

## **Evolución paleogeográfica, paleoclimática y paleoambiental de la costa meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España)**

**Palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeoenvironmental evolution of the southern coast of the Iberian Peninsula during the Upper Pleistocene. The case of the Nerja Cave (Malaga, Andalusia, Spain)**

**Jesús F. Jordá Pardo<sup>1</sup>, Adolfo Maestro González<sup>2</sup>, J. Emili Aura Tortosa<sup>3</sup>, Esteban Álvarez Fernández<sup>4</sup>, Bárbara Avezuela Aristu<sup>1</sup>, Ernestina Badal García<sup>3</sup>, Juan V. Morales Pérez<sup>3</sup>, Manuel Pérez Ripoll<sup>3</sup> y M<sup>a</sup>. Paz Villalba Currás<sup>5</sup>**

*1. Laboratorio de Estudios Paleolíticos. Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Paseo Senda del Rey 7. E-28040 Madrid. jjorda@geo.uned.es, bavezuela@yahoo.com*

*2. Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica. Instituto Geológico y Minero de España. Calle Calera, 1. E-28760 Tres Cantos (Madrid). a.maestro@igme.es*

*3. Departament de Prehistòria i Arqueologia. Universitat de València. Avda. Blasco Ibañez, 28. E-46001 València ·*

*emilio.aura@uv.es, ernestina.badal@uv.es, manuel.perez@uv.es*

*4. Dpto. de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Salamanca. Calle Cerrada de Serranos s/n. E-37002 Salamanca · estebanalfer@hotmail.com*

*5. Dpto. de Paleontología. Facultad de Geología. Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria. Calle José Antonio Novais, 12. E-28040 Madrid · mpvillal@teleline.es*

**PALABRAS CLAVE: Línea de costa, Paleogeografía, Paleoclimatología, Paleoambiente, Cronoestratigrafía, Península Ibérica, Pleistoceno superior**

**KEY WORDS: Coast line, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoenvironment, Chronostratigraphy, Iberian Peninsula, Upper Pleistocene**

### RESUMEN

Presentamos los cambios paleogeográficos, paleoclimáticos y paleoambientales acontecidos en la costa mediterránea meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior y comienzos del Holoceno, analizados a partir de la cartografía batimétrica y geomorfológica de la franja costera submarina del este de Málaga, del registro de la temperatura de la superficie del mar de Alborán obtenido en el sondeo MD95-2043 y de los datos radiométricos, paleobiológicos y arqueológicos proporcionados por el registro estratigráfico del yacimiento de la Cueva de Nerja (Nerja, Málaga, España). Este registro sedimentario, con doce etapas de erosión y sedimentación, se emplazó en las salas más exteriores de la cavidad entre los estadios finales del Pleistoceno superior y el Holoceno medio en un lapso cronológico comprendido entre 29600 y 3940 años cal BP. Durante ese tiempo, la posición del mar estuvo situada a diferentes cotas por debajo de su posición actual, lo que condicionó la emersión de una franja costera de diferente amplitud a lo largo del tiempo, en la que las poblaciones humanas que habitaron la Cueva de Nerja desarrollaron sus actividades. Igualmente se observa una notable variación en la temperatura superficial del agua del mar y una serie de cambios en la composición de la vegetación y la fauna de vertebrados e invertebrados explotadas por los habitantes de la Cueva de Nerja. En este contexto cabe señalar la presencia en el registro de la cavidad de diferentes especies marinas de latitudes septentrionales y aguas más frías, actualmente ajenas al Mediterráneo.

### ABSTRACT

We present the palaeogeographic, palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes occurred during the Upper Pleistocene and the Early Holocene in the southern Mediterranean coast of the Iberian Peninsula in the eastern sector of the province of Malaga, at south of the Sierra de Almirajana. The study of these changes has been made from the analysis of bathymetric and geomorphological mapping of the underwater coastal in the studied area, the record of the sea surface temperature of the Alboran Sea from the MD95-2043 core and the radiometric, archaeological and palaeobiological data provided by the stratigraphic record of the external chambers of the ancient entrance of the Nerja Cave (Nerja, Malaga, Andalusia, Spain). This sedimentary record was placed in the cavity between the final

stages of the Late Pleistocene and the Holocene, covering the end of OIS 3, the OIS 2 and the first half of OIS 1 with a chronological span between 29600 and 3940 years cal BP, according to the information provided by radiocarbon dating. To be more precise: this sedimentation began in the interstadial complex GI 4 immediately after Heinrich event 3 and ended in the chronozone Subatlantic with twelve stages of development of erosion and sedimentation that have six occupational episodes well-defined (Gravettian, Solutrean, Magdalenian, Epipaleolithic, Neolithic and Chalcolithic) and a worse delimited period (Mesolithic) separated by hiatuses of varying duration. During the Upper Pleistocene and Early Holocene the position of the sea surface was located at different levels below their current position, which conditioned the emergence of a coastal strip of varying amplitude over time, in which, humans populations living in the Nerja Cave developed their activities. Throughout that period we also observed a marked variation in the surface temperature of sea water and a series of changes in the position of the bioclimatic belts in the Sierra de Almijara and in the composition of vegetation and vertebrate and invertebrate fauna that were consumed by the prehistoric inhabitants of the Cave of Nerja. In this context it should be noted the abundant presence in the record of the cavity of marine fauna (echinoids, crustaceans, molluscs, fish, birds, mammals), among which, several species of northern latitudes and colder waters are included, currently outside the Mediterranean.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Cueva de Nerja (Maro, municipio de Nerja, provincia de Málaga) es una importante cavidad kárstica que se encuentra situada en el extremo más meridional de la Península Ibérica (UTM 30S VF26, x=424.695, y=4.069.025) a 930/940 m de distancia de la línea de costa actual y a 158 m de altitud sobre el nivel del mar (Fig. 1a). Geológicamente, la cueva se abre en los mármoles dolomíticos de edad triásica de la unidad superior del Manto de Almijara (Complejo Alpujárride, Cordillera Bética) (SANZ DE GALDEANO, 1986), a los pies de la Ladera del Águila en la vertiente suroeste de la Sierra Almijara. Unas decenas de metros al sur de la entrada a la cueva, se extiende el abanico aluvial de Maro de edad Pleistoceno inferior-medio (GUERRA-MERCHÁN *et al.*, 1999; JORDÁ, 2004) que está surcado por profundos barrancos enraizados en la sierra. Este abanico termina de manera abrupta en la costa, donde da lugar a una línea de acantilados de 60 m de altura interrumpida por estrechas playas de cantos a la salida de los barrancos. El interior de la cueva y sus depósitos, tanto detríticos como químicos, han sido ampliamente estudiados (DURÁN *et al.*, 2002; ARRESE, 2009). Las galerías más exteriores de la cueva, que constituyen la paleoentrada, contienen un importante yacimiento arqueológico que se extiende por las salas de la Mina, el Vestíbulo y la Torca, cuya secuencia sedimentaria comprende el Pleistoceno superior final y gran parte del Holoceno (JORDÁ & AURA, 2010: 152, Fig. 1).

El objetivo de este trabajo es presentar de forma sintética los conocimientos que tenemos en estos momentos sobre las características paleogeográficas, paleoclimáticas y paleoambientales de la costa mediterránea del S de la Península Ibérica en el entorno de la Cueva de Nerja. Para ello hemos utilizado diferentes fuentes de información:

- Información sobre la estratigrafía, paleobiología, arqueología y cronología radiocarbónica del yacimiento de Nerja, proporcionada por los más de veinte años de investigación desarrollada a partir de las excavaciones arqueológicas del profesor

Francisco Jordá Cerdá que han sido presentados en numerosas publicaciones, cuya relación *in extensum* puede consultarse en AURA *et al.* (2010) y JORDÁ & AURA (2010).

