

CLIMA Y MORFOLOGIA PLEISTOCENA EN EL LITORAL MEDITERRANEO ESPAÑOL

por
VICENTE M. ROSSELLO VERGER

El cuaternarista está obligado a "tocar sobre un teclado muy extenso y, por ello, la ejecución es difícil" (GIGOUT, 1962). Recientemente ha aumentado la gama de temas y técnicas que se deben tocar, desde química a arqueología y, aunque no todos los historiadores sean unánimes en admitir argumentos paleoclimáticos del tipo del "physical challenge" de Toynbee, son pocos los que excluyan los cambios climáticos en la interpretación de las vicisitudes de la humanidad prehistórica.

Los problemas cronológicos tienen más fácil solución desde 1950 en que empezó a utilizarse la datación química a base de isótopos que, más recientemente, nos han informado de las oscilaciones térmicas de los últimos 100.000 años. Dataciones absolutas y curvas climáticas incrementan y completan la información de que disponemos respecto a los cambios de nivel marino y, especialmente, su repercusión sobre nuestras costas mediterráneas.

LOS LIMITES CRONOLOGICOS Y ESTRATIGRAFICOS

La frontera del Pleistoceno

Después de numerosas revisiones, el límite inferior del Cuaternario se ha fijado en la base de la formación terrestre villafranquiense y de la

marina calabriense, en las cuales se registran patentes cambios faunísticos hacia una fecha de hace dos millones de años (GLASS-ERICSSON, 1967). Sin embargo, esta frontera no nos compete demasiado, ya que el hombre aparece en nuestras regiones bastante después. La fecha 11.000 ó 10.500 años BP cierra la edad de los hielos, para dar paso al Holoceno o "Reciente" postglacial —o interglacial?— actual. La noción de Tardiglacial se debe a botánicos y palinólogos daneses quienes reconocen bajo el Holoceno 5 horizontes sucesivos: 3 fases frías (Ia, Ic, III) en las que se intercalan dos templadas (Ib Bolling, II Allerod). El límite superior de esta secuencia —final del Pleistoceno— sería 10.500 BP y su base 15.500 BP. inicio del Bolling, claramente paleolítico (GUILLIEN, 1962). Al no existir acuerdo internacional respecto al lindero Pleistoceno/Holoceno, nos permitiremos alguna invasión en los niveles inferiores del último.

La aceleración de la historia climática dificulta una división equilibrada del Pleistoceno, sobre la cual no hay unanimidad. Pese a ello, al prescindir aquí de las etapas más antiguas, el problema se simplifica. El Pleistoceno inferior o antiguo abarcaría hasta la fase segunda de la antepenúltima glaciación (Elster II) inclusive, de 400.000 a 300.000 años BP. El Pleistoceno medio arranca del Holstein interglacial (250.000 BP) y cubre todo el complejo Riss, para acabar hacia los 125.000 BP cuando comienza el interglacial Eem y con él, el Pleistoceno superior o final, tramo que dura unos 105.000 años. Se subdivide todavía el Würm, como se puede ver con detalles cuando hablemos de dataciones absolutas.

DIVISIONES DEL PLEISTOCENO

Würm	Pleistoceno superior
Eem	
Complejo Riss	Pleistoceno medio
Holstein	
Complejo Elster	
Cromeriense	Pleistoceno inferior
Menapiense	
Waaliense	
Eburoniense	
Tigliense	
Villafranchiense	

Clima y morfología pleistocena en el litoral mediterráneo...

Las vicisitudes glaciales

Dejando de lado otras repercusiones climáticas, la característica aplastante del Pleistoceno es la temperatura oscilante y anormalmente baja. Sin entrar en el terreno de las causas, interesan los efectos, en particular el balance de agua y las fluctuaciones del nivel marino. Todo el mundo admite en el Pleistoceno medio y superior dos glaciaciones fundamentales, la Riss y la Würm, las cuales vienen a desdoblarse en la Saale y Warthe, que con el intervalo cálido Ohe constituyen el complejo Riss, y los Würm I y II, menos individualizados. El interglaciar Eem marca la separación —hacia los 105.000 BP— entre el Riss y el Würm. Aún se podría distinguir períodos fríos dentro de un glaciar —o estadales—, interestadales o fluctuaciones cálidas en el mismo dominio.

Una vez más nos enteramos de duraciones muy desiguales. Del Holstein al Saale transcurren unos 50.000 años; el complejo Riss cubriría alrededor de los 50 ó 75.000 años; 18 ó 20.000 corresponderían al Eem y cerca de 60.000 a los dos Würms con su interestadial, antes de conseguirse la media térmica absoluta más baja.

Las industrias *paleolíticas*

La disparidad cronológica y espacial de técnicas y culturas hace casi imposible la sistematización de los hallazgos del hombre pleistoceno, mas, pese a superposiciones y adaptaciones que pueden destruir el esquema originario "industria-período", hay que intentarlo.

El Paleolítico medio suele asociarse al final del interglaciar Eem y al bajo Würm; su hombre Neanderthal habría vivido desde mediados del Eem hasta 35.000 BP (BUTZER, 1965), cuando se introduciría en escena sigilosamente el *Homo sapiens*, recolector, más que cazador, en este nuevo mundo.

Ni del Holstein, ni del Riss disponemos de datos sobre hallazgos en nuestro dominio arqueológico. Nuestro Paleolítico medio se inicia durante el último interglaciar con un difundido Musteriense lato *sensu* que puede abarcar (ZEUNER, 1956) casi 60.000 años y se precisará más adelante. El Acheulense es situado, no obstante, por algunos dentro del Riss, asignándole una antigüedad de cerca de 300.000 años (ARAMBOURG, 1962) la cual nos obligaría a retrasarlo aún más; BONIFAY (1962) también habla para el Acheulense tardío y para el Clactoniense, de fin del Riss, mientras otros (MOREL-HILLY, 1956) lo habían relacionado en Bône con la trans-

gresión tirreniense II (Eem) bastante más moderna. El Acheulense final o Micoquiense de Palestina (último interglaciar) equivale para ARAMBOURG a Levalloiso-Musteriense y en la Riviera a Acheulense musteroide. El Taia-ciense de BONIFAY (1962) se sitúa también en el interglaciar Riss/Würm, atribución que se alarga al Mustero-Taiaciense de Jordà (1955).

El Ateriense aparece sobre el nivel marino ouljiense o tirreniense II del NW de Africa (BALOUT, 1955), lo cual indica que es del Eem o posterior; se le ha atribuido el nivel A de Cova Negra (JORDA, 1953), si es que no pertenece al Levalloiso-Musteriense (ARAMBOURG, 1962). Por el contrario, la designación Levalloiso-Ateriense, correspondiente a las dunas con instrumentos "fosilizados" en el litoral de Bône (MOREL-HILLY, 1956) parece coincidir con la regresión preflamenca, posttirreniense o finiglacial. Efectivamente la técnica levalloisiense se encuentra sobre los yacimientos de *Strombus*, en forma de sílex tallados, en el cordón litoral de + 15 m en el Líbano (FLEISCH, 1956), o sea que nos movemos más acá de los 75.000 BP.

La transición del Paleolítico medio es cubierta por el Musteriense o Levalloisiense, ya que la primera fase del último glaciar ocurrió delante del hombre de Neanderthal, artífice de estas industrias. El Musteriense francés abarca hasta el interestadial Würm II/III (final del II en la numeración alemana). La diversidad de industrias musterienses complica el problema cronológico: las fechas oscilan entre más de 75.000 BP y 40.000, e incluso más antiguas. Efectivamente el Musteriense del centro del País Valenciano se engloba entre fines del Eem y principios del Würm I. El Würm I de la división francesa (Ia de la alemana) fue templado húmedo, mientras el II (Ib) seco y frío (BONIFAY, 1932); la fauna del primero es llamada "cálida", en tanto que la del segundo es banal o fría. Würm I y II valencianos quedan involucrados en el enorme lapso (30.000 ó 40.000 años) musteriense; el nivel G de la Gorham's Cave de Gibraltar, según VRIES, es Würm II y lo sitúa a 45.000 a. C.

El Musteriense aparece a menudo con talla levalloisiense —técnica de raíz acheulense— y eso complica mucho las atribuciones y sucesiones. Entre nosotros se repite mucho la denominación Levalloiso-musteriense, prestada de Oriente medio donde finaliza hacia 30.500 BP y es localizado sobre las playas de *Strombus* de + 6-8 m y + 15 m (GARROD, 1956; FLEISCH, 1956) en Ras-el-Kelb; esto supondría el principio del mínimo würmiense (PFANNENSTIEL, 1952). También se presenta sobre los restos de la transgresión tirreniense II en Bône, datación que puede hacerse coincidir con los 55.000 BP largos de Latina (BLANC-VRIES-FOLLIERI, 1957) con momentos cálidos o fríos y los 40 ó 50.000 BP de Mount Carmel (VITA FINZI-HIGGS,

1970. El Mustero-Levalloisiense, datado en el Würm I con el Mustero-Taia-ciense (JORDA, 1953), ha sido reconocido también sobre el Tirreniense de Tarragona (VILASECA, 1952); probablemente hay que situarlo antes que los citados antes.

