

# LOS ACANTILADOS MARINOS DE MORAIRA: SU EVOLUCION PLEISTOCENA.

FUMANAL, M<sup>a</sup>. P. y VIÑALS, M<sup>a</sup>. J.

Departamento de Geografía. Universidad de Valencia.

---

## RESUMEN

Entre el Cap de la Nau y la Punta de Moraira (Alicante) se extiende una costa acantilada cuyo perfil se ajusta a la forma de cantil-talud. Hoy está zapado en la base por la acción del oleaje a causa de la actual posición transgresiva del mar.

En los flancos de los entrantes y facetas que configuran este acantilado se conservan numerosos testigos de paleodepósitos de vertiente y dunas, cuya geometría permite intentar la reconstrucción de su antiguo trazado.

Se han detectado varias fases de evolución que irían desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno, (estadios isotópicos 6 a 1), reflejando la posición relativa del nivel marino en esta prolongada etapa.

**Palabras clave:** geomorfología, paleodepósitos, laderas, nivel máximo, Mediterráneo.

## ABSTRACT

The coast line between Cap de la Nau and Punta de Moraira is a sea cliff coast which presents a cliff and talus profile. This cliff is now eroded at the base by the wave action due to present transgressive sea level.

In the hollow and facets of the cliff there are many remains of slope and dune paleodeposits, whose geometry allows the reconstruction of the old morphology.

Different evolution periods from Middle Pleistocene to Holocene (isotopic stages 6 to 1) have been found, showing the relative sea level position in this long period.

**Key words:** Geomorphology, paleodeposits, slopes, sea level, Mediterranean area.

---

## INTRODUCCION

El presente trabajo se encuadra en los numerosos estudios llevados a cabo sobre la evolución de la línea de costa durante el Cuaternario en el área mediterránea española. Los resultados añaden nuevas aportaciones a síntesis recientes (PIRAZZOLI, 1987) sobre la evolución del litoral mediterráneo occidental.

Los datos que se presentan ahora forman parte de un proyecto más amplio que se está realizando sobre la morfología de los acantilados entre el Cap de la Nau y la Punta de Moraira.

En ausencia de depósitos marinos elevados en esta zona, la perspectiva desde la que se aborda el tema es

principalmente continental. En base a la morfología de las laderas y a los abundantes paleodepósitos coluviales y dunares, se ha intentado una reconstrucción de las fases de progradación y retroceso que están directamente relacionadas con las alternancias del nivel marino.

## MARCO FISICO

La Cala de les Cendres pertenece al tramo de costa acantilada valenciana que se extiende desde el Cap de la Nau hasta la Punta de Moraira (fig. 1).

Esta cala se forma a favor de una falla que individualiza la propia Punta de Moraira del resto del relieve. Se

trata de una vaguada de cantil, cuyo pie ha sido sucesivamente rellenado y vaciado de depósitos siguiendo las oscilaciones morfogenéticas cuaternarias (foto 1). En este punto se encuentra el yacimiento prehistórico de la Cova de les Cendres con importantes industrias paleolíticas y neolíticas.

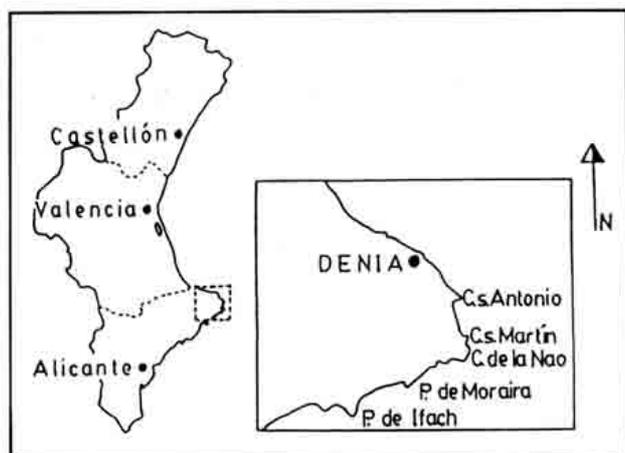


Fig. 1. Mapa de localización

El área de estudio está formada por materiales del Mesozoico que consisten en calizas senonienses coronando los escarpes, y calizas margosas y margas con orbitolinas cenomanienses que constituyen el tramo inferior del cantil. El conjunto forma parte del anticlinal de la Granadella, perteneciente al Sistema Prebético (VEGAS y PEDRAZA, 1975), que en la actualidad aparece como una peculiar estructura arqueada, consecuencia de las fracturas de gravedad que hundieron su flanco SE en el Mediterráneo.

Una intensa red de fallas normales y de desgarre que han actuado hasta momentos recientes afecta especialmente a la morfología costera; en este caso a la zona de acantilados la han compartimentado en bloques, dando lugar a un relieve en teclado con facetas rectilíneas a las que localmente se denomina *morres* (ROSSELLO, 1980).

