suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Escala 1:10.000*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- Gobierno Vasco. 2009. *Ortofoto 2009 25 cm de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Servicio de Cartografía, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- Guinea, E. 1953. *Geografía botánica de Santander*. Santander.
- Heras, P., Infante, M., Zendoia, I. 2009. *Trabajos de gestión de Turberas y Esfagnales. II Seguimiento de los enclaves de Jaizkibel, campaña 2007*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Informe técnico.
- IHOBE. 2010. *Lista roja de la flora vascular de la CAPV*. Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- IHOBE. 25 de enero de 2012. *Evaluación de los hábitats terrestres de interés comunitario en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2007-2012*. Documento inédito.
- López-Bedoya, J. L., Pérez-Alberti, A. 2009. 1230 Acantilados con vegetación de las costas atlánticas y bálticas. En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. VV.AA. (Ed.): 144. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Marinas, A., Gómez, D., García-González, R. 2009. 6410 Prados-juncuales con *Molinia caerulea* sobre suelos húmedos gran parte del año. En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. VV.AA. (Ed.): 54. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Ojeda, F. 2009. 4040 Brezales costeros con *Erica vagans* (*). En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. VV. AA. (Ed.). Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid.
- OSTADAR, S.L. 2013. *Documento de Objetivos y Medidas para la designación de la Zona Especial de Conservación Jaizkibel (ES2120017)*. OSTADAR, S.L. para la Dirección de Biodiversidad y Participación del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Documento para aprobación definitiva.
- Sanz-Azkue, I., Olariaga, I., Felipe, A. En prensa. *Trichomanes speciosum en Jaizkibel: nuevas poblaciones con alta representación de su fase gametofítica y modelización de su distribución*. Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- Zendoia, I., Arbelaitz, E., Azpiroz, M., Garmendia, J., Oreja, L., Tamayo, I., Urkizu, A., Heras, P., Infante, M. 2006. *Europar Habitat Arzetarauak babesten dituen zohikaztegia eta esfagnadien kudeaketarako lanak*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Informe técnico.
- Zendoia, I., Gartzia, M., Aldezabal, A., Aizpuru, I. 2003. Gipuzkoako kostaldeko esfagnadien kartografía, karakterizazioa eta kontserbazio-egoera. *Munibe, Cienc. Nat.* 54: 5-20.
- Zendoia, I., Oreja L., Garmendia J., Azpiroz M., Arbelaitz E., Urkizu A., Tamayo I., Aizpuru, I. 2007. *Cladium mariscus formazioen kartografía, karakterizazioa eta kontserbazio-egoera*. Eusko Jaurlaritza. Informe inédito.

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel en Jaizkibel: nuevas poblaciones con alta representación de su fase gametofítica y modelización de su distribución

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel Jaizkibelen: gametofito fasearen errepresentazio handia duten populazio berrien aurkikuntza eta bere banaketaren modelizazioa

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel in Jaizkibel: new populations with a high representation of their gametophytic phase and distribution model

Iñaki Sanz-Azkue^{1*}, Ibai Olariaga¹, Ana Felipe²

¹Sociedad de Ciencias Aranzadi-Aranzadi Zientzia Elkarte. Zorroagaina, 11. 20014 Donostia-San Sebastián.

²E-mail: anafedi@gmail.com

* Correspondencia: isanz@aranzadi.eus

RESUMEN

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel es un helecho paleotropical que en el País Vasco habita rocas ácidas en zonas lluviosas y templadas. Es el único helecho europeo con fase gametofítica independiente y capaz de reproducirse vegetativamente mediante gemas. Cuenta con pocas poblaciones en Gipuzkoa y únicamente se conocían 3 cuadrículas con citas de esporofito en Jaizkibel. Prospecciones recientes en arroyos pertenecientes a los municipios de Pasaia y Hondarribia han proporcionado 7 nuevas localizaciones de esporofito, así como 30 más de gametofito, constatando que la mayor parte de individuos de las poblaciones corresponden a la fase gametofítica, pocas veces observada previamente tanto en el País Vasco como en la Península Ibérica. En base a las localidades conocidas en Jaizkibel, se ha realizado una modelización de la distribución de *V. speciosa* en el macizo de Jaizkibel, hallándose nuevas zonas de alta probabilidad de presencia en las que se esperan encontrar nuevos individuos en prospecciones futuras. La cantidad de individuos conocidos hasta la fecha indica que el macizo de Jaizkibel es un área importante para la conservación y protección de este helecho amenazado.

PALABRAS CLAVE: Conservación, flora, lista roja, plantas amenazadas.

LABURPENA

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel Euskal Herriko gune euritsu epeletan, arroka azidoetan, gune euritsuetan eta Euskal Herriko gune euritsu epeletan, arroka azidoetan bizi den iratze paleotropikala da. Gametofitoaren fase, belaunaldi independentea duen eta gema bidez begetatiboki haz daitekeen Europako iratze bakarra da. Gipuzkoan populazio gutxi ditu eta Jaizkibelen 1x1 Km-ko 3 kuadríkula baino ez ziren ezagutzen egundaino. Pasaia Donibane eta Hondarribiko udalerrietan egin berri diren behaketek, esporofitoaren 7 gune berri eta gametofitoaren 30 gune baino gehiago eman dituzte ezagutzera. Datu hauen arabera, populazioetako ale gehientsuenak gametofito aldian daude, duela gutxi arte Euskal Herrian eta Iberiar Penintsulan gutxi aurkitu izan den fasean, hain zuzen ere. Jaizkibelen ezagutzera eman diren guneak kontuan izanik, mendikatean zehar espezieak edukiko lukeen zabalpenaren modelizazio lana egin da. Honela, iratzea aurkitzeko probabilitate altua duten gune berriak aurkitu ahal izan dira eta etorkizunera begira, ale gehiago aurkitzeko esperantza piztu da. Dena den, eta egundaino ezagutzen diren aleak kontuan izanik, Jaizkibel iratze mehatxatu honen kontserbaziorako eta babeserako gune garrantzitsua dela adieraz daiteke.

GAKO-HITZAK: Kontserbazioa, flora, zerrenda gorria, landare mehatxatuak.

ABSTRACT

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel is a paleotropical fern that inhabits acid rocks in warm rainy areas of the Basque Country. It is unique among European ferns due to independent gametophyte generation that produces gemae for vegetative reproduction. *Vandenboschia speciosa* has few populations in Gipuzkoa, and only 3 1x1 km squares were known from Jaizkibel. Fieldwork undertaken in Pasaia and Hondarribia revealed the presence of 7 new sites of sporophytes and more than 30 new gametophyte sites. According to our observations, most of the individuals of the populations correspond to gametophytes, even though gametophytes have been few times reported until recent in the Basque Country and the Iberian Peninsula. A model has been constructed to predict the distribution of this fern in Jaizkibel, inferred from all the new reports. The model shows new sites where the presence of *V. speciosa* is very probable and that need to be prospected in the future. Judging from the amount of *V. speciosa* specimens hitherto reported, Jaizkibel is an important area for its conservation and protection.

KEY WORDS: Conservation, flora, red list, threatened plants.

INTRODUCCIÓN

Vandenboschia speciosa (Willd.) G. Kunkel (Hymenophyllaceae) es un helecho paleotropical de distribución macaronésica que vive en rocas ácidas, en lugares umbríos y alto grado de humedad (Ratcliffe *et al.*, 1993; Rumsey, 1994; Pérez-Latorre *et al.*, 2005). La incapacidad de retención del agua de su fase esporofítica hace que *V.*

speciosa sea un helecho muy sensible a la sequía (Rumsey, 1994), que requiera de hábitats de humedad constante y temperatura poco variable, con inviernos suaves y pocas heladas (Ratcliffe *et al.*, 1993). Estos factores influyen en que este helecho se distribuya principalmente por la costa atlántica europea (Boudrie, 1998; Sociedad de

Ciencias Naturales de Sestao, 2001), en zonas cercanas a regatas (Felipe-Díaz *et al.*, 2012). Su fase gametofítica, independiente de la esporofítica, no posee tales requerimientos ecológicos (Johnson *et al.*, 2000; Macgomol & Sheffield, 2001), por lo que se conocen poblaciones gametofíticas de *V. speciosa* en el centro de Europa (Krippelel, 2001; Krukowski & Swierkosz, 2005) en zonas con condiciones en las que el esporofito no puede subsistir. Todas estas características hacen que este helecho se encuentre catalogado como vulnerable en el Catálogo Vasco de especies amenazadas y en la Lista Roja de la Flora Vasculosa de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) y está incluido en el Anexo II de la Directiva Hábitat (Aizpuru *et al.*, 2010).

Jaizkibel, con pequeñas regatas de corta distancia orientadas al N-NO, que nacen en el mismo macizo y desembocan en el mar, resulta un lugar de potencialidad alta para la presencia de la especie. Sus regatas encajonadas, protegidas muchas veces por bosque de ribera, con pequeñas cascadas y abundantes afloramientos de rocas de arenisca con oquedades, permiten la presencia del gametofito y del esporofito a lo largo de todo el macizo.

Las primeras citas de *V. speciosa* en Jaizkibel realizadas a finales del siglo XIX por Gandoger (1898) fueron, a su vez, la primera observación del helecho para el País Vasco. Aunque no se sabe la localización exacta de su cita, Gandoger afirma haber visto la especie en las "grutas húmedas de Jaizkibel", tanto en la zona de Pasaia como en la de Hondarribia (Gandoger, 1898). Unos pocos años más tarde, a principios del siglo XX, pteridólogos franceses publicaron más observaciones del helecho en el macizo (Zeiller, 1905; Litardiére, 1913). Desde entonces, las últimas citas corresponden a los años 80 (González & Fernández de Pinedo, 1980; Aseginolaza *et al.*, 1984; Catalán & Aizpuru, 1984; Catalán & Aizpuru, 1985).

Todas estas observaciones corresponden a esporofitos, ya que hasta el año 2010 se desconocía la presencia del gametofito en la Comunidad Autónoma Vasca (Sanz-Azkue *et al.*, 2010), aunque ya se había citado anteriormente a pocos kilómetros, en las regatas Lizarlan y Lantzeta, en la localidad labortana de Biriatu (Jovet, 1933; Lorient, 2005).

Los últimos estudios realizados con *V. speciosa* en el País Vasco, demuestran que la presencia del gametofito es mucho más abundante de lo pensado (Lorient, 2005; Oreja *et al.*, 2008; Garmendia & Oreja, 2012; Sanz-Azkue *et al.*, 2013) y así lo demuestra el presente trabajo, para el que se ha realizado un muestreo específico de la especie en Jaizkibel.

Dado que la detección y contabilización de individuos de *V. speciosa* es esencial para valorar el estado de conservación de la especie en el País Vasco (Sanz-Azkue *et al.*, 2010), en este trabajo, además del muestreo de campo, se realiza una modelización de la distribución potencial del helecho en Jaizkibel, con el objetivo de descubrir nuevos individuos de la especie y optimizar el esfuerzo de muestreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Inicialmente, se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica para determinar el número de citas conocidas de *V. speciosa* en el macizo de Jaizkibel. A su vez, con el mismo fin, se ha consultado el herbario ARAN de la Sociedad de Ciencias Aranzadi y se han recogido citas más recientes recopiladas por Y. Meyer (Ekos S.L.), J. Emparan y A. Alkain. Una vez recopiladas las observaciones, se ha querido comprobar la existencia actual de dichas poblaciones, para lo que se han muestreado las cuadrículas de 1x1 km a las que pertenecen.

Una vez finalizada la búsqueda bibliográfica, se realizó el trabajo de campo entre May. y Nov. de 2012, con el fin de encontrar nuevos individuos en su fase esporofítica como gametofítica en Jaizkibel. La búsqueda se hizo en parte de 14 regatas del municipio de Hondarribia orientadas al N, NO y una perteneciente al municipio de Pasaia. Las coordenadas se recogieron con un GPS, con un error de entre 5 y 10 m.

Una vez recopiladas todas las observaciones, antiguas y recientes, se realizó un estudio de modelización del helecho en el macizo. La modelización se efectuó en base a 37 coordenadas de esporofitos y gametofitos, empleando el programa MAXENT 3.3.3.k. Este modelo está basado en el principio de máxima entropía y entre sus principales ventajas se encuentran: (1) requiere solo de datos de presencia, en conjunto con variables ambientales; (2) puede usar tanto datos continuos como categóricos; (3) es aplicable a múltiples escalas y campos; (4) utiliza eficientes algoritmos en continua renovación (Phillips & Dudík, 2008); (5) es un modelo generativo, no discriminativo, lo cual es ventajoso especialmente con un número pequeño de muestras (Elith *et al.*, 2006). Se optó por modelar conjuntamente ambas fases del ciclo, dado que en Jaizkibel ambos comparten el mismo hábitat, aunque tienen distintos requerimientos de microhábitat. El hecho de que la modelización no se pueda hacer a nivel de microhábitat y el bajo número de citas de las que disponíamos (no se han encontrado más), hizo que se optara por esa opción, ya que este programa puede ser sensible a la cantidad y distribución espacial de los datos de origen (Elith & Leathwick, 2009).

Se utilizaron 7 variables ambientales para su implementación: distancia a ríos, distancia al mar, hábitats según la clasificación de los tipos de hábitat de EUNIS, orientación, MDT, litología y pendiente. Las variables de distancia a ríos y distancia a mar fueron generadas a partir de la cartografía hidrográfica y la línea de costa respectivamente, utilizando la herramienta *Straight Line de Arcgis*. El resto de las variables se obtuvieron de la cartografía de uso libre del Gobierno Vasco (<ftp://ftp.geo.euskadi.net>).

Para su utilización en Maxent, todas las variables deben tener la misma extensión geográfica y tamaño de píxel. Por tanto, aunque la escala de origen de las variables no coincidiera, se ajustaron todas las capas ráster para que tuvieran una resolución espacial de 5 m.

(Fig. 2) ha incrementado de 3 cuadrículas a 8, con cinco nuevas, de entre las cuales, en la regata de Martierreka, se han localizado dos núcleos dentro de la misma cuadrícula. En cuanto al gametofito se refiere, éste ha sido citado por primera vez en el macizo de Jaizkibel y se ha constatado su presencia en 13 nuevas cuadrículas (Fig. 1) y más de 30 localizaciones no conocidas anteriormente. Destaca, a su vez, la presencia del gametófito en todas las cuadrículas en las que se ha encontrado el esporofito, excepto en la regata Mintegi (Y. Meyer, com. pers.) (Fig. 1), en la que no se ha podido realizar aún ninguna prospección para la búsqueda de la fase gametofítica.



Fig. 2. - Esporofito de *V. speciosa* en la regata Martierreka de Hondarribia. Foto: I. Sanz-Azkue.

2. Irudia. *V. speciosa*-ren esporofitoa Martierrekan. Arg.: I. Sanz-Azkue

En cuanto a los ríos se refiere, destaca la regata Erramudi con dos núcleos de esporofito, uno de ellos con varias manchas de frondes separadas varios metros cuadrados, y varios núcleos con gametofitos encontrados a lo largo de toda la regata en oquedades de afloramientos de roca de arenisca. También destaca la presencia en una zona concreta de la regata de manchas de gametofito de gran envergadura, en el que se pueden observar varios brotes de pequeños esporofitos (Fig. 3).

