

KOBIE SERIE ANEJO, nº 18: 57-68
Bizkaiko Foru Aldundia-Diputación Foral de Bizkaia
Bilbao - 2018
ISSN 0214-7971
Web <http://www.bizkaia.eus/kobie>

LA SECUENCIA PLEISTOCENA-Holocena DE LA CUEVA DE EL CIERRO (FRESNU, RIBADESELLA, ASTURIAS): GEOARQUEOLOGÍA, CRONOESTRATIGRAFÍA Y PALEOGEOGRAFÍA

The Pleistocene and Holocene sequence of El Cierro cave (Fresnu, Ribadesella, Asturias): geoarchaeology, chronostratigraphy and palaeogeography

Jesús F. Jordá Pardo^{1,8}
Pilar Carral²
Adolfo Maestro³
David Álvarez-Alonso^{4,8}
Pablo Arias⁵
Julián Bécares^{6,8}
Miriam Cubas^{7,8}
Sergio Martín-Jarque^{6,8}
Rodrigo Portero^{6,8}
Luis C. Teira⁵
Esteban Álvarez-Fernández^{6,8}

Palabras clave: Geoarqueología. Cronoestratigrafía. Paleogeografía. Pleistoceno superior. Holoceno inferior. Paleolítico superior. Aziliense. Mesolítico. Costa cantábrica.

Keywords: Geoarchaeology. Chronostratigraphy. Palaeogeography. Upper Pleistocene. Early Holocene. Upper Palaeolithic. Azilian. Mesolithic. Cantabrian coast.

Giltza-hitzak: Geoarkeologia. Kronoestratigrafia. Paleogeografia. Goi Pleistozenoa. Behe Holozenoa. Goi Paleolitoa. Aziliarra. Mesolitoa. Kantabria kostalde.

(1) LEP. Dpto. de Prehistoria y Arqueología. UNED. Paseo Senda del Rey 7. E-28040 Madrid.

(2) Dpto. de Geología y Geoquímica. UAM. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid.

(3) Dpto. de Investigación y Recursos Geológicos. IGME. c/ Calera 1. E-28760 Tres Cantos (Madrid).

(4) Dpto. de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología. UCM. c/ Profesor Aranguren s/n. E-28040 Madrid.

(5) Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria, IIIPC (Universidad de Cantabria, Gobierno de Cantabria). Avda. de los Castros 52. E-39005 Santander.

(6) Dpto. de Prehistoria, Hª Antigua y Arqueología. Universidad de Salamanca. c/ Cerrada de Serranos s/n. E-37002 Salamanca.

(7) Área de Prehistoria. Dpto. de Historia. Universidad de Oviedo. Campus del Milán. C/ Amparo Pedregal, s/n. E-33011 Oviedo.

(8) Grupo de Investigación GIRPREHUSAL. Universidad de Salamanca.

RESUMEN.

La cueva de El Cierro contiene una secuencia arqueosedimentaria del Pleistoceno superior final y Holoceno temprano que se inicia con un nivel del final del Paleolítico medio, continúa con una completa secuencia del Paleolítico superior y finaliza con un conchero articulado en tres niveles, dos del Aziliense y otro del Mesolítico. La secuencia estratigráfica se compone de catorce niveles agrupados en dos unidades litoestratigráficas, una inferior siliciclástica y otra superior biogénica formada por acumulación de conchas y huesos de aporte antrópico. Las dataciones ^{14}C sitúan los niveles superiores de la secuencia siliciclástica en el GS 2b, los dos concheros inferiores en el GI 1 y GS 1 y el conchero superior en el comienzo del Holoceno antes del evento 8.2. Finalmente, el estudio paleogeográfico muestra la evolución de la extensión de la franja costera emergida a ambos lados de la desembocadura del Sella, desde la ría de Villaviciosa al O y el río San Miguel al E, durante las ocupaciones humanas en El Cierro.

ABSTRACT.

El Cierro Cave contains an archaeosedimentary record of the Upper Pleistocene and Early Holocene that starts with a Middle Palaeolithic level, followed by a complete sequence of the Upper Paleolithic, and ends with two levels of shell middens dated from the Azilian to the Mesolithic. The stratigraphic sequence consists of fourteen levels grouped into two litostratigraphic units: the lower unit is siliciclastic and the upper biogenic unit is formed by the accumulation of anthropic shells and bones. Available ^{14}C dates allow us to place the upper levels of the clastic sequence in the GS 2b and the lower shell midden in GI 1 and GS 1, while the upper shell midden would be located in the Early Holocene before 8.2 event. Finally, the paleogeographic study shows the evolution of the extension of the emerging coastal strip on both sides of the Sella estuary, from the Villaviciosa estuary (W) and the San Miguel river (E), during the human occupations at El Cierro.

LABURPENA.

El Cierro kobak Goi Pleistozeno bukaerako eta Holozeno goiztiarreko sekuentzia arkeosedimentarioa erakusten du. Horrela, sekuentzia, Erdi Paleolito bukaerarekin hasten da Goi Paleolitoko sekuentzia guztiz barne hartuz, eta hiru nibeletan giltzatutako maskortegi batekin bukatzen da, bi Azil aldikokoak eta mesolitoko bat. Sekuentzia estratigrafikoa 14 nibeletz osatuta dago, bi unitate litoestratigrafikoetan desberdinduta. Hala, behealdean unitate siliziklastiko bat eta goialdean unitate biogeniko bat agertzen da, azken kasu honetan oskolez eta ekintza antropikoaren ondorioz ekarritako hezurrez osatua. ^{14}C datazioen arabera, sekuentzia siliziklastikoaren goiko nibelak GS 2an, bi maskortegiak GI 1ean eta GS 1ean eta Holozeno hasierako maskortegia 8.2 gertaeara baino lehenago kokatuta daude. Bukatzeko, paleogeografia ikerketak kostalde ertzaren hedapena erakusten du, Sella bokalearen bi aldeetan azaleratuz, Villaviciosa tsasadarretik mendealdean eta San Miguel itsasadarretik ekialdean.

1. INTRODUCCIÓN

La cueva de El Cierro (Fresnu, Ribadesella, Asturias, España) (fig. 1) contiene un importante yacimiento arqueológico del Pleistoceno superior final y comienzos del Holoceno conocido desde mediados del siglo XX, que ha proporcionado materiales del Paleolítico superior. Fue descubierta en 1958 por Francisco Jordá Cerdá, el cual en el verano de 1959 realizó excavaciones arqueológicas en su entrada principal. Los materiales de estas excavaciones, depositados en el Museo Arqueológico de Asturias (Oviedo), han sido estudiados posteriormente por diversos autores (ver en Álvarez-Fernández *et al.* 2014 y Jordá Pardo *et al.* 2018). Entre 1977 y 1979, el citado investigador y Alejandro Gómez Fuentes, realizaron una nueva intervención arqueológica que permitió documentar una secuencia integrada por catorce niveles. A partir del 2012 retomamos los estudios sobre El Cierro con la realización de una revisión de materiales y unas pequeñas intervenciones arqueológicas en 2014 y 2016 cuyos resultados se han dado a conocer en una reciente publicación (Jordá Pardo *et al.* 2018). En este trabajo se presentan los resultados del estudio geoarqueológico, cronoestratigráfico y paleogeográfico realizado en el marco del proyecto de