El Auriñaciense arranca del Würm II europeo (III francés) y cubrió sólo algunos milenios a menos de 30.000 años de distancia de nosotros; después del Auriñaciense típico, el dominio del Paleolítico superior se contrae o desmenuza (GUILLIEN, 1962). Si el Auriñaciense valenciano ha sido ubicado en el primer interestadial Würm (FUSTÉ, 1953), o en el Würm II avanzado (JORDA, 1957), la Cova del Reclau (Serinyà) proporciona un Auriñaciense datado entre 14.250 y 16.750 a. C. El Solutrense se intercala con el anterior, al menos en las primeras etapas del Würm II; también la citada Cova del Reclau nos proporciona una data de C¹⁴: 11.250 ± 600. a. C. (MUÑOZ, 1967).

Los cazadores avanzados de finales del Würm, que se mueven en un clima más bien periglacial, han adquirido tecnologías más perfectas que podemos inscribir en el Magdaleniense y Epigravetiense. Los seis pisos del Magdaleniense se escalonan entre 17.000 y 12.000 BP; el Epigravetiense es ligado por JORDA (1955) con el segundo interestadial del Würm, contemporáneo del Magdaleniense, del cual poseemos una datación en su piso superior en Bora Gran d'En Canyelles (Serinyà): 11.530 ± 500 BP. El Epigravetiense se prolonga en pleno Epipaleolítico o Mesolítico, alcanzando la etapa de cosecha que transcurre en un clima primero templado húmedo, después seco y fresco y luego templado seco del Holoceno y la trasgresión flamenca, entre 8.000 y 5.000 BP (SEGRE, 1969).

<i>Unidad estratigráfica</i>	<i>Data BP</i>	<i>Clima</i>	<i>Nomenclatura arqueológica</i>
Holoceno	7.000	Cálido	Epipaleolítico-Mesolítico
Würm III (IV)	12.000	Seco y frío	Magdaleniense
Würm II (III)	30.000 45.000		Epigravetiense
Würm I (I-II)	72.000	Templado Húmedo	Auriñaciense
	75.000		Solutrense
			Gravetiense
			Musteriense trad. acheulense
			Taia-ciense
			Levalloiso-Musteriense
Eem	105.000	Cálido	Musteriense l.s.
Warthe	125.000	Frío	Clactoniense
Ohe	} Riss	Cálido	Acheulense
Saale		> 200.000	Frío
Holstein	> 250.000	Cálido

Las dataciones absolutas

Sblo se mencionan aquí las datas más fiables obtenidas por diversos procedimientos —**radioisotópicos** en mayoría— con muestras de la España oriental o de comarcas de clima o geomorfología muy afín; alguna vez movilizamos otras extrañas que puedan ayudarnos a llenar los huecos de la cronología, en buena parte ya anticipada.

El Holstein es situado entre 250.000 (**ZACWIJN, 1963**), y 160.000 BP, lapso al que corresponde la datación más vieja del País Valenciano, un *Pectunculus violacescens* del Tirreniense I al S de la Platja de Sant Joan (+ 18 m; más de 200.000 BP. **STEARNS-THURBER, 1965**). El complejo rissien-se puede ser inscrito entre los 160.000 y 120.000 aproximadamente; el yacimiento mallorquín de Sa Torre de S'Estalella, tirreniense II a + 11 m, ha acusado 135.000 ± 10.000 BP, pero se trata de una fecha corregida en el Lamont Geological Observatory. Claramente eemianos son los restos de Ses Rotes de Sa Cova (Mallorca), Tirreniense II, fase final, que sacan 115.000 ± 5.000 BP y los de Torrevieja, del costado SW de un promontorio entre la villa y Torrejón a + 2-3 m y que fueron calificados de post-glaciares (!) por **GIGOUT** et al. (1955), cuando la medicibn proporciona la fecha mencionada (**STEARNS-THURBER, 1965**). Esto encaja perfectamente con la mayoría de apreciaciones cronológicas del interglaciar Eem, entre 115.000 y 80.000 BP (**BUTZER, 1964**; **FAIRBRIDGE, 1968**). Los investigadores de Lamont nos ofrecen otra muestra tirreniense II del N del Cap de l'Horta a + 7 m con 85.000 ± 5.000; una de Terreros (litoral 13 km SW de Aguilas) con 82.000 ± 5.000 y la del W de Mojácar a + 10 m que les dió 80.000 ± 5.000 BP; aunque parezcan un poco bajas, conviene, de acuerdo con su fauna cálida, englobarlas en el interglaciar y posiblemente coincidan con el nivel alto fijado en Florida y las Bahamas.

Las múltiples y no concordantes divisiones del Würm dificultan el establecimiento de la cronología; simplicando, le atribuiremos una base a 80.000 años de nosotros y una coronación a unos 11.000 BP. El Würm I de una división bipartita alcanzaría entre 80.000 y 60.000 BP, aproximadamente; de él tenemos una referencia en Camp de Tir (Mallorca), que por la fauna es francamente tirreniense III, con datación de 75.000 ± 5.000 BP. Las turbas sobre playa tirreniense del Canal Mussolini se refieren a antes del 55.000 BP (**BLANC-VRIES-FOLLIERI, 1957**). El interestadial Gottweig, situado entre 50 y 40.000 años, coincide con el Levalloiso-Musteriense de Monte Carmelo (**VITA FINZI-HIGGS, 1970**); con ello resulta sospechosamente dividido el Tirreniense III que volvería a aparecer como pulsacibn

—única o varia— del Würm II que transcurre desde el 40.000 hasta el 10.500, pero considerado estrictamente, hasta el recalentamiento de 16.000 BP. En efecto, la muestra L-787 B de Cap de l'Horta que GIGOURT (1962) consideró postglacial, es del 32.000 ± 3.000 BP según el método $\text{Th}^{230} / \text{U}^{234}$ y ≥ 33.000 por C^{14} (STEARNS-THURBER, 1965). Otra datación del monte Carmelo atribuye al nivel +45 m una antigüedad de 18 a 20.000 años. El Tirreniense III más tardío datado, sería la costa de +8-9 m de la Grotta Romanelli (Terra d'Otranto: BLANC, 1962) con 11.930 ± 520 .

Pero esa cronología ya entra en el tardiglacial o casi postglacial, transición entre Pleistoceno y Holoceno, pues las curvas térmicas de Emiliani sitúan el techo del Würm II a 12.000 BP. Antes comienza ya la zonación polínica danesa. El Oldest Dryas acaba el 13.500 BP, precisa fecha del Ia de la Cova del Toll (Moià) estudiada por FLORSCHÜTZ y MENÉNDEZ AMOR; el Ib o Boling (13.500-12.500 BP) figura con 12.800 en la citada cueva y el Ic u Older Dryas (12.500-12.000) con 400 años de retardo según el patrón danés. El nivel II de la Cova del Toll (10.500 BP) es el Allerod (del 12.000 al 10.800 en DK); el III (10.000) corresponde al Younger Dryas (10.800-10.300). Del IV o Preboreal no conocemos dataciones hispanomediterráneas, ni tampoco del V - Boreal (9.500-7.600 BP). Dentro del Atlántico (7.500-5.000) se integra el nivel -2,10 m de la Ereta del Pedregal (Navarrés: MENÉNDEZ AMOR - FLORSCHÜTZ, 1961 c) que resultó 6.130 ± 300 . Separado por el máximo flamenco o "versiliano" de hace unos 5.000 años, aparece el VII o Subboreal (5.000-2.800 BP) en el cual incluimos el nivel -1,60 m de la Ereta con 3.930 ± 250 según la determinación C^{14} de Griffin en Michigan.

LOS CAMBIOS PLEISTOCENOS EN EL DOMINIO MEDITERRANEO

En nuestras latitudes se produjeron considerables cambios climáticos durante el Pleistoceno, pero los procesos fríos fueron menos enérgicos que a latitudes algo más elevadas, según demuestran las pruebas faunísticas y florales. Las condiciones "pluviales" prevaldrían en las tierras bajas, especialmente durante el bajo-glacial. Los "pluviales" de los subtrópicos fueron *grosso modo*, contemporáneos de los máximos glaciales, pero conviene desarrollar el esquema en exceso simplista, formulado por BÜDEL (1951) de pluvial-glacial y árido (interpluvial)-interglacial.

La dinámica climática

El Mediterráneo se encuentra en la zona de superposición de los *westerlies* circumpolares y de las células subtropicales de alta presión; sobre esta interferencia hay que tratar los tipos de circulación atmosférica glacial e interglacial.