En el modelado del relieve destaca una amplia superficie de erosión cuya altura no sobrepasa los 250 m y que bisela los estratos del anticlinal. Sus restos aparecen hoy fragmentados y desnivelados debido a la reactivación esporádica de las fracturas. Estas líneas de debilidad son aprovechadas a su vez por la red de drenaje actual.

El perfil costero, cuya morfología es de cantil-talud, muestra numerosos testigos de una intensa carstificación, y a menudo el retroceso de las laderas deja al descubierto formas de conducción a diversas alturas.

Los oleajes de mayor envergadura en este tramo son los del SE, ya que presentan el mayor *fetch*. El resto de trenes de olas se ve interrumpido al N por el Cap de la Nau, y al E por las Baleares. Actúan aquí sobre un acantilado de tipo *plunging* (sin plataforma de abrasión), y

tienen un fuerte poder erosivo, ya que no pierden energía por rozamiento con el fondo (SANJAUME, 1985).

## LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS.

Las laderas que conforman el área de estudio y que delimitan la línea de costa, presentan en su lado E un perfil convexo-recto-convexo, con remoción basal debido a la acción de zapa del oleaje.

Al pie de la elevada pared vertical que forma el cantil, se inician potentes acumulaciones detríticas, cuyos rasgos sedimentológicos permiten individualizar en diversas series. En la actualidad la intensa acción erosiva al pie de las vertientes ha provocado el dismantelamiento parcial, y, en ocasiones total, de los depósitos de las vaguadas de cantil, que originariamente se proyectaban de forma radial a partir de sucesivos ápices, interdigitándose progresivamente en sus áreas distales.

No obstante, quedan hoy numerosos testigos de estas acumulaciones tanto en zonas basales como adosados a roca madre en las partes laterales, donde dibujan y dejan adivinar las primitivas topografías cónicas. Ello permite, mediante un detallado estudio topográfico (fig. 2), seguir la sucesión estratigráfica de los materiales detríticos y reconstruir la geometría original del edificio sedimentario en los momentos en que una línea de costa diferente, más alejada, permitía su progradación (Fig. 3A y B).

El estudio de estos sedimentos y de sus fases deposicionales se ha llevado a cabo considerando diversos cortes ubicados en las inmediaciones de la Cova de les Cendres, que se describen a continuación y que permitieron sintetizar una columna tipo.

### Perfil Cendres 1

Corresponde a un antiguo relleno de pie de vertiente, actualmente dismantelado por la erosión marina.

La secuencia sedimentaria consta de 4 unidades, que de base a techo son (Foto 2):

-Unidad 1: Se trata de un caos de bloques calizos, heterométricos, de gran tamaño (entre 0.5 y 10 m) y sin matriz fina, que se sitúan sobre la roca madre de manera dispersa, formando la primera acumulación de derrubios vista al pie del cantil. Alcanza una potencia entre 4 y 6 m aproximadamente.

-Unidad 2: Rellena las discontinuidades del depósito anterior y alcanza una potencia aproximada de 2 m sobre aquel. Está formada por niveles de bloques y cantos poliédricos que alcanzan ocasionalmente 1 m de envergadura, en gradación positiva. No existe casi matriz intersticial y, cuando aparece, es arenosa y de color blancuzco. Los clastos son muy angulosos, y cerca de las áreas de pie de cantil son en su mayoría plaquetas de gelifracción. Este depósito está fuertemente cementado, individualizándose