- Síntesis geomorfológica de la Plataforma Continental en las proximidades de la Cueva de Nerja (Fig. 1b) modificada de la hoja MC055 (Almuñecar) a escala 1:100.000 realizada por la Secretaria General de Pesca Marítima y el Instituto Español de Oceanografía en el marco del Proyecto ESPACE (Estudio de la Plataforma Continental Española) (SANZ *et al.*, 2006).

- Datos batimétricos y topográficos de la base de datos GEBCO (2003).

- Curvas de alta resolución de las variaciones del nivel del mar de los últimos 30000 años BP ajustada a la escala de tiempo SPECMAP calibrada radiométricamente (THOMPSON & GOLDSTEIN, 2006) y de las variaciones de la temperatura media de la superficie del mar (TSM) obtenida a partir del estudio de las alquenonas del testigo procedente del sondeo MD95-2043 del fondo del Mar de Alborán al sureste de Málaga (CACHO *et al.*, 2001; MORENO *et al.*, 2007).

## 2. SECUENCIA SEDIMENTARIA Y CRONOESTRATIGRAFÍA DEL YACIMIENTO

La secuencia sedimentaria sintética del yacimiento la hemos obtenido a partir de la correlación de las secuencias litoestratigráficas y arqueológicas de la Mina (NM) y el Vestíbulo (NV) y en ella hemos distinguido doce etapas de sedimentación y erosión que corresponden a siete unidades litoestratigráficas y a cinco discontinuidades estratigráficas que las separan (JORDÁ & AURA, 2009). Estas unidades litoestratigráficas han sido situadas con precisión en la escala cronoestratigráfica del Cuaternario gracias a las cuarenta y una fechas radiocarbónicas calibradas válidas con las que contamos de un total de setenta (JORDÁ & AURA, 2008). De manera resumida, la secuencia cronoestratigráfica es la siguiente (JORDÁ & AURA, 2009: 96-97, Figs. 2 y 3):

- Etapa Nerja 1 (Unidad 1, niveles NV13, NV12 y NV11): Caracterizada en NV, esta unidad descansa sobre un potente espeleotema y corresponde a una sedimentación detrítica autóctona (con gelifractos) que tuvo lugar entre 29940 y 28580 cal BP, al final del OIS 3a, en un momento coincidente con la terminación del evento de Heinrich 3 (H3) que abarcaría el GS 5 y el GI 4. Engloba restos industriales del Gravetiense. En su tramo basal (NV13) detectamos coprolitos atribuidos a *Crocota crocota spelaea* que indican la ausencia de humanos en la cavidad en los primeros momentos del registro sedimentario (ARRIBAS *et al.*, 2004).

- Etapa Nerja 2: Hiato estratigráfico detectado en NV estimado entre 1000 y 3010 años, generado por un proceso erosivo en la secuencia litoestratigráfica. Este hiato se relaciona con el episodio de características interestadales GI 3 y el inicio del estadal frío GS 3. Bajo estas condiciones se constata una reactivación kárstica, ligada a una mayor humedad, responsable de la erosión que afecta al techo de la Unidad 1 y su posterior carbonatación secundaria.

- Etapa Nerja 3 (Unidad 2, niveles NV10, NV9, NV8): Detectados en NV, son depósitos de características frías, pero no rigurosas cuya cronología se extiende entre 25570 y 18810 cal BP. La sedimentación de los dos niveles inferiores (NV10 y NV9) está en relación con el episodio frío GS 3; entre NV9 y NV8 se reconoce un contacto erosivo y la formación de NV8 también se produjo bajo un clima ligeramente frío y húmedo con tendencia a la aridez hacia el techo. Este hiato *intra* Unidad 2 puede relacionarse con el interestadio templado GI 2, mientras que el tramo superior de la Unidad 2, NV8, puede serlo con el subestadio frío GS 2c del Último Máximo Glacial (UMG). Los materiales arqueológicos son del Solutrense.

- Etapa Nerja 4: Hiato estratigráfico producido por el desarrollo de procesos erosivos unidos a una posible ausencia de sedimentación, que conducen a la inexistencia de un máximo de 4000 años del registro de NV. Corresponde a la pulsación fría del inicio del estadio GS 2a.

- Etapa Nerja 5 (Unidad 3, NV7, NV6 y NV5, NM16, MN15 y NM14): Detectada en NV, NM y NT, está comprendida entre 14920 y 13570 cal BP, esta etapa coincide con el GI 1 o interestadio Tardiglacial de características climáticas templadas. El nivel NM15, que se caracteriza por la gran acumulación de gelifractos, es uno de los momentos más fríos de la secuencia de Nerja y podría correlacionarse con el episodio frío GI 1b o *Intra-Alleröd Cold Period* (IACP) de breve duración. Estas características más frías se verifican con la identificación de una vegetación arbustiva abierta y por la aparición de especies ornitológicas de ambientes igualmente fríos. La etapa Nerja 5 finalizaría con la sedimentación del NM14 y NV5, de características templadas, durante el GI 1a. La etapa Nerja 5 presenta una

ocupación humana del Magdaleniense superior mediterráneo con arpones.

- Etapa Nerja 6: Fase erosiva de carácter fluvial que elimina unos 600 años de registro, entre el GI 1a y el GS 1 o Dryas reciente.

- Etapa Nerja 7 (Unidad 4, NV4, NM13 y NM12). Se caracteriza por la gran acumulación de restos de *Mytilus edulis* que llega a configurar en NV un auténtico conchero de origen antrópico (JORDÁ *et al.*, 2011). Esta unidad se extiende entre 12990 y 11360 cal BP y coincide con el GS 1 (últimos momentos del Pleistoceno superior) y los primeros años del OIS 1, ya en el inicio del Holoceno. Contiene restos de ocupación del Epipaleolítico.

- Etapa Nerja 8: Fase erosiva responsable de un hiato estratigráfico que se extiende durante 4430 años desde el Holoceno inferior hasta el enfriamiento del evento 8.2.

- Etapa Nerja 9 (Unidad 5, NV3, NV2 y NV1, NM11 a NM7): La base de esta unidad presenta restos poco definidos del Mesolítico geométrico y está situada en la horquilla 8550 y 7950 cal BP, en pleno óptimo térmico del Holoceno medio, en la base de la cronozona Atlántico. La parte media y alta de esta unidad corresponde a niveles que contienen materiales del Neolítico antiguo y medio situados entre 8190 y 6940 cal BP, en la parte media-superior de la cronozona Atlántico.

- Etapa Nerja 10: fase erosiva detectada en NM.

- Etapa Nerja 11 (Unidad 6, NM6 a NM2): Depósitos con materiales del Neolítico reciente que se extienden entre 6900 y 5060 cal BP, en el tramo final de la cronozona Atlántico y comienzo de la Subboreal, dentro del Holoceno medio. A techo de esta unidad se encuentran los niveles del Calcolítico, que en la Torca tienen una cronología comprendida entre 4830-3600 cal BP en la cronozona Subboreal.

- Etapa Nerja 12 (Unidad 7): Brecha coronada por un espeleotema bandeado desarrollado al final del Subboreal o al inicio del Subatlántico, durante una pulsación templada ya en el Holoceno superior, bien representado en NM y con apenas vestigios en NV.