investigación "Símbolos subterráneos: Una aproximación al pensamiento de los cazadores-recolectores del Tardiglacial y el Holoceno usando tecnologías informáticas" (SimTIC) (HAR2017-82557-P).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de la toma de quince muestras de la secuencia estratigráfica obtenidas en el corte N de El Cierro hemos realizado análisis sedimentológicos en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (texturales o granulométricos, de residuo insoluble y mineralógicos) y edafológicos (color, pH, carbonatos totales -CaCO₃-, materia orgánica -MO-, carbono orgánico -CO-, conductividad eléctrica, sales, concentración de cationes y presión osmótica) en el Laboratorio de Edafología del Dpto. de Geología y Geoquímica de la UAM. Los resultados de estos análisis pueden verse en Jordá Pardo *et al.* (2018). Además, contamos con seis nuevas fechas radiocarbónicas obtenidas en la Oxford Radiocarbon Accelerator Unit recientemente publicadas (Álvarez-Fernández *et al.* 2016). La reconstrucción de la evolución paleogeográfica del área estudiada se ha llevado a cabo utilizando los datos topográficos y batimétricos del Mapa Digital

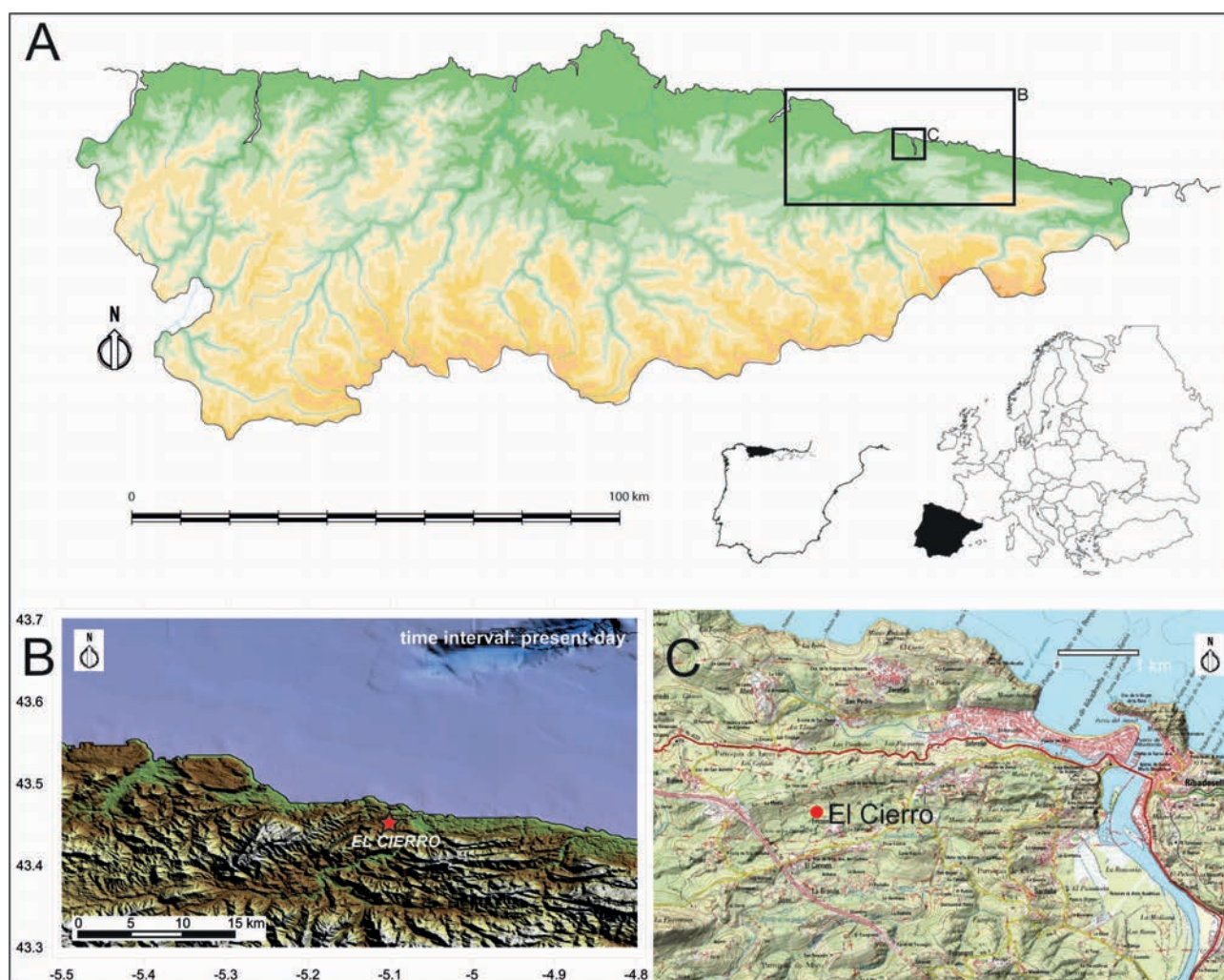


Figura 1. Situación geográfica de la cueva de El Cierro en el contexto europeo, peninsular y asturiano (A), en la zona de costa estudiada entre la ría de Villaviciosa y el río San Miguel (B) y en la zona de Ribadesella.

Global de Elevaciones ASTER (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) y del portal de batimetría EMODnet (<http://www.emodnet-bathymetry.eu>). La ubicación de la línea de costa en los diferentes intervalos de tiempo analizados en este estudio se han determinado utilizando la curva de alta resolución relativa del nivel del mar en los últimos 30 ka BP calibrados (considerando las fechas BP antes del año 2000) a partir de la escala de tiempo radiométrica SPECMAP (Thompson y Goldstein 2006).

3. LA SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA DE EL CIERRO: GEOARQUEOLOGÍA Y CRONOESTRATIGRAFÍA

La cueva de El Cierro se encuentra situada en el extremo oriental del Macizo Asturiano de la Cordillera Cantábrica, en un sector de esta formado por los materiales paleozoicos de la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico. La cavidad kárstica está desarrolla-