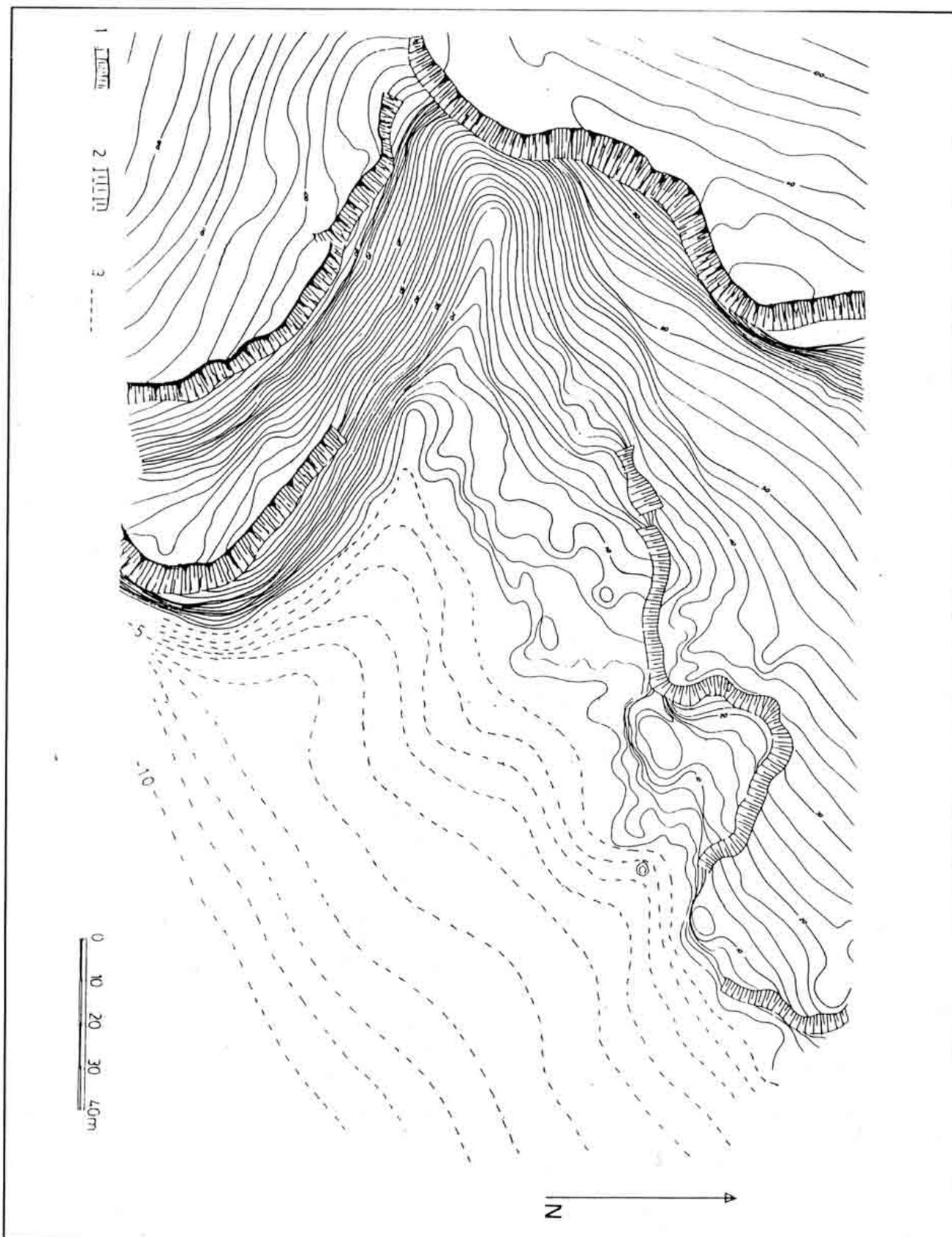


Fig. 2. Reconstrucción de la topografía y batimetría actuales (las isobatas se han extrapolado a partir de la carta marina hoja VIII de la costa SE de España). 1. Cantil; 2. Escarpe; 3. Curvas de nivel; 4. Isobatas.

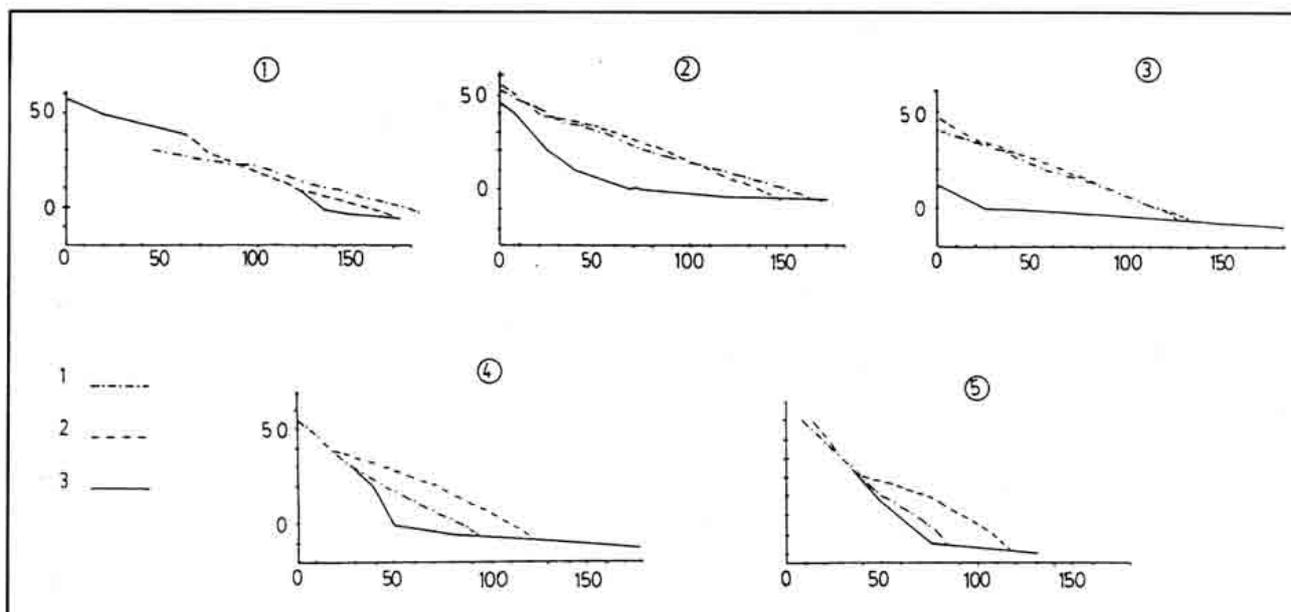


Fig. 3A. Reconstrucción de la paleotopografía pleistocena en cortes transversales.

se cada nivel al estar coronado por una concreción laminar de unos 5 cm de potencia.