### 3. GEOMORFOLOGÍA Y PALEOGEOGRAFÍA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

Para el análisis geomorfológico y paleogeográfico hemos considerado un segmento de costa de 30 km de longitud, comprendido entre los ríos de Lagos y Verde, en el que la Cueva de Nerja ocupa una posición central (Fig. 1b). En este sector de la costa mediterránea andaluza, la plataforma continental interna se caracteriza por la existencia de un prisma litoral bien desarrollado, cuyo borde se localiza a una profundidad de 20 m y su límite distal a 60 m de profundidad, disponiéndose estos límites paralelos a la línea de costa. Este prisma debe haber sido en gran parte

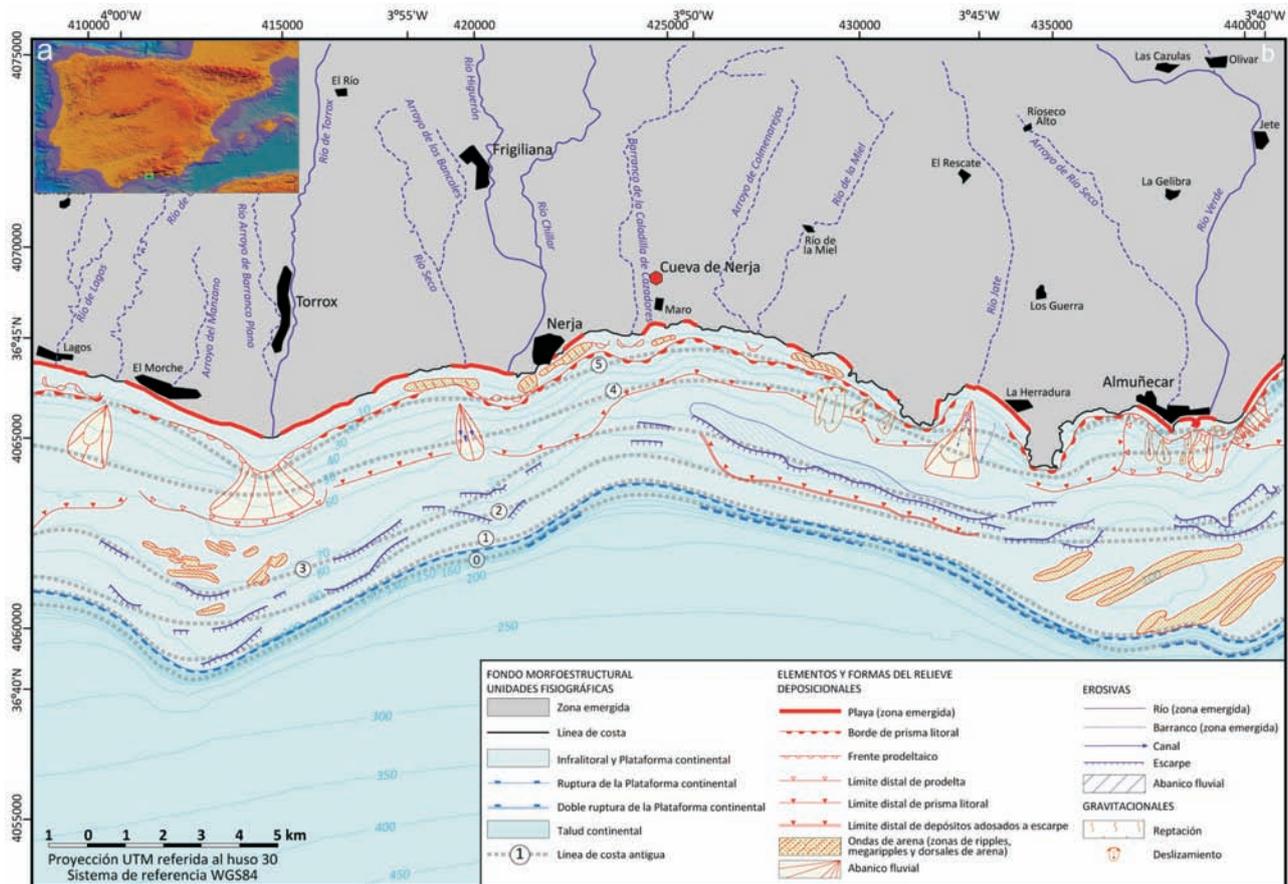


Figura 1. a) Situación de la zona estudiada en la Península Ibérica. b) Síntesis geomorfológica de la plataforma continental en las proximidades de la Cueva de Nerja modificada de la hoja MC055 (Almuñecar) a escala 1:100.000 (SANZ *et al.*, 2006).

- a) Geographical location of the studied area in the Iberian Peninsula. b) Geomorphological synthesis of the continental shelf near the Nerja Cave modified from the sheet MC055 (Almuñecar) scale 1:100.000 (SANZ *et al.*, 2006).

alimentado por los aportes de los ríos anteriormente citados como por los barrancos situados a lo largo de toda la costa. Junto a los depósitos de prisma litoral también son destacables las acumulaciones de sedimentos correspondientes a los deltas de los ríos Torrox y Verde. La cuña prodeltaica llega localmente hasta una profundidad de 60 m y los sedimentos prodeltaicos muestran morfologías secundarias asociadas a la presencia de abanicos fluviales y deslizamientos gravitacionales y procesos de reptación. Por otra parte, los cursos fluviales intermitentes también contribuyen al desarrollo de pequeños abanicos fluviales que presentan un límite distal que varía entre los 50 y 60 m de profundidad. En la zona distal de la plataforma continental predominan formas de fondo relictas de tipo erosivo como superficies erosivas y terrazas sumergidas, así como deposicionales, donde destaca la presencia de barras de arena paralelas o ligeramente oblicuas a las líneas batimétricas. En el área de estudio se han cartografiado tres niveles de terraza sumergida originados fundamentalmente por la existencia de afloramientos rocosos correspondientes a cuerpos de areniscas pleistocenos. Estos escarpes tienen

carácter lineal y se ciñen a las líneas batimétricas localizadas a 70, 80 y 90 m respectivamente. Aunque su litificación corresponde posiblemente al Pleistoceno superior, pueden considerarse también que actuaron como antiguas líneas de costa durante la transgresión Versiliense (CATAFAU *et al.*, 1990). Se trataría de accidentes más resistentes a las condiciones erosivas impuestas por la migración del perfil de equilibrio durante la transgresión. El borde de la plataforma continental se sitúa a 100-120 m de profundidad y aparece claramente definido, aunque en el sector comprendido entre Nerja y Almuñecar presenta un escalonamiento en su borde superior que da lugar al desarrollo de un escarpe de continuidad kilométrica situado paralelamente a la línea batimétrica de 130 m.

La figura 2 muestra la representación de la curva de alta resolución de las variaciones del nivel del mar de los últimos 30000 años, obtenida de la escala de tiempo SPECMAP calibrada radiométricamente (THOMPSON Y GOLDSTEIN, 2006), sobre la que se indican los intervalos temporales durante los cuales la línea de costa ha permanecido estable con respecto al nivel del mar: intervalo 0, 24610-22000 cal BP con profundidad

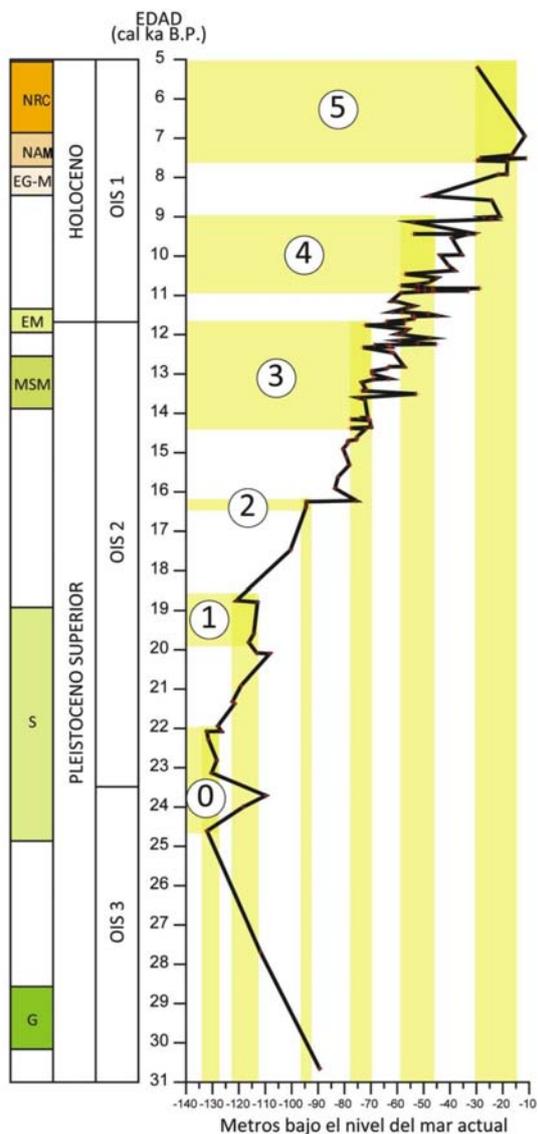


Figura 2. Curva de alta resolución de las variaciones del nivel del mar de los últimos 30000 años obtenida de la escala de tiempo SPECMAP calibrada radiométricamente (THOMPSON & GOLDSTEIN, 2006) en la que se indican los intervalos temporales durante los cuales la línea de costa ha permanecido estable con respecto al nivel del mar. En el eje de ordenadas se señalan las ocupaciones humanas en la Cueva de Nerja: G, Gravetiense; S, Solutrense; MSM, Magdaleniense superior mediterráneo; EM, Epipaleolítico microlaminar; (EG-M) Epipaleolítico geométrico/Mesolítico; (NAM) Neolítico antiguo y medio; (NRC) Neolítico reciente/Calcolítico.