En los máximos glaciares —según LAMB y FLOHN (1963)— se produjo un desplazamiento hacia el S de nuestro hemisferio, de las zonas climáticas. El FP en invierno solía situarse sobre las Islas Británicas y no al N de Noruega; los jets circularían de 10 a 15° más cerca del Ecuador y un cinturón continuo de ciclones se centraba más o menos a los 50° de latitud. Todo muy parecido a la situación actual del hemisferio meridional. Los cambios cuaternarios pueden ser explicados en función de los actuales cambios de la circulación zonal o meridiana.

WILLETT y FLOHN opinan que la circulación típicamente zonal ha sido más importante en tiempos históricos y postglaciales, y probablemente en los no-glaciales o interglaciales. El desplazamiento hacia N del *jet* y de los vientos del W (*westerlies*) es menos desfavorable a la precipitación sobre los dominios desérticos del alisio. Los mismos autores consideran que las edades glaciales pleistocenas y los cortos lapsos históricos de frío son anomalías meridianas. La penetración de aire frío en los Trópicos favorece la precipitación en los márgenes de los desiertos. Aún hoy, las situaciones típicas que aportan lluvias tormentosas a la región mediterránea están a menudo ligadas al aire frío marítimo con nevadas sobre Escandinavia. Por otra parte, la baja de 5° C autoriza una reducción de la evaporación en un quinto. En el Würm final la circulación aérea no era favorable a las lluvias mediterráneas.

BUTZER (1961 a y 1965) ha sintetizado climas y tipos de circulación como sigue:

PLEISTOCENO SUPERIOR MEDITERRANEO

Fase	Tipo de circulación	Dirección dominante	Clima
Interglacial seca (Interpluvial)	Sudmeridiana	SW y W	Como el actual
Interglacial húmeda (Subpluvial)	Sudmeridiana	SW, NW y W	Más húmedo, más cálido
Glacial inicial (Pluvial)	Normeridiana	NW	Más húmedo, más fresco
Glacial plena	Normeridiana	NW	Más seco, más frío
Glacial final	Zonal, sudmeridiana	W y SW	Más seco, más frío

El tipo de circulación *zonal* del W hace seco y cálido el Mediterráneo. El tipo de circulación sudmeridiana (WALLÉN, 1953) justifica un clima cálido, con escasas lluvias si proviene del tercer cuadrante y más considerables, del NW. La circulación *normeridiana* provoca frío en el Mediterráneo, con lluvias más abundantes si viene del NW que del SW.

Las observaciones de GARCÍA SAINZ (1947) en Sierra Nevada confirman la dirección dominante del NW (N 55° W) durante el máximo glacial. El máximo de aridez estuvo acompañado de formación de conos **aluviales**, eventualmente *ergs*; en la transición a pluvial se desencadena la erosión fluvial creciente hasta el máximo **húmedo** con cementación superficial, mientras que la transición de pluvial a árido es marcada por la sedimentación fluvial predominante de gravas y arenas y hasta incluso eolización.

Las fluctuaciones climáticas y la evolución de las formas

Existen muchos inconvenientes para poder considerar globalmente, temperaturas, precipitaciones y formas, que no siempre fluctúan con las mismas tendencias. Los interglaciales conocieron un clima análogo al actual e incluso 2 ó 3° C más cálido. La radiación solar de MILANKOVICH y los análisis de temperatura de EMILIANI no sugieren una secular deterioración de la temperatura durante el Cuaternario. No obstante, la evidencia de los testimonios eustáticos, cuanto más antiguos, más elevados, cómo se explica? O, contra lo que dice EMILIANI, los climas se habrían vuelto progresivamente fríos o los continentes y las islas se están levantando por doquier, o un poco de cada cosa. (FAIRBRIDGE, 1962).

EMILIANI habla de una variación de las temperaturas marinas superficiales, periódicas (cada 41.000 años) de unos 7° C, habiendo observado 12 ó 13 ciclos completos en el Pacífico desde el Plioceno. A base de un testigo de 8,43 m extraído a -2.664 m al SE de Creta, practicó el análisis isotópico de diversas globigerinas de superficie que denotan la temperatura de verano, cuando se realiza el depósito del carbonato. Es problemática la composición del oxígeno isotópico en el Mediterráneo: la *ratio* O^{18}/O^{16} era entonces más baja que en la actualidad. Es verdad que la completa renovación de las aguas del Mediterráneo no exige más de 75 años (SVERDRUP-JOHNSON-FLEMING, 1942); de todos modos, si el cierre fue posible, no es apenas probable.

Cronología y tendench térmica Mediterránea (EMILIANI, 1955)

1.—Postglaciar		
2.—Würm II (17.200)	12.000 BP	La T más baja
3.—Würm I/II	30.000 BP	+ T
4.—Würm I	55.000 BP	- T
5.—Riss/Würm (Eem)	75.000 BP	+ T (En realidad, dos pulsaciones
6.—Riss	103.000 BP	- T negativas y tres positivas).
7, 8, 9.—Mindel/Riss	125.000 BP	+ T
10.—Mindel	175.000 BP	- T
	200.000 BP	

De un interglaciar a un glaciar, la diferencia no es inferior a 15" C; las temperaturas máximas son prácticamente iguales a las actuales medias de agosto (25-26°), excepto las del nivel 5, considerablemente más altas. Los episodios más severos muestran temperaturas estivales de 8 a 13" C, especialmente las del Würm II, que denotan condiciones semejantes a las actuales de Newfoundland. Parece que el mar fue más frío que ahora y que los interglaciares fueron muy cortos; las temperaturas más bajas se *situaban* regularmente al final de cada glaciación. En el caso de la última, la cota más baja es la de 17.200 ± 500 BP. Entonces el Mediterráneo era una inmensa región seca, única explicación a la ausencia de nieves por bajo los 2.000 m (GUILLIEN, 1962); un mundo xerótero, en términos de GAUSSEN: la sequía veraniega era tan fuerte que la humedad provenía esencialmente de la fusión de las nieves de invierno. Las investigaciones de VERGNAUD-GRAZZINI y BARTOLINI (1970) sobre un testigo de 5,20 m taladrado a -1.500 m en el Mar de Alborán, dan para los mínimos würmienses I y II 9° ± 3" C y 9,5 ± 2,5° C; 1 ó 2° más para las medias interglaciales y sólo 18 ± 5" C para el máximo postglacial (Dryas III). La acumulación progresaría a razón de 24-30 mm/100 años.

La terraza lacustre de Banyoles, integrada por travertinos del Pleistoceno antiguo, rubificados, se opone a la terraza inferior —que contiene la mandíbula Neanderthal— no rubificada, como si el último período de rubefacción fuese anterior a la última glaciación (SOLÉ, 1956, p. 43). Asociados a las terrazas del Llobregat y del Besós, se han reconocido una serie de depósitos característicos: la terraza de 80 m —posiblemente Mindel/Riss— con fauna cálida, soporta un modesto grueso de limos rojos muy calcificados y con una costra espesa. En la terraza 30-40 m, de tendencia fría (Riss?), anterior al Tirreniense II, se apoya un potente

complejo de tipo cíclico de arcillas rojas, limos amarillos eólicos y costra caliza (SOLÉ, 1962).

En el Mediterráneo Occidental la acción geomórfica de los climas fríos es anterior al Musteriense y al Eem (BONIFAY-LUMLEY, 1959) y es evidente en el Musteriense, antes de que aparezcan los primeros representantes de la fauna fría. Al principio del Paleolítico superior, la retirada de la fauna cálida no se explica sin la deterioración climática. La crisis neoglacial alcanzó el Mediterráneo, pero sólo tenemos dataciones de ello en Pisa (26.350 BP) y Massaciucoli (16.400 BP), bosque de *Pinus* y *Abies*); entre estas fechas se situaría el descenso de los bosques subalpinos hasta el nivel del mar (GUILLIEN, 1962). Las capas musterisenses de Gibraltar parecen indicar un clima algo más húmedo y frío, inicio del último glacial (ZEUNER, 1959), mientras que al N de Egipto se pasaba por condiciones desérticas o subdesérticas (SAID-PHILIP-SHUKRI, 1956).

La Grotta **Romanelli** (Puglia) acusa en el Paleolítico superior, correspondiente al interestadial **Würm** 1/11, tres fases pluviales, la segunda más intensa y la tercera más débil (ZEUNER, 1956); los tres episodios pluviales parecen reencontrarse en las tres fases de sedimentación tobácea del Abric **Romaní** de Capellades (SOLÉ, 1956). La terraza inferior del **Llobregat** (2-3 m) de cantos y limos rojos, sin impregnación ni costra, puede ser contemporánea.

El mínimo tardiglacial de 17.000 BP es seguido a partir de 16.000 por un recalentamiento. La Cova del Toll (**Moià**; dataciones de **FLORSCHÜTZ-MENÉNDEZ**) da un nivel Ia (13.500 BP) con parque, Ib (12.800) con estepa, Ic (11.600) con parque; **II** (10.500) con estepa y **III** (10.000). Las fases pluviales más acusadas ocurrieron entre 11.000 y 7.000 BP, con esporádicas incursiones de lluvias de verano y monzónicas hasta los litorales del N del Mediterráneo (**FAIRBRIDGE**, 1968).