El techo de toda la unidad aparece cubierto por una costra generalizada de unos 10 cm de espesor, y que sella la serie.

-Unidad 3: En contacto neto con el nivel anterior, tiene una potencia en el corte de 50-60 cm. Es un depósito arenoso blanquecino, con abundantes oolitos y estructura interna laminar, oblicua. A favor de estas láminas se han formado concreciones carbonatadas que hoy quedan en resalte.

-Unidad 4: Aparece en contacto erosivo con la unidad 2, y tiene una potencia de 1-1.5 m que aumenta hacia la base del cantil. Es un depósito de cantos y bloques calizos heterométricos (entre 5-10 cm) que se suceden en sets poco potentes donde alternan cantos, gravas y arcillas. Estos materiales aparecen englobados en una matriz limoarcillosa rojiza, sin cementar.

La topografía de este nivel regularizó el perfil de las laderas, que hoy encontramos zapado en la base.

## Perfil Cendres 2

Corresponde en su mayor parte a un edificio dunar a 60-65 m de altura, que se encuentra adosado bien a roca madre o a depósitos detríticos. En la actualidad está muy desmantelado tanto por los agentes marinos como por los subaéreos.

De base a techo del perfil, se han detectado las siguientes unidades:

-Unidad 1: Se trata de un nivel coluvial semejante al descrito en el corte anterior (unidad 2); sin embargo,

aquí los afloramientos son escasos y es difícil reconstruir su paleotopografía. En algunos puntos esta unidad basal la constituye la propia roca madre.

Las potencias vistas de este nivel oscilan entre 1 y 2 m.

-Unidad 2: Está formada por arenas detríticas de color marrón, de origen continental, y con algún oolito, (posiblemente retomado de la acumulación eólica anterior). La estratificación interna es cruzada, típica de depósitos dunares. El grado de consolidación es moderado, y se erosiona en forma alveolar (alveolos y taffoni). Este depósito se encuentra adosado a una ladera desmantelada que actuó de trampa de sedimentos, reteniendo en sus irregularidades topográficas los materiales transportados por el viento. Se obtiene aquí una datación absoluta por TL de  $112.000 \pm 17.000$  BP.

-Unidad 3: Coluvión de cantos y bloques con las mismas características que el de la unidad 4 del corte anterior. El contacto con el depósito subyacente es erosivo, y tiene una potencia aproximada de 1-1.5 m.

Por tanto, en el área estudiada la secuencia sedimentaria corresponde en su totalidad a depósitos continentales, alternando los materiales de ladera con los típicamente eólicos. No han sido vistos niveles marinos, que posiblemente se erosionarían en los momentos de máxima transgresión, o bien se encuentran actualmente sumergidos.

No obstante, las condiciones del entorno seguramente serían muy diferentes en el momento de formación de ambas acumulaciones: las fases de progradación de conos y depósitos de pie de ladera requieren una ausencia de agentes que provoquen una remoción basal activa, lo que