- High resolution curve of see level variations during last 30000 years obtained from the radiometrically calibrated SPECMAP time scale (THOMPSON & GOLDSTEIN, 2006) with indication of the time intervals during which the coast line has been stable relative to see level. In the y-axis are indicated the different human occupations of the Nerja Cave: (G) Gravettian; (S) Solutrean; (MSM) Mediterranean Upper Magdalenian; (EM) Micro-bladed Epipalaeolithic; EG-M, Geometric Epipalaeolithic/Azilian; NAM, Ancient and Middle Neolithic; (NRC) Recent Neolithic/Chalcolithic.

media de la línea de costa (PMLC) a -130 m; intervalo 1, 19810-18750 cal BP, PMLC a -118 m; intervalo 2, 16394-16249 cal BP, PMLC a -94 m; intervalo 3, 14376-11760 cal BP, PMLC a -75 m; intervalo 4, 10936-8471 cal BP, PMLC a -53; e intervalo 5, 7569-5214 cal BP, PMLC a -23 m.

En este contexto, los procesos sedimentarios en la plataforma continental desde el Pleistoceno superior final y durante el Holoceno están relacionados con un ascenso generalizado del nivel del mar (ALOÏSI, 1986; DIAS, 1987; SAITO, 1991) durante el último hem ciclo eustático que se caracterizó por un calentamiento global y la fusión parcial de los glaciares y casquetes polares (RUDDIMAN & MCINTYRE, 1981). La sedimentación de los depósitos típicos de nivel bajo del mar tuvo lugar durante el final del GS 3 y el UMG, entre 24000 y 22000 años cal BP, con un ligero ascenso en el GI 2, en el paso del OIS 3 al OIS 2. En este intervalo de tiempo es cuando las masas de hielo alcanzan su máxima extensión y la mayor parte de los márgenes continentales estuvieron expuestos a condiciones subaéreas, dando lugar a que los procesos erosivos se extendieran desde los 110 a 150 m de profundidad actuales (intervalos 0 y 1, Fig. 1b) (ALOÏSI, 1986; DIAS, 1987; SAITO, 1991; RODRIGUES *et al.*, 1992). A partir de 22000 años cal BP comenzó a producirse el ascenso eustático que continuó hasta aproximadamente 7000 años cal BP (THOMPSON & GOLDSTEIN, 2006). Este hecho favoreció la acumulación de sedimentos en las partes proximales de la plataforma. Las secuencias sedimentarias del Holoceno inferior se desarrollaron dentro de un contexto transgresivo que provocó el retroceso de la costa tierra adentro (SWIFT, 1976; ALOÏSI, 1986). Varios autores han observado que esta transgresión se caracterizó por breves periodos durante los cuales la línea de costa permanece estable con respecto al nivel del mar (MÖRNER, 1971; KNEBEL *et al.*, 1979; RUDDIMAN & MCINTYRE, 1981; VAN ANDEL & LIANOS, 1984; CHRONIS *et al.*, 1991; RODRIGUES & DIAS, 1990). HERNÁNDEZ-MOLINA *et al.* (1994) describe la existencia en el área de Málaga de terrazas localizadas a profundidades de 90 m (intervalo 2, Fig. 1b), 80 y 73 m (intervalo 3, Fig. 1b), 60 y 47 m (intervalo 4, Fig. 1b), 33, 20 y 15 m (intervalo 5, Fig. 1b) y 10 m. Las secuencias sedimentarias durante el Holoceno superior tienen lugar en un contexto de estadio de nivel alto del mar durante los últimos 7000 años cal BP (ALOÏSI, 1986; SAITO, 1991; HERNÁNDEZ-MOLINA, 1993; TESSON *et al.*, 1993) y en la zona estudiada fosilizan los niveles de terraza situados entre los 60 y 10 m de profundidad.

Los diferentes niveles de terraza definidos por HERNÁNDEZ-MOLINA *et al.* (1994), que definen antiguas líneas de costa estables durante cierto tiempo, permiten determinar las variaciones en la localización y profundidad de la costa con respecto al nivel actual durante el Pleistoceno superior final y el Holoceno. Partimos del estadio del máximo glaciar o mínimo eustático ocurrido entre 20000 y

19000 años cal BP (GS 2b), donde la línea de costa se localizaría a una profundidad media de 120 m (intervalo 1, Fig. 2). En esta situación la costa se situaría a unos 4,5 km mar adentro respecto a la actual (Fig. 1b) y la superficie emergida en el entorno de la zona de estudio aumentaría en unos 245 km<sup>2</sup> (Fig. 3). A partir de ese momento empieza un periodo de calentamiento generalizado que provoca la fusión de los casquetes polares y el aumento progresivo del nivel del mar. Entre 16500 y 16000 años cal BP (GS 2a coincidiendo con el H1) la línea de costa se situaría a una profundidad de aproximadamente 90 m (intervalo 2, Fig. 2), localizándose a 3,5 km mar adentro respecto a la actual (Fig. 1b). Esto supone una disminución de la superficie emergida con respecto a la situación anterior de unos 43 km<sup>2</sup> (Fig. 3). En el intervalo de tiempo comprendido entre 14000 y 12000 años cal BP (GI 1 y GS 1) la costa se localiza a unos 70 m de profundidad (intervalo 3, Fig. 2) y a unos 3 km mar adentro con respecto a la actual (Fig. 1b), dando lugar a una disminución del área emergida de aproximadamente 46 km<sup>2</sup> respecto a la situación previa (Fig. 3). El nivel del mar sigue ascendiendo hasta estabilizarse a una profundidad de 50 m respecto al nivel actual en el intervalo de tiempo comprendido entre 11000 y 8500 años cal BP (Preboreal y Boreal) (intervalo 4, Fig. 2). En ese momento la costa se localizaría a un kilómetro de su posición actual (Fig. 1b) y la superficie emergida en el entorno de la Cueva de Nerja sería de unos 83 km<sup>2</sup> mayor al actual (Fig. 3). Finalmente, entre 7500 y 5000 años cal BP (Atlántico y Subboreal) la costa se situaría a unos 20 m de profundidad (intervalo 5, Fig. 2) y aproximadamente a 400 m mar adentro de la posición actual (Fig. 1b). En esta situación la disminución del área emergida es de unos 56 km<sup>2</sup> con respecto a la situación anterior (Fig. 3).