El Holoceno probablemente no es más que un interglaciar. Los paleosuelos del Holstein y del Eem sugieren condiciones diferentes de las actuales: más duración e intensidad de la alteración que en el Holoceno. Los "interpluviales" no serían precisamente secos, sino subhúmedos con fases secas (BUTZER, 1965). El ligero aumento de lluvia del Neolítico es seguido de una desecación progresiva en tiempos modernos.

Los estudios más finos muestran episodios fríos y templados a lo largo de todo el Würm, cuyos estadios hubieran sido progresivamente fríos; el mínimo térmico (θ menos que el actual) y el máximo de extensión del

hielo se producirían a fines del Auriñaciense —20 ó 25.000 BP— y durante el Dryas —14 a 9.000 BP ca—. Un bptimo climático separa este Último, del glaciario pleno. Hacia 12.000 a. C. sucede el primer óptimum finiglacial o fase Allerod (recalentamiento brutal a 4" C menos que ahora); la subida se acaba entre 11.000 y 10.000 BP, con la deterioración del Upper Dryas (Younger Tundra fase) baja 7 u 8' las temperaturas medias actuales; lentamente se alcanza otro bptimo hacia 6.000 BP. El estudio de las precipitaciones es bastante más dificultoso que el de las temperaturas.

Los climas *interglaciales subtropicales* han dejado suelos (procedentes de un estadio más húmedo y modificados) de *Braunlehm* o *terra fusca*, que en nuestras tierras meridionales está recubierta de episodios de costras zonares o simplemente calizas, debidas a la precipitación de aguas saturadas. La hipótesis más simple sugiere un bosque claro donde la sedimentación de las finas láminas de calcita se hace en condiciones cálidas; a menudo se encuentran trozos de *terra fusca* engastados que implican (BUTZER, 1961 a) lluvias torrenciales después de períodos secos que irían en aumento. Estos suelos algo desarrollados y las repetidas costras de precipitación se asocian en Mallorca con los estadios intermedios de la última glaciación y el máximo de la transgresión flamenca. Se puede pensar lo mismo de los interglaciares plenos.

Si consideramos los *interglaciares secos* como el actual o reciente Postglaciario, hay que fijarse, en cuanto a suelos y formas, en una marcada reducción de la humedad respecto a los anteriores interglaciares. Dejando aparte la anhidración salina, ahora sólo se desarrollan xerorrenzinas o suelos pardos. En Mallorca BUTZER ha notado que los antiguos plastosuelos han sufrido la emigración de las arcillas coloidales desde el Subboreal (4.000 BP) y desde entonces la morfogénesis parece poco activa, posiblemente "interpluvial". El que el último glaciario del Würm haya dejado rasgos semejantes complica una posible esquematización.

El clima *interglacial húmedo* (tropical o "subpluvial") con una corta, pero clara estación seca, es asociado a la transgresión tirreniense I (Holstein) y ha dejado un suelo maduro de clara caracterización de *Rotlehm* que sobre caliza constituye una *terra rossa* con horizonte B de 50 a 100 cm y más, del tipo que actualmente parece formarse en el bosque pluvial hircaniano. Su máximo desarrollo es atribuido por DURAND al "gran" interglacial Mindel-Riss (Holstein) y ha sido observada (BUTZER, 1964 a) su presencia sobre las terrazas Mindel de los ríos catalanes. El desarrollo de *terra rossa* del Eem (Riss/Würm) ha sido verificado en Mallorca (KLIN-

CE-MELLA, 1957; BUTZER-CUERDA, 1962) con menos categoría, pues la climax tiende a *Braunlehm*.

Con el clima *glacial inicial* pasamos a condiciones más dinámicas geomórficamente; si el suelo tiene menos posibilidades de madurar, es por la activa erosión y sedimentación. Por toda la ribera mediterránea el glaciar bajo-Würm dejó gravas pluviales bien o algo rodadas en terrazas fluviales y conos aluviales o mantos de fangos coluviales o limos rojos, mientras bajaba el nivel marino. Los limos pueden presentar una fracción eólica y hasta cantos angulosos; admiten costras zonares intercaladas y pasan lateralmente a depósitos fluviales. Determinadas formaciones estalagmíticas abundantes, serían contemporáneas. Las lluvias, no hay por qué hayan superado las de los interglaciares, pero la meteorización preparatoria —crioclástica, sobre todo— autoriza una mayor morfogénesis.

Los *glaciares plenos* —secos y fríos— son jalonados en los litorales por las eolianitas regresionales, mientras en las áreas periglaciares dominaba el Löss. En el interior de los continentes, sobre las gravas anteriores del glaciar inicial, se encuentran lechos más delgados, mal estratificados y cada vez más angulosos, que pasan lateralmente a fangos coluviales con fragmentos termoclásticos. Una cierta pluviosidad es exigida por el considerable transporte, pero tal vez menor que en la etapa inicial, como sugieren los *éboulis secs* y los derrubios termoclásticos no corroídos de las cuevas (BUTZER, 1957).

Los restos de los climas *finiglaciales* son poco importantes en cuanto a suelos y morfogénesis, algo parecido a los interglaciares. Los estudios de POSER sobre dunas fósiles continentales de Centro-Europa permiten reconstruir la circulación de la época con predominio zonal o mixto sudmeridiano. Atendida la reducción de la evaporación (menos del 75 %, sc. FLOHN) por los fríos, se comprende la aridez del clima mediterráneo y su escasa eficacia morfogenética.

A nuestras zonas litorales y premontañosas BÜDEL y WOLDSTEDT (1954) atribuyeron durante el Würm un clima de bosque mixto, primordialmente caduco, con exclusión de la vegetación mediterránea, a no ser en el "sudeste" más estricto de Almería. Las gravas aluviales y los limos rojos coluviales corresponden frecuentemente a un clima "pluvial" del bajo Würm. ARAMBOURG (1925) señaló la peculiaridad de tales sedimentos en las cuevas.

En resumen, las fases climáticas del Pleistoceno superior son clasificadas por BUTZER (1965) en a) Períodos de incipiente regresión marina y avance glacial —probablemente el bajo Würm en globo— que se caracterizan por 1) fenómenos "pluviales" (lluvias más intensas, no **torrenciales**): aluviación fluvial y coluviación de ladera; 2) descenso gradual de la temperatura. b) Períodos de prolongado bajo nivel marino (pausas glaciales) y el ascenso marino del Würm superior estuvieron acompañados por 1) terminación del aluvionamiento, **eolianitas** litorales y desarrollo de suelos semiáridos (como ahora) y 2) bajadas totales de la temperatura del orden de 5 °C o más.

Glaciarismo y periglaciarismo mediterráneo

En el Pleistoceno superior se produjeron glaciaciones de montaña (glaciares cortos y de tipo tropical en la España del sur), coincidiendo con la baja máxima de la temperatura; de todos modos estas glaciaciones fueron superficialmente insignificantes, ya que el límite de las nieves se mantuvo a más de 800 m ó 900 de altitud. Aunque se admita corrientemente que las precipitaciones würmienses fueron más intensas que las de ahora en el Mediterráneo Occidental, parece que el glaciar fue seco, hecho que disminuye importancia a los **heleros**.

En cuanto a la soliflucción fría - con posibles praderas alpinas o bosques subalpinos— es fácil encontrar restos a 800 m o algo más abajo. Las brechas de soliflucción, coluviales, parecen de **origen** periglacial o **pluvial** y son atribuibles a la antigua edad glacial (BUTZER, 1964 b), posible Würm I en la España oriental. En Mallorca la soliflucción pleistocena tardía no aparece de manera indiscutible por bajo de los 950 m, bien que algunos autores (MENSCHINC, 1955; SOLÉ, 1962) la hagan extensiva mucho más abajo. Estas últimas opiniones parecen reforzadas por las más recientes tendencias que explican buena parte de la morfogénesis **subárida** por procesos crioclásticos (TRICART, VAUMAS, DUMAS, etc.), incluso a nivel del mar. Con todo, los yacimientos paleolíticos apenas presentarán pruebas de acción cnoclástica; la congeliturbación y otros detalles quedan más arriba.

La fauna y la flora

No se puede ignorar que más de una vez han sido excesivamente valoradas las pruebas paleontológicas, pues —reconociendo su indudable valor— la aclimatación animal y vegetal ha sido siempre posible y en la

biogeografía manda más la evolución y las migraciones que las temperaturas.

El caso del mar Mediterráneo es aparte. El portillo de Gibraltar admite especies "frías" o "calientes" que son substituidas cuando muda el clima. La *Cyprina* islandica, *Mya truncata*, *Anomalina baltica*, *Buccinus undatus* entraron en época fría, mientras que las faunas termófilas de Cabo Verde-Senegal invaden nuestro mar durante el interglaciar Eem y desaparecen cuando se impone el último glaciar. Estas especies típicas tirrenienses incluyen *Conus testudinarius*, *Tritonidea viverrata*, *Strombus bubonius*, *Natica Zuctea*, *Mytilus senegalensis*, *Arca plicata* y *Cardita senegalensis* (CUERDA, 1957).