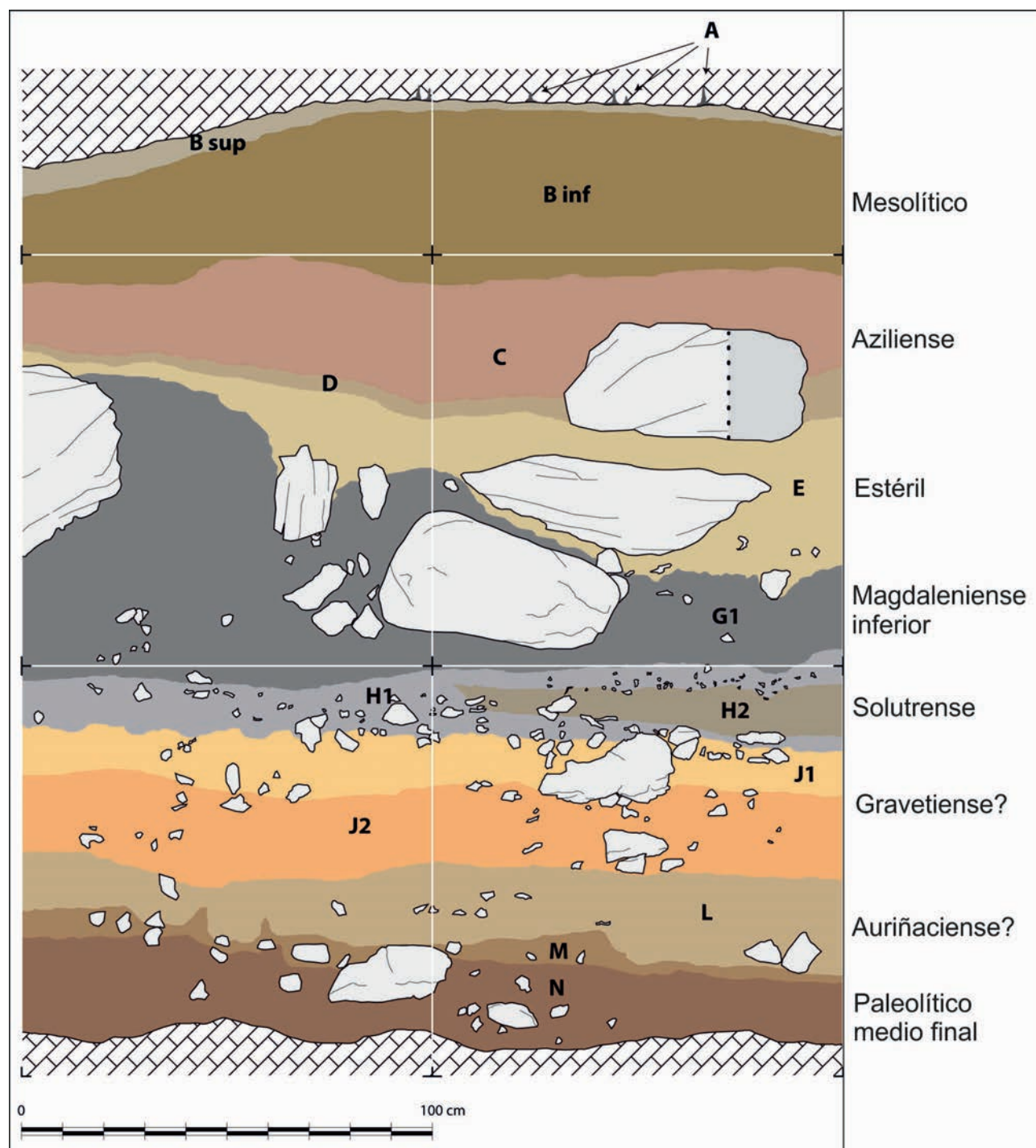


Figura 2. Corte OE de la secuencia estratigráfica del yacimiento de El Cierro (campana de 2014).

da en la formación Calizas de la Escalada del Carbonífero (Moscoviense) (Navarro et al. 1986).

Es una cavidad subsuperficial, senil y muy degradada, que en el momento de su descubrimiento se encontraba parcialmente colmatada por depósitos organo-químicos, de los cuales los situados en la sala principal eran depósitos arqueológicos.

En la actualidad se observan los diferentes cortes estratigráficos del yacimiento dejados por las excavaciones de Francisco Jordá Cerdá y Alejandro Gómez Fuentes. A partir de la sección estratigráfica norte, de dirección EO, hemos obtenido la secuencia litoestratigráfica del yacimiento que aparentemente se apoya sobre las calizas del sustrato, que está formada por catorce unidades sedimentarias (fig. 2) las diez inferiores de carácter siliciclástico mientras que las cuatro superiores son de origen organogénico y químico (Jordá Pardo et al. 2018).

Los análisis granulométricos ofrecen unos resultados que permiten identificar dos grandes unidades sedimentarias: una inferior detrítica y otra superior, química-organogénica con sedimentos detríticos integrada por una sucesión de concheros ricos en huesos de vertebrados y en conchas y caparzones de invertebrados. En la granulometría global de la parte clástica de la secuencia se observa una tendencia ligeramente granocreciente, con un predominio de la fracción fina en la base (Cierro N, Cierro M, Cierro L y Cierro J1) y una aumento de las arenas hacia la parte media (Cierro H2, Cierro H1 y Cierro G1), que vuelven a disminuir a techo (Cierro F y Cierro E). El máximo lutítico está en el nivel basal (Cierro N) con un 72,54 %, mientras que el mínimo lo presenta el nivel Cierro J2 con un 29 %. A techo (Cierro F y Cierro E), la fracción fina (54 %) supera ligeramente a la arenosa (44 %) (Jordá Pardo et al. 2018).

La mineralogía de los sedimentos de la fracción fina (limos y arcillas) es bastante homogénea cualitativamente en toda la secuencia, si bien se observan dos tramos claramente diferenciados desde el punto de vista cuantitativo. Los minerales predominantes son el cuarzo y la calcita y en función de su mayor o menor presencia se pueden establecer dos tramos: uno inferior (desde Cierro N a Cierro E) constituido mayoritariamente por cuarzo con presencia de calcita excepto en tres niveles, y otro superior (desde Cierro D a Cierro A) con predominio de calcita y presencia de cuarzo desde proporciones bajas a medias (Jordá Pardo et al. 2018).

La tendencia que experimenta la materia orgánica a lo largo de la secuencia es paralela a la del carbono orgánico, con coincidencias claras entre los máximos y los mínimos de ambos componentes. También existe una buena correspondencia entre las tenden-

cias de la materia orgánica y el carbono orgánico con la del carbonato cálcico, si bien este apenas está presente en el tramo detrítico inferior de la secuencia, hecho este que concuerda con su carácter siliciclástico (Jordá Pardo et al. 2018).

4. CRONOESTRATIGRAFÍA DE LA SECUENCIA

Contamos con siete dataciones radiocarbónicas. Una de ellas es la obtenida en el pasado del conchero, Gak-2548 10.712 ± 515 BP (Clark 1983), mientras que las otras seis son las obtenidas por nosotros en ORAU (Tabla 1) (Álvarez-Fernández et al. 2016) que cubren los niveles de la parte superior de la secuencia (Cierro G1, Cierro G, Cierro F, Cierro D, Cierro C y Cierro B sup). La fecha Gak-2548 hay que considerarla con reservas debido a que, en general, las fechas obtenidas en el laboratorio de la University of Gakushuin presentan problemas de exactitud (Rodríguez y Márquez 2003).

Para situar la secuencia de El Cierro en la escala cronoestratigráfica del Pleistoceno superior final (Björck et al. 1998) hemos comparado, mediante el programa CalPal (versión 2013) (Weninger and Jöris 2004), la curva de probabilidad acumulada obtenida tras la calibración de las fechas radiocarbónicas de El Cierro mediante la curva de calibración CalPal 2007 Hulu (Weninger and Jöris 2008), con la *proxi* paleoclimática de alta resolución ^{18}O GISP2 Hulu Age Model (Grootes et al. 1993; Meese et al. 1994; Wang et al. 2001). Además, hemos comparado la curva de probabilidad acumulada de El Cierro con la curva correspondiente a 155 fechas radiocarbónicas (65 AMS y 90 convencionales) de yacimientos asturianos del Pleistoceno superior y Holoceno (Jordá Pardo et al. 2014) tomadas de la Radiocarbon Palaeolithic Europe Database (v14) de la KU Leuven (Vermeersch en línea), con objeto de situar la secuencia de El Cierro en el contexto cronológico del Paleolítico superior asturiano.