#### 4. PALEOCLIMATOLOGÍA

Los diferentes indicadores paleoclimáticos estudiados a partir del testigo procedente del sondeo MD95-2043 del Mar de Alborán, situado al SE de Nerja (CACHO *et al.* 2001; MORENO *et al.*, 2007) permiten definir los escenarios paleoclimáticos de los eventos fríos y cálidos de los ciclos de Dansgaard-Oeschger de los últimos 50000 años para el sur de la Península Ibérica. Así, los estadios fríos se caracterizan por la entrada de aguas frías atlánticas en el Mediterráneo que producen la bajada de la TSM en el Mar de Alborán y el consiguiente descenso en su productividad primaria, por la intensificación de los vientos del oeste y por la mayor eficiencia en el transporte de polvo de los vientos procedentes del Sahara, lo que lleva aparejado una mayor aridez en el sur de la Península Ibérica donde predominaría la vegetación de estepa, sobre todo en los eventos de Heinrich (MORENO *et al.*, 2007). Los interestadios cálidos están caracterizados por un aumento de las

temperaturas marinas por entrada de aguas cálidas atlánticas, que se traduce en un fuerte incremento de la productividad primaria del Mar de Alborán, un debilitamiento y/o un desplazamiento hacia el sur de los vientos de oeste que se traduce en una mayor humedad en el Mar de Alborán y en la zona mediterránea de Iberia, que da lugar a una mayor actividad fluvial (MORENO *et al.*, 2007). Además, la elevada presencia en el sondeo de Alborán durante los estadios fríos del cocolito *Emiliania huxleyi*, indicador de bajas TSM, frente a menores porcentajes en el Golfo de Cádiz, muestra la existencia de un fuerte gradiente térmico entre el Atlántico y Mediterráneo occidental en los estadios fríos, con TSM inferiores en las aguas de Alborán (COLMENERO *et al.*, 2005).

Por otro lado, la curva de alta resolución de la TSM del citado sondeo (CACHO *et al.* 1999, 2001) nos ha permitido conocer las variaciones de la temperatura media de la superficie del mar en el entorno geográfico de Nerja que hemos relacionado con las diferentes etapas de sedimentación registradas en la Cueva de Nerja (AURA *et al.*, 2010: 151-154, Fig. 2; JORDÁ & AURA, 2009: 96-97, Fig. 3):

- Etapa Nerja 1: TSM entre 10° y 14° C, con un descenso por debajo de los 10° C –el mínimo de toda la secuencia de la Cueva de Nerja– en el último episodio frío del OIS 3a.
- Etapa Nerja 3: TSM entre 12° y 13° C, durante el estadio frío GS 3, el interestadio templado GI 2 y el subestadio frío GS 2c.
- Etapa Nerja 5: TSM entre 12° y 14° C, durante el interestadio Tardiglacial o GI 1.
- Etapa Nerja 7: TSM que alcanza un mínimo de 12° C, durante el GI 1 o Dryas reciente.
- Etapa Nerja 9: TSM entre 18° y 20° C durante la cronozona Atlántico.
- Etapa Nerja 11: TSM entre 18,5° y 19,5° C, final de la cronozona Atlántico y la Subboreal.
- Etapa Nerja 12: TSM sobre 18°/19° C, paso de la cronozona Subboreal a la Subatlántico.

#### 5. PALEOAMBIENTE

El registro del yacimiento de la Cueva de Nerja contiene una excepcional colección de restos paleobiológicos (JORDÁ *et al.*, 2003), la mayoría de los cuales ha sido aportada a la cueva por las poblaciones humanas que la habitaron. Pese al posible sesgo antrópico que esta colección pueda tener, su gran biodiversidad y volumen de restos permite realizar una interpretación paleoambiental bastante precisa.

El estudio antracológico de la paleovegetación se ha realizado a partir de los depósitos de NV donde han quedado reflejados los últimos milenios del OIS 3, el OIS 2 y el límite con el OIS 1 con los hiatos descritos (AURA *et al.*, 2010: 154-156, Fig. 3). El final del OIS 3 (etapa Nerja 1) se caracteriza por un predominio de restos carbonizados de pino con presencia de dos especies, *Pinus nigra* y *Pinus*

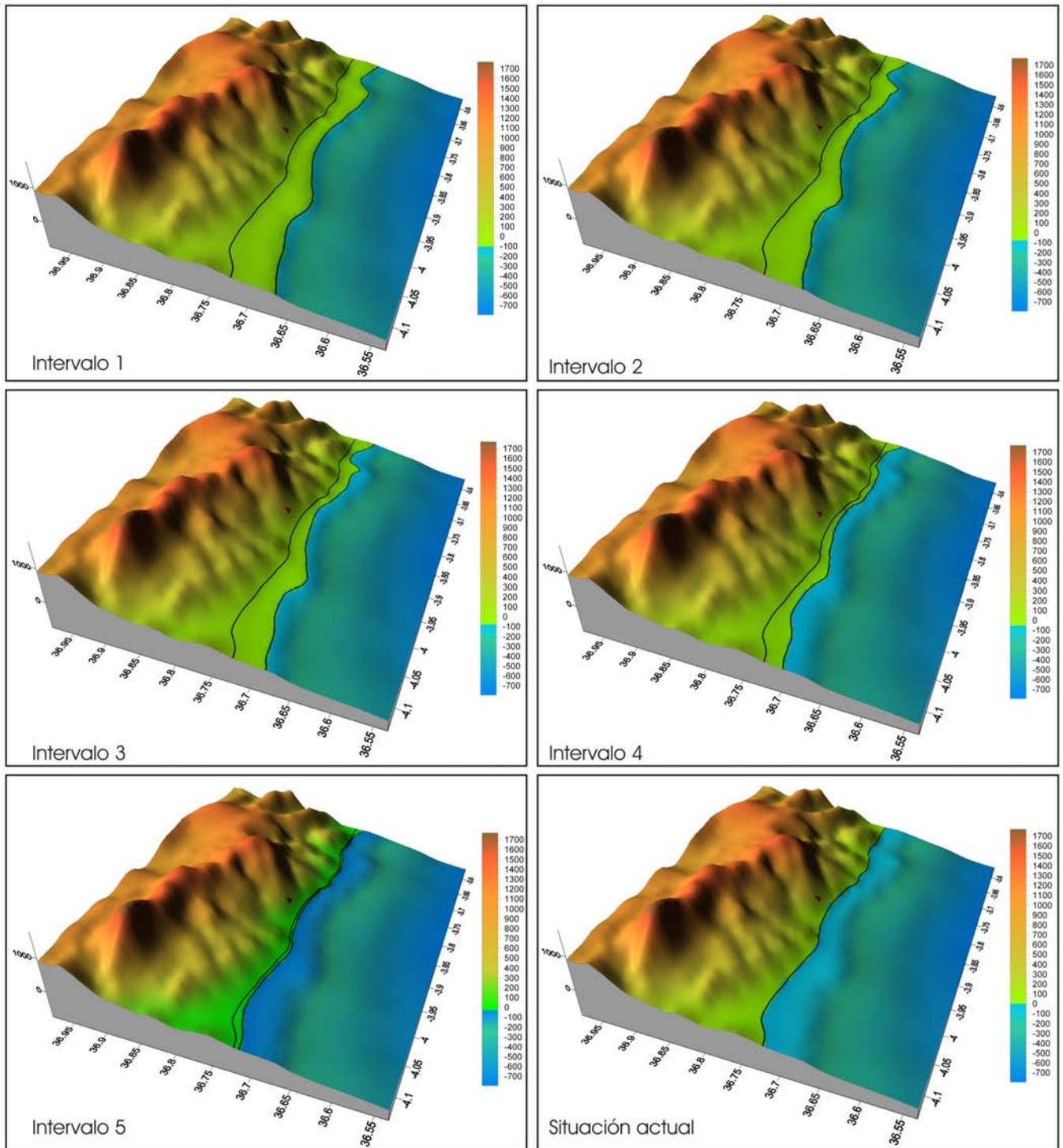


Figura 3. Bloques diagrama donde se muestra la posición de la costa en los intervalos de tiempo más representativos definidos en la figura 1, indicándose la superficie de zona emergida existente en el entorno de la zona de estudio respecto a la línea de costa actual. El triángulo indica la situación de la Cueva de Nerja. Los datos batimétricos y topográficos se han obtenido de la base de datos GEBCO (2003).