Modelización

La prueba de Jackknife sirvió para medir la importancia de cada variable (Fig. 4). El porcentaje de contri-

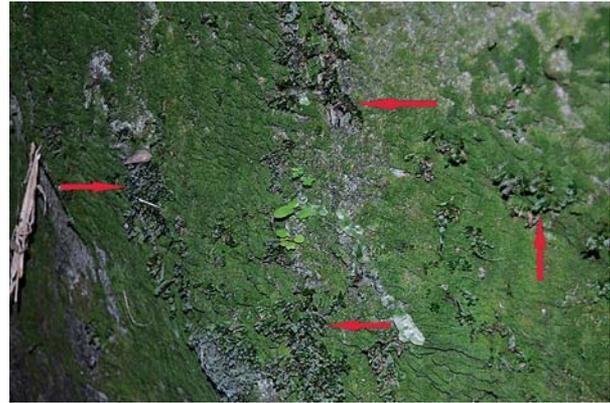


Fig. 3. - Pequeños brotes de esporofitos repartidos por una roca de arenisca cubierta por el gametofito de *V. speciosa*. Foto: M. Nieto.

3. Irudia. *V. speciosa*-ren gametofitoaz estaltako hareharian barreiatzen diren esporofitoaren landare txikiak. Arg.: M. Nieto.

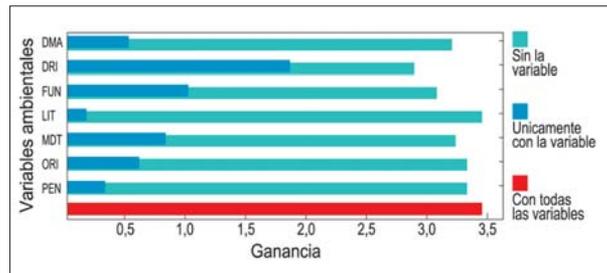


Fig. 4.- Prueba Jackknife para la ganancia de los datos de entrenamiento (DMA: Distancia al mar, DRI: Distancia al curso de agua más próximo, EUN: Hábitats EUNIS, LIT: Litología, MDT: Modelo Digital del Terreno, ORI: Orientación, PEN: Pendiente).

4. Irudia. Jackknife froga entrenamendurako datuen irabazirako (DMA: Itzasa-sora distantzia, DRI: Gertueneko errekar distantzia, EUN: EUNIS habitatak, LIT: Litologia, MDT: Lurraren Modelo Digitala, ORI: Orientazioa, PEN: Malda).

bución relativa de las variables en la distribución de *V. speciosa* (Tabla 2) muestra la importancia de la distancia a los ríos y del hábitat EUNIS en la distribución de la especie. No es de extrañar, dado que los requerimientos ecológicos de ambas especies están totalmente relacionados con zonas húmedas con temperaturas constantes que por otro lado, las encuentran en regatas con abundante bosque de ribera.

El valor medio de 0.988 (AUC) obtenido en la curva ROC (Fig. 5) corrobora el excelente ajuste del modelo para la especie estudiada con las variables empleadas.

Por otro lado, el trabajo de modelización realizado para conocer la potencialidad de las regatas de Jaizkibel para albergar núcleos de *V. speciosa* ha dado como re-

Variable	Contribución (%)
Distancia a ríos	48,6
Hábitats EUNIS	21,9
Distancia a mar	11,0
Orientación	6,9
MDT	6,2
Pendiente	4,3
Litología	1,2

*Modelo Digital del Terreno.

Tabla 2. - Porcentaje de contribución relativa de las variables en el modelo de distribución de *V. speciosa*.
2. Taula. Aldagaien ekarpen erlatiboaren portzentaia *V. speciosa*-saren zabalpenaren modeloa.

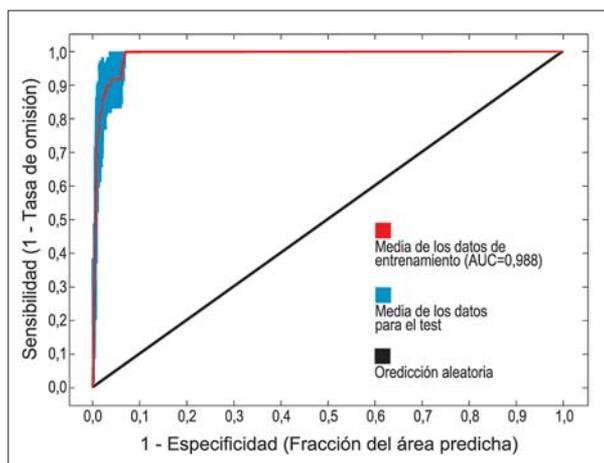


Fig. 5. - Curva de la tasa de omisión y área predicha.
5. Irudia. Bazterte-tasaren eta iragarpen azaleraren kurba.

sultado un mapa en el que se observa una clara división entre la ladera sur, con una idoneidad muy baja y la ladera norte, que da al mar, con una potencialidad mucho más alta para la especie (Fig. 6). Entre estas últimas, son las regatas de Hondarribia las que mejores condiciones presentan, mientras que las regatas pertenecientes a Pasaia Donibane, mucho más abiertas, con menos vegetación de ribera y con orientación NO, en general no reúnen condi-

ciones generales tan buenas como las anteriormente mencionadas, aunque sí se observan zonas en las que la disponibilidad de hábitat es relativamente alta (Fig. 6).

Sin embargo, no se debe olvidar que *V. speciosa* es una especie muy dependiente al microhábitat en el que vive (Felipe-Díaz *et al.*, 2012). Por ello, pueden darse casos en los que la regata presenta condiciones generales muy buenas pero que la ausencia de buenos microhábitats para la especie haga que esté ausente en dicho lugar. O al contrario, puede darse el caso en el que una zona con condiciones generales bajas albergue la especie dado que sus características de microhábitat facilitan su presencia. Este último caso, se ha dado en regatas como Martixerreka o Marguzes, en el que en zonas muy abiertas, expuestas al sol, sin apenas bosque de ribera y en zonas con poca potencialidad para la especie, se ha encontrado el gametofito en oquedades oscuras (Fig. 7) y húmedas de afloramientos de arenisca que hacían que la presencia de la especie fuera posible.

DISCUSIÓN

Los muestreos de campo indican que el número de individuos y localizaciones de *V. speciosa* en Jaizkibel es considerablemente más alto de lo previamente estimado. De 3 cuadrículas conocidas hasta el presente, se ha pasado a un total de 14 cuadrículas 1x1 km en el que se co-

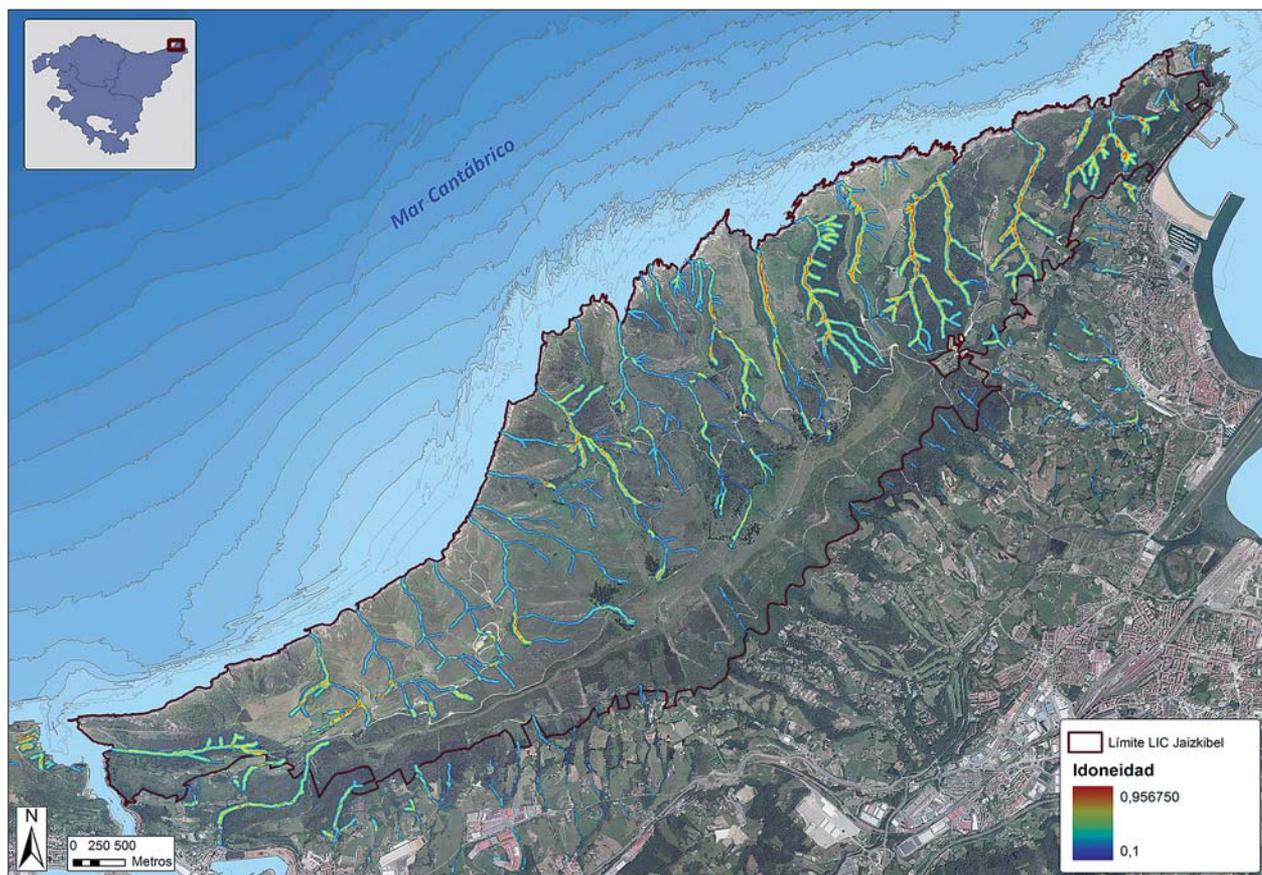


Fig. 6. - Idoneidad de las regatas de Jaizkibel para la presencia de *V. speciosa*.
6. Irudia. *V. speciosa* iratzea aurkitzeko Jaizkibelgo erreken egokitasuna.



Fig. 7. - Gametofito de *V. speciosa* en el fondo de una oquedad de una roca de arenisca en la regata Iturrain de Hondarribia. Foto: M. Nieto.

7. Irudia. *V. speciosa*-ren gametofitoa hareharrizko arroka bateko zuloaren hondoan Iturrain errekan. Arg.: M. Nieto.

noce la presencia de la especie. A su vez, las observaciones realizadas demuestran que la mayor parte de los individuos de las poblaciones de Jaizkibel residen en forma de gametofito, con un total de 30 localizaciones repartidas en 13 cuadrículas. El gametofito, muy dependiente a las condiciones del microhábitat, se encuentra principalmente en las zonas más oscuras de oquedades de afloramientos de arenisca cercanas a las regatas. El esporofito, menos frecuente en el macizo, está distribuido en 8 cuadrículas, con 9 localizaciones.

El modelo de distribución potencial obtenido a partir de los datos de presencia de la especie en las dos fases, revela la presencia de zonas de potencialidad alta (Fig. 6), lo que hace pensar que el número de individuos que habita en Jaizkibel es aún mayor. Las variables con mayor importancia relativa en el modelo fueron la distancia a ríos y los hábitats EUNIS. Por consiguiente, varias regatas han de ser prospectadas en el futuro para comprobar la idoneidad del modelo, así como para cuantificar y cartografiar en detalle las poblaciones de *V. speciosa* en Jaizkibel, con sus consiguientes implicaciones en materias de conservación y posibles amenazas para su subsistencia.

AGRADECIMIENTOS

A Víctor Suárez, Marta Nieto y Samira Ben-Menni de la Univ. de Granada y a Iñaki Aizpuru por la ayuda prestada en la realización de los muestreos. A Xabier Lizaur, Yves Meyer, Joserra Emparan y Angel Alkain por la ayuda prestada en la localización de citas del esporofito de *V. speciosa*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aizpuru, I., Tamaio, I., Uribe-Echebarría, P.M., Garmendia, J., Oreja, L., Balentzia, J., Patino, S., Prieto, A., Biurrun, I., Campos, J. A., García, I., Herrera, M. 2010. *Lista Roja de la Flora Vasculosa de la CAPV*. Eusko Jaurlaritz-Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Aseginolaza, C., Gomez, D., Lizaur, X., Montserrat, G. 1984. *Catálogo Florístico de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa*. Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritz. Vitoria-Gasteiz.
- Boudrie, M. 1998. Les ptéridophytes du Pays Basque et du nord-ouest de l'Espagne; écologie, répartition, protection. *J. Bot. Soc. Bot. Fr.* 5: 43-52.
- Catalán, P., Aizpuru, I. 1984. Pteridófitos del monte Jaizkibel (Guipúzcoa). *An. Biol. Univ. Murcia* 1: 253-259.
- Catalán, P., Aizpuru, I. 1985. Aportación al catálogo florístico de la cuenca del Bidasoa (Guipúzcoa y Navarra). *Munibe, Cienc. Nat.* 37:17-86.
- Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., *et al.* 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elith, J., Leathwick, J.R. 2009. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40: 677-697.
- Felipe-Díaz, A., Olariaga, I., Sanz-Azkue, I. 2012. *Trichomanes speciosum iratzearen banaketa potentzialaren analisia Hernanin eta Urumea arroan*. Hernaniko Udala - Ayuntamiento de Hernani.
- Gandoger, M. 1898. Notes sur la flore espagnole. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 45: 17-29.
- Garmendia, J., Oreja, L. 2012. *Información sobre el estado de conservación de *Vandenboschia speciosa* (Willd.) Kunkel en Na-*

varra para la elaboración del informe del artículo 17 de la Directiva Hábitat. Informe inédito elaborado por la S.C. Aranzadi para Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra.

Gonzalez, E., Fernandez De Pinedo, M.C., 1980. Estudio de las repercusiones ecológicas de las plantaciones de Coníferas sobre la vegetación natural del País Vasco. En: *Estudio ecológico y económico de las repoblaciones de Coníferas Exóticas en el País Vasco*. Sociedad de Ciencias Aranzadi (Ed.): 432-609. Caja Laboral Popular. Mondragón (Guipúzcoa).

Johnson, G.N., Rumsey, F.J., Headley, A.D., Sheffield, E. 2000. Adaptations to extreme low light in the fern *Trichomanes speciosum*. *New Phytologist* 148: 423-431.

Jovet P. 1933. Le *Trichomanes radicans* (Sw.) et l'*Hymenophyllum tunbridgense* (Sm.) en Pays Basque français. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 80: 797 – 809.

Krippel, Y. 2001. Aire de répartition et statut de *Trichomanes speciosum* Willd. (Hymenophyllaceae) au Luxembourg. *Bull. Soc. Nat. Luxemb.* 102: 3-13.

Krukowski, M., Swierkosz, K. 2004. Discovery of the gametophytes of *Trichomanes speciosum* (Hymenophyllaceae: Pteridophyta) in Poland and its biogeographic importance. *Fern Gaz.* 17(2): 79-85.

Litardière, R. de. 1913. Quelques herborisations en Pays Basque. *Bull. Biarritz-Association.* 18: 388-391.