Cronoestratigráficamente, tanto las características sedimentológicas y de contenido arqueológico, como las dataciones radiocarbónicas calibradas sitúan claramente la parte superior de la secuencia estratigráfica de El Cierro en los últimos momentos del último pleniglacial (OIS 2), al final del Pleistoceno superior final (fig. 3) (Jordá Pardo et al. 2018). Más concretamente, la parte superior de la secuencia de El Cierro corresponde al Último Máximo Glacial (LGM) o GS 2 (*Greenland Stadial* 2), el interestadio Tardiglacial o GI 1 (*Greenland Interstadial* 1) y el Dryas reciente o GS 1 (*Greenland Stadial* 1).

Nivel	Material	Código de laboratorio	Fecha ^{14}C BP	Fecha cal BP		Periodo	Publicación
				CalPal 2007 Hulu	IntCal 2013		
Cierro B sup	Concha (<i>P. lineatus</i>)	OxA-31705	8.575 ± 40	9600 - 9480	9600 - 9480	Mesolítico	Álvarez-Fernández et al., 2016
Cierro C	Carbón	Gak-2548	10.400 ± 500	13350 - 10710	13300 - 10700	Aziliense?	Clark, 1983
Cierro C	Concha (<i>P. vulgata</i>)	OxA-27856	11.190 ± 38	13270 - 12990	13140 - 12980	PSF/Aziliense?	Álvarez-Fernández et al., 2016
Cierro D	Concha (<i>L. littorea</i>)	OxA-27857	11.403 ± 37	13390 - 13190	13340 - 13140	PSF/Aziliense?	Álvarez-Fernández et al., 2016
Cierro F	Hueso (<i>C. elaphus</i>)	OxA-27869	15.460 ± 75	18740 - 18580	18900 - 18540	Mag. inferior	Álvarez-Fernández et al., 2016
Cierro G	Hueso (<i>C. elaphus</i>)	OxA-27870	15.580 ± 75	18800 - 18640	18990 - 18670	Mag. Inferior	Álvarez-Fernández et al., 2016
Cierro G1	Concha (<i>L. littorea</i>)	OxA-27871	16.360 ± 55	19860 - 19380	19970 - 19530	Mag. inferior	Álvarez-Fernández et al., 2016

Tabla 1. Fechas radiocarbónicas de los niveles superiores de El Cierro calibradas mediante las curvas de calibración CalPal 2007 Hulu, utilizando el software CalPal versión 2013 (Weninger y Jöris 2004, 2008).

5. EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA DE LA COSTA ASTURIANA EN EL ENTORNO DE LA CUEVA DE EL CIERRO

Para la descripción morfológica y la evolución paleogeográfica del área costera alrededor de la cueva de El Cierro se ha considerado un segmento de litoral de aproximadamente 55 km de longitud, entre el margen este de la ría de Villaviciosa en su desembocadura

hasta la desembocadura del río San Miguel, donde la cueva de El Cierro ocupa una posición central (fig. 1). En este sector de la costa cantábrica la plataforma continental, cuyo límite se sitúa sobre los 160 m de profundidad, tiene una anchura media de unos 25 km y una pendiente media de $0,4^\circ$, no obstante, entre la costa y los 110 m, la pendiente es de $0,6^\circ$, mientras que en la plataforma externa, entre los 110 m y los 140 m, presenta una zona más suave, cuya pendiente media es de $0,2^\circ$ (Sanz-Alonso 2005). Hacia el este de la

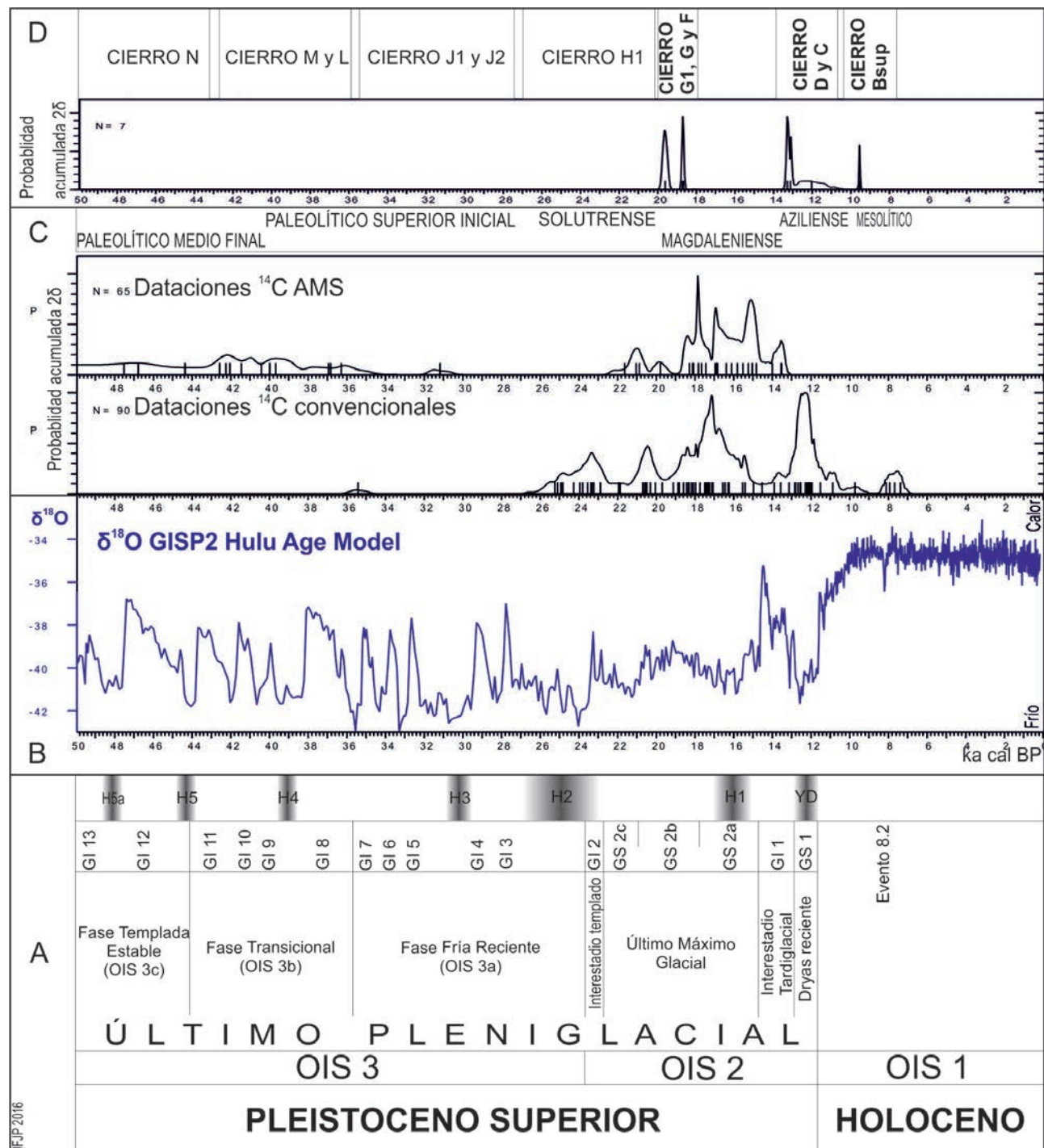


Figura 3. Cronostratigrafía de la secuencia de El Cierro basada en la comparación de las curvas de probabilidad acumulada de las fechas ^{14}C de El Cierro con las de otros yacimientos del Pleistoceno superior y Holoceno inferior de Asturias (Jordá Pardo et al. 2014), todas ellas calibradas con la curva CalPal 2007 Hulu, y con la proxy paleoclimática de alta resolución ^{18}O GISP2 Hulu Age Model (Grootes et al. 1993; Meese et al. 1994; Wang et al. 2001), utilizando el software CalPal (Versión 2013) (Weninger and Jöris 2004).