- Block diagrams that show the coast position during the more representative time intervals defined in the figure 1 with indication of the emerged surface in the studied area relative to current coast line. The triangle shows the position of the Nerja Cave. The bathymetric and topographic data have been obtained from GEBCO (2003) data base.

*pineae*, junto fabáceas leñosas y varios géneros de arbustos y matas como enebros, jaras, etc. Las necesidades ecológicas de las dos especies de pinos (salgareño y piñonero) permiten la reconstrucción medioambiental para el tránsito OIS 3 - OIS 2, pues actualmente la zona de encuentro de las dos especies se da entre los pisos bioclimáticos mesomediterráneo y supramediterráneo en zonas con temperatura media anual (TMA) entre 8° y 15° C, asimilable a la existente en Nerja durante el Gravetiense, y con un posible régimen de lluvias de tipo seco, en torno a los 400-600 mm de media anual. Durante el UMG (GS 3 al GS 2), los niveles solutrenses (etapa Nerja 3) ofrecen la misma composición vegetal con una tendencia a la disminución del pino salgareño y al avance de las matorrales de fabáceas y otros arbustos y matas, con el pino piñonero en una proporción similar a la etapa anterior. Con este panorama, la franja litoral de Nerja presentaría unas condiciones de tipo mesomediterráneo, si bien los pinos salgareños situados a cotas más altas otorgarían una nota más fría al paisaje. En el Tardiglacial o GI 1 (etapa Nerja 5) se observa una mejoría climática en los espectros antracológicos, con una progresiva disminución del pino salgareño, una vegetación arbustiva y abierta y un predominio absoluto de las fabáceas leñosas durante el Magdaleniense; el pino piñonero mantiene una representación similar al periodo anterior y probablemente seguiría en la zona litoral, mientras que el pino carrasco y los *Quercus* están presentes en los niveles magdalenienses, lo que puede ser la respuesta a la mejoría climática. Durante la ocupación epipaleolítica de la cueva (etapa Nerja 7), en el Dryas reciente (GS 1) y comienzos del Holoceno, las especies se diversifican, con la aparición de especies cálidas como *Olea europea* (acebuche) entre los árboles y dentro del grupo de arbustos y matas, el lentisco, el madroño, el romero, el boj, el torvisco, etc, mientras que las fabáceas siguen bien representadas, prosigue el declive del pino salgareño y se observa una disminución del pino piñonero. Las condiciones típicas del piso bioclimático termomediterráneo parecen imperar en la zona del litoral de Nerja desde el Epipaleolítico. Resulta curioso comprobar que el cambio climático global del Dryas reciente es menos notorio en la secuencia continental de Nerja que en la marina de Alborán, de tal forma que la mejora climática del Tardiglacial prosigue en las áreas emergidas durante el GS 1, mientras que, como se ha visto, las aguas marinas sufren un fuerte enfriamiento debido a la entrada de aguas frías atlánticas producto del vaciado de los lagos tardiglaciales del N de América y Europa (URIARTE, 2003).

El estudio arqueofaunístico de la fauna recuperada del registro de la Cueva de Nerja permite una aproximación a la composición de las poblaciones de vertebrados e invertebrados terrestres y marinos que ocuparon la franja litoral de Nerja durante el Pleistoceno superior final

y comienzos del Holoceno (AURA *et al.*, 2010: 156-160, Figs. 4 y 5). Así, durante el final del OIS 3 (etapa Nerja 1), los niveles gravetienses ofrecen altos porcentajes de cabra y en menor medida de ciervo, con una gran presencia de conejo cuyos restos llegan a superar el 50 % del total. En el UMG, los niveles solutrenses (etapa Nerja 3) continúan con cabra, ciervo y conejo en proporciones similares a la etapa anterior, si bien lo que destaca es la identificación por vez primera en el yacimientos de foca vitulina (*Phoca vitulina*) en la base de la Unidad 2, especie propia de las aguas septentrionales atlánticas. En el Tardiglacial (etapa Nerja 5) los niveles magdalenienses se caracterizan por un dominio de la cabra, presencia marginal del ciervo, y aparición de otras especies, como el jabalí, mientras que el conejo experimenta un fuerte aumento y alcanza los máximos valores porcentuales, superando el 90%; destaca la presencia puntual del delfín común (*Delphinus delphis*) y de un resto de foca monje (*Monachus monachus*). En el Dryas reciente (etapa Nerja 7) se producen cambios destacables, pues la presencia de la foca monje aumenta, la frecuencia del ciervo disminuye aún más y el jabalí se mantiene, mientras que el conejo alcanza valores que oscilan entre el 80 - 55% del total. A lo largo de la secuencia, el uro, el rebeco y el caballo son marginales, mientras que los pequeños carnívoros (lince, gato salvaje, zorro y posiblemente lobo) no son abundantes pero aparecen muy repartidos. Como se ha comentado, en la base de la secuencia se han identificado coprolitos de *Crocota crocota spelaea* vinculados a varios aportes de restos óseos (individuos juveniles de *Equus* sp. y *Bos* sp. y extremidad de *Cervus* con mordeduras y en conexión anatómica); de esta unidad basal procede también el único resto de *Testudo hermanni* identificado en NV (MORALES & SANCHÍS, 2009), que se añade a los galápagos (*Emys orbicularis* y *Mauremys leprosa*) de NM (JIMÉNEZ, 1986).

En cuanto a la fauna marina, la Cueva de Nerja contiene uno de los registros más interesantes del sur de Europa: miles de restos de moluscos, peces, equinodermos, crustáceos, cefalópodos y aves marinas reflejan los cambios ocurridos en el entorno de la cavidad durante el Pleistoceno superior final y los inicios del Holoceno. En NM se clasificaron 3.417 restos de malacofauna, de los que un 80 % pertenece a especies marinas. En NV la colección se compone de 135.000 restos, con un peso de 78 kg, de los que 120.000 restos proceden de NV4. Los restos de peces han sido estudiados en sendas columnas de 1 m<sup>2</sup> para cada una de las salas, contabilizándose 2769 restos en NM (NM16 a NM13) y 7376 restos en NV (NV10 a NV4). Los equinodermos de las ocupaciones paleolíticas y epipaleolíticas constituyen el grueso de la muestra recuperada: 1500 restos en NM y 1219 en NV. Los restos de crustáceos, cefalópodos y otros invertebrados se encuentran en menor número. Respecto a las aves, del estudio de una parte de los restos de NM se

deriva la identificación de 91 restos, mientras que la colección de NV es algo mayor: 193 restos. Los datos proporcionados por NV permiten analizar sus tendencias a lo largo del tiempo. Así, en las etapas Nerja 1 y Nerja 3 los moluscos marinos suponen menos de un 20 % del total y los gasterópodos continentales dominan ampliamente en todos los conjuntos, rasgo coincidente con la práctica ausencia de peces, equínidos y aves marinas. El final de Nerja 3 (techo del Solutrense) marca el cambio de estas tendencias, de tal forma que a partir de ese momento dominarán los moluscos marinos junto con una extraordinaria presencia de peces, tanto en Nerja 5 (Magdalenense) como en Nerja 7 (Epipaleolítico). En este conjunto faunístico, se han identificado diferentes especies de condiciones frías en el UMG, como varias especies de moluscos (*Pecten maximus*, *Nucella lapillus*, *Littorina obtusata*, etc.) y la foca vitulina del muro de los niveles solutrenses, y, sobre todo, en el GI 1 y el GS 1, momentos que cuentan con la presencia puntual entre la avifauna del alca gigante (*Pinguinus impennis*), en los niveles tardiglaciales de NV y NM (Magdalenense) y más concentrada en el Dryas reciente (Epipaleolítico) junto con especies ictiológicas con distribución boreal actual (*Melanogrammus aeglefinus* y *Pollachius pollachius*) (RODRIGO, 1991).