Loriot, S. 2005. Pour une stratégie de conservation de *Trichomanes speciosum* Willd. dans le Massif Armoricaïn. Thesis doctoral. Université de Brest.

Macgomol, K., Sheffield, E. 2001. Gametophyte morphology and ultrastructure of the extremely deep shade fern, *Trichomanes speciosum*. *New Phytol.* 151: 243-255.

Oreja L., Berastegui, A., Arbelaitz, E., Garmendia, J., Urkizu, A., Tamayo, I. 2008. *Diagnóstico del estado de conservación y propuestas de gestión de Vandenboschia speciosa* (Willd.) Kunkel en Navarra. Gobierno de Navarra.

Pérez-Latorre, A.V., Cano, M.J., Cabezudo, B., Guerra, J. 2005. Phytocoenological behaviour, distribution and conservation of *Trichomanes speciosum* Willd. (Pteridophyta) in the south of the Iberian Peninsula. *Cryptogam. Bryol.* 26 (3): 249-261.

Phillips, S.J., Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.

Ratcliffe, D.A., Birks, H.J.B., Birks, H.H. 1993. The ecology and conservation of the Killarney fern *Trichomanes speciosum* Willd. in Britain and Ireland. *Biol. Conserv.* 66: 231-247.

Rumsey, F.J. 1994. *The distribution and population biology of the Killarney fern (Trichomanes speciosum Willd.)*. Unpublished Phd Tesis. University of Manchester.

Sanz-Azkue, I., Olariaga, I., Díez, J. 2010. *Hernaniko landare mehatxatuén mikroerreserben sarea*. Hernaniko Udala-Ayuntamiento de Hernani.

Sanz-Azkue, I., Olariaga, I., Díez López, J.R. 2013. Inventory and mapping of Red-listed Vascular Flora in Hernani municipality (GI-PUZKOA, Basque Country). *Munibe, Cien. Nat.* 61:7-32.

Sociedad de Ciencias Naturales de Sestao. 2001. *Helechos paleotropicales de la Comunidad Autónoma Vasca*. Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.

Zeiller, R. 1905. Sur la découverte de stations nouvelles du *Trichomanes radicans* dans les Basses-Pyrénées. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 52: 65-67.

Nuevas localidades para la flora amenazada en Jaizkibel

Flora mehatxatuaren kokagune gehiago Jaizkibelen

New places for endangered plants in Jaizkibel mountain

Iñaki Pikabea*, Garbiñe Albisu*, Iñaki Aizpuru¹

¹Sociedad de Ciencias Aranzadi-Aranzadi Zientzia Elkarte, Zorroagaina 11, 20014 Donostia-S. Sebastián.

* Correspondencia: labetxu@hotmail.com.

RESUMEN

Damos cuenta del descubrimiento de nuevas localidades para 3 especies de plantas catalogadas como vulnerables en el catálogo vasco de especies amenazadas, fruto de las prospecciones realizadas durante estos últimos años en la parte occidental del monte Jaizkibel.

PALABRAS CLAVE: Plantas amenazadas, biogeografía, Comunidad Autónoma Vasca, *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm, *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel, *Xiphion latifolium* Mill.

LABURPENA

Espezie mehatxatuen Euskadiko zerrendan zaurgarri arrisku-mailan izendatuta dauden 3 landare espezieen kokagune berriak jakitera ematen ditugu, azken urte hauetan Jaizkibel mendiaaren itsas-isuriko mendebaldean eginiko azterketen aurkitutakoak, hain zuzen ere.

GAKO-HITZAK: Landare mehatxatuak, biogeografía, Euskal Autonomi Elkargoa, *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm, *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel, *Xiphion latifolium* Mill.

ABSTRACT

We expose some unknowns localities for 3 plants species, ranged as threatened in the basque country list for endangered species. They have been found on several prospections carried in recent years among the west slopes of Jaizkibel mountain (Basque Country).

KEY WORDS: Threatened plants, biogeography, Basque Country, *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm, *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel, *Xiphion latifolium* Mill.

INTRODUCCIÓN

Las características geológicas, topográficas y climáticas del monte Jaizkibel hacen que, en este promontorio costero de apenas 12 km de largo, encuentren refugio numerosas especies de plantas de distinto significado biogeográfico. Se conocen nada menos que 14 especies de plantas vasculares del catálogo vasco de especies amenazadas, entre ellas 2 en peligro de extinción y 8 vulnerables (Gobierno Vasco, 2011). A estas especies vulnerables se les ha añadido recientemente una especie de briófito, la hepática *Telaranea europaea* J.J. Engel & G.L. Merr (Gobierno Vasco, 2013), endémica europea de distribución estenoatlántica que, en el País Vasco, sólo se conoce de Jaizkibel.

Pero el número y distribución de las poblaciones de plantas amenazadas en Jaizkibel distan aun de ser bien conocidos y el renovado interés por esta montaña ha dado como fruto el hallazgo de nuevas poblaciones de tres de estas especies, mejorando así de forma notable la el conocimiento para su efectiva protección.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las poblaciones aquí señaladas se han localizado en repetidas visitas realizadas estos últimos años a las laderas que dan al mar en el extremo occidental de Jaizkibel y, más concretamente, en el término municipal de Pasaia.

Se han recorrido sistemáticamente las laderas y barrancos que, en esta parte occidental, tienen algunos cursos de agua permanente de escasa entidad aunque, en su mayor parte, los cursos son intermitentes o inexistentes en superficie.

RESULTADOS

Hymenophyllum tunbrigense (L.) Sm

SS: Pasaia, monte Jaizkibel, Gaztarrotz, 30TWP9101, 85-90 m, paredes silíceas cubiertas de musgos, observaciones entre 2004 y 2010, s.t.

Helecho paleotropical, distribuido por las islas de la Macaronesia y la cornisa cantábrica., que cuenta con un número muy reducido de poblaciones en la Comunidad Autónoma, casi todas en la parte oriental de Gipuzkoa más una población aislada en el monte Sollube de Bizkaia, que son consideradas en conjunto como 'vulnerables' en el Catálogo Vasco (Gobierno Vasco, 2011).

Los primeros en citar este helecho de Jaizkibel fueron los Allorge (P. et V., 1941: 229), que hablan de un barranco marítimo. Desde entonces, las poblaciones conocidas para este helecho en Jaizkibel se reducían a dos (Catalán & Aizpuru, 1984: 255), ambas en el término municipal de Hondarribia. Esta nueva localidad amplía su distribución al término municipal de Pasaia (Fig. 1).

cos y bosques, sobreviven en pequeñas oquedades del acantilado marino, muy expuestas a las inclemencias meteorológicas. El lugar es de difícil acceso, dada la inclinación del acantilado. La primera de las manchas, con ejemplares muy jóvenes, se encuentra en la pared de una roca cubierta de musgo, bajo una higuera que la protege. La segunda, con ejemplares más grandes, habita en una pequeña oquedad sombría y húmeda. Las dos poblaciones consiguen sobrevivir con la humedad que baja por el acantilado, ya que no tienen cerca ningún riachuelo.

La segunda de las localidades cuenta con varias manchas que se extienden a lo largo de 10 m en un pequeño bosque de madroños y laureles, también de muy difícil acceso, a una altitud de 135 m, en el lugar llamado Auzleia cerca de Porrustarri. Al igual que en el caso anterior, no están asociadas a arroyos permanentes. Ambas localidades se han reflejado en el mapa que da cuenta de la distribución conocida de este helecho en Jaizkibel, en esta misma publicación (Sanz-Azkue *et al.*, 2014).

***Xiphion latifolium* Mill.
(*Iris latifolia* (Mill.) Voss)**

SS: Pasaia, monte Jaizkibel, Sanjuanarri, 30TWN8999, 85 y 175 m, landa-helechal en vaguada y en ladera hacia el mar, 2004 y 2010, s.t.

Especie típica de los pastos de alta montaña, endémica del Pirineo y la Cordillera Cantábrica, que, aunque es más abundante en los pastos montanos y subalpinos (entre 1.000 y más de 2.400 m de altitud) cuenta con algunas poblaciones costeras en el extremo occidental de Bizkaia y el oriental de Gipuzkoa. Algo semejante ocurre con *Lilium pyrenaicum* Gouan, que abunda en los acantilados costeros, o con *Saxifraga clusii* Gouan en la cercana Aiako Harria. En conjunto, evocan tiempos pasados, en el que estas especies, adaptadas a climas más fríos que el actual, debían tener una distribución continua, desde el litoral hasta las elevaciones montañosas.

Por su rareza en la Comunidad Autónoma Vasca, está protegida con la categoría de 'vulnerable'. En Jaizkibel tan sólo se conocía una población, en la vecina Hondarribia (Catalán & Aizpuru, 1985: 71), a la que se suman estas dos nuevas poblaciones halladas en el extremo occidental de Jaizkibel, en su cara norte, zona conocida como Sanjuanarri (Fig. 1). En la primera, localizada en 2004 a una altura de 85 m en una pequeña vaguada, se pudieron contar unos 200 ejemplares en 2012, en su mayor parte en flor. La segunda, localizada en 2010 a una altura de 175 m, en la ladera opuesta a la primera, cuenta con 60 ejemplares, y parece estar en buen estado estos últimos años.

BIBLIOGRAFÍA

Allorge, V., Allorge, P. 1941. Plantes rares ou intéressantes du NW. de l'Espagne, principalement du Pays basque. *Bull. Soc. bot. France* 88: 226-254.

Aseginolaza C., Gomez, D., Lizaur, X., Montserrat, G., Morante, Salaberria, M.R., Uribe-Echebarria, P.M. 1985. *Araba, Bizkaia eta Gipuzkoako landare katalogoa*. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Catalán, P., Aizpuru, I. 1984. Pteridófitos del Monte Jaizkibel (Guipúzcoa). *An. Biol. Univ. Murcia* 1: 253-265.

Catalán, P., Aizpuru, I. 1985. Aportación al catálogo florístico de la cuenca del Bidasoa (Guipúzcoa y Navarra). *Munibe, Cienc. Nat.* 37: 17-86.

Gandoger, M. 1898. Notes sur la flore espagnole. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 45: 17-29.

Gobierno Vasco 2011. Orden de 10 de enero de 2011, de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina, y se aprueba el texto único.

Gobierno Vasco 2013. Orden de 18 de junio de 2013, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina.

Sanz-Azkue, I., Olariaga, I., Felipe, A. 2014. *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel en Jaizkibel: nuevas poblaciones con alta representación de su fase gametofítica y modelización de su distribución. *Munibe Monographs. Nature Series* 2. En prensa.

Inventario y distribución de la herpetofauna en Jaizkibel

Jaizkibelgo herpetofaunaren inbentarioa eta banaketa

Inventory and distribution of herpetofauna in Jaizkibel

Alberto Gosá¹*, Iñaki Sanz-Azkue¹, Ion Garin-Barrio¹, Xabier Rubio¹, Aitor Valdeón¹, Aitor Laza-Martínez¹

¹ Departamento de Herpetología, Sociedad de Ciencias Aranzadi. Zorroagaina, 11. 20014 Donostia-San Sebastián

* Correspondencia: agosa@aranzadi.eus

RESUMEN

Se ha actualizado el conocimiento de la comunidad herpetológica del macizo de Jaizkibel, después de largo tiempo de ausencia de publicaciones, mediante un inventario basado en trabajo de campo comprendido entre los meses de Abr. a Oct. de 2012, al que se han añadido observaciones acumuladas durante el último decenio. La comunidad está compuesta por 4 especies de anfibios y 11 especies de reptiles, en general distribuidas por la mayor parte del enclave y cuyo origen filogenético mayoritario es el continente europeo. No se ha podido confirmar la presencia del lagarto verdinegro *Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1878, citado una sola vez en 1980.

PALABRAS CLAVE: Faunística, herpetos, inventarios, muestreo herpetológico, transectos.

LABURPENA

Urte luzez ez da argitalpenik jakitera eman Jaizkibelgo mendigunearen inguruan, gauzak honela 2012ko Api. eta Urr. artean egin diren laginketak baliatu dira Jaizkibelgo komunitate herpetologikoa eguneratzeko. Laginketetan jasotako informazioari azken hamarkadan bildutako behaketak gehitu zaizkio. Lau anfibio eta 11 narrasti espeziek osatzen dute komunitatea, eta orokorrean mendigune osotik barreiatzen dira, eta espezie gehienen jatorria European dago. Ezin izan da Schreiber muskerraren *Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1978, presentzia baieztatatu, nahiz eta 1980ko zita bakana ezagutu.

GAKO-HITZAK: Faunistikoa, herpetoak, inbentarioak, laginketa herpetologikoak, transektu.

ABSTRACT

After long time without publications we updated the herpetological community at the Jaizkibel massif with a preliminary inventory based on fieldwork conducted from Apr. to Oct. 2012. A certain number of sightings coming from the past decade were added. The community is composed of 4 species of amphibians and 11 reptiles generally distributed most of the enclave, and largely originated at the European continent. After an old and single reference dated from 1980, we could not yet confirm the presence of the Schreiber's Green Lizard *Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1878 in Jaizkibel.

KEY WORDS: Faunistics, herps, inventory, herpetological sample, transects.

INTRODUCCIÓN

Los inventarios faunísticos son una herramienta esencial para el conocimiento de las comunidades. Los primeros inventarios herpetológicos en el País Vasco tuvieron lugar en la década de 1980 (Bea, 1985). Posteriormente, estos inventarios han sido utilizados en innumerables estudios de carácter local, generalmente a instancias de las Administraciones (véase Garin-Barrio *et al.*, 2010, para zonas cercanas al área de estudio).

Jaizkibel es un territorio guipuzcoano emblemático que, inexplicablemente, cuenta con una información herpetológica muy limitada y que, además, podemos considerar obsoleta (Gosá & Riofrío, 1983). La fuerte humanización de su entorno y los intensos episodios históricos a los que se ha visto sometido, tales como la urbanización, el pastoreo, las quemadas periódicas de bosque y matorral, la explotación de los acuíferos o los usos militares, podrían verse ampliados con futuros macroproyectos que transformarían drásticamente una parte significativa de su superficie, modificando la integridad y funcionalidad de sus ecosistemas.