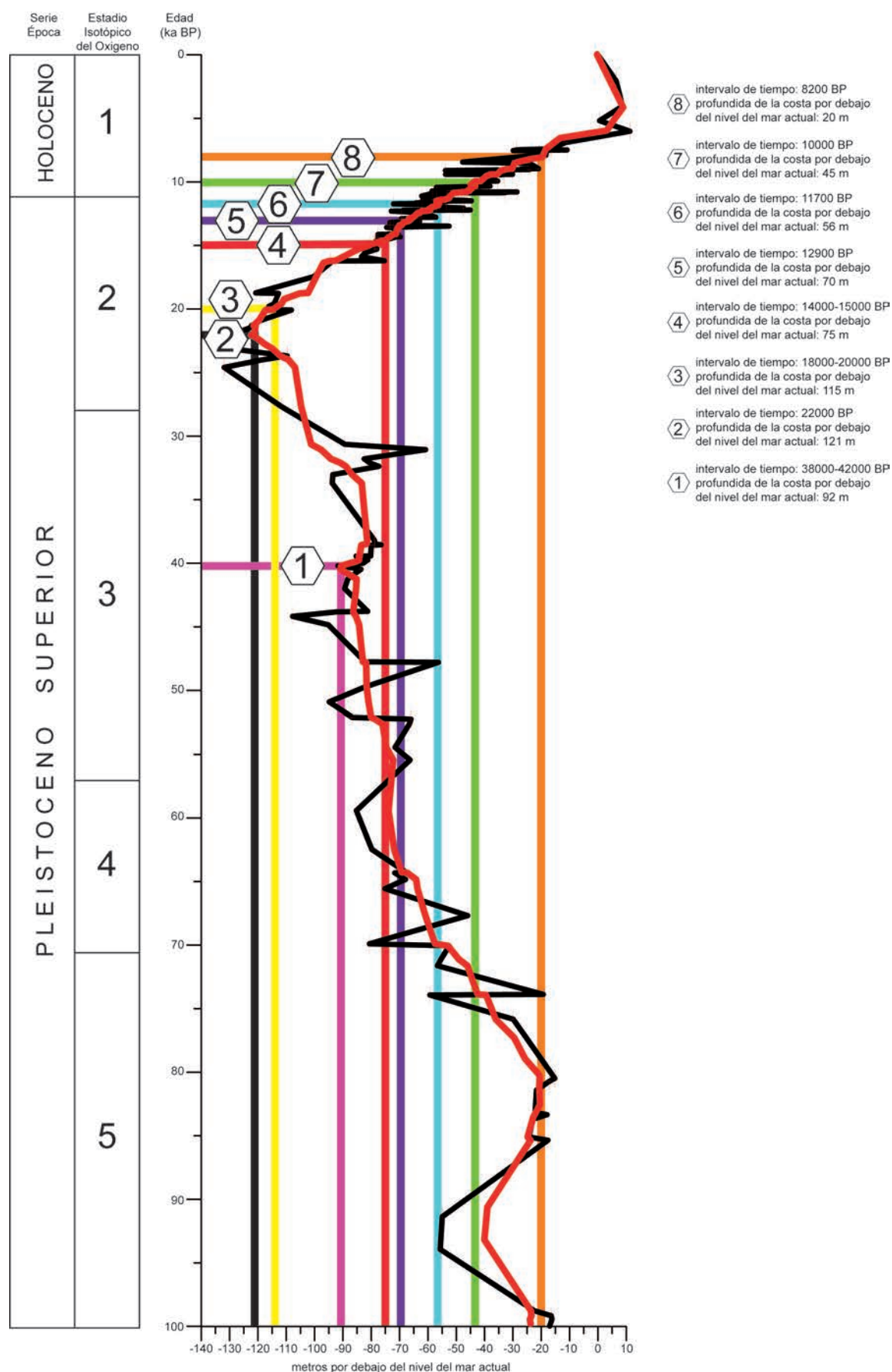


Figura 4. Curva relativa del nivel del mar de muy alta resolución desde los últimos 100 ka BP calibrada a partir de la escala de tiempo radiométrica SPECMAP (Thompson y Goldstein 2006). En el eje de ordenadas se indican los intervalos de tiempo de ocupación humana establecidos en El Cierro (1 a 8).

zona analizada la plataforma es disectada por la cabecera del cañón de Lastres, de orientación NE-SO, estableciendo la división de la plataforma continental en dos sectores donde su anchura cambia

significativamente, al este del cañón de Lastres su anchura es de aproximadamente 15 km, mientras que al oeste se ensancha hasta alcanzar longitudes superiores a los 30 km.