Dejando aparte el Villafranquiense, el Pleistoceno medio europeo conserva en las faunas terrestres un carácter tropical dominante, cuyos elementos más importantes son: hipopótamo, elefante meridional y rinoceronte de Merck. Por el contrario, surgen elementos nuevos: *Elephas antiquus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bisont priscus*. *Felis spelaea*, *Sciurus vulgaris*, etc. A partir del segundo interglaciar hasta la última glaciación la fauna se conserva genéricamente "cálida". En Nordáfrica y Oriente próximo el Pleistoceno medio muestra con industrias de bifaces acheulenses una fauna villafranquiense, más la peculiar africana y la inmigrada de Asia. La terraza superior del Llobregat (MASACHS-F. VILLALTA, 1953) dio *Elephas meridionalis*, *Dicerorhinus etruscus*, *Hippopotamus maior* y *Equus* sp., de edad (post) mindeliana como la del Besós. La originalísima fauna balearica, centrada en tomo al *Myotragus* e *Hypnomis* parece contemporánea (BATE, 1909).

El momento cálido es reflejado en el Musteriense de la Grotte du Prince de Grimaldi por el hipopótamo y en la Grotta dei Faunciulli, por el rinoceronte de Merck. Este Musteriense, por otra parte, vería empujados sus bosques de robles, hayas y coníferas hacia el Mediterráneo y los encinares y pinares hasta más allá del Atlas. En la Bonifica del Agro Pontino (BLANC-VRIES-FOLLIERI, 1957), una serie de niveles de turba que se apoyan en el Tirreniense II (+5,1 m) contienen *Rhinoceros*, *Hyaena*, *Bos*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Elephas antiquus*, *Equus hydruntinus* e hipopótamo, especies típicas del bosque. Si hay estratos con *Abies alba* en el nivel superior de las turbas (59.000 BP), también se encuentran especies submediterráneas templado-cálidas como *Vitis uinifera*, *Quercus robur* ssp. *sessiliflora*, *Cornus* mas, *Carpinus betulus*, *Prunus spinosa* y a niveles más elevados otras especies como robles, tejo, avellano y haya.

Finalmente las eolianitas regresionales rojizas contienen *Elephas @migenius*. La secuencia de la Bassa Versilia muestra que los bosques de *Abies alba* fueron eventualmente substituidos por bosques frío-templados de tipo subboreal con *Pinus montanu mugo* y *P. Silvestris* (BUTZER, 1965). El bosque mediterráneo estaba **confinado** en las tierras bajas y en la mitad meridional de la cuenca mediterránea. Los análisis polínicos de Chott el-Djérid (Tunicia, VAN CAMPO-COCQUE, 1960) denotan predominio estepario, con eventuales apariciones del cedro, ciprés, pino de Alepo y acebuche.

El Pleistoceno superior, contado a partir de la glaciación würmiense, fue dominado por la oleada fría europea hasta las riberas mediterráneas. Después de las industrias musterienses vienen las del Paleolítico superior; los elementos cálidos de la fauna huyen hacia el sur (Hipopótamo, rinoceronte de Merck, *E. antiquus*, *E. trogontherii*). La fauna ártica acaba por llegar al Mediterráneo (Mamut, rinoceronte lanudo, reno, gran Megaceros, buey almizclero, marmota, glotón, liebre de las nieves, zorro blanco) y es completada por especies que sobrevivirán al clima glacial: lobos, gatos, *Lynx*, osos pardos, jabalíes, ciervos, **gacelas**, caballos, etc., fondo de la fauna europea actual que llegó tarde a España y apenas cruzó el Pirineo. En las playas mediterráneas francesas sobre Tirreniense se ha encontrado hipopótamo, rinoceronte de Merck y *Elephas antiquus* que son substituidos por el reno en el Paleolítico superior; lo mismo ocurre en Italia hasta el S y en las costas españolas (ciervo, asínidos, zorros, liebres y avifauna boreal) (ARAMBOURG, 1962).

En Gibraltar la fauna de la Torre del Diablo, clasificada por BATE (GARROD, 1928), implica un clima algo más frío que el actual (*Capra ibex*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax* y *P. graculus*. El *Alca impennis* tendría menos significación climática. Los restos del *Homo neanderthalensis* descansan sobre la playa marina a +8,5 m y son atribuidos a la primera fase de la última glaciación, contemporáneos del cráneo de Monte Circeo (ZEUNER, 1956 y 1959).

El Pleistoceno medio norteafricano corresponde al último pluvial, con dos episodios marcados por cambios faunísticos y de civilización: 1) capas rojas "grimaldienses" con industria mustero-ateriense y 2) desaparecen el hipopótamo y el rinoceronte de Merck, pero aparecen osos, cebras, rinoceronte blanco, megaceroide, búfalo y *Bos primigenius* a más de antílopes africanos que constituirán el fondo de la fauna neolítica; industrias ibero-mauritánicas, después capsienes. En el Oriente próximo la mutación fun-

damental ocurre en el Pleistoceno superior y ahuyenta la mayor parte de los elementos africanos: rinoceronte de Merck, cebras, facóquero, cocodrilo... (ARAMBOURG, 1962).

Los hallazgos de *Elephas primigenius astensis* en la terraza baja del Llobregat y Besós, con limos grises poco calcificados, han autorizado su atribución al Würm. El Rinoceros *tichorhinus* es citado en Arenys de Mar, con implicaciones, también, frías. Las formas banales y hasta de tendencia cálida menudean en la mitad sudoriental de la Península, donde está representado el hombre de Neanderthal.

La rica fauna de la Cova del Toll de Moià a 750 m de altitud (SERRA RAFOLS, et al., 1957) nos permite una consideración global. De las 21 especies identificadas en Cataluña a) 9 son de bosque (*Vulpes vulpes*, *Felis silvestris*, *Erinaceus europaeus*, Castor, *Talpa europaea*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*. b) 5 de paisaje abierto, tundra o pradera de montaña (*Microtus nivalis*, *Equus caballus* ssp., *Rupicapra rupicapra*, *Capra ibex pyrenaica*, *Bison priscus*; y c) 6 indiferentes (*Ursus spelaeus*, *Crocota crocota spelaea*, *Felis leo spelaea*, *Meles meles*, *Oryctolagus cuniculus*, *Apodemus silvatica*). El alto porcentaje de las primeras implica que a aquellas alturas o menores debieron persistir extensos bosques, incluso en las fases más frías del Würm. De las aves, *Lagopus mutus* (perdiz blanca) hoy en los picos del Pirineo y *Nyctea nyctea* (lechuza de las nieves) representan una tendencia fría. (F. VILLALTA, 1964). Si la ausencia de formas frías en Nordáfrica y Oriente próximo es patente, la ausencia de numerosas especies templadas subraya la extensión meridional de los bosques mediterráneos.

DONNER y KURTÉN (1958) han estudiado el espectro polínico de la aludida Cova del Toll. En el Pleistoceno superior el espectro corresponde a un bosque de *Pinus silvestris* (NAP 13-14 %) alternando con otros que sugieren vegetación herbácea abierta (NAP 49-51 %) con algunos árboles caducos, que interpretan como "templado húmedo" en el primer caso y "cálido seco" en el segundo. No queda claro el nivel menos arbóreo, por la fauna que le acompaña y las proporciones dentro del polen arbóreo, bien acusadas para el pino y los *Quercus* (BUTZER, 1965).

El Holoceno -dejando aparte la similitud y persistencia de fauna y flora— es poco conocido en España. La fauna "fría" al parecer había desaparecido con el Würm. El máximo flamenco posiblemente daría lugar —como en Italia (SECRE, 1969)— a una proliferación de lagunas li-

torales con avifauna acuática y moluscos como *Cerastoderma edule*, *Patella caerulea* que servirían de alimentación básica de la población litoral mesolítica.