El objetivo del presente estudio es la actualización del catálogo de anfibios y reptiles que pueblan el macizo de Jaizkibel, con una entrega preliminar de la composición herpetológica, la distribución de especies y sus preferencias de hábitat.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área del macizo de Jaizkibel seleccionada para el estudio coincide con los límites del Lugar de Importancia Comunitaria Jaizkibel (Fig. 1), con una altitud máxima de 547 m. La mayor parte del mismo comprende la vertiente norte, además de las cimas y una pequeña superficie de vertiente sur en la zona central del enclave. La zona es lluviosa (más de 1500 mm/año) y el relieve complejo, surcado de vaguadas y barrancos, abundante en roquedos y afloramientos rocosos, formado por materiales de areniscas calcáreas y lutitas dispuestas en estratos. Dominan los pastizales con matorral, brezales, helechales y argomales, producto de la deforestación. En el LIC se han

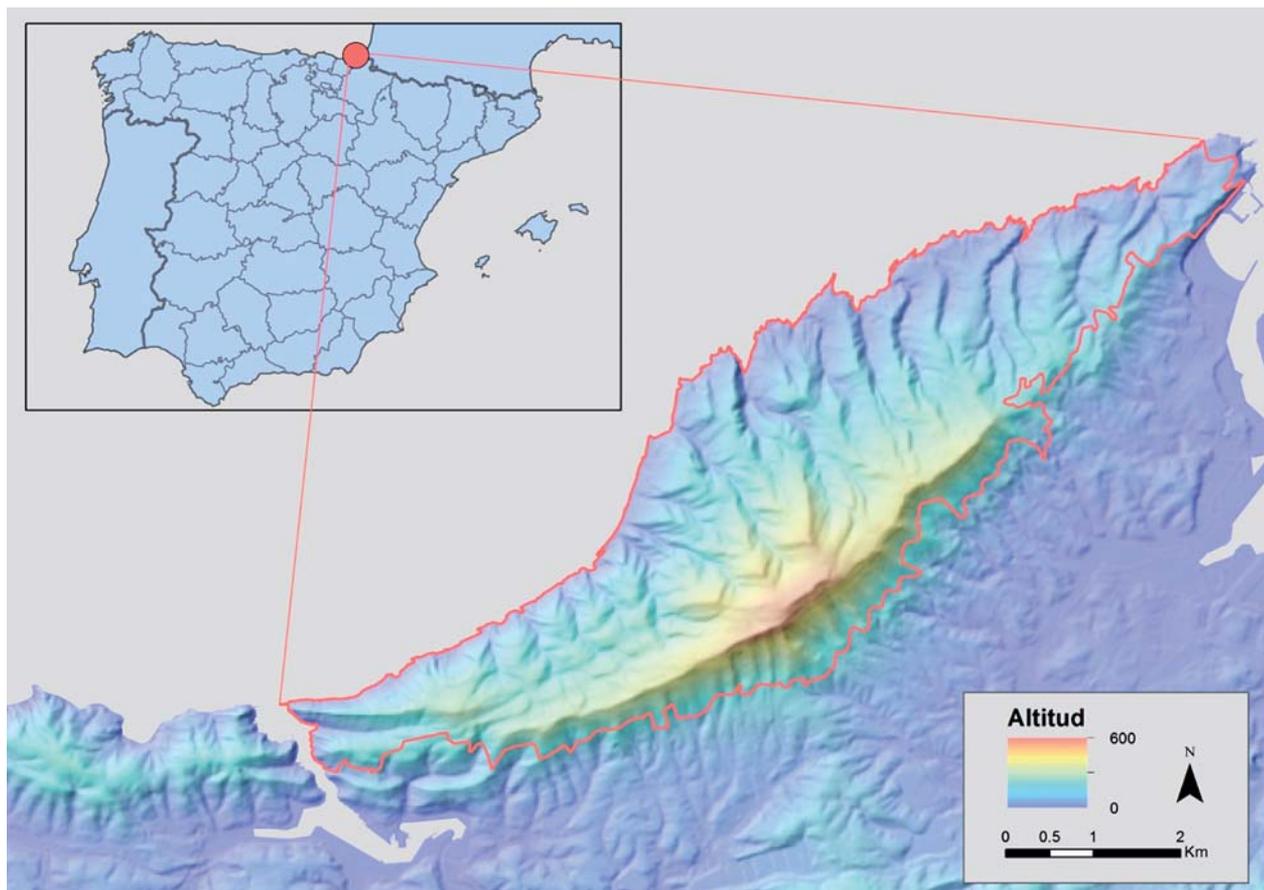


Fig. 1. - Límites del área de estudio, coincidentes con los del LIC Jaizkibel.
1. Irudia. Jaizkibel GKL-arekin bat datos, ikerketa arearen mugak.

censado 42 unidades EUNIS de vegetación (De Francisco, 2007), que a efectos de la caracterización del hábitat de los herpetos se han agrupado en 9 unidades simplificadas, a las que se han adscrito las observaciones: arroyos y sus riberas, charcas y estanques, argomales y helechales, brezales, pastizales, prados, prados-junciales, bosquetes caducifolios, roquedos y afloramientos.

Muestreo

El estudio tiene su base en un trabajo de campo realizado entre Abr. y Oct. de 2012, incorporado a una recopilación previa de la información disponible, que se reduce a lo publicado en el atlas herpetológico regional (Bea, 1985), a un estudio multidisciplinar del medio físico de Txingudi (Gosá & Riofrio, 1983) y alguna nota específica (Bea, 1980). Cierta material recolectado en ejemplares de *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905) de Jaizkibel contribuyó a la realización de estudios genéticos (Sanz-Azkue *et al.*, 2006) y etológicos (Iglesias-Carrasco & Cabido, 2013). Se contó, además, con los datos inéditos recogidos por los autores de este artículo y otros naturalistas, acumulados en años precedentes, algunos en la misma época de las referencias citadas (década de 1980). Con toda esta información se construyó una base de datos con 218 observaciones registradas entre 2005

y 2012, a partir de las que se elaboraron los resultados aquí expuestos.

El trabajo de campo tuvo como objetivo la recopilación mediante muestreos de la mayor cantidad posible de información en un espacio lo más extenso posible, dentro de la amplitud del mismo y las posibilidades que ofrecía un estudio de estas características, no sistematizado, pero que, sin embargo, se realizó principalmente en periodos favorables para cubrir una parte de sus fines, la observación de reptiles, coincidiendo con su estación reproductora, entre Abr. y Jun. Por el contrario, los anfibios fueron muestreados fuera de este periodo, por lo que la mayor parte de las observaciones procedieron de ejemplares en fase acuática (larvas).

Se efectuaron 26 salidas diurnas de campo consistentes en recorridos por la red de caminos del macizo, llevados a cabo por 1-4 personas. La no realización de muestreos crepusculares o nocturnos pudo infravalorar el número de especies detectadas y su asociación con los hábitats que utilizan. Los itinerarios seguidos comunicaban entre sí las distintas cuencas, discurrieron por hábitats diversos y fueron determinados siguiendo un criterio de accesibilidad y de adecuación a la presencia potencial de especies. Se realizaron transectos de varios cientos de metros de longitud en las orillas del 77% de los cauces

principales de la vertiente norte de Jaizkibel ($n = 18$). Dichos cauces son de corto recorrido, con una longitud media en torno a los 2 km. Se prospectó especialmente las pozas de las regatas, donde se concentran las poblaciones larvianas. El 44% de las regatas principales se visitó en dos o más ocasiones (una de ellas, hasta seis veces). No se contabilizó el número de ejemplares observados, realizándose tan sólo muestreos cualitativos para la detección de las especies. Los hábitats preferentes de los reptiles, como roquedos y afloramientos, acantilados, bosquetes, argomales, brezales, prados y juncuales, fueron muestreados sin seguir un transecto predeterminado, prestando especial atención a los microhábitats más favorables para las especies potencialmente presentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comunidad herpetológica

Los datos disponibles hasta el momento reducen la comunidad herpetológica de Jaizkibel a 4 especies de anfibios y 11 de reptiles, entre las que se ha incluido *Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1878 basándose en datos bibliográficos de hace más de tres décadas (Bea, 1980), no habiéndose vuelto a observar la especie en todo este tiempo. La ubicación estratégica de Jaizkibel para la comunicación biogeográfica con el continente, en el borde occidental de los Pirineos, es determinante cuando se analiza la composición de la comunidad: 10 especies tienen su origen filogenético en el continente europeo, dos son endémicas de la Península y otras tres se consideran subendémicas, originadas en la misma y expandidas hacia el norte, ocupando una parte más o menos extensa de Francia, y el sur, en el caso de *Bufo bufo* (= *B. spinosus*) (L., 1758), que colonizó el norte de África (Tabla 1).

En el último decenio, dentro de los límites del LIC Jaizkibel, se han registrado observaciones ($n = 218$) de todas las especies de anfibios y reptiles anteriormente citadas, a excepción de la ya comentada *L. schreiberi*. Como sólo en 2012 se han realizado los muestreos con continuidad, a lo largo de siete meses y bajo el objetivo propuesto, los cálculos correspondientes se han hecho

Especie	Origen biogeográfico
<i>Lissotriton helveticus</i> (Razoumowsky, 1789)	Europea
<i>Alytes obstetricans</i> (Laurenti, 1768)	Europea
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	Europea
<i>Pelophylax perezii</i> (López Seoane, 1885)	Subendémica
<i>Anguis fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	Europea
<i>Lacerta bilineata</i> (Daudin, 1802)	Europea
<i>Lacerta schreiberi</i> (Bedriaga, 1878)	Endémica
<i>Zootoca vivipara</i> (Jacquin, 1787)	Europea
<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	Europea
<i>Podarcis liolepis</i> (Boulenger, 1905)	Subendémica
<i>Coronella austriaca</i> (Laurenti, 1768)	Europea
<i>Coronella girondica</i> (Daudin, 1803)	Europea
<i>Natrix natrix</i> (Linnaeus, 1758)	Europea
<i>Zamenis longissimus</i> (Laurenti, 1768)	Europea
<i>Vipera seoanei</i> (Lataste, 1879)	Endémica

Tabla 1. - Composición conocida de la comunidad herpetológica en Jaizkibel.
1. Taula. Jaizkibelgo komunitate herpetologikoaren osaera ezaguna.

exclusivamente con la muestra de ese año ($n = 133$). El mayor esfuerzo se invirtió en los meses de Jun. a Oct., con 4 o más muestreos, siendo Jun. y Ago. los meses más rentables, porque acumulan el 59,8% de las observaciones totales (Fig. 2). Aun cuando el número de muestreos fue alto, la menor frecuencia de registros se obtuvo en los dos últimos meses, coincidiendo con la fenología de las especies. Las únicas larvas de anfibios observadas entonces, y en baja densidad, fueron las de *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768).

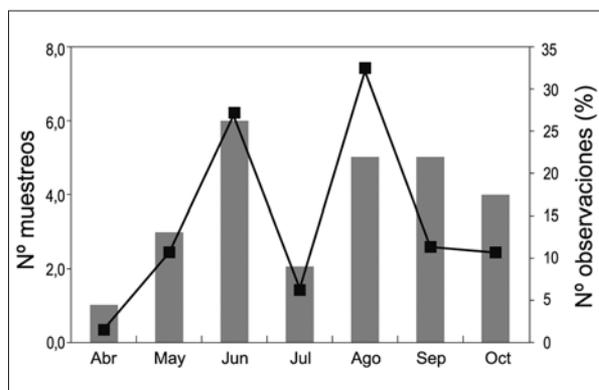


Fig. 2. - Número de muestreos (histograma) y porcentaje de observaciones (línea) de anfibios y reptiles en siete meses de muestreo en 2012.

2. Irudia. Laginketa kopurua (histograma) eta anfibio eta narrastien behaketa portzentaita (lerroa) 2012. urteko zazpi hilabeteetan egindako laginketetan.

En 2012 se observaron 13 de las 14 especies citadas en el último decenio, a excepción de *Coronella austriaca* Laurenti, 1768 (Fig. 3). Las frecuencias de registros denotan una presencia bastante equilibrada de las especies en los humedales, a excepción de *Pelophylax perezii* (López Seoane, 1885), que es la menos abundante. Las fases larvianas de los tres anuros y los adultos de *Lissotriton helveticus* (Razoumowsky, 1789), en su etapa final de la reproducción, ocuparon y compartieron

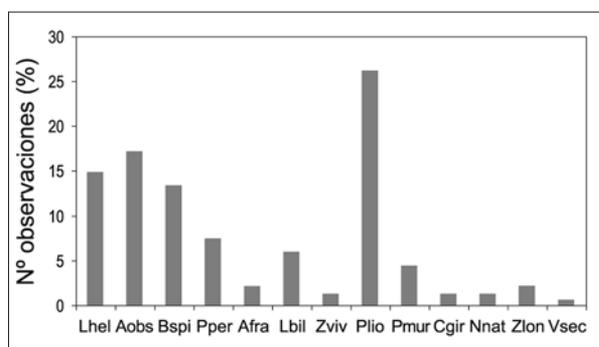


Fig. 3. - Frecuencia (porcentaje) de las observaciones de especies de reptiles en 2012 ($n = 133$). Lhel: *L. helveticus*; Aobs: *A. obstetricans*; Bspi: *B. spinosus*; Pper: *P. perezii*; Afra: *A. fragilis*; Lbil: *L. bilineata*; Zviv: *Z. vivipara*; Plio: *P. liolepis*; Pmur: *P. muralis*; Cgir: *C. girondica*; Nnat: *N. natrix*; Zlon: *Z. longissimus*; Vseo: *V. seoanei*.

3. Irudia. 2012an herpeto espezieen behaketen ($n = 133$) maiztasuna (portzentaita) Lhel: *L. helveticus*; Aobs: *A. obstetricans*; Bspi: *B. spinosus*; Pper: *P. perezii*; Afra: *A. fragilis*; Lbil: *L. bilineata*; Zviv: *Z. vivipara*; Plio: *P. liolepis*; Pmur: *P. muralis*; Cgir: *C. girondica*; Nnat: *N. natrix*; Zlon: *Z. longissimus*; Vseo: *V. seoanei*.

una buena parte de las pozas de los arroyos donde fueron observados. Por su parte, la frecuencia de observación de *P. liolepis* fue netamente superior a la del resto de reptiles (Fig. 3), confirmando la impresión previa que se tenía, de que era una especie abundante y muy repartida por todo el macizo de Jaizkibel.

Distribución

Aun siendo fragmentarios los datos recabados (se incluyen aquí todos los del último decenio) la distribución de los anfibios en Jaizkibel, a excepción de *P. perezi*, se reparte por amplias zonas del macizo, aunque se observan particularidades que pudieran derivarse de la falta de muestreo de las regatas durante la estación reproductora. Esto podría haber afectado a los resultados de la distribución de *L. helveticus* y *B. bufo*, especies que probablemente realizaron una parte importante de su puesta con anterioridad al inicio de los muestreos en 2012 (Abr.). *L. helveticus* fue observado preferentemente en las pozas de la cabecera de los arroyos, mientras que las larvas de *B. bufo* se vieron con frecuencia en las pozas cercanas a su desembocadura en los acantilados. Al desconocerse los lugares de puesta de esta especie no puede afirmarse que seleccione las pozas más cercanas al mar, pudiendo ser arrastradas sus pequeñas larvas por la corriente de los arroyos. Sin embargo, las poblaciones larvianas de *A. obstetricans* aparecieron reparti-

das por todo el macizo, tanto en la cabecera como en los tramos medios y la desembocadura de los cauces, lo que podría ser indicativo de una relativamente alta densidad poblacional y estaría en concordancia con la conocida extensa fenología de la especie. Se observaron larvas procedentes de la puesta anual y de, al menos, el año anterior, que habrían pasado el invierno sin metamorfosear. La limitada presencia de *P. perezi* puede ser más concordante con la situación real de la especie en Jaizkibel, dado que está fuertemente ligada a los ambientes acuáticos, que prácticamente no abandona durante todo su ciclo vital, salvo para colonizar nuevos enclaves. Las escasas observaciones realizadas estarían de acuerdo con su limitada presencia en el área de estudio, donde podría considerarse como una especie infrecuente, sustentada en unas bajas densidades poblacionales (véanse las respectivas distribuciones de los anfibios en la Fig. 4).