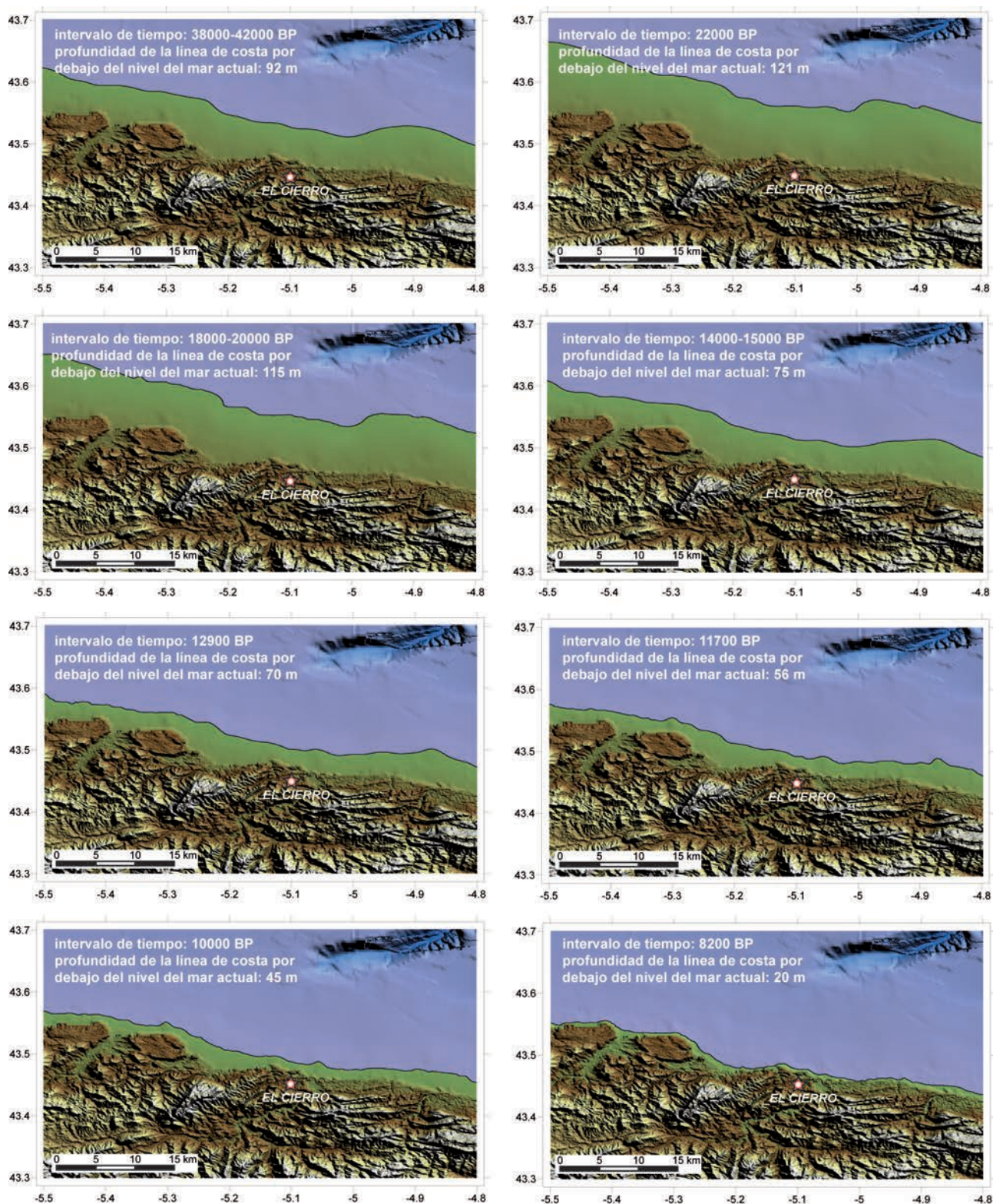


Figura 5. Modelo Digital del Terreno (MDT) que muestran la posición de la línea de costa y la superficie emergida existente durante los periodos de ocupación humana de El Cierro en los intervalos de tiempo establecidos en la figura 4. La estrella roja muestra la localización de El Cierro. Los datos topográficos y batimétricos con los que se han elaborado los MDT proceden del Mapa Digital Global de Elevaciones ASTER (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) y del portal de batimetría EMODnet (<http://www.emodnet-bathymetry.eu>).

La plataforma continental del área estudiada se caracteriza por la existencia de numerosos afloramientos rocosos que se extienden paralelamente a la costa, que son parcialmente cubiertos en algunos sectores por una delgada acumulación de sedimentos que coinciden con las bocas de los principales estuarios, como el de la ría de Villaviciosa. En este contexto geográfico, en el sector oriental de la plataforma continental del Margen Cantábrico, se han identificado ocho terrazas marinas afectando a los afloramientos rocosos, correspondientes a los períodos de estabilización del nivel del mar, a profundidades de 37 m, 52 m, 56 m, 70 m, 73 m, 75 m, 87 m y 92 m bajo el nivel del mar (Galparsoro *et al.* 2010), que pueden dar una idea de las características de la costa asturiana considerada, si bien no necesariamente esas mismas terrazas se van a encontrar en nuestra zona de estudio. La terraza menos profunda es la que presenta más pendiente y extensión, observándose a lo largo de la zona proximal de la plataforma continental (Galparsoro *et al.* 2010). Las terrazas costeras más profundas presentan pendientes más suaves, siendo el lecho marino rocoso más plano en respuesta a la erosión producida durante las etapas de estabilización del nivel del mar. Estas terrazas habrían actuado como antiguas líneas de costa durante la etapa de transgresión del Holoceno.

Otro elemento morfológico y relacionado con el depósito de sedimentos procedente de la desembocadura de los cursos fluviales es la existencia de cuñas progradantes infralitorales (CPI). Las CPI se extienden desde los 10-20 m de profundidad con una pendiente de aproximadamente 0,6° de valor medio, con una ruptura de pendiente bien definida que se sitúa a los 30-35 m de profundidad, que son los niveles medios de base del oleaje de tormentas (Fernández-Sala *et al.* 2015). Se ha observado otra CPI entre los 180 y 225 m de profundidad (Janeau 2012).

Durante el Pleistoceno superior-Holoceno, los márgenes continentales estaban bajo la influencia del último ciclo asimétrico de cuarto orden (los últimos 130 ka). Este ciclo condicionó en gran medida la progradación del Margen Ibérico durante el último período regresivo y de nivel bajo del mar, la erosión de la plataforma y, posteriormente, la acumulación y la progradación de depósitos transicionales (costeros) y de la plataforma interna (Hernández-Molina *et al.* 1994). El patrón de apilamiento sedimentario a esta escala consiste principalmente en depósitos regresivos y de nivel bajo del mar, que están mejor conservados que los depósitos transgresivos y de nivel alto del mar (Hernández-Molina *et al.* 1994). Atendiendo a los intervalos de tiempo correspondientes a las ocupaciones humanas de El Cierro (fig. 4) se han identificado tres intervalos del nivel del mar:

1) Durante el intervalo regresivo que se desarrolló desde los 130 ka BP (antes 2 ka, en años calendáricos) hasta el LGM (20 ka BP) se produjo una bajada del nivel del mar (Shakelton 1987; Bard *et al.* 1990, 1992; Berger *et al.* 1994; Rahmstorf 2002; Waelbroeck *et al.* 2002; North Greenland Ice Core Project 2004) que determinó la progradación de la sedimentación en el margen y el desplazamiento de los depocentros hacia la cuenca (Hernández-Molina *et al.* 1994). Durante este intervalo de tiempo el nivel del mar varió desde estar a 5 m por encima del nivel actual a localizarse entre 120 y 150 m por debajo del mismo (Thompson y Goldstein 2006). En este intervalo regresivo, entre los 38 y 42 ka BP la línea de costa se localizaba a una profundidad de aproximadamente de 92 m por debajo del nivel actual del mar (en adelante pdnam) (fig. 4, etapa

1) (Thompson y Goldstein, 2006), coincidiendo con una de las terrazas marinas establecidas por Galparsoro *et al.* (2010), a una distancia de la costa actual que varía entre los 4 y 9 km, y a unos 9 km de El Cierro (fig. 5). A los 22 ka BP la línea de costa se localizaba a una profundidad de aproximadamente de 121 m pdnam (fig. 4, etapa 2) (Thompson y Goldstein 2006), a una distancia de la costa actual que varía entre los 8 y 13 km, y a unos 12 km de El Cierro (fig. 5).