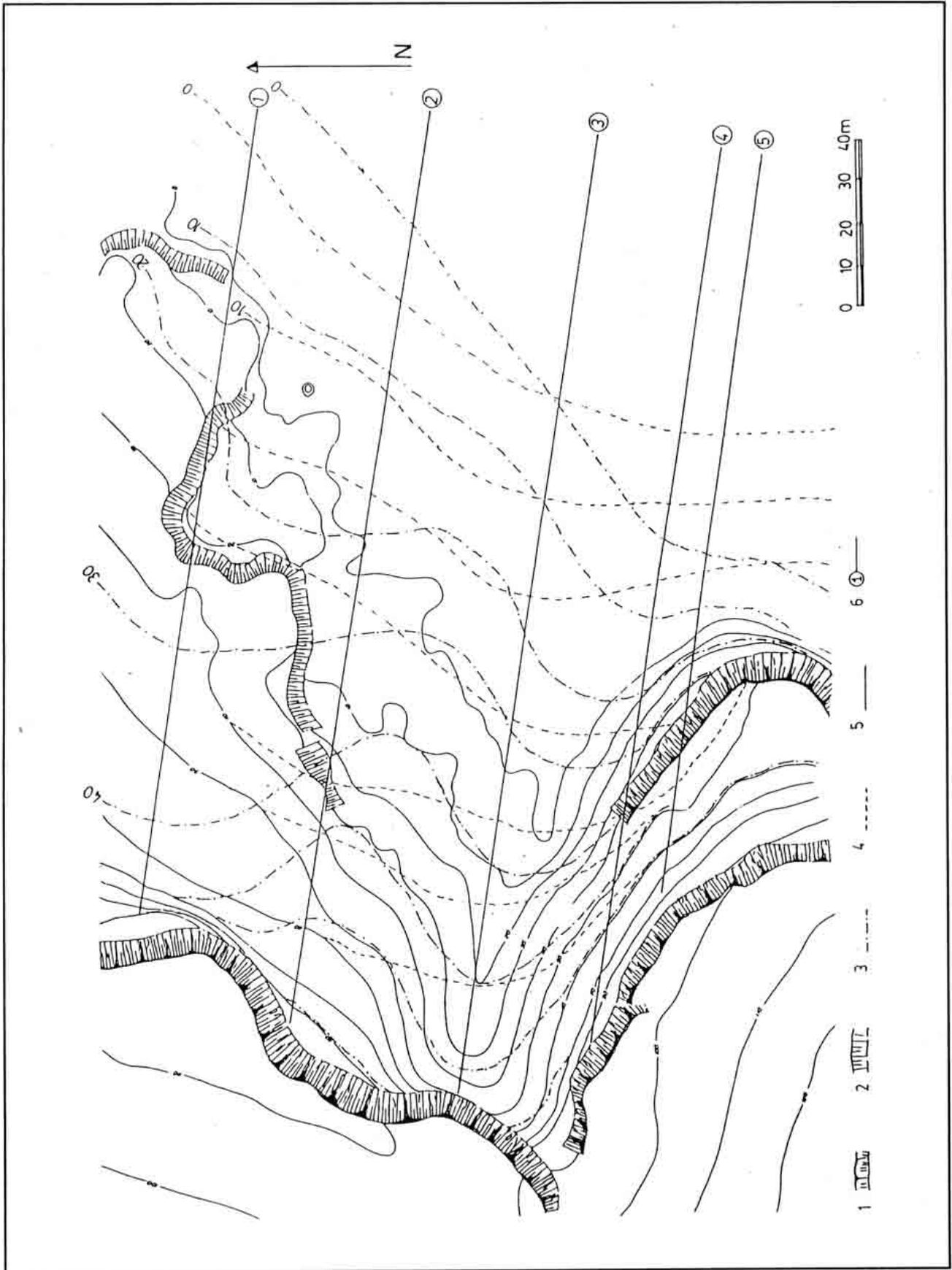


Fig. 3B. Reconstrucción de la paleotopografía pleistocena en planta. 1. Cantil; 2. Escarpe; 3. Reconstrucción paleotopográfica de la fase B; 4. Reconstrucción paleotopográfica de la fase D; 5. Curvas de nivel; 6. Localización de los cortes transversales.

Cova de les Cendres

Depósitos dunares

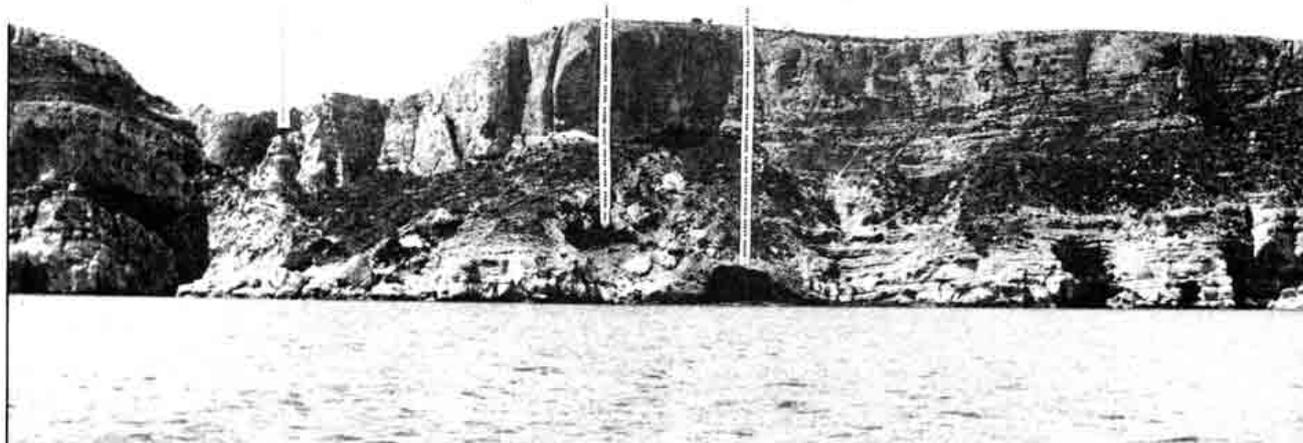


Foto 1. Panorámica general del acantilado

responde a una línea de costa lejana y a un entorno frío, si atendemos a las características de los coluviones.

La formación de edificios dunares de tal envergadura necesita un estrán próximo que sirva de fuente de aprovisionamiento. Esto implica que la línea de costa estaba por tanto, más cercana que en el caso anterior.

### EVOLUCION DEL ACANTILADO.

Las fases de evolución del acantilado se han tratado de reconstruir en base al análisis de estos dos cortes, por lo que sólo tienen validez para este punto concreto de la costa. No obstante, el enlace de las dos columnas queda patente gracias a la observación de diversos perfiles situados al N y al S del tramo estudiado. La información que aporta el estudio de los depósitos y la presencia de formas erosivas permiten esbozar los siguientes episodios:

A/ El acantilado modela su forma en un momento en que el nivel marino posiblemente alcanzaría mayor altura que el mar actual, sin descartar la participación de movimientos verticales del continente. La estructura de los materiales calcáreos con un buzamiento de 40° W, y el intenso diaclasamiento favorecería la fracturación en grandes bloques como consecuencia directa de la elevada energía del oleaje, dando en ocasiones un perfil extraplomado al cantil. El equilibrio inestable permitió la acción de otros procesos tales como *slumps*, descompresión, y caídas gravitacionales.