Las observaciones de reptiles fueron, en general, escasas, salvo excepciones, aunque todas las especies estarían repartidas por todo el macizo o buena parte de él. *P. liolepis*, el reptil más abundante, se concentra especialmente en los afloramientos situados en las vertientes medias de Pasaia y en la línea de los acantilados costeros más occidentales de Hondarribia. La especie domina claramente a su congénere *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768), escasamente observada y siempre alejada de la costa, en los microhábitats menos expuestos a la insolación. El se-

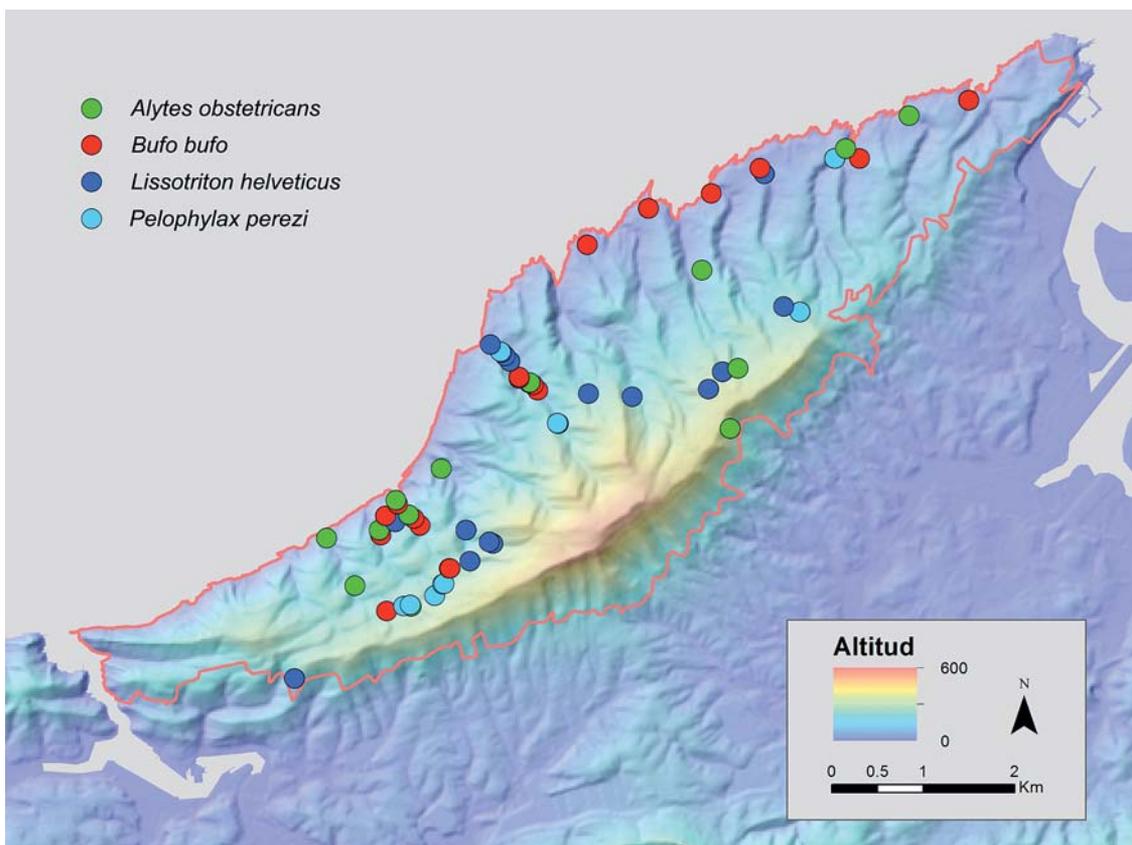


Fig. 4. - Puntos de observación de las cuatro especies de anfibios entre 2005-2012.

4. Irudia. Lau anfibio espezieen behaketa puntuak 2005-2012 urte bitartean.

gundo reptil más observado fue *Lacerta bilineata* Daudin, 1802 (Fig. 5), en general también alejado de las zonas insoladas de la costa, por sus preferencias higrófilas. Las escasísimas observaciones de *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758 no se corresponderían con la abundancia real de la especie, dados sus hábitos subterráneos y su relativa independencia de los espacios insolados. La potencialidad del hábitat para la misma es alta en Jaizkibel, por lo que su distribución y abundancia serán muy superiores a las observadas. *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) se halla presente en la campiña circundante y montes del entorno, como Peñas de Aia (Gosá, obs. pers.). En el vecino Mendizorrotz, de características fisiográficas semejantes a las de Jaizkibel, se encuentra presente pero igualmente en muy bajas densidades (Gosá, obs. pers.). En Jaizkibel, tanto en el área de estudio como en el entorno de la marisma (zona de Jaizubia, Hondarribia), quedaría relegada a su hábitat más favorable, los prados, a efectos de la competencia con el resto de lacértidos y presentando en la actualidad poblaciones de baja densidad (véanse las distribuciones de los saurios en la Fig. 5).

Las frecuencias de observación de ofidios fueron las más bajas, como corresponde a la ecología y reducida abundancia de estas especies. Sin embargo, los puntos donde fueron contactadas se reparten por áreas dispersas del macizo, lo que sugiere una amplia distribución por el mismo, si bien sustentada en densidades poblacionales

bajas y ocupando enclaves discretos, posiblemente separados unos de otros en algunos casos. La abundancia y extensión de grandes especies, como *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) y *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), especialmente de ésta, debe ser mayor que la que se desprende de los datos recabados en el área de estudio, porque se posee un cierto número de observaciones en la ladera sur del macizo y la campiña periférica a Hondarribia. Por otra parte, no son infrecuentes en esa zona las observaciones de una pareja de águilas culebreras *Circaetus gallicus* (Gmelin, 1788) que anida en la ladera norte de Jaizkibel, cazando y portando grandes culebras (Rubio, obs. pers.), lo que podría indicar la existencia en este monte de densidades poblacionales relevantes de estas especies. *Vipera seoanei* Lataste, 1879 y *C. austriaca* son los ofidios más escasos, habiendo sido observados en el último decenio en una sola ocasión; la primera en vertiente sur en una zona próxima al cordal, en término de Pasaia, y la segunda en una zona media del macizo (Hondarribia) (véanse las distribuciones de las especies de ofidios en la Fig. 6).

Uso del hábitat

Como quiera que la mayoría de las observaciones de anfibios se efectuó en fase larvaria, esto ha permitido determinar la importancia de los arroyos en Jaizkibel como hábitat reproductor principal de todas las

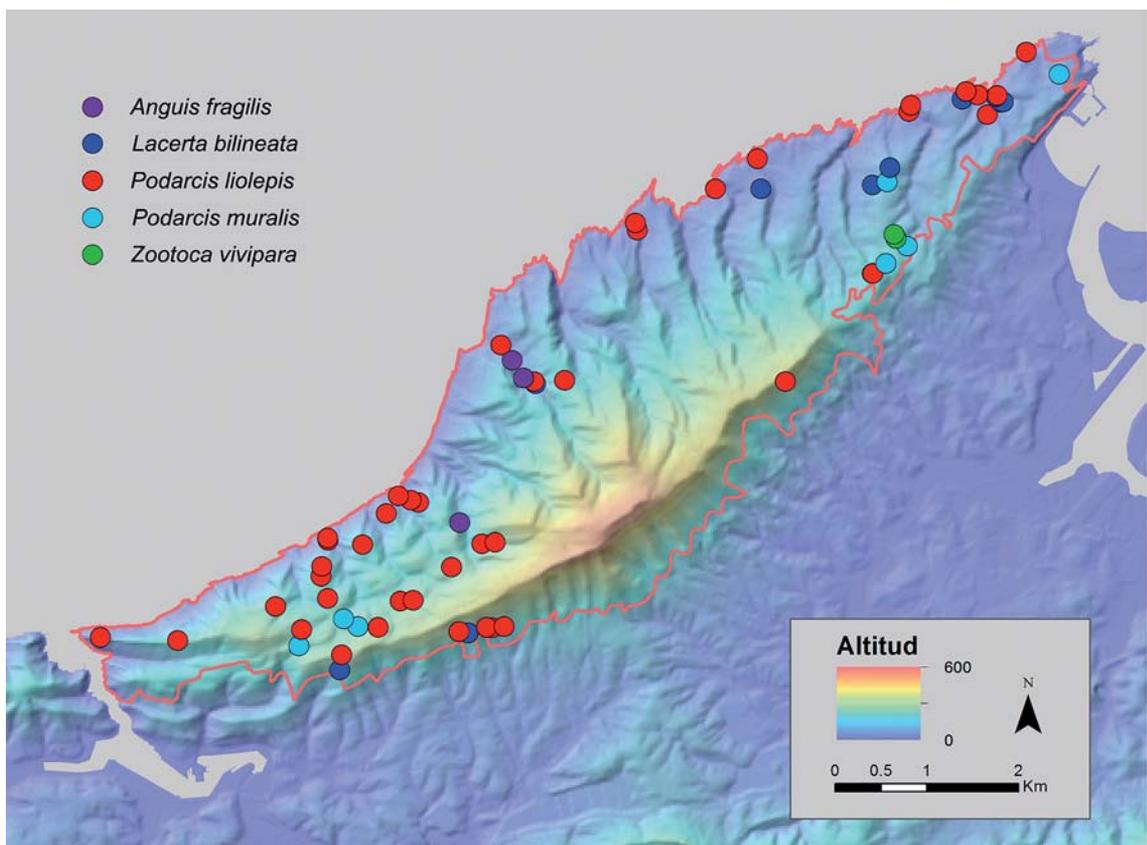


Fig. 5. - Puntos de observación de las cinco especies de saurios entre 2005-2012.
5. Irudia. Bost saurio espezieen behaketa puntuak 2005-2012 urte bitartean.

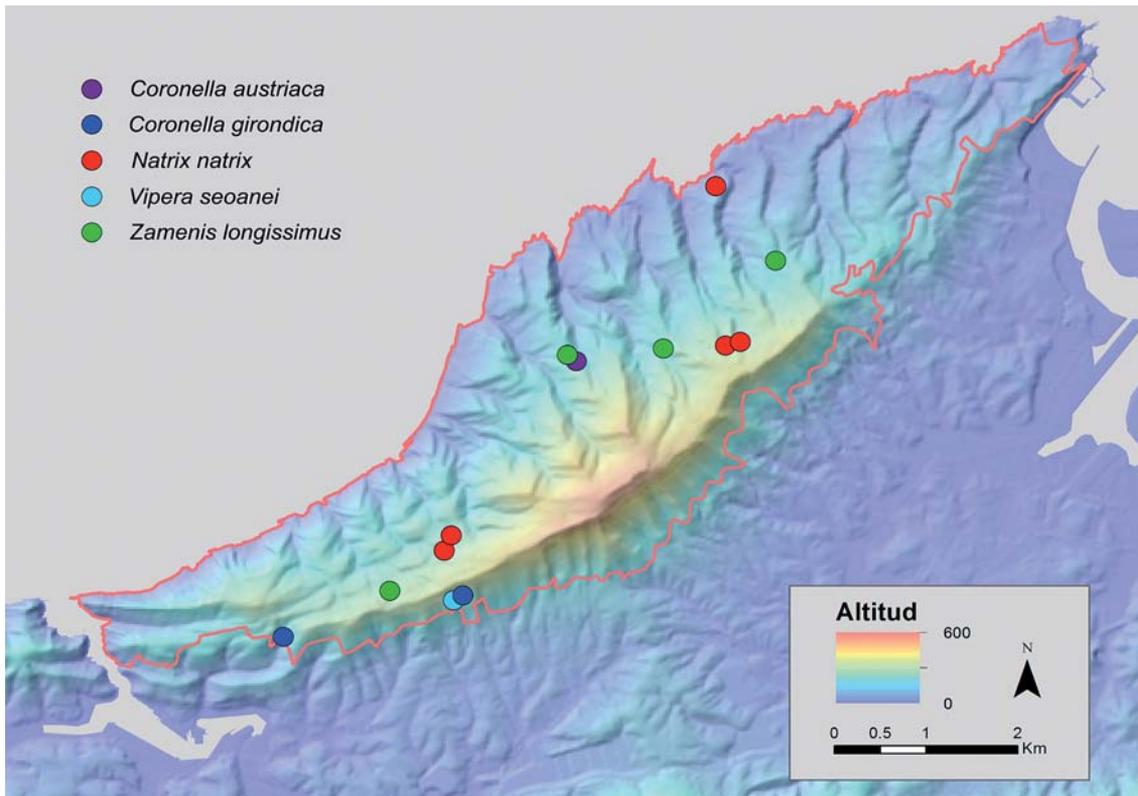


Fig. 6. - Puntos de observación de las cinco especies de ofidios entre 2005-2012.
6. Irudia. Bost ofidio espezieen behaketa puntuak 2005-2012 urte bitartean.

especies (Fig. 7), donde se obtuvo el 78,7% de los registros. Sin embargo, la ejecución de los muestreos fuera del periodo reproductor de la mayor parte de especies no ha debido permitir la estimación correcta de su uso de los medios disponibles. El uso más diversificado del hábitat lo haría *A. obstetricans*, que se reproduce en cinco tipos diferentes de humedales.

Entre los saurios es *P. liolepis* la especie que ocupa un mayor espectro de hábitats, siendo la única presente en los afloramientos rocosos y acantilados, que constitu-

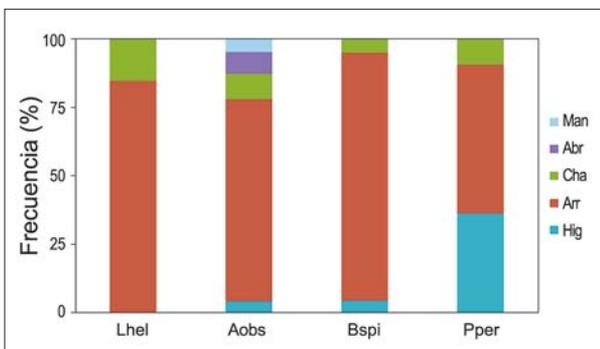


Fig. 7. - Distribución de las observaciones (%) de anfibios según el biotopo de reproducción. Man: manantial; Abr: Abrevadero; Cha: charca; Arr: arroyo; Hig: prado higróturboso. Especies, según las siglas del pie de la figura 3.

7. Irudia. Anfibio behaketen banaketa (%) ugaltzeko baliatu dituzten biotopoen arabera. Man: iturburua; Abr: uraska; Cha: putzua; Arr: errekastoa; Hig: larre-zohikaztegia. Espezieak 3. irudiko oinaren siglen arabera.

yen su ambiente preferido, como corresponde a sus hábitos rupícolas. Su competidor, *P. muralis*, poco abundante en Jaizkibel, se recluye en los medios más frescos y cubiertos de los setos y pastizales. La cobertura densa de los herbazales y brezales, y los bordes de las masas caducifolias, arboladas y arbustivas, atraen a *L. bilineata*, presente también con cierta frecuencia sobre la vegetación de las orillas de los cauces (Fig. 8).