2) Intervalo de bajo nivel del mar, durante el LGM (20 a 18 ka BP). Durante este período frío global, el nivel del mar descendió por debajo de la ruptura de la plataforma (Berger *et al.* 1994; North Greenland Ice Core Project 2004), alcanzando profundidades del agua de 120 a 150 m pdnam (Aloisi 1986; Fairbanks 1989). Durante este intervalo se desarrollaron muchos rasgos erosivos a lo largo del margen y en las llanuras abisales adyacentes. Las plataformas continentales ibéricas fueron expuestas y afectadas por procesos erosivos, principalmente ligados a la acción de los sistemas fluviales que produjeron valles fluviales profundamente incididos (Hernández-Molina *et al.* 1994; Galparsoro *et al.* 2010; Fernández-Sala *et al.* 2015). Los importantes aportes sedimentarios procedentes del continente dieron lugar al desarrollo de depósitos de prodeltas marginales en forma de cuña en el talud continental superior y medio (Galparsoro *et al.* 2010; Janeau 2012; Fernández-Salas *et al.* 2015). En esta etapa la costa se ubicó a una profundidad promedio de 115 m pdnam (fig. 4, etapa 3) (Thompson y Goldstein, 2006), a una distancia de la costa actual que varía entre los 8 y 11 km, y a unos 10 km de la cueva de El Cierro (fig. 5).

3) El intervalo transgresivo se caracterizó por una subida del nivel del mar desde los 18 ka al Holoceno medio (alrededor de 6-6,8 ka BP) (Shakelton 1987; Berger *et al.* 1994; North Greenland Ice Core Project 2004), debido a una etapa de calentamiento global que dio lugar a la fusión del manto de hielo continental (Ruddiman y McIntyre 1981). Durante este intervalo, el nivel del mar cambió desde los 120 a 150 m por debajo del nivel actual hasta situarse a 10 m por debajo (Thompson y Goldstein 2006). En las plataformas continentales se desarrollaron superficies erosivas transgresivas, terrazas erosivas y depósitos retrogradantes desarrollados en relación con la migración hacia la tierra de la costa. Se identifican en muchos lugares alrededor de Iberia extensos niveles arenosos asociados a las superficies erosivas que se relacionan con la acción del oleaje y la migración de la costa hacia tierra durante este intervalo (Hernández-Molina *et al.* 1994; Fernández-Sala *et al.* 2015). Esta tendencia general de ascenso del nivel del mar estuvo marcada por varias paradas y descensos relativamente cortos del nivel del mar. En este intervalo transgresivo se ha determinado la ubicación de la línea costera entre los 15-14 ka BP, y en los 12,9 ka BP, 11,7 ka BP, 10 ka BP y 8.2 ka BP. En el intervalo de tiempo comprendido entre los 15-14 ka BP la línea de costa se localizaba a una profundidad de aproximadamente de 75 m pdnam (fig. 4, etapa 4) (Thompson y Goldstein 2006), coincidiendo con una de las terrazas marinas establecidas por Galparsoro *et al.* (2010), a una distancia de la costa actual que varía entre los 3 y 8 km, y a unos 6 km de El Cierro (fig. 3). A los 12,9 ka BP comienza el Dryas reciente (GS 1), en el cual, la costa se localiza aproximadamente a una profundidad de 70 m pdnam (Thompson y Goldstein 2006), coincidiendo con otra de las terrazas establecidas por Galparsoro *et al.* (2010) (fig. 4, etapa 5), a una distancia de la costa actual que

varía entre los 2 y 6 km, y a unos 5 km de El Cierro (fig. 5). A los 11,7 ka BP la línea de costa se localizaba a una profundidad de aproximadamente 56 m pdnam (fig. 4, etapa 6) (Thompson y Goldstein 2006), coincidiendo también con una de las terrazas marinas establecidas por Galparsoro et al. (2010), a una distancia de la costa actual que varía entre los 1 y 5 km, y a unos 4 km de El Cierro (fig. 5). A los 10 ka BP, en el inicio del Holoceno, la línea de costa se localizaba a una profundidad de aproximadamente 45 m pdnam (fig. 4, etapa 7) (Thompson y Goldstein, 2006), a una distancia de la costa actual que varía entre los 1 y 3 km, y a unos 3 km de El Cierro (fig. 5). Por último, a los 8.2 ka BP la línea de costa se localizaba a una profundidad aproximada de 20 m pdnam (fig. 4, etapa 8) (Thompson y Goldstein, 2006), a una distancia de la costa actual que varía entre los 50 m y 1 km, y a unos 2 km de El Cierro (fig. 5).

6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista geoarqueológico, los niveles de la secuencia de El Cierro pueden agruparse en dos unidades litoestratigráficas informales:

1) La unidad inferior, siliciclástica, cuyo origen está relacionado con flujos plásticos en la base que pasan a flujos laminares de escasa energía, con aportes de pequeños clastos por gelifración y caídas gravitacionales de grandes bloques. Durante la sedimentación de esta unidad existieron momentos con presencia humana en la cueva que dejaron evidencias de ocupaciones con una intensidad creciente hacia el techo.

2) La unidad superior, organogénica y carbonatada, cuyo origen está ligado a los aportes antrópicos que configuran dos concheros superpuestos cementados por carbonatos.

Cronoestratigráficamente, los tramos inferior y medio de la unidad inferior podemos situarlos en los momentos finales del OIS 3c y OIS 2, hasta el GS 2c, con ocupaciones humanas del Paleolítico medio final, del Auriñaciense, posiblemente del Gravetiense y del Solutrense. Para el tramo superior de la unidad inferior, con ocupaciones del Magdaleniense inferior, contamos con dataciones ^{14}C que la sitúan en el episodio templado GS 2b del estadio frío GS 2. En cuanto a la unidad superior, el conchero inferior, con una ocupación del Paleolítico superior final/Aziliense, las fechas ^{14}C disponibles lo sitúan con claridad al final del GI 1 (Tardiglacial), y podría extenderse durante el GS 1 (Dryas reciente) en los momentos finales del Pleistoceno superior. El conchero superior, con una ocupación del Mesolítico, se sitúa en la cronozona Boreal antes del evento 9.2, ya dentro del Holoceno.

En cuanto a la paleogeografía de la costa durante los momentos de ocupación de la cueva de El Cierro, los territorios de captación de recursos naturales de los habitantes del asentamiento presentaban una configuración muy distinta a la actual con una franja costera mucho más ancha que en la actualidad. Esta franja costera, durante las ocupaciones más antiguas presentaba una extensión entre 4 y 9 km superior a la actual, con El Cierro situado a 9 km de la línea de costa. Durante el Solutrense, la franja costera aumentó algo más su anchura, entre 8 y 11 km, con la cueva a unos 10 km de la orilla del mar. A partir de los 18 ka BP, comienza la transgresión finpleistocena, que condujo a la paulatina reducción de la franja costera emer-

gida. Así, durante el LGM, con ocupaciones magdalenenses, la franja costera presentaba una anchura entre 3 y 8 km, con la cueva de El Cierro situada a 6 km de la línea de costa. En el comienzo del GS 1, con ocupaciones azilienses, la franja costera se redujo hasta una anchura entre 2 y 6 km, con El Cierro a 5 km de la orilla, distancia que disminuye al terminar el GS 1 hasta los 4 km, durante el final del Aziliense. Durante el comienzo del Mesolítico, la franja costera se hizo más estrecha, con una anchura entre 1 y 3 km y una distancia desde la costa a la cueva de 3 km, distancia que disminuyó hasta apenas 2 km durante el evento 8.2, en pleno Mesolítico, con la franja costera reducida ya casi a su anchura actual.

7. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco de los proyectos del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación "Coastal societies in a changing world: A diachronic and comparative approach to the Prehistory of SW Europe from the late Palaeolithic to the Neolithic" (CoChange) (HAR2014-51830-P) y "Símbolos subterráneos: Una aproximación al pensamiento de los cazadores-recolectores del Tardiglacial y el Holoceno usando tecnologías informáticas" (SimTIC) (HAR2017-82557-P).