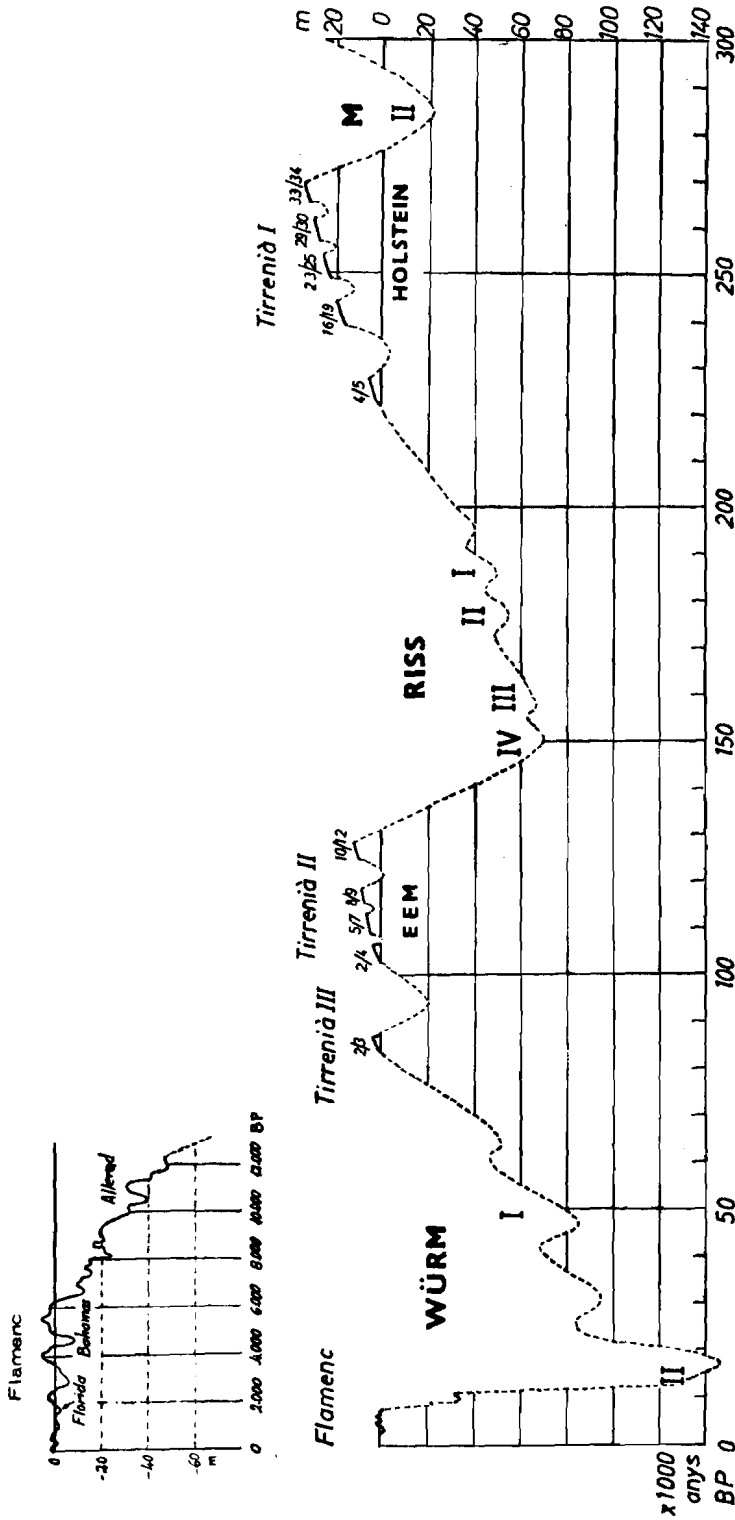
El glacioeustatismo

Los datos bíblicos y arqueológicos convergen con leyendas y rastros actuales de grandes inundaciones marinas en Mesopotamia y en el Levante litoral, hace 6.000 años. Otra clase de inundaciones es acompañada de la migración de zonas climáticas, no fáciles de diferenciar si no estamos seguros de que el presente geológico no sea anormal (FAIRBRIDGE, 1962).

Los cambios de nivel marino pueden obedecer a la eustasia —o sedimentoeustasia— que depende de la capacidad del océano, modificada a veces por la tectónica, o de la glacioeustasia que fluctúa según la cantidad de agua dejada en libertad por los casquetes glaciares, simultáneamente condicionada a las fluctuaciones climáticas, tal vez en relación con las manchas solares (SCHOVE, 1955). Se ha llegado a hablar de un geoides glacial y de un geoides "desglacial" como superficies de referencia para unas oscilaciones que, cada vez, se muestran más complicadas. Parece, en efecto excesivo, exigir a un trozo de la corteza terrestre una absoluta inmovilidad durante todo el Cuaternario. Si en Milazzo habían sido reconocidos *Strombus* a + 110 m, más tarde se han encontrado en otros lugares sobre los 1.000 m y por debajo del nivel marino actual, sin ir más lejos, en Denia. No obstante los cambios litorales son una realidad física ineludible para el hombre prehistórico que se ve precisado a montar una "vigilancia de la subida del agua" (PFANNENSTIEL, 1944); cambian los límites de la tierra habitada. El medio litoral, atractivo como hábitat, especialmente a causa de la alimentación, presenta además las cuevas o balsas de erosión marina que brindan buenos refugios o habitaciones en los períodos regresivos.

Descontada la epirogenia y neotectónica, los cambios de nivel marino pleistocenos son de un gran interés por su amplitud (de + 180 ó 250 m a - 150 m) y las faunas que les acompañan tienen a menudo significación paleoecológica. Se ha notado una tendencia general al descenso marino desde finales del Plioceno (+ 180/250 m), puede ser que ligada al cambio de capacidad oceánica; las glacioeustasia le superpone rápidas y violentas oscilaciones. Para el Würm pleno, VALENTIN (1952) calcula una regresión de - 95 a - 100m; WOLDSTEDT (1954) y BONIFAY (1962) de - 90 a - 100; DONN et al. (1962) de - 115 a - 134; LLIBOUTRY (1965) - 145.

Clima y morfología pleistocena en el litoral mediterráneo...



Variaciones del nivel marino en los últimos 300.000 años. Arriba, a la izquierda, detalle de la transgresión flamenca en los 12.000 años postglaciales.

Para el otro máximo glacial prewürmiense (complejo Riss) VALENTIN y WOLDSTEDT - 115 a - 120 m, DONN, de - 137 a - 159 m.

Bien que la mejor estratigrafía glacioeustática, la del Mediterráneo occidental y oeste de Marruecos, no está libre de controversias, pues al menos ciertas partes del Mediterráneo son todavía subsidentes, WOLDSTEDT (1962) y RICHARDS (1962), así como FAIRBRIDGE (1961) y Mc. FARDAN (1963) han presentado compilaciones de dataciones absolutas y fluctuaciones del nivel marino durante los últimos 15.000 años. Las sistematizaciones de ZEUNER (1959) y los estudios más cercanos de BUTZER y CUERDA nos permiten abarcar un período algo más extenso.

Dejando de lado el discutido Calabriense, se podría empezar la sucesión de niveles marinos conocidos en el Siciliense o Milazziense, preMindel, a altitudes de + 60 a + 110 m; el medio millón de años que nos separa de ellos es demasiado largo para poder concluir nada seguro, más aún si consideramos la contradicción de fauna fría y transgresión que se ha señalado (GIGOUT, 1962). Los niveles más altos localizados en Mallorca y en el País Valenciano —si no son pliocenos— pueden calificarse de sicilienses; la más alta de las restingas pleistocenas que, detrás del Arab's Gulf (W de Alejandría) separaban albuferas de niveles diversos, es también siciliana (SAID-PHILIP-SHUKRI, 1956).

Los siguientes niveles se involucran con el genérico denominador de Tirreniense, el cual muestra gran variedad en sus yacimientos. BONIFAY, estudiando las costas provenzales (1962) donde las correlaciones son fáciles entre glaciares, terrazas y litoral, introdujo la subdivisión tripartita, reservando el Eutirreniense (Tirreniense II) como nivel principal, contemporáneo de la transgresión Eem (Riss/Würm); el Paleotirreniense (Tirreniense I) representa la gran oscilación positiva Holstein y el Neotirreniense (Tirreniense III), una última fase con fauna empobrecida. La distinción perfecta de los tres episodios tirrenienses sólo ha sido establecida en Alicante (IMPERATORI, 1957), Mallorca (CUERDA, MUNTANER y BUTZER) y en Italia entre Taranto y Gallipoli (GIGOUT, 1960). El Musteriense descansa sobre Tirreniense al SW de Francia y el Ateriense sobre Ouljiense al NW de Africa (BALOUT, 1955); en España no tenemos industrias litorales.

Hacia 250.000 BP —las dataciones de FAIRBRIDGE son mucho más cortas, pero el $\text{Th}^{230}/\text{U}^{234}$ las ha alargado—, o más retrasado todavía, se presenta el Tirreniense I, consecuencia del gran interglacial Holstein, con elevaciones de + 16 a + 19 y + 33 a + 34 m entre otras (gráfico). Las

nuevas excavaciones (1965) en la Grotte du Prince de Grimaldi han descubierto brechas duras atacadas por el mar, que contienen industria acheulense rissienne (SIMONE, 1970). El máximo Riss, que alcanza la mínima térmica inmediatamente antes del interglaciar, rebaja el nivel marino a -70 m ca. o más (regresión llamada "romana", nomentana o tensifiana); existe la posibilidad de que el estrecho de Gibraltar quedase cerrado en consecuencia —lo supone PFANNENSTIEL—, pero la cosa queda improbable.