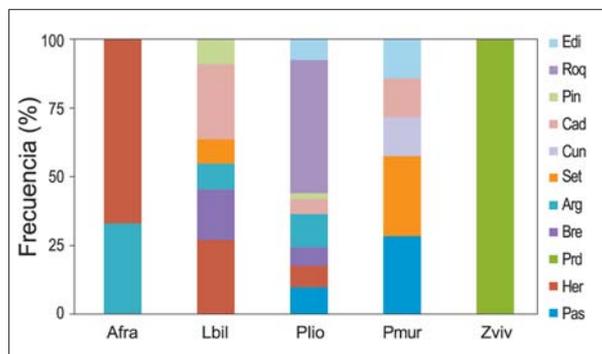


Fig. 8. - Distribución de las observaciones (%) de saurios según el hábitat. Edi: edificación/ruina; Roq: roquedo/afloramiento/acantilado; Pin: pinar; Cad: caducifolio; Cun: cuneta arbustiva; Set: seto arbustivo; Arg: argomal-helechal; Bre: brezal; Prd: prado; Her: herbazal; Pas: pastizal. Especies, según las siglas del pie de la figura 3.

8. Irudia. Saurio behaketen banaketa (%) habitataren arabera. Edi: eraikuntza/hondakina; Roq: harkaiztegi/azaleratze/itsas-labarrak; Pin: pinudia; Cad: hostogalkorra; Cun: zuhaixkaz osatutako areka; Set: zuhaixkaz osatutako heskaia; Arg: otadi-iratzedia; Bre: txilardia; Prd: belardia; Her: belazea; Pas: Larrea. Espezieak 3. irudiko oinaren siglen arabera.

Aunque los tamaños de muestra en ofidios fueron muy reducidos, los escasos datos obtenidos son concordantes para algunas especies con sus requerimientos espaciales conocidos (Fig. 9). Tal es el caso de *N. natrix*, que parece diversificar su hábitat en Jaizkibel, habiendo sido incluso vista depredando en charcos estacionales sobre las larvas del año de *A. obstetricans* (Sanz-Azkue, obs. pers.).

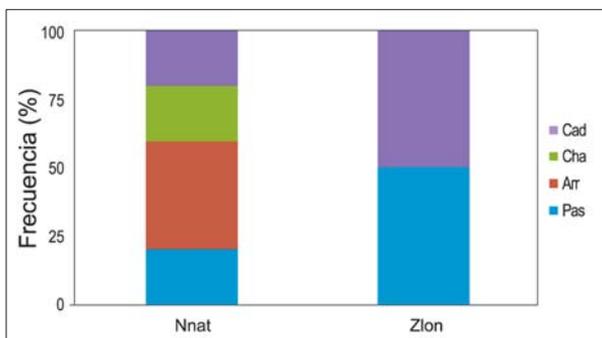


Fig. 9. - Distribución de las observaciones (%) de ofidios según el hábitat. Cad: caducifolio; Cha: charca; Arr: arroyo; Pas: pastizal. Especies, según las siglas del pie de la figura 3.

9. Irudia. Ofidio behaketen banaketa (%) habitataren arabera. Cad: hostogalkorra; Cha: putzua; Arr: errektosta; Pas: Larrea. Espezieak 3. irudiko oinaren siglen arabera.

CONCLUSIONES

Los pequeños cauces de Jaizkibel, que discurren en paralelo a lo largo de todo el macizo, son el principal hábitat reproductor de los anfibios. Su corto recorrido y la presencia continua de pozas que funcionan durante buena parte del año como charcas, junto con la escasa distancia entre ellos, cumplirían el cometido de conexión entre las poblaciones, que podrían desplazarse latitudinalmente siguiendo la corriente o longitudinalmente colonizando las vertientes vecinas. La estructura del hábitat y la capacidad colonizadora de todas las especies del macizo son favorables a un poblamiento continuo del mismo, cuya distribución deberá completarse culminando el inventario ahora iniciado. La permanencia de los arroyos en su actual estado es fundamental para el mantenimiento de esta comunidad en las condiciones favorables que sugieren los datos preliminares aportados. No es descartable la presencia puntual de alguna pequeña población de *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758), dada la estructura favorable de las regatas, con agua permanente y orillas que todavía mantienen representación de bosque ribereño umbrío, y la presencia de la especie en montes del entorno como Mendizorrotz (Garin-Barrio *et al.*, 2010), de similares características.

La confirmación de *L. schreiberi* en Jaizkibel debe ser un objetivo preferente del muestreo herpetológico. La presencia relativamente abundante de microhábitats apropiados para la especie, como riberas vegetadas con afloramientos rocosos e insoladas, juncales encharcados en prados higróturbosos y pastizales húmedos, alimentan la esperanza del mantenimiento de algún pequeño núcleo de población, a sabiendas de la competencia desfavorable que *L. bilineata* pueda estar ejerciendo sobre su congénere, como habitualmente se ha puesto de manifiesto (Braña, 1984; Delibes & Salvador, 1986; Gosá & Lizana, 2007). Esta

competencia, unida a la posición geográfica de la población en el extremo nororiental de distribución de la especie (Bea, 1985), podría estar contribuyendo a la aparente situación desfavorable para su continuidad en el macizo de Jaizkibel. Según la base de datos nacional (SIARE, 2013) la población más cercana de la especie se encontraría en montes del entorno de San Sebastián (Mendizorrotz), a unos 20 km en línea recta del lugar donde fue observada en Jaizkibel, si bien aquella cita no ha sido publicada y debe ser refrendada por observaciones, que hasta el momento no han tenido lugar, aun tratándose de un enclave ampliamente prospectado (Garin-Barrio *et al.*, 2010).

AGRADECIMIENTOS

J.A. Belzunce (Ayuntamiento de Irún) contribuyó con sus observaciones a conformar la base de datos de este estudio. En los muestreos participaron compañeros del Departamento de Herpetología y otras personas. Nuestro agradecimiento a E. Uotila, C. Cabido, O. San Sebastián, E. González y A. Mitxelena.

BIBLIOGRAFÍA

- Bea, A. 1980. Nota sobre la distribución del lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1878). *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.* 45 (3): 185-186.
- Bea, A. 1985. Atlas de los Anfibios y Reptiles de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa. En: *Atlas de los Vertebrados Continentales de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa*: 55-99. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Braña, F. 1984. *Biogeografía, biología y estructura de nichos de la taxocenosis de saurios de Asturias*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- De Francisco, M. (Coord.). 2007. *Cartografía de hábitats, vegetación actual y usos del suelo de la CAPV*. Gobierno Vasco.
- Delibes, A., Salvador, A. 1986. Censos de lacértidos en la Cordillera Cantábrica. *Rev. Esp. Herpetol.* 1: 335-361.
- Garin-Barrio, I., Rubio, X., Sanz-Azkue, I., Crespo-Díaz, A., Gosá, A. 2008-2009. *Análisis preliminar de la diversidad biológica en el entorno natural de Donostia-San Sebastián*. Vol. 1: Resultados. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Disponible en web: [http://www.donostia.org/info/ciudadano/ma_areas.nsf/vowebContentId/46A306C96006F215C125785A0036E76C/\\$File/AnálisisBiodiversidadDonostia_2008-2009.pdf](http://www.donostia.org/info/ciudadano/ma_areas.nsf/vowebContentId/46A306C96006F215C125785A0036E76C/$File/AnálisisBiodiversidadDonostia_2008-2009.pdf).
- Gosá, A., Lizana, M. 2007. Lagarto verdinegro. *Lacerta schreiberi* Bedriaga, 1878. En: *Redacción del plan marco de gestión de los LIC de la Comunidad Autónoma de Cantabria*: 1-13. Gobierno de Cantabria.
- Gosá, A., Riofrío, J. 1983. Fauna. En: *Estudio del Medio Físico de Txingudi*. E. González (Coord.): 376-470. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- Iglesias-Carrasco, M., Cabido, C. 2013. *Adaptación a un nuevo ambiente: compromiso entre respuesta inmune y antidepredadora en una población urbana de lagartija*. Panel. IV Congreso de Biodiversidad. Bilbao.
- Sanz-Azkue, I., García-Etxebarria, K., Gosá, A., Rubio, X., Jugo, B.M. 2006. Donostialdeko sugandila iberiarraren (*Podarcis hispanica*) karakterizazio filogenetikoa. En: *IX Congreso Luso-español/XIII Congreso Español de Herpetología*: 231-232. Donostia-San Sebastián.
- SIARE, 2013. *Lacerta schreiberi*. Consulta realizada en 30-10-13. www.siare.herpetologica.es

Inventario de la avifauna reproductora de Jaizkibel y Jaizubia (Gipuzkoa)

Hegazti-fauna ugaltzaileen inbentarioa Jaizkibel eta Jaizubian (Gipuzkoa)

Inventory of birds breeding in Jaizkibel and Jaizubia (Gipuzkoa)

Juan Arizaga^{1*}

¹ Departamento de Ornitología, Sociedad de Ciencias Aranzadi, Zorroagagaina 11, E-20014 Donostia-S. Sebastián.

* Correspondencia: jarizaga@aranzadi.eus

RESUMEN

Recientemente se ha puesto de manifiesto la relevancia de Jaizkibel y el complejo húmedo asociado de Jaizubia como una zona de gran riqueza biológica y geológica. El objetivo de este artículo es elaborar un inventario, a través de revisión bibliográfica y observaciones inéditas, de la avifauna reproductora en Jaizkibel y Jaizubia. Sólo se han considerado las especies de nidificación segura, en las que se ha registrado su cría al menos una vez desde 1999 hasta 2012. Se constata la nidificación de 81 especies de aves, lo cual supone un 64,8% de las especies que se citan para toda la provincia de Gipuzkoa. En cuanto a especies interesantes desde un punto de vista de la conservación, se detectaron 16 incluidas en el catálogo de especies amenazadas de la CAPV. En consecuencia, la riqueza de especies de aves nidificantes en Jaizkibel es alta, probablemente una de las más elevadas de Gipuzkoa para el área de muestreo considerada.

PALABRAS CLAVE: Aves nidificantes, censos, conservación, especies amenazadas, figura de protección, LIC.

LABURPENA

Berriki Jaizkibel eta berarekin erlazioatutako Jaizubiako hezegune multzoen garrantzia agerian jarri da, gehien bat ikuspuntu biologiko eta geologikotik agertzen duten aberastasuna medio. Artikulu honen helburua Jaizkibel eta Jaizubian hegazti habiagileen inbentario bat sortzea da, lan honetan azterketa bibliografikoa eta argitaragabeko behaketak erabiliko dira. Soilik kontuan hartu dira espezie habiagile zurrak, hau da 1999tik 2012rarte gutxienez behin ugaldu direnak. 81 hegazti habiagile egiaztatu dira, hau da Gipuzkoan topatu daitezkeen %64,8. Kontserbazio egoerari dagokionez EAEko espezie mehatxatuen zerrendan dauden 16 espezie antzeman dira. Ondorioz, Jaizkibelgo hegazti habiagileen aberastasuna altua da, Gipuzkoan topa litekeen altuenetakoa, betiere ikerketa area barneratzen duen eremu osoan aintzat hartu ezkeru.

GAKO-HITZAK: Hegazti habiagileak, zentsuak, kontserbazioa, espezie mehatxatuak, babeserako irudia, GKL.

ABSTRACT

Jaizkibel and the wetlands associated with the Jaizubia stream have been revealed to be an area of high biological and geological interest. The aim of this work is to review the list of the breeding avifauna at these two zones. I have only considered those birds (species) proved to breed in these zones at least once from 1999 to 2012. I detected 81 species overall, and this was a 64.8% of the avian species found to breed in Gipuzkoa. From the standpoint of species of concern, 16 were included within the Basque list of threatened species. The richness of breeding bird species at Jaizkibel and Jaizubia was high, probably one of the highest in Gipuzkoa for the survey area here considered.

KEY WORDS: Breeding birds, surveys, conservation, threatened species, protected area, SCI.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de inventarios de especies amenazadas es básica en el ámbito del manejo, conservación y protección del patrimonio natural. La existencia de determinadas especies en un paraje dado, y en especial de aves, constituye un criterio ampliamente empleado para su valoración y protección legal. Asimismo, el desarrollo de tales inventarios puede resultar de gran utilidad para determinar la eficacia de la figura de protección de un espacio y/o evaluar la conveniencia de aumentar el área de protección.

La montaña de Jaizkibel se emplaza en el extremo NE de la provincia de Gipuzkoa. Se trata de un monte de 547 m s.n.m., con dos claras vertientes: (1) la septentrional, compleja, de pendientes suaves en la zona oriental y abruptas en la zona occidental, atravesada de vaguadas y pequeños valles y (2) la meridional, de pendientes pronunciadas, más uniformes que la septentrional. En la zona baja de la ladera meridional de Jaizkibel, además, se localiza el complejo húmedo asociado la regata de Jaizubia.

Respecto a la vegetación actual, la mayor parte de Jaizkibel está actualmente deforestada para su aprovechamiento como pastos para el ganado. Domina en consecuencia (ca. 70% de la superficie) la vegetación herbácea (pastos, helechales) y el matorral (brezales, etc.). Existe cierto número de monocultivos forestales artificiales (ca. 15% de la superficie), principalmente plantaciones de pino insignis *Pinus radiata* D. Don. En determinados puntos, asociado a suelos ácidos, existen pequeñas manchas de robledal de *Quercus pyrenaica* Wild y bosques de especies autóctonas (ca. < 5% de la superficie). La superficie restante (ca. 10%) está constituida de roquedos interiores y costeros, playas y turberas. En la zona meridional no incluida en el LIC quedan alisedas (*Alnus* spp.) y robledales (*Q. robur* L.) bien conservados, así como una zona de marismas ligada a la regata de Jaizubia, recuperada en 2005. Esta zona consta de carrizales y llanuras de limo y vegetación halofítica.

Parte de Jaizkibel (2434 ha) se propuso en 2004 como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC; decisión 2004/813/CE; código ES2120017). En la actualidad, el LIC

de Jaizkibel ha de designarse como Zona de Especial Conservación (ZEC). El LIC de Jaizkibel, no obstante, deja al margen el ámbito marino ligado directamente al macizo y la mayor parte de la ladera meridional, incluido el complejo húmedo asociado a la regata de Jaizubia (este último no obstante incluido en el LIC de Txingudi; código ES2120018) (Fig. 1).

Recientemente se ha puesto de manifiesto la relevancia de Jaizkibel como una zona de gran riqueza biológica y geológica (Arizaga, 2012). Debido a ello, la puesta al día de su valor natural se hace particularmente necesaria en un contexto socioeconómico complejo, donde parte de la sociedad ha propuesto construir un puerto exterior cuya ejecución comprometería la conservación del patrimonio natural de la montaña.

En el presente artículo se pretende actualizar el conocimiento relativo a la avifauna reproductora en Jaizkibel y Jaizubia.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área objeto de estudio se incluye en el área incluida en el LIC de Jaizkibel (Fig. 1). Esta superficie abarca la zona emergida de la montaña, incluida en los municipios de Pasaia (Donibane), Lezo y Hondarribia. Asimismo, se ha incluido en este estudio la ladera meridional de Jaizkibel no incluida en el LIC y el humedal de Jaizubia, incluido en el LIC de Txingudi. El límite de toda el área de estudio se indica en la Fig. 1.

Para la revisión de la avifauna reproductora en Jaizkibel se consideran el inventario (atlas) de aves nidificantes de Gipuzkoa (Aierbe *et al.*, 2001), los resultados del programa de seguimiento de aves comunes de la

CAPV (fuente: IHOBE, Gobierno Vasco-Eusko Jaurlaritz), la base de datos de anillamiento de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, informes y observaciones inéditas no registradas de manera formal en ningún catálogo ni publicación. Sólo se han inventariado las especies de nidificación segura, para las que se ha registrado su cría al menos una vez desde 1999 (fecha de censo para el atlas de 2001) en adelante (hasta 2012).