8. REFERENCIAS

Álvarez-Fernández, E., Bécaries, J., Portero, R.

2014 "Excavaciones arqueológicas en Cova Rosa y en El Cierro (Ribadesella, Asturias): pasado, presente y futuro", *Anejos de Nallos* 2, 73-97.

Álvarez-Fernández, E., Álvarez-Alonso, D., Bécaries, J., Carral, P., Carriol, R.-P., Chauvin, A., Cubas, M., Cueto, M., Domingo, R., Douka, K., Jordá, J.F., Murelaga, X., Portero, R., Rivero, O., Tapia, J., Tarriño, A., Teira, L.C.

2016 Nouvelles données sur le Magdalénien inférieur de la Région Cantabrique: le Niveau F de la grotte de El Cierro (Ribadesella, Asturias, Espagne). *L'anthropologie* 120, 537-567.

Aloisi, J.C.

1986 *Sur un modele de sedimentation deltaïque contribution a la connaissance des marges passives*. Thèse, Univ. Perpignan.

Bard, E., Fairbanks, R.G., Hamelin, B.

1992 "How accurate are the U-Th ages obtained by mass spectrometry on coral terraces?" *Start of a Glacial: Nato ASI Series I: Global Environmental Changes* (Kukla, G.J., Went, E. eds.) 3, 15-21.

Bard, E., Hamelin, B., Fairbanks, R.G.

1990 "U/Th ages obtained by mass spectrometry in corals from Barbados sea level during the past 130,000 years." *Nature* 346, 456-458.

- Berger, W.H., Yasuda, M.-K., Bickert, T., Wefer, G., Takayama, T.**
1994 "Quaternary time scale for Ontong Java Plateau: Milankovitch template for Ocean Drilling Program Site 806", *Geology* 22, 463-467.
- Björck, S., Walker, M. J.C., Cwynar, L., Johnsen, S.J., Knudsen, K.L., Lowe, J.J., Wohlfarth, B. e INTIMATE Members**
1998 "An event stratigraphy for the Last Termination in the north Atlantic based on the Greenland Ice Core record: a proposal by the INTIMATE group", *Journal of Quaternary Science* 13, 283-292.
- Clark, G.A.**
1983 *The Asturian of Cantabria. Early Holocene hunter-gatherers in Northern Spain*. Anthropological papers of the University of Arizona 41, The University of Arizona press, Tucson.
- Fairbanks, R.G.**
1989 "A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation", *Nature* 342, 637-642.
- Fernández-Salas, L. M., Durán, R., Mendes, I., Galparsoro, I., Lobo, F. J., Bárcenas, P., Rosa, F., Ribó, M., García-Gil, S., Ferrín, A., Carrara, G., Roque, C., Canals, M.**
2015 "Shelves of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands (I): Morphology and sediment types. *Boletín Geológico y Minero* 126 (2-3), 327-376.
- Galparsoro, I., Borja, Á., 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.
- Grootes, P.M., Stuiver, M., White, J.W. C., Johnsen, S., Jouzel, J.**
1993 "Comparison of Oxygen Isotope Records from the GISP2 and GRIP Greenland Ice Core", *Nature* 366, 552-554.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rey, J, Pomar, L.**
1994 "Late Pleistocene-Holocene sediments on the Spanish continental shelves: Model for very high resolution sequence stratigraphy", *Marine Geology* 120, 129-174.
- Janeau, L.**
2012 "Geomorphological characteristics of the Basque continental shelf *European MSc in Marine Environment and Resources*.
- Jordá Pardo, J.F., Álvarez-Alonso, D. e Iriarte Chiapusso, M.J.**
2014 "Una aproximación geoarqueológica al hábitat humano pleistoceno del occidente cantábrico (Asturias, norte de España)", *Entemu* XVIII, 67-102.
- Jordá Pardo, J.F., Carral González, P., Álvarez-Alonso, D., Arias, P., Bécares, J., Cubas, M., Martín-Jarque, S., Portero, R., Teira, L.C, Álvarez-Fernández, E.**
2018 "Al oeste del Sella. Geoarqueología y cronoestratigrafía del registro del Pleistoceno superior de la cueva de El Cierro (Fresnu, Ribadesella, Asturias, España)", *Boletín Geológico y Minero* 129 (1/2), 207-250.
- Meese, D., Alley, R., Gow, T., Grootes, P.M., Mayewski, P., Ram, M., Taylor, K., Waddington, E y Zielinski, G.**
1994 "Preliminary depth-age scale of the GISP2 ice core", *CRREL Special Report* 94-1. Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire.
- North Greenland Ice Core Project**
2004 "High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period", *Nature* 431, 147-151.
- Navarro, D., Leyva, F., Villa, E, Granados, L.**
1986 *Mapa Geológico de España E. 1:50.000 Hoja 31 (15-4) Ribadesella*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Rahmstorf, S.**
2002 "Ocean circulation and climate during the past 120,000 years", *Nature* 419, 207-214.
- Rodríguez, F.J, Márquez, J.E.**
2003 "Dataciones absolutas para la Prehistoria Reciente de la provincia de Málaga: una revisión crítica", *Baetica* 25, 313-353.
- Ruddiman, W, McIntyre, A.**
1981 "The North Atlantic ocean during the last deglaciation". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35, 145-214.
- Sanz-Alonso, J.L.**
2005 "El Margen Continental de Galicia y del mar Cantábrico", *Mapa Geomorfológico de España y del margen continental a escala 1:1.000.000* (Martín-Serrano, A., ed.). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 221-225.
- Shakelton, N.J.**
1987 "Oxygen isotopes, ice volume and sea level", *Quaternary Science Reviews* 6, 183-190.
- Thompson, W.G, Goldstein, S.L.**
2006 "A radiometric calibration of the SPECMAP timescale", *Quaternary Science Review* 25, 3207-3215.
- Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J.C., McManus, J.F., Lambeck, K., Balbon, E, Labracherie, M.**
2002 "Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records", *Quaternary Science Reviews* 21, 295-305.

Vermeersch, P. M.

- 2015 *Radiocarbon Palaeolithic Europe Database*, Version 18. Available at: <<<http://ees.kuleuven.be/geography/projects/14c-palaeolithic/index.html>>> [visitada 29/02/2016].

Wang, Y.J., Cheng, H., Edwards, R.L., An, Z.S., Wu, J.Y., Shen, C.C., Dorale, J.A.

- 2001 "A High-Resolution Absolute-Dated Late Pleistocene Monsoon Record from Hulu Cave, China", *Science* 294 (5550), 2345-2348.

Weninger, B, Jöris, O.

- 2004 "Glacial Radiocarbon Calibration. The CalPal Program. *Radiocarbon and Archaeology. Fourth International Symposium. Oxford, 2002* (Higham T., Bronk Ramsey, C., Owen, C., eds.). Oxford University School of Archaeology, Monograph 62, 9-15.

Weninger, B, Jöris, O.

- 2008 "A 14C age calibration curve for the last 60 ka: the Greenland-Hulu U/Th timescale and its impact on understanding the Middle to Upper Paleolithic transition in Western Eurasia", *Journal of Human Evolution* 55, 772-781.