El interglaciar Eem —en torno de los 125.000 BP— nos proporciona el Tirreniense II (Monastiriense) con alturas escalonadas entre $+2$ y $+12$ m, que suelen coincidir en el continente con un suelo rojo de alteración. Generalmente el Ouljiense era considerado equivalente a este nivel, repercusión eustática del último interglaciar que precede al último gran pluvial de Nordáfrica. La controversia sigue y L. Balout y P. Biberson, basados en argumentos prehistóricos, rejuvenecen el Ouljiense y lo sitúan entre el Würm I y II (Tirreniense III). El Würm I —hacia los 100.000 BP— rebajó el nivel a -85 m; el Gottweig, que corresponde al interestadial auriñaciense, no pasa de pulsación positiva, pero el mar queda a -40 m.

Por los años 85.000 BP tenemos el Tirreniense III, ligado a la oscilación cálida entre los dos Würms, que alguien identifica con el Ouljiense; las alturas típicas no se apartan de $+2$ ó $+3$ m. Los niveles de Mount Carmel a $+44,5$ y $+45$ m (VITA FINZI-HIGGS, 1970) coinciden con cultura levallouso-musteriense y, si están bien datados —45.000 y 19.000 BP, respectivamente—, tendrían que corresponder a la fase de descenso marítimo: hay que pensar que la neotectónica los haya levantado considerablemente.

La baja máxima del Würm II —o sea el frío más intenso— es llamada regresión grimaldiense y alcanzó profundidades de más de 100 m, respecto al nivel actual; el Acheulense superior, con todo, coincide con ella en ciertos lugares; en Bône, el levallouso-Ateriense (MOREL-HILLY, 1956). Ciertas islas cercanas a Sicilia, las Egadi nos dan testimonio de la bajada: la presencia en Favignana del *Equus hydruntinus*, *Bos primigenius*, *Sus scrofa ferus* y *Cervus elaphus*, con industrias del Paleolítico superior, exigen un nivel marino inferior a -40 m, profundidad actual del freo que separa el archipiélago; estos yacimientos parecen de época lluviosa por la sedimentación fluvio-detritica (MALATESTA, 1956). SEGRE (1969) atribuye a esta última regresión preflamenca de -80 a -100 m, pero hay testigos de conchas "carotadas" de más de 30.000 BP a profundidad de -145 m. Las dunas o eolianitas alcanzaron un considerable desarrollo.

Las pocas dataciones de menos de 20.000 BP proporcionan una curva eustática casi recta desde 16.000 BP ca, en sentido positivo; dos tramos de diverso gradiente, desde 16.000 a 6.000 -1 cm/año — y de 6.000 a Q una vez desaparecidos los restos últimos de los inlandsis (FAIRBRIDGE, 1962). Hacia 6.000 es conseguido el máximo de la transgresión flamenca o flandriense que dio origen al delta del Rhône; el estudio de la Camarga ha mostrado que el mar no invadió el valle bajo del río; la formación del delta siguió, paso a paso, la nueva subida del nivel marino (RAZAVET-DUBOUL, 1955).

Una fase templada húmeda corresponde al Mesolítico inicial, una fría y seca a la mayor parte del Mesolítico y una fase templada seca, al Neolítico.

La neotectónica

Los yacimientos pleistocenos marinos del litoral valenciano meridional han figurado entre los más ricos y bien conocidos; recientemente, sin embargo, se insiste en su desorden altitudinal atribuido a movimientos recientes o en curso. Tal sospecha no es moderna: IMPERATORI (1957) sugería el papel de Trias subyacente en la comarca de Alicante, como posible responsable de lo que hoy llamamos neotectónica; la multiplicidad de niveles estribaría en una movilidad que posteriormente ha sido comprobada y relacionada con una actividad sísmica aún no fenecida. Lo mismo podría invocarse para otros sectores de la Marina, como Altea y proximidades de la Vilajoiosa. Pero hace dos o tres décadas, todavía el Cuaternario era considerado una época de tranquilidad tectónica y las tierras circunmediterráneas, exentas de trastornos de este tipo, pese a lo cual diversos autores sospecharon que la falta de niveles marinos pleistocenos en el golfo de Valencia, frente a unas Baleares tan ricas de testigos tirrenienses, sólo podía ser explicada por subsidencia (HERNÁNDEZ PACHECO, 1932; GIGOUT, 1959; SOLÉ, 1962) entre el promontorio de La Nau y el S de Tarragona.

GAIBAR y CUERDA (1969) en el sector de Santa Pola han localizado un eje anticlinal buzando a W y cortado por el E; el Molar (70 m), Cap de Santa Pola (144 m) y la sierra del Colmenar (85 m) son otros tantos anticlinales de origen neógeno, pero funcionales al menos hasta el Pleistoceno u Holoceno. Las principales ideas de DUMAS (1969) que ha trabajado a fondo la cuestión, son las siguientes. La baja llanura del Segura que empalma con la del Vinalopó e inmediaciones no es un sector hundido

entre fallas, sino afectado por una neotectónica de plegamiento que se descompone en dos fases: 1) movimientos postortonenses y postpostonense que levantó las zonas exteriores del W y N; 2) deformaciones postpliocenas de las que salen los relieves actuales.

Un gran golfo plioceno penetraba desde el pie de la sierra del Colmenar hasta Orihuela y Torrevieja, área que es afectada por un hundimiento cuaternario que prosigue y justifica su endorreísmo, así como el **endicamiento litoral** y los conos aluviales del Vinalopó. En el segmento meridional, el terraplenamiento del Segura es contrarrestado por la **subsistencia** probada por el combamiento de la superficie pliocena y una costra edáfica rissense. Los cerros del NW de Serra de Santa Pola y Torrevieja son plegamientos neotectónicos desordenados, sin red hidrográfica definida, cubiertos de limos villafranquienses, también plegados o arrancados. Las Salinas de la Mata y Torrevieja y las depresiones de l'Altet y N de Santa Pola son cubetas sinclinales separadas por una cresta anticlinal; la permanencia de estas depresiones sólo es explicable por subsidencia reciente. Las fallas interrumpen brutalmente el Mioceno al E de l'Altet (+50 m) y el Mioplioceno de Santa Pola, fenómeno que se repite en la Marina d'Elx y Guardamar (falla N-S) con un litoral de glacis de acumulación recientes, bajo dunas actuales o fósiles (*).

Departamento de Geografía. Valencia

* Véase como complemento de este artículo: ROSSELLÓ, VICENÇ M.: «Canvis climàtics i litorals al Paleolític valencià». *Actas del I Congreso de Historia del País Valenciano. 1971*. Vol. I (en prensa).

BIBLIOGRAFIA

- ARAMBOURG, C. (1962): "Les **faunes** mammalogiques du **Pléistocène** circumméditerranéen". *Quaternaria*, VI, pp, 97-109.
- BALOUT, L. (1955): *Préhistoire de l'Afrique du Nord*. Paris, Arts et Métiers Graphiques.
- BIROT, P.-SOLE-SABARIS, L. (1959): "Recherches sur la **morphologie** du Sud-Est de l'**Espagne**". *Rev. Géogr. Pyr. et Sud-Ouest*, XXX, pp. 209-284.
- BLANC, Alberto-Carlo (1962): "Sur le **Pléistocène** marin des **côtes** tyrrhéniennes et ioniennes et les cultures paléolithiques associées". *Quaternaria*, VI, pp. 371-389.
- BLANC, A. C.-VRIES, Hl. de-FOLLIERI, M. (1957): "A first C 14 Date for the Würm I chronology on the Italian **coast**". *Quaternaria*, IV, pp. 83-93.
- BONIFAY, Eugène (1962): "Quaternaire et **préhistoire** des régions méditerranéennes françaises". *Quaternaria*, VI, pp. 343-370.
- BONIFAY, E.-MARS, P. (1959): "Le Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie Quaternaire Méditerranéenne". *Bull. Soc. Géol. Franç.*, sér. 7, I, pp. 62-78.
- BORDES, Franck (1961): "Mousterian cultures in France". *Science*, n.º 134, pp. 803-810.
- BÜDEL, J. (1951): "Die Klimazonen des Eiszeitalters". *Eiszeitalter und Gegenwart*, I, pp. 16-26.
- BUTZER, Karl W. (1957): "Mediterranean pluvials and the general circulation of the Pleistocene". *Geografiska Ann.*, 37, pp. 48-53.
- BUTZER, Karl W. (1960): "Dynamic climatology of large scale European circulation patterns in the Mediterranean **area**". *Meteor. Rundschau*, 13, pp. 97-105.
- BUTZER, Karl W. (1961 a): "Paleoclimatic implications of Pleistocene stratigraphy in the Mediterranean **area**". *Ann New York Ac. of Sciences*, vol. 95-1, pp. 449-456.
- BUTZER, Karl W. (1961 b): "Remarks on soil erosion in Spain (Abstract)". *Ann. Assoc. Amer. Geog.*, nº 52, p. 405.
- BUTZER, Karl W. (1961 c): "**Climatic** change in arid regions since the Pliocene" ap. L. D. Stamp (ed.): *History of Land Use in Arid Regions*, vol. 17. Paris, UNESCO, pp. 3-56.