Para cada una de las especies se ha recopilado la siguiente información: (1) hábitat, (2) estima de su tamaño (abundancia) o densidad de la población en Jaizkibel y Jaizubia, si se conoce, y (3) status migratorio en el área de estudio. En cuanto al status migratorio, se han considerado las siguientes categorías: sedentario, migrante presahariano (especies que invernan en la región circummediterránea), migrante transahariano (especies que invernan en África tropical, al sur del Sahara).

RESULTADOS

Resultados generales

En conjunto, se detectaron un total de 81 especies de aves de nidificación segura en Jaizkibel y Jaizubia, lo cual supone un 64,8% de las especies que se reproducen en Gipuzkoa (125, según el atlas de aves nidificantes de 2003) (Aierbe *et al.*, 2001).

De las especies que se detectaron en Jaizkibel y Jaizubia, 16 de ellas se incluyen en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina (Orden de 10 de enero de 2011), de las que dos se consideran "Vulnerable" [*Neophron percnopterus* (L., 1758) y *Charadrius dubius* Scopoli, 1786], seis "Rara" y ocho de "Interés Especial" (Tabla 1). *Neophron percnopterus*, ade-

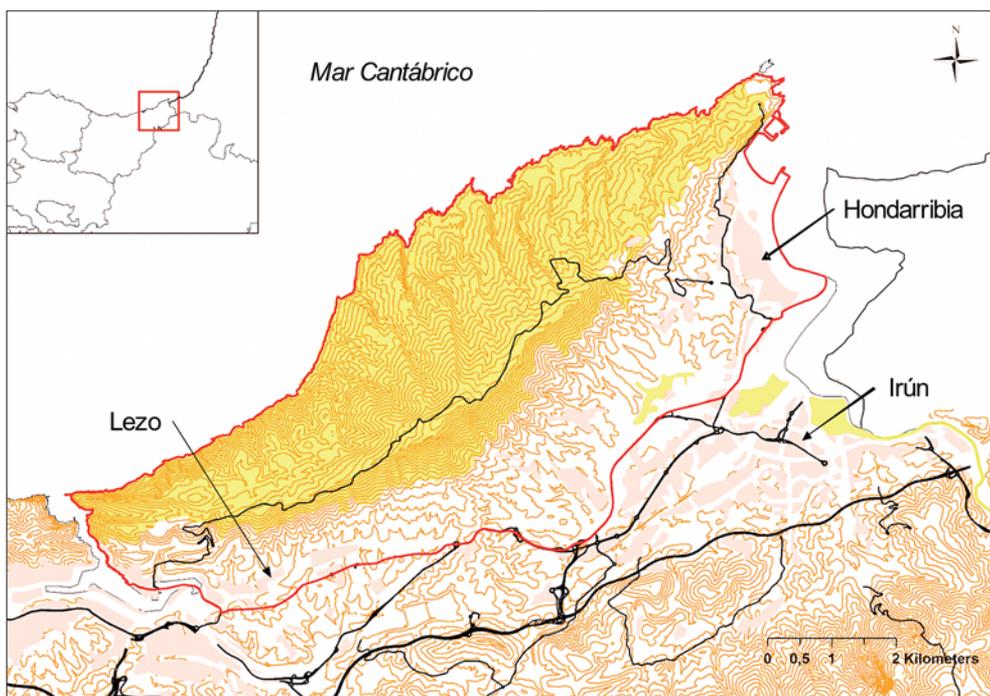


Fig. 1. - Área de estudio en Jaizkibel. El polígono rojo abarca el área de muestreo tenida en cuenta en esta revisión. El área en verde claro es el LIC de Jaizkibel (mancha grande) y la regata de Jaizubia, esta última incluida en el LIC de Txingudi. Las líneas negras son las carreteras principales.

1. Irudia. Jaizkibelgo ikerketa area. Polígono gorriak berrikuspen honetan haintzat hartu den ikerketa area adierazten du. Azalera berde argiak Jaizkibelgo GKL (orbain handia) eta Jaizubiako ubidea, azken hau Txingudiko GKLn dagoena. Errepide nagusiak lerro beltzez adierazi dira.

Especie	CAPV	España	Directiva Aves (Anexo I)
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	RA		
<i>Neophron percnopterus</i>	VU	EN	Si
<i>Circaetus gallicus</i>	RA		Si
<i>Circus cyaneus</i>	IE		Si
<i>Falco subbuteo</i>	RA	NT	
<i>Falco peregrinus</i>	RA		Si
<i>Rallus aquaticus</i>	RA		
<i>Charadrius dubius</i>	VU		
<i>Caprimulgus europaeus</i>	IE		Si
<i>Alcedo atthis</i>	IE	NT	Si
<i>Jynx torquilla</i>	IE		
<i>Dendrocygus minor</i>	IE		
<i>Monticola solitarius</i>	IE		
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	RA		
<i>Sylvia undata</i>			Si
<i>Lanius collurio</i>			Si
<i>Corvus corax</i>	IE		
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	IE		

CAPV. Orden de 10 de enero de 2011. VU: Vulnerable; RA, Raro; IE, Interés Especial. España. Libro Rojo de las Aves de España (Madróño *et al.*, 2004). EN: En Peligro; NT, Casi Amenazado.

Tabla 1. - Listado de especies y su status de conservación en la CAPV y en España. Se considera, además, su inclusión en el Anexo I de la Directiva Aves. Las especies no incluidas en ningún catálogo de especies amenazadas se excluyen de este listado.

1. Taula. Espezie zerrenda eta EAEn eta Espainian agertzen duen kontserbazio egoera. Horrez gain Hegaztien Zuzentarauan I. eranskinean dauden espezieak adierazten dira. Espezie mehatxatuen katalogoetan ez dauden espezieak zerrenda honetatik kanpo geratu dira.

más, también se incluye como especie “En Peligro” en el Libro Rojo de las Aves de España (Madróño *et al.*, 2004). Asimismo, ocho especies se incluyen en el Anexo I de la Directiva Aves (Tabla 1).

Listado de especies de reproducción segura

Las especies han sido ordenadas según los criterios de Clavell *et al.* (2005).

Tachybaptus ruficollis (Pallas, 1764). Nidifica en las lagunas del ámbito de Jaizubia tras la recuperación de la marisma en 2005. El número máximo de parejas observadas durante el periodo 2010-2012 es de 7 (M. Etxaniz, com. per.). Sedentario.

Anas platyrhynchos L., 1758. Nidifica en las lagunas del ámbito de Jaizubia, así como los tramos inferiores de algunas regatas de la ladera meridional de Jaizkibel y las charcas del campo de golf (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Anas strepera L., 1758. Cría en las lagunas del ámbito de Jaizubia (laguna de S. Joaquín). 1 ó 2 parejas reproductoras en 2009, 2010 y 2011 (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Cygnus olor Gmelin, 1789. Se cita su cría (1 pareja) en la laguna de S. Joaquín (Jaizubia) en 2012 (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Neophron percnopterus. En Jaizkibel se constata la nidificación de 1 pareja a partir de 2009 (T. Aierbe, M. Olano, com. per.), en un acantilado de la ladera orientada al mar. Transahariano.

Circaetus gallicus (Gmelin, 1788). Se constata la nidificación de 1 pareja a partir de 2005, en un pino localizado en la ladera orientada al mar (T. Aierbe, M. Olano, com. per.), si bien la especie se observa en Jaizkibel, durante el periodo de cría, ya en la década de 1990 (Aierbe *et al.*, 2001). Transahariano.

Circus cyaneus (L., 1766). Se cita la cría de 1 pareja en 2001 y 2002 (J. Belzunce, com. per.). Posteriormente no se ha constatado su reproducción. Presahariano.

Buteo buteo (L., 1758). Nidifica en arbolado. Presente en Jaizkibel (Aierbe *et al.*, 2001). Asociado a campiña o plantaciones de especies arbóreas tanto exóticas como nativas. No obstante, en 2011 y 2012 se localiza una pareja que cría en un roquedo en la ladera septentrional (J. Belzunce, com. per.). Un mínimo de 6 parejas reproductoras (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Falco tinnunculus L., 1758. Cría en Jaizkibel, normalmente, asociado a roquedos (Aierbe *et al.*, 2001). Un mínimo de 1 pareja reproductora. Presente en la ladera septentrional. Sedentario.

Falco subbuteo L., 1758. Se observa en época de cría a partir de 2000, si bien sólo en 2010 se constata la nidificación de 1 pareja (se observan pollos volantones) en un pino de la ladera meridional (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Falco peregrinus Tunstall, 1771. Cría en roquedos (Aierbe *et al.*, 2001) en la ladera que da al mar. En 2012 se citan un total de 3 parejas (T. Aierbe, M. Olano, com. per.), si bien durante los últimos años ha nidificado en la zona de manera habitual (Álvarez *et al.*, 2005). Sedentario.

Rallus aquaticus L., 1758. Cría en carrizales en Jaizubia; en 2007 se localiza una pareja con pollos (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Gallinula chloropus (L., 1758). Cría en las lagunas del ámbito de Jaizubia, tramos inferiores de algunas regatas de la ladera meridional y en las charcas del campo de golf de Hondarribia (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Fulica atra L., 1758. Cría en las lagunas del ámbito de Jaizubia, a partir de 2005 (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Scolopax rusticola L., 1758. Cría en bosques. En mayo de 2002 se localiza un ejemplar saliendo de un nido en el municipio de Hondarribia (D. Calleja, com. per.). Posteriormente se comprobó cómo el nido había sido abandonado cuando tenía un huevo. Se atribuye la presencia de perros de caza como motivo de este abandono. En Gipuzkoa, la especie es, aparentemente, sedentaria.

Charadrius dubius. Cría en espacios llanos arenosos o pedregosos, cerca o junto al agua. Cría (1 pareja) en Jaizubia a partir de 2009 (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Larus michahellis Naumann, 1840. Cría en roquedos costeros en Turuia y, esporádicamente (i.e., en determinados años) en el islote de Amuitz frente al Cabo de Higuer (Aierbe *et al.*, 2001). En el censo de 2007 (el último) se constata una colonia con 45 parejas (Arizaga *et al.*,

2009). El tamaño de la colonia alcanzó un máximo de 83 parejas en 1990, tras lo cual ha sufrido un declive progresivo. Sedentario.

Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838). Cría en arbolado, asociado al núcleo urbano de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001). Igualmente, habitual en el medio rural (J. Arizaga, obs. per.). Sedentario.

Cuculus canorus L., 1758. Parasita nidos de otras especies de aves (paseriformes), en todo tipo de hábitats. En 1999 se observaron pollos volantones (Aierbe *et al.*, 2001). En 2007 un pollo es alimentado en un nido de *Troglodytes troglodytes* L., 1758 en las proximidades del caserío Justiz (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Tyto alba Scopoli, 1769. Asociado a construcciones en áreas de campiña, principalmente (Aierbe *et al.*, 2001). Número de parejas no estimado. Sedentario.

Otus scops (L., 1758). Nidifica en huecos de árboles en campiña, principalmente (Aierbe *et al.*, 2001). Número de parejas no conocido. En la década de 1990, la recogida de pollos volantones provenientes de Hondarribia es habitual en el centro de recuperación de Arranoetxea (Aierbe *et al.*, 2001). A partir de entonces se comprueba una regresión significativa (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Strix aluco L., 1758. Nidifica en arbolado. En Jaizkibel es habitual (Aierbe *et al.*, 2001). En la década de 1990 se cita la recogida en el centro de recuperación de Arranoetxea de una cría que proviene de la zona de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001). En 2008 un volantón es localizado al ser acosado por pajarillos en Leureta (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Caprimulgus europaeus L., 1758. Nidifica en el suelo en zonas de landa o arbolado. En Jaizkibel se cita como reproductor seguro en 2000, cuando el 08.07.2000 se ven dos volantones en la ladera meridional (D. Calleja & M. Guereñu, com. per.). Transahariano.

Apus apus (L., 1758). Cría en construcciones. En Jaizkibel presente en núcleos urbanos, como el de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001). Transahariano.

Alcedo atthis (L., 1758). Ligado a cursos de agua. Se constata la nidificación de 1 pareja en Jaizubia en 2008 y 2009 (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Jynx torquilla L., 1758. Nidifica en huecos de árboles. En Jaizkibel se cita la cría en caja-nido, en la zona del golf (J. Arizaga, obs. per.). Presente en zonas de arbolado disperso y en campiña (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Picus viridis (L., 1758). Cría en árboles, principalmente arbolado disperso, si bien también se observa en bosques compactos (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Dendrocopos major (L., 1758). Nidifica en árboles. Asociado en Jaizkibel a manchas de campiña y arbolado, tanto frondosas como coníferas (Aierbe *et al.*, 2001; J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Dendrocopos minor (L., 1758). Cría en bosque de ribera, fundamentalmente ligados a regatas de la ladera

meridional de Jaizkibel, si bien también cría en la ladera que da al mar (e.g., la regata de Justiz) (J. Belzunce, obs. per.). Sedentario.

Alauda arvensis L., 1758. Cría en pastizales cercanos a la cima de Jaizkibel. Mínimo, 2-3 parejas (J. Belzunce, com. per.). Aparentemente sedentario.

Hirundo rustica L., 1758. Cría en caseríos y fincas aisladas, en zonas de campiña (Aierbe *et al.*, 2001). Transahariano.

Delichon urbica (L., 1758). Ligado a construcciones en el núcleo urbano de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001), Lezo (L. Romero, com. per.). Transahariano.

Anthus trivialis L., 1758. Cría en arbolado disperso en espacios abiertos. Se cita en brezales con arbolado disperso (Aierbe *et al.*, 2001; J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Motacilla alba L., 1758. Cría en proximidades de caseríos y núcleos urbanos (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Motacilla cinerea. Cría en algunas regatas de las dos laderas (J. Belzunce, com. per.). Sedentaria.

Motacilla flava L., 1758. Cría en pastizales de carácter húmedo. En 2006 se cita 1 pareja en la laguna de S. Joaquín (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Troglodytes troglodytes L., 1758. Cría en vegetación baja, generalmente ligado a zarzas, etc. Presente en Jaizkibel (Aierbe *et al.*, 2001), en prácticamente todo tipo de hábitats (arbolado, brezales, etc.). Sedentario.

Prunella modularis (L., 1758). Cría en matorral. En Jaizkibel se cita en brezales y manchas de argomal (Aierbe *et al.*, 2001). Aparentemente sedentario.

Erithacus rubecula (L., 1758). Cría en vegetación baja, en todo tipo de hábitats (Aierbe *et al.*, 2001). Posiblemente sedentario.

Phoenicurus ochruros (Gmelin, 1774). Asociado a roquedos y construcciones. Presente en Jaizkibel (Aierbe *et al.*, 2001). Posiblemente sedentario.

Saxicola torquata (L., 1766). Asociado a matorral y campiñas, requiere de espacios abiertos para alimentarse. En Jaizkibel ligado, principalmente, a brezales y manchas de argomal (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Monticola solitarius (L., 1758). Cría en roquedos en la ladera que da al mar (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Turdus merula L., 1758. Asociado a todo tipo de hábitats con arbolado o arbustos con arbolado disperso (Aierbe *et al.*, 2001). Aparentemente sedentario.