## 6. CONCLUSIONES

Como se ha visto a lo largo de la anterior exposición, el registro sedimentario de las salas exteriores de la Cueva de Nerja permite realizar una reconstrucción bastante aproximada de los paleoambientes que se sucedieron al final del Pleistoceno superior y comienzo del Holoceno en la franja costera del este de Málaga, a partir del estudio, tanto de las características sedimentológicas de las unidades litoestratigráficas que componen su secuencia estratigráfica, como de la colección de restos paleobiológicos (vegetales, invertebrados y vertebrados) aportados predominantemente por la actividad de los grupos humanos que la habitaron, todo ello contextualizado gracias a las numerosas dataciones <sup>14</sup>C existentes. Por otro lado, el conocimiento que actualmente se tiene de las características geomorfológicas y batimétricas de la plataforma continental junto con la curva de variaciones del nivel del mar constituyen una excelente fuente de información para la reconstrucción de la paleogeografía de la costa: a lo largo del periodo de ocupación antrópica de la cueva, la franja costera fue disminuyendo progresivamente. Lo mismo ocurre con la evolución de la TSM y de la paleoclimatología de la zona estudiada, conocida a partir del sondeo MD95-2043, con un aumento progresivo de la temperatura del mar salvando el descenso del Dryas reciente.

La interrelación de todos estos parámetros ambientales permite establecer las características

de la franja costera en los alrededores de Nerja para cada uno de los estadios e interestadios climatoestratigráficos correlacionables con los episodios de ocupación antrópica de la cueva durante el final del Pleistoceno superior y los primeros momentos del Holoceno:

- Final del OIS 3a (Gravetiense, 29940 y 28580 cal BP): línea de costa entre -110 y -90 m y distancia al mar desde la cueva de 4,5 km; TSM entre 10° y 14° C; condiciones supramediterráneas con TMA entre 8 °C y 15° C, precipitación anual media entre 400 y 600 mm; presencia de pino piñonero en la franja arenosa del litoral y pino salgareño en la sierra junto con arbustos y matas (fabáceas leñosas, enebros, jaras); entre los mamíferos se detecta la presencia de hiena manchada de las cavernas en la base de la secuencia, que introduce caballo, gran bóvido y ciervo, mientras que de aporte antrópico son los abundantes restos de cabra y conejo y en menor medida ciervo, así como los numerosos gasterópodos continentales.

- Último Máximo Glacial (Solutrense, 25570 y 18810 cal BP): línea de costa entre -135 y -115 m y distancia al mar desde la cueva de 5,5 km; TSM entre 12° y 13° C; condiciones mesomediterráneas con pino piñonero en la franja litoral, pino salgareño y carrasco en la sierra, junto con *Quercus* sp. caducifolios y posible *Olea*; fauna de cabras, ciervos y conejos y aparición de foca vitulina y dominio de gasterópodos continentales que al final de esta etapa son reemplazados por moluscos marinos.

- Tardiglacial (Magdalenense superior mediterráneo, 14920 y 13570 cal BP): línea de costa a -75/-70 m y distancia al mar desde la cueva de 4 km; TSM entre 12° y 14° C; profundo atemperamiento climático, con pino piñonero en la franja arenosa, presencia de pino carrasco y *Quercus*, disminución del pino salgareño y vegetación arbustiva y abierta con predominio de fabáceas leñosas; fauna de mamíferos en la que domina la cabra frente al ciervo, aparece el jabalí y otras especies, se incrementa el conejo y aparecen el delfín común, la foca monje y el alca gigante, son abundantes y muy diversificados los peces y los moluscos marinos, en especial los de fondo arenoso.

- Dryas reciente (Epipaleolítico, 12990 y 11360 cal BP): línea de costa a -70 m, distancia al mar desde la cueva de 4 km, TSM de 12° C, condiciones termomediterráneas y diversificación vegetal, con la aparición de especies cálidas como el acebuche, el lentisco, el madroño, el romero, el boj, etc, fabáceas bien representadas, disminución del pino salgareño y también del pino piñonero al disminuir la franja arenosa; entre los mamíferos dominan la cabra y el conejo, aumenta la foca monje y disminuye el ciervo. Los peces están bien representados y entre ellos aparecen especies de aguas frías, al igual que en el grupo de los moluscos, muy diversificado y en el que destaca la enorme cantidad de mejillones que constituyen un

conchero de origen antrópico. Destaca la presencia de alca gigante.

• Holoceno inferior y medio (Mesolítico, 8550 y 7950 cal BP; Neolítico antiguo y medio, 6900 y 5060 cal BP; y Neolítico reciente y Calcolítico, 4830-3600 cal BP): la línea de costa sufre un ascenso hasta situarse a la cota media de -23 m y la distancia de la cueva a la costa es de 1,5 km, algo superior a la actual mientras, que la TSM aumenta hasta los 19/20° C.

Todos estos datos indican que se produjo una reducción desigual y constante de la franja costera en los alrededores de la cueva, pero las variaciones del número y diversidad de especies marinas que se registran a lo largo de su secuencia arqueológica no parecen tener una explicación mecánica y simple. La distancia entre la posición cambiante de la línea de costa y la cueva oscila en torno a 1 km entre el UMG y el Tardiglacial, sin embargo las faunas asociadas a estas ocupaciones son muy diferentes y por tanto, cabe pensar en el incremento demográfico de los humanos como hipótesis alternativa, posibilidad que se ve apoyada también por un importante aumento de los yacimientos con ocupaciones tardiglaciales en la costa de Málaga.

Recibido el día 18 de julio de 2011

Aceptado el día 30 de noviembre de 2011

Publicado en formato electrónico el día 12 de diciembre de 2011

#### BIBLIOGRAFÍA

- ARRESE GONZÁLEZ, B. 2009. *Geomorfología, evolución geológica y condiciones ambientales actuales de la Cueva de Nerja, Málaga*. 368 págs. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- ARRIBAS HERRERA, A., AURA TORTOSA, J.E., CARRIÓN, J.S., JORDÁ PARDO, J.F. & PÉREZ RIPOLL, M. 2004. Presencia de hiena manchada en los depósitos basales (Pleistoceno superior final) del yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología*, **19**(1): 109-121.
- AURA, J.E., JORDÁ PARDO, J.F., PÉREZ RIPOLL, M., BADAL, E., MORALES, J.V., AVEZUELA, B., TIFAGOM, M. & JARDÓN, P. 2010. Treinta años de investigación sobre el Paleolítico superior de Andalucía: la Cueva de Nerja (Málaga, España). In: X. MANGADO, Ed. *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI. Homenaje al Profesor Javier Fortea*. Monografías, **8**, págs. 149-172. Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques, Universidad de Barcelona. Barcelona.
- ALOÏSI, J.C. 1986. *Sur un modele de sedimentation deltaïque contribution a la connaissance des marges passives*. 162 págs. Thèse, Université de Perpignan.
- CACHO, I., GRIMALT, J.O., CANALS, M., SBAFFI, L., SHACKLETON, N.J., SCHÖNFELD, J. & ZAHN, R. 2001. Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25.000 years and its connection with the Northern Hemisphere climate changes. *Paleoceanography*, **16**(1): 40-52
- CATAFAU, E., DÍAZ, J.I., MEDIALDEA, T., SAN GIL., C., VÁZQUEZ, J.T. & WANDOSSELL, J. 1990. *Mapa Geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas Adyacente. Escala 1:200.000. Hoja nº 79-79E (Murcia)*. 147 págs. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Instituto Tecnológico y GeoMinero de España. Madrid.
- CHRONIS, G., PIPER, D.J.W. & ANAGNOSTOU, C. 1991. Late Quaternary evolution of the Gulf of Patras, Greece: Tectonism, deltaic sedimentation and sea-level change. *Marine Geology*, **97**: 191-209.
- COLMENERO HIDALGO, E., FLORES, J.A., SIERRA, F.J. & GRIMALT, J.O. 2005. Reconstrucción de las temperaturas superficiales marinas del margen ibérico sudoriental durante el último período glacial mediante el empleo de coccolitofóridos. *Geogaceta*, **38**: 195-198.
- DÍAS, J.M.A. 1987. *Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental setentrional portuguesa*. Ph. D. Thesis (inédita).
- DURÁN VALSERO, J.J., GUMIEL, P., CARRASCO, F., ANDREO, B., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., GONZÁLEZ-CASADO, J.M. & SANZ DE GALDEANO, C. 1998. Recent fracturing in speleothems of bigs cavities: study and modelling attempt at the Nerja Cave (Betic Cordillera, Spain). *Spéléochronos*, hors-série: págs. 65-70.
- GEBCO, 2003. General Bathymetric Chart of the Oceans, Digital Edition [en línea]. IHO-UNESCO. <www.ngdc.noaa.gov/mgg/gebco> [Consulta: 20-06-2011]
- GUERRA-MERCHÁN, A., RAMALLO, D. & SERRANO, F. 1999. Evolución tectosedimentaria del entorno de la Cueva de Nerja durante el Plio-Cuaternario. In: B. ANDREO, F. CARRASCO & J. J. DURÁN, Eds. *Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico*. págs. 35-45. Patronato de la Cueva de Nerja.
- HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J. 1993. *Dinámica sedimentaria y evolución durante el Pleistoceno terminal-Holoceno del Margen Noroccidental del Mar de Alborán. Modelo de Estratigrafía secuencial de muy alta resolución en plataformas continentales*. 618 págs. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- 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.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. 1986. Los quelonios de la Cueva de Nerja. In: J.F. Jordá Pardo, Ed. *La Prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*. págs. 133-143. Patronato de la Cueva de Nerja.
- JORDÁ PARDO, J.F., 2004. Análisis geomorfológico y paleogeográfico de la Costa del Sol Oriental en los alrededores de Nerja (Málaga, Sur de España). *Zona Arqueológica*, **4**(I Geología): 52-71.
- JORDÁ PARDO, J.F. & AURA TORTOSA, J.E. 2008. 70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones C<sup>14</sup> del Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Nueva época. Prehistoria y Arqueología*, **1**: 239-256.
- JORDÁ PARDO, J.F. & AURA TORTOSA, J.E. 2009. El límite Pleistoceno – Holoceno en el yacimiento

- arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España): nuevas aportaciones cronoestratigráficas y paleoclimáticas. *Geogaceta*, **4**: 95-98.
- JORDÁ PARDO, J.F. & AURA TORTOSA, J.E. 2010. Treinta y dos años de investigaciones prehistóricas en la Cueva de Nerja (Málaga, España): resultados de las excavaciones arqueológicas (1979-1987) del profesor Francisco Jordá Cerdá. In: J.J. DURÁN Y F. CARRASCO, Eds. *Cuevas: Patrimonio, Naturaleza, Cultura y Turismo*. págs. 405-418. Asociación de Cuevas Turísticas de España. Madrid.
- JORDÁ PARDO, J.F., AURA TORTOSA, J.E., RODRIGO GARCÍA, M.J., PÉREZ RIPOLL, M. & BADAL GARCÍA, E. 2003. El registro paleobiológico cuaternario del yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geológica*, **98**(1-4): 73-89.
- JORDÁ, J.F., AVEZUELA, B., AURA, J.E. & MARTÍN-ESCORZA, C. 2011. The gastropod fauna of the Epipalaeolithic shell midden in the Vestibulo chamber of Nerja Cave (Málaga, southern Spain). *Quaternary International* (2011), doi:10.1016/j.quaint.2011.04.038
- KNEBEL, H.J., WOOD, S.L. & SPIKER, E.C. 1979. Hudson River: evidence for extensive migration on the exposed continental shelf during Pleistocene time. *Geology*, **7**: 254-258.
- MORALES, A., ROSELLÓ, E. & HERNÁNDEZ, F. 1998. Late Upper Palaeolithic subsistence strategies in southern Iberia: Tardiglacial faunas from Cueva de Nerja (Málaga, Spain). *European Journal of Archaeology*, **1**: 9-50.
- MORALES PÉREZ, J.V. & SANCHIS SERRA, A. 2009. The Quaternary fossil record of the genus *Testudo* in the Iberian Peninsula. Archaeological implications and diachronic distribution in the western Mediterranean. *Journal of Archaeological Science*, **36**: 1152-1162.
- MORENO, A., CACHO, I., CANALS, M., GRIMALT, J.O., SÁNCHEZ-GOÑI, M.F. & SIERRO, F.J. 2007. Conexiones climáticas de escala milenaria entre procesos oceánicos y atmosféricos durante el Último Ciclo Glaciar: estudio multidisciplinar de un sondeo del Mar de Alborán (Mediterráneo occidental). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **20**(1-2): 31-52.
- MÖRNER, N.A. 1971. The Holocene eustatic sea level problem. *Geologie en Mijnbouw*, **50**: 699-702.
- RODRIGUES, A. & DIAS, J.M.A. 1990. Evolução pos-glaciária da plataforma continental portuguesa a norte do Cabo Mondego. *Anais do Instituto Hidrográfico*, **10**: 39-50.
- RODRIGUES, A., MAGALHAES, F. & DIAS, J.M.A. 1992. Evolution of the North Portuguese coast in the last 18,000 years. *Quaternary International*, **9**: 67-74.
- RODRIGO GARCÍA, M.J. 1991. Remains of *Melanogrammus aeglefinus* (Linnaeus, 1758) in the Pleistocene-Holocene Passage of the Cave of Nerja (Málaga, Spain). *Schriften aus der Archäologist-Zoologischen Arbeitsgruppe Schleswig*, **5**: 348-351.
- RUDDIMAN, W. & MCINTYRE, A. 1981. The North Atlantic ocean during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **35**: 145-214.
- SANZ DE GALDEANO, C. 1986. Structure et stratigraphie du secteur oriental de la Sierra Almirajara (Zone Alpujarride, Cordillères Bétiques). *Estudios Geológicos*, **42**: 281-289.
- SAITO, Y. 1991. Sequence stratigraphy on the shelf and upper slope in response to the latest Pleistocene-Holocene sea-level changes off Sendai, northeast Japan. In: D. MACDONALD, Ed. *Sedimentation, Tectonics and Eustasy: Sea-level Changes at Active Margins*. Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ., **12**: 133-150.
- SANZ, J.L., HERMIDA, N., TELLO, O., FERNÁNDEZ-SALAS, L.M., GONZÁLEZ, J.L., PASTOR, E., CUBERO, P., GODOY, D., ALCALÁ, C., CONTRERAS, D., FRÍAS, A.J., TORRES, A., ALFAGEME, V.M., CARREÑO, F., PASCUAL, L., PÉREZ, J.I., REDONDO, B.C., VELASCO, D. & GONZÁLEZ, F. 2006. *Estudio de la Plataforma Continental Española*. Hoja MC055-Almuñecar-Serie C.
- SWIFT, D.J.P. 1976. Continental shelf sedimentation. In: D.J. STANLEY & D.J.P. SWIFT, Eds. *Marine Sediment Transport and Environmental Management*, **14**: 311-350. Wiley. NY.
- TESSON, M.R., ALLEN, G.P. & RAVENNE, C. 1993. Late Pleistocene shelf-perched lowstand wedges on the Rhone continental shelf. In: H.W. POSAMENTIER, C.P. SUMMERHAYES, B.U. HAQ & G.P. ALLEN, Eds. *Sequence Stratigraphy and Facies Associations*. Int. Assoc. Sedimentol. Spec. Publ., **18**: 183-196.
- THOMPSON, W.G. & GOLDSTEIN, S.L. 2006. A radiometric calibration of the SPECMAP timescale. *Quaternary Science Reviews*, **25**: 3207-3215.
- URIARTE CANTOLLA, A. 2003. *Historia del clima de la Tierra*. 306 págs. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- VAN ANDEL, T.H. & LIANOS, N. 1984. High-resolution reflection profiles for the reconstruction of postglacial transgressive shorelines: An example from Greece. *Quaternary Research*, **22**: 31-45.