Estos grandes bloques darán lugar a una acumulación inicial formando una plataforma de derrubios al pie del cantil que fosilizó el frente de abrasión rocoso (fig. 4A).

B/ Como consecuencia del retroceso de la línea

de costa se produce una progradación de los depósitos continentales en varias fases. Los materiales coluviales (pie de ladera, vaguada de cantil, cono aluvial, abanico...) se apoyan y depositan sobre la base de bloques formada anteriormente (fig. 4B). El proceso de coluvionamiento da lugar a un talud al pie de cantil, cuya paleotopografía se intenta reconstruir en la figura 2. Paulatinamente este depósito fue consolidado por carbonatación.

La morfología de los materiales muestra rasgos que obedecen a procesos de clima frío. La intensa meteorización física de los momentos más rigurosos alternaría con episodios de rasgos climáticos estacionales en los que se brechifican los depósitos anteriores formándose costras calcáreas en superficie que los sellan parcialmente.

C/ Una pulsación positiva marina ha quedado reflejada en la secuencia por la presencia de una duna (unidad 3 del perfil Cendres 1).

Este depósito eólico, que engloba oolitos, nos hace pensar en diversas interpretaciones genéticas siempre unidas a un alto nivel marino. La formación de oolitos va ligada a la existencia de aguas someras y más cálidas que las actuales (MONTENAT, 1973; DUMAS, 1977); pero quedaría por dilucidar, si esta construcción dunar responde linealmente a la acción eólica que siguió a la creación de estos oolitos, o si por el contrario, se formó a partir de materiales heredados, originados con anterioridad. En este sentido hay que mencionar un amplio edificio dunar situado en la playa de Moraira donde pudo obtenerse una datación por U/Th de  $132.000 \pm 7.000$  BP, que corresponde a una restinga fósil, cuya textura, naturaleza petrográfica y color es semejante a la encontrada en el perfil Cendres 1. Esto nos permite pensar en la coetaneidad de ambos depósitos.