Turdus philomelos Brehm, 1831. Asociado a bosques y manchas de arbolado (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Cisticola juncidis L., 1758. Asociado a pastizales de hierba alta, donde ubica su nido. Observado en campiñas de la ladera septentrional (J. Arizaga, obs. per.). En invierno se desplaza hacia zonas bajas, ocupando carrizales de marismas como la de Jaizubia (Mendiburu *et al.*, 2009; Mendiburu *et al.*, 2010).

Locustella naevia (Boddaert, 1783). Asociado a manchas de argomal, principalmente. Es fotografiada en Jaizkibel durante el periodo de cría, en canto de celo (J. M. Grandío, com. per.). Transahariano.

Sylvia undata (Boddaert, 1783). Asociada a manchas de argomal y brezales (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario. Se trata de una especie de interés por su asociación con ambientes de carácter mediterráneo.

Sylvia borin (Boddaert, 1783). Asociado a arbolado, cría en arbustos y zarzas densos. Se observa en la campiña de la ladera meridional y algunas regatas de la ladera que da al mar (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Sylvia atricapilla (L., 1758). Cría a baja altura en zarzas o similar en general en zonas umbrías junto al agua (Aierbe *et al.*, 2001), pasa el invierno posiblemente en la región mediterránea (Tellería *et al.*, 1999).

Cettia cetti L., 1758. Cría en zonas junto al agua. Principalmente en el ámbito de Jaizubia, si bien algunas parejas también se reproducen en algunas regatas de la ladera septentrional (J. Belzunce, com. per.). Tras el periodo de cría es habitual en carrizales como el de Jaizubia (Mendiburu *et al.*, 2009; Mendiburu *et al.*, 2010). Sedentario.

Acrocephalus scirpaceus (Hermann, 1804). Cría en carrizales en Jaizubia (J. Arizaga, obs. per.). Transahariano.

Hippolais polyglotta (Vieillot, 1817). Asociado a arbustos y matorral en todo el ámbito de Jaizkibel (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Phylloscopus ibericus/collybita. Cría en masas arboladas tanto de frondosas como coníferas. La mayor parte de los ejemplares se consideran *P. ibericus* (J. Belzunce, com. per.). *P. ibericus* posiblemente pasa el invierno en África subsahariana.

Regulus ignicapillus (Temminck, 1820). Ligado a monocultivos de pino y otro tipo de coníferas, se cita asimismo en el núcleo urbano de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001). Posiblemente sedentario, aunque no comprobado.

Muscicapa striata (Pallas, 1764). Nidifica en árboles. Se cita en Hondarribia (el 30.06.2002 se localiza un nido con cuatro huevos en una maceta del entorno de campiña del municipio; D. Calleja & M. Guereñu, com. per.) y en el golf (el 30.06.2003, se localiza un joven junto a un adulto; D. Calleja & M. Guereñu, com. per.). Transahariano.

Aegithalos caudatus (L., 1758). Cría en arbolado, generalmente en ecotonos de campiñas, líneas de seto, etc. (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Lophophanes cristatus (L., 1758). Cría en arbolado. En Jaizkibel se cita en robledal, plantación de pino y bosque mixto (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Poecile palustris (L., 1758). Cría en robledales, es habitual en la ladera meridional, principalmente en la zona del golf, donde se observa incluso en caja-nido (J. Arizaga, obs. per.), y proximidades de Jaizubia (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Parus ater (L., 1758). Ligado a monocultivos de pino, principalmente (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Cyanistes caeruleus (L., 1758). Cría en huecos en arbolado de todo tipo, principalmente en caducifolios. Citado en paisaje de campiña (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Parus major L., 1758. Cría en huecos en arbolado de todo tipo. Citado en paisaje de campiña (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Sitta europea L., 1758. Cría en huecos, generalmente ligado a robledales de la ladera meridional (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Certhia brachydactyla Brehm, 1820. Ligado a arbolado, en todo tipo de bosques e incluso en seto bien desarrollado (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Lanius collurio L., 1758. Cría en setos de carácter espinoso, fundamentalmente en zarzas. Citado en Jaizkibel en paisaje de campiña (Aierbe *et al.*, 2001), al cual está estrechamente ligado (Tucker & Heath, 2004). También se cita en brezales/argomales abiertos en la ladera septentrional (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Garrulus glandarius (L., 1758). Asociado a arbolado (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Pica pica (L., 1758). Cría en zonas de arbolado, en todo tipo de ambientes salvo zonas de bosque. Cría segura al menos desde el 2005 (J. Belzunce, com. per.) en Jaizubia y el entorno de campiña de Hondarribia. En 2011 se constata, en una urbanización del entorno de campiña de Hondarribia, una pareja con un mínimo de tres pollos del año (M. Guereñu, com. per.). Sedentario.

Corvus corone L., 1758. Cría ligado a arbolado en campiñas de la ladera meridional y junto a zonas de pastos de la ladera que da al mar (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Corvus corax L., 1758. Nidifica en roquedos (Aierbe *et al.*, 2001), en la ladera que da al mar (J. Belzunce, com. per.). El número de parejas se estima en 3-4. Sedentario.

Sturnus vulgaris L., 1758. Ligado a robledales en campiña (J. Belzunce, com. per.). Probablemente sedentario.

Oriolus oriolus L., 1758. Cría de manera esporádica en robledales y otro tipo de arbolado mixto en el ámbito de Jaizubia (J. Belzunce, com. per.). Transahariano.

Passer domesticus (L., 1758). Presente en núcleos urbanos y también en caseríos y paisaje de campiña (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

Passer montanus (L., 1758). Ligado al paisaje de campiña. Durante el periodo de cría, se anilla periódicamente en la regata de Jaizubia proveniente de las campiñas del entorno. Sedentario.

Fringilla coelebs L., 1758. Asociado a arbolado de caducifolios (Aierbe *et al.*, 2001). Posiblemente sedentario.

Serinus serinus (L., 1766). Cría en arbolado, en campiñas y ecotonos de bosque de caducifolios, también en

árboles dispersos en argomales, brezales, etc. (Aierbe *et al.*, 2001). Status migratorio no conocido (en Urdaibai, unos 100 km hacia el oeste de Jaizkibel, es claramente migrador; A. Galarza, com. pers.).

Carduelis chloris (L., 1758). Cría en arbolado, en campiñas y ecotonos de bosque de caducifolios (Aierbe *et al.*, 2001). Migrante presahariano.

Carduelis carduelis (L., 1758). Cría en arbolado, en campiñas y ecotonos de bosque de caducifolios, también en árboles dispersos en argomales, brezales, etc. (Aierbe *et al.*, 2001). Posiblemente sedentario.

Carduelis cannabina (L., 1758). Cría en arbustos, en brezales, manchas de argomal y campiña (Aierbe *et al.*, 2001). En teoría sedentario (Cramp & Perrins, 1994a), pero no comprobado.

Pyrrhula pyrrhula (L., 1758). Cría en arbolado de caducifolios. Citado en un jardín en el núcleo urbano de Hondarribia (Aierbe *et al.*, 2001). En la zona del golf es habitual y en años se anilla regularmente durante la época de cría (A. Mendiburu). Sedentario.

Coccothraustes coccothraustes (L., 1758). Se ha citado como reproductor en el golf. En 2001 se localizó una pareja con pollos volanderos (J. Belzunce, com. per.). Sedentario, aunque no comprobado.

Emberiza citrinella L., 1758. Ligado a manchas de argomal, brezales, etc. (Aierbe *et al.*, 2001). En teoría sedentario (Cramp & Perrins, 1994b), pero no comprobado.

Emberiza cirulus L., 1766. Citado en manchas de argomal y brezales (Aierbe *et al.*, 2001). Cría alguna pareja en la ladera que da al mar (J. Belzunce, com. per.). Sedentario.

Emberiza cia L., 1766. Cría en general en argomal y brezal (Aierbe *et al.*, 2001). Sedentario.

DISCUSIÓN

Se constata en Jaizkibel y Jaizubia la nidificación, continua o esporádica, entre 1999 y 2012, de 81 especies de aves, lo cual supone un 64,8% de las especies que se citan para toda la provincia de Gipuzkoa, de acuerdo al último Atlas (Aierbe *et al.*, 2001). En cuanto a especies interesantes desde un punto de vista de la conservación, se detectan 16 especies incluidas en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas.

Un primer punto a tener en cuenta es que la revisión aquí desarrollada se basa en un esfuerzo de muestreo bajo y heterogéneo. Así, el único censo completo para la zona se desarrolló para llevar a cabo el atlas de aves nidificantes de Gipuzkoa (Aierbe *et al.*, 2001), mientras que el resto de citas provienen todas de censos parciales o puntuales y de observaciones casuales. En consecuencia, una prospección más meticulosa, específica para Jaizkibel, podría resultar en un incremento en el número de especies nidificantes detectadas (Magurran, 1989). Asimismo, harían falta censos de carácter cuantitativo para determinar la densidad de las poblaciones que se reproducen en la zona, e.g., a través de transectos o estimaciones de escucha (Carrascal & Palomino, 2008).

Globalmente, la riqueza de especies de aves nidificantes en el área de estudio es alta, probablemente una de las más elevadas de Gipuzkoa para el área de muestreo considerada. Esto podría ser debido, principalmente, a la heterogeneidad de hábitats de Jaizkibel, que incluyen roquedos, landas, formaciones arbustivas y forestales, humedales. La recuperación de hábitat potencial natural en el futuro (e.g. robledal), enriquecería la diversidad de la avifauna reproductora en Jaizkibel, o como mínimo consolidaría aquellas especies que, por depender de los hábitats más amenazados, son hoy muy escasas o incluso no llegan a reproducirse de manera continuada. No obstante, la existencia de etapas de vegetación anteriores al bosque (en este caso robledal), como son los pastos, brezales y parches de argomal es determinante para determinadas especies, como es el caso de determinados fringílidos y embercizados. Igualmente, el paisaje de campiña es clave para otras especies, entre ellas *Lanius collurio*, cada vez más raro en la zona y a escala continental (Tucker & Heath, 2004).

Por otro lado, nótese que se han incluido en el área de muestreo las marismas de Jaizubia y humedales asociados, que aportan una gran cantidad de especies estrictamente asociadas a humedales. La inclusión de Jaizubia en el área de muestreo no debe considerarse como un defecto del estudio, pues este humedal depende, en gran medida y a diferencia de otras zonas húmedas del entorno, de las aguas que proceden directamente de la ladera septentrional de Jaizkibel. Además, varias especies que durante el periodo de cría ocupan las laderas del monte, se desplazan tras la cría, principalmente en invierno, a la marisma de Jaizubia. Un caso típico de este comportamiento es el de *Cisticola juncidis*.

En cuanto a especies prioritarias para la conservación, cabría destacar *Neophron percnopterus* y *Charadrius dubius*. La primera especie es escasa en Gipuzkoa, con 10 parejas citadas para todo el territorio (Álvarez *et al.*, 2009). La nidificación en Jaizkibel refuerza el crecimiento poblacional de la especie observado durante los últimos años en Gipuzkoa (Álvarez *et al.*, 2009), suponiendo, además, la colonización de un sector, el NE de Gipuzkoa, donde hasta ahora no criaba la especie. *Neophron percnopterus* está catalogada "En Peligro" a escala peninsular (Madroño *et al.*, 2004) y, en consecuencia, es una especie con un interés máximo desde el punto de vista de la conservación. En este contexto, la conservación y protección de la zona de cría en Jaizkibel y el hábitat del entorno es fundamental para garantizar su permanencia. *Charadrius dubius* es, asimismo, una especie muy escasa en Gipuzkoa y en la CAPV. Su nidificación en el caso de Jaizkibel se circunscribe a la marisma de Jaizubia.

En conclusión, Jaizkibel y la regata de Jaizubia son ricos en avifauna reproductora, llegando a acoger especies prioritarias para la conservación. Para realizar un inventario más exacto habría que planificar censos a través de un diseño de muestreo por estratos y específico para la zona, en el que, además, se contemplaran estimaciones de carácter cuantitativo (e.g., Carrascal & Palomino, 2008).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas que, muy amablemente, contribuyeron a la aportación de citas: T. Aierbe, J. Belzunce, D. Calleja, M. Guereñu, A. Herrero, J. Múgica, M. Olano. K. Álvarez y A. Galarza ayudaron con sus valiosos comentarios a mejorar una primera versión del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aierbe, T., Olano, M., Vázquez, J. 2001. Atlas de las aves nidificantes de Gipuzkoa. *Munibe, Cienc. Nat.* 52: 5-136.
- Álvarez, F., Olano, M., Aierbe, T., Vázquez, J., Izkeaga, P., Ugarte, J. 2005. Población, distribución y reproducción del Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en Gipuzkoa (2003-2004). *Munibe, Cienc. Nat.* 56: 113-132.
- Álvarez, F., Ugarte, J., Vázquez, J., Aierbe, T., Olano, J. M. 2009. Distribución y reproducción del Alimoche común (*Neophron percnopterus*) en Gipuzkoa. *Munibe, Cienc. Nat.* 57: 213-224.
- Arizaga, J., Galarza, A., Herrero, A., Hidalgo, J., Aldalur, A. 2009. Distribución y tamaño de la población de la Gaviota Patiamarilla *Larus michahellis lusitanus* en el País Vasco: tres décadas de estudio. *Rev. Catalana d'Ornitologia* 25: 32-42.
- Arizaga, J. (Ed.) 2012. *Jaizkibel, una cápsula del tiempo para el patrimonio natural y cultural (Simposio)*. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián.
- Carrascal, L. M., Palomino, D. 2008. *Las aves comunes reproductoras en España. Población en 2004-2006*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Clavell, J., Copete, J. L., Gutiérrez, R., de Juana, E., Lorenzo, J. A. 2005. *Lista de las aves de España*. SEO/BirdLife. Madrid.
- Cramp, S., Perrins, C. M. 1994a. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 8*. Oxford University Press. Oxford.
- Cramp, S., Perrins, C. M. 1994b. *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 9*. Oxford University Press. Oxford.
- Madroño, A., González, C., Atienza, J. C. 2004. *Libro Rojo de las Aves de España*. DGB-SEO/BirdLife. Madrid.
- Magurran, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral. Barcelona.
- Mendiburu, A., Aranguren, I., Elosegui, Z., Jauregi, J. I., Sánchez, J. M., Cuadrado, J. F., Alonso, D., Arizaga, J. 2009. Resultados de la primera campaña de anillamiento en el paso migratorio posnupcial en la vega de la regata de Jaizubia (marismas de Txingudi). *Rev. Anill.* 23: 26-34.
- Mendiburu, A., Sánchez, J. M., Jauregi, J. I., Arizaga, J. 2010. Estructura y dinámica de la comunidad invernante de paseriformes y afines en el carrizal de Jaizubia (marismas de Txingudi, Gipuzkoa). *Munibe, Cienc. Nat.* 58: 173-185.
- Tellería, J.L., Asensio, B., Díaz, M. 1999. *Aves Ibéricas. II. Paseriformes*. J. M. Reyero Editor. Madrid.
- Tucker, G. M., Heath, M. F. 2004. *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International. Cambridge.



ARANZADI

zientzia elkartea . sociedad de ciencias
society of sciences . société de sciences



Gipuzkoako Foru Aldundia



HONDARRIBIKO UDALA



Lezoko Unibertsitateko Udala



PASAIKO UDALA