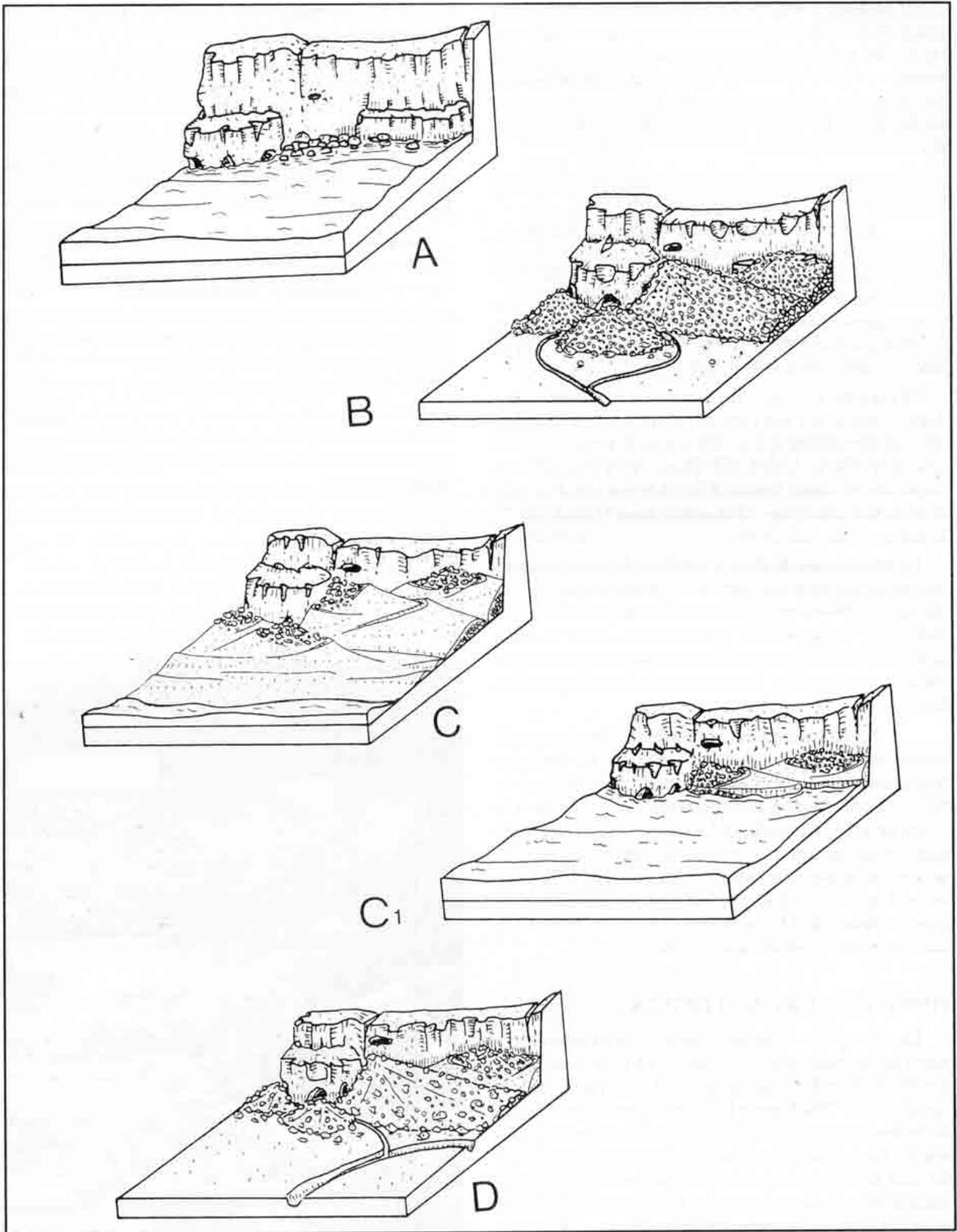


Fig. 4. Bloques - diagrama reconstruyendo las fases de evolución pleistocenas. A. Fase A; B. Fase B; C y C1. Fase C; D. Fase D

El carácter transgresivo de esta duna se manifiesta por el hecho de que se instala sobre una ladera regulada, cuyo talud no mostraba síntomas de desmantelamiento cuando se depositaron estas arenas (fig. 4C). Su riqueza en carbonatos y textura permeable facilitaron los procesos de lavado, contribuyendo también a la consolidación del coluvión subyacente.

El máximo transgresivo alcanzó el pie de este depósito, destruyéndolo en gran parte (fig. 4C1)

D/El recrudescimiento de las condiciones climáticas y la retirada de las aguas permite de nuevo que los sedimentos continentales prograden (Fig. 3). Esta secuencia puede seguirse a partir de dos depósitos: una duna regresiva (unidad 2 del perfil Cendres 2) y un coluvión generalizado posterior que regula el perfil de la ladera, y marca el máximo rigor climático (Fig. 4D).

El carácter regresivo de la duna viene marcado por dos elementos: por una parte su naturaleza detrítica y por otra, su deposición sobre una topografía parcialmente destruida por la acción del oleaje. Este episodio de formación de dunas ha sido detectado por otros autores al pie de la Serra de Santa Pola y del Molar (DUMAS, 1977; ROSSELLO y MATEU, 1978).

La abundancia de matriz arcillosa de los coluviones sugiere la importancia que tuvieron los fenómenos de disolución de calizas en la etapa templada anterior. Asimismo, la proporción y morfología de la fracción gruesa de este depósito, permite pensar que el rigor climático en aquellos momentos fue menor que en la fase B.

E/ La última fase corresponde al momento del avance marino holoceno (Foto 1, Fig. 2). La dinámica transgresiva desmantela los taludes de derrubios por la base, y forma balsas generalizadas en las calizas a la altura de 1-1.5 m., confiriendo de nuevo al paisaje unos rasgos erosivos, y gran inestabilidad (derrumbes de viseras de cuevas por desplome, como es el caso de la Cova de les Cendres,...). Sobre los depósitos coluviales antiguos se desarrollan formaciones edáficas de unos 25-30 cm de espesor de discreta evolución.

## HIPOTESIS CRONOLOGICA

La adscripción cronoestratigráfica se ha ensayado a partir de diversas dataciones por U/Th realizadas por el Dr. Bischoff del Geological Survey (USA) y por TL efectuadas por la Dra. Hanna Prószyńska en el Laboratorio de Sedimentología de Varsovia sobre los sedimentos dunares y las costras intercaladas en los depósitos coluviales. Los resultados han sido variables; en algunos de los yacimientos cercanos dentro del área de estudio han sido positivos, aunque la prudencia aconsejó un nuevo muestreo para confirmar las fechas, cosa que se lleva a cabo en la actualidad. Sin embargo, en la Cala de les Cendres, el

exceso de materiales detríticos finos ha impedido la obtención de dataciones fiables.

Por tanto, y a la espera de futuras confirmaciones de edad absoluta, se ensaya la siguiente hipótesis cronológica:

Las fases que integran el periodo de evolución estudiado se extienden desde el Pleistoceno medio-Riss alpino, o estadio isotópico 6 (EMILIANI, 1955) - hasta el Holoceno actual.

La fase B reflejaría, al menos en parte, el coluvionamiento ocurrido durante el penúltimo glacial, siendo la fase A de difícil determinación temporal.

Los depósitos dunares representarían así una de las pulsaciones positivas del nivel marino correspondiente al estadio isotópico 5 (Riss-Würm alpino).

Por tanto, las unidades superiores 3 y 4 de los dos perfiles reflejarían episodios de acreción de taludes y conos durante el último periodo glacial (Würm), cuya topografía hoy encontramos regularizando el perfil de las laderas actuales.

Finalmente tiene lugar el desmantelamiento de las

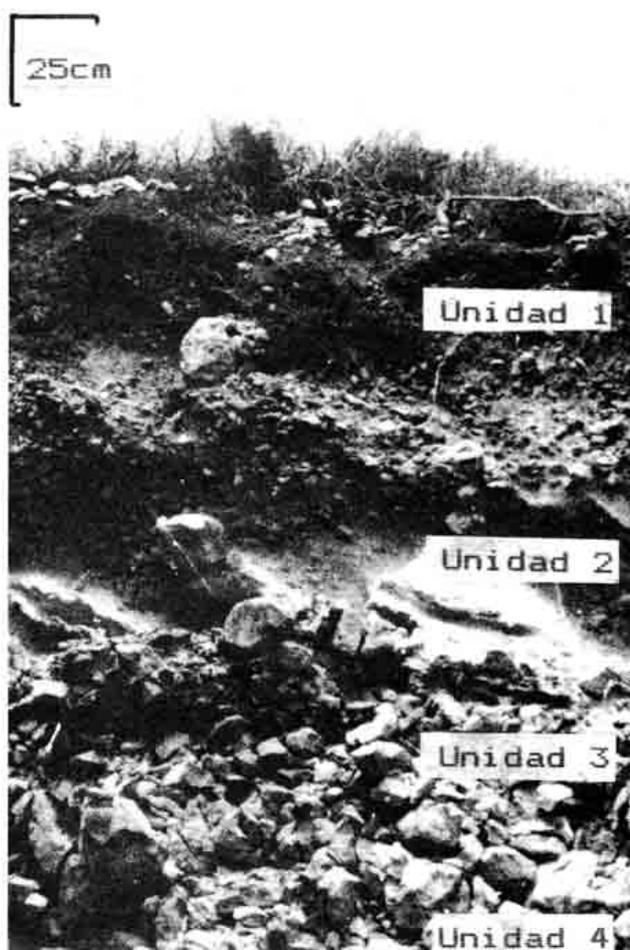


Foto 2. Perfil Cendres 1

zonas distales de los depósitos estadales como consecuencia de la pulsación positiva marina que tuvo su máximo en el Flandriense.

Esta hipótesis cronológica ha sido constatada en otros puntos del litoral mediterráneo español (ZAZO *et alii*, 1987; GOY y ZAZO, 1988; DUPRE *et alii*, 1989) aunque sobre niveles marinos, lo cual impide una correlación directa. Sin embargo, constituye una perspectiva diferente desde la que abordar los estudios sobre la evolución de la línea de costa.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan su agradecimiento a la Dra. Caridad Zazo y a otro crítico anónimo la revisión de este trabajo. Asimismo, al Dr. J. Bischoff y a la Dra. H. Prószyńska por su colaboración respecto a las dataciones absolutas.

## BIBLIOGRAFIA

- DUMAS, B. (1977): *Le Levant espagnol. La genèse du relief*. Paris, Université Paris XII, 520pp.
- DUPRE, M.; FUMANAL, P.; SANJAUME, E.; SANTISTEBAN, C.; USERA, J.; VIÑALS, M.P. (1989) : Sea level changes in a Mediterranean Lagoon (Pego, Valencia, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 68, nº 2-4, pp. 291-299.
- EMILIANI, C. (1955): Pleistocene Temperatures. *Jour. Geol.* 63, pp. 538-578.
- GOY, J. L.; ZAZO, C. (1988): Quaternary coastal evolution of the Valencia-Castellón littorals, (Spain) (Coastal shelf). *Inaugural meeting of IGCP Project 274. Amsterdam 1988*. pp 29-33.
- MONTENAT, Ch. (1973): *Les formations néogènes et quaternaires du Levant espagnol*, (tesis doctoral). Paris, Orsay. 1170ff.
- PIRAZZOLI, P. (1987): Sea-level changes in the Mediterranean. In TOOLEY and SHENNAN (editors): *Sea-level changes*. Basil Blackwell, Oxford. pp152-181.
- ROSSELLO, V. M. / MATEU, J. F. (1978): El litoral cuaternario de Santa Pola. *Cuadernos de Geografía*, 23. pp. 1-18.
- ROSSELLO, V. M. (1980): Los promontorios de la Nau. *I Curso de Geomorfología litoral Aplicada*, Valencia, E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. pp. 87-94.
- SANJAUME, E. (1985): *Las costas valencianas. Sedimentología y morfología*. Universidad de Valencia. 505 p.
- VEGAS, R., PEDRAZA, J. (1975): Mapa Geológico de España, 1/50.000, segunda serie. Hoja nº. 823, Jávea. I.G.M.E.
- ZAZO, C., GOY, J. L., SOMOZA, L., BARDAJI, T., DABRIO, C. J. (1987): Recent Quaternary marine levels on the Peninsular Spain. State of knowledge and discussion. In ZAZO, C. (editor): *I.G.C.P-PROJECT 200. Late Quaternary Sea-level Changes*. -IGCP/CAICYT. Madrid. pp. 7-34.