- BUTZER, Karl W.-**CUERDA**, Juan (1962 a): "Coastal stratigraphy of southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean sea". *Jour Geol.*, n.º 70, pp. 308-416.
- BUTZER, Karl W. (1962 b): "Coastal geomorphology of Majorca". *Ann. Assoc. Amer. Geog.*, vol. 52-2, pp. 191-212.
- BUTZER, Karl W. (1963 a): "Climatic-geomorphologie interpretation of Pleistocene sediments in the Eurafrikan subtropics" ap. Howell, F. C. (ed): *African Ecology and Human Evolution*. Chicago. Aldine, pp. 1-27.
- BUTZER, Karl W. (1963 b): "Observaciones preliminares sobre la geología y paleogeografía de los yacimientos acheulenses de Torralba y Ambroña (Soria)". *Excavaciones Arqueológicas en España*, n.º 10, pp. 8-19.
- BUTZER, Karl W. (1964 a): "Pleistocene **geomorphology** and stratigraphy of the Costa Brava region. Catalonia". *Abhl. Akad. Wiss. Lit. (Mainz). Math.-Naturw. Kl. n.º I*, pp. 1-51.
- BUTZER, Karl W. (1964 b): "Pleistocene **cold-climate** phenomena of the Island of Mallorca". *Zeitschr. Geomorph.*, n.º 9, pp. 7-31.
- BUTZER, Karl W. (1965): *Environment and Archeology. An Zntroduction to Pleistocene Geography*. London, Methuen. xviii + 524 pp.
- BUTZER, Karl W. (1970): "**Climate** and History". *Geog. Review*, vol. 60-4, pp. 574-576.
- CAILLEUX, André (1956): *La Era Cuaternaria. Problemas y métodos de estudio*. Barcelona, Instituto Geológico. 130 pp.
- CASTANY, G.-**OTTMANN**, F. (1957): "Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale". *Rev. Géog. phys. géol. dyn.* (2 sér.) **I**, pp. 45-55.
- CRUSAFONT PAIRO, M. (1960): "Le Quaternaire espagnol et sa **faune de mammifères**. Essai de **synthèse**". *Mammalia Pleistocaenica* (Brno), n.º. 1, pp. 55-64.
- CUERDA, Juan (1957): "Fauna marina del Tirreniense de la **Bahía** de Palma (Mallorca)". *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*, n.º 3, pp. 1-76.
- DONNER, J. J.-**KURTEN**, B. (1958): "The floral and **faunal** succession of Cueva del Toll. Spain". *Eiszeitalter und Gegenwart*, n.º 9, pp. 72-82.
- DUMAS, Bernard (1969): "Un relief érigé au Quaternaire: le Sud-Est du Levant espagnol". *Rev. Géog. Montreal*, vol. XXIII-2, pp. 165-178.
- EMILIANI, **Cesare** (1955): "Pleistocene temperature variations in the Mediterranean". *Quaternaria*, **II**, pp. 87-98.
- FAIRBRIDGE, Rhodes W. (1961): "Eustatic changes in sea **level**" ap. *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 4, pp. 99-185. London, Pergamon Press.
- FAIRBRIDGE, Rhodes W. (1962): "World **sea-level** and **climatic changes**". *Quaternaria*, **VI**, pp. 111-134.

- FAIRBRIDGE, Rhodes W. (1968 a): "Holocene, Postglacial or Recent Epoch" ap. The Encyclopedia of Geomorphology, pp. 525-536. New York, Reinhold.
- FAIRBRIDGE, Rhodes W. (1968 b): "Quaternary Period", ap. The *Encyclopedia of Geomorphology*, pp. 912-931.
- FEISCH, H. (1956): "Dépôts préhistoriques de la Côte Libanaise et leur place dans la chronologie basée sur la Quaternaire **marin**". Quaternaria, **III**, pp. 101-132.
- FLETCHER, Domingo (1956): "Estado actual del Paleolítico valenciano". *Rev. Arch. Bibl. y Museos*, LXII, pp. 841-876 + xiv láms.
- FLETCHER, D.-APARICIO, J. (1969 a): "Noticia de las excavaciones efectuadas en la Cueva del Volcán del Faro. (Cullera. Valencia)". *Arch. Preh. Lev.*, XII, pp. 7-18.
- FLOHN, H. (1952): "Allgemeine atmosphärische Zirkulation und **Paläoklimatologie**". *Geol. Rundschau*, 40, pp. 153-178.
- FLOHN, H. (1953): "Studien über die **atmosphärische** Zirkulation in der letzten Eiszeit". *Erdkunde*, n.º 7, pp. 265-275.
- FUSTE ARA, Miguel (1953): "Parietal neandertalense de Cova Negra (**Játiva**)". *Trabajos Varios, S.I.P.*, n.º 17. 31 pp.
- GAIBAR-PUERTAS, C. - CUERDA **BARCELO**, J. (1969): "Las playas del Cuaternario marino levantadas en el Cabo de Santa Pola (Alicante). *Bol. Geol. y Minero*, t. **LXXX-II**, pp. 105-123.
- GARCIA-SAINZ, Luis (1947): El clima *de* la **España** cuaternaria y los factores de su formación. Valencia, Universidad, 179 pp.
- GARROD, D. A. E. (1956): "Acheuléo-Jabroudien" et "Pré-Aurignacien" de la Grotte du Taboun (Mont Carmel)". *Quaternaria*, **III**, pp. 39-59.
- GIERMANN, Günther (1962): "Meeresterrassen am Nordufer der Strasse von Gibraltar". *Ber. Nnturf. Ges. Freiburg i Br.*, 52, pp. 111-118.
- GIGNOUX, M. - FALLOT, P. (1927): "Contribution à la connaissance des terrains **Néogènes** et Quaternaires marins sur les côtes Méditerranéennes d'**Espagne**". XIV Cong. *Géol. Int. Comptes Rendus*, pp. 413-521.
- GIGOUT, M. - **SOLE** SABARIS, L. - **SOLE**, N. (1955): "Sur le **Quaternaire** méditerranéen d'**Andalousie**". *C. R. Som. Soc. Géol. Fr.*, pp. 177-179.
- GIGOUT, M. (1962): "Sur le Tyrrhénien de la Méditerranée occidentale". *Quaternaria*, VI, pp. 209-228.
- GLASS, B. - ERICSON, D. B. et al. (1967): "Geomagnetic reversals and Pleistocene **chronology**". *Nature*, n.º 216, pp. 437-442.
- GUILCHER, A. (1969): "Pleistocene and Holocene sea **level** changes". *Earth Sciences Review*, pp. 69-97.

- GUILLIEN, Y. (1962): "Néoglaciale et Tardiglaciaire: géochimie, palynologie, préhistoire". *Ann. Géog.*, n.º 383, pp. 1-35.
- GUNTHER, Emst (1941): "Die quartaren Niveauschwankungen im Mittelmeer, unter besonderer Berücksichtigung des Beckens von Alborán". *Jenaische Zeitschrift für Naturwissench.*, t. LXXIV, 252 pp.
- HEY, R. W. (1956): "The Pleistocene shorelines of Cyrenaica". *Quaternaria*, III, pp. 139-144.
- IMPERATORI, Leo (1957): "Documentos para el estudio del Cuaternario alicantino". *Est. Geol.*, n.º 34, pp. 141-152.
- JORDA CERDA, Francisco (1945): "La Cbva-Negra de Bellús (Játiva) y sus industrias líticas". *Arch. Preh. Levant.*, II, pp. 11-29.
- JORDA CERDA, Francisco (1947): "El musteriense de la Cueva de la Pechina, en Bellús". *Trabajos Varios*, S.I.P., n.º 10, pp. 7-14.
- JORDA CERDA, Francisco (1948): "Secuencia estratigráfica del Paleolítico levantino". *Crónica del IV Congreso Arqueológico del Sudeste español*. Elche, pp. 104-110.
- JORDA CERDA, Francisco (1953): "Nuevos hallazgos en Cbva-Negra (Játiva)". *Arch. Preh. Levant.*, IV, pp. 7-19.
- JORDA CERDA, Francisco (1956): "Sobre el Musteriense levantino". *IV Congreso Int. Cienc. Preh. y Protohist.* Madrid, 1954. Zaragoza, pp. 223-224.
- JORDA CERDA, Francisco (1957): "Observaciones a la cronología del Musteriense español". *Speleon*, VII, pp. 155-164.
- JORDA CERDA, Francisco. • ALCACER, P. (1949): "La covacha de Llatas (Andilla)". *Trabajos Varios*, S.I.P., n.º 11.
- KLINGE, H. • MELLA, A. (1957): "Los suelos de las Baleares". *An. Inst. Edaf. y Fisiol. Veget.*, 17, pp. 57-92.
- LAMB, H. H. • WOODROFFE, A. (1970): "Atmospheric circulation during the last Ice Age". *Quaternary Research*, 1, pp. 29-58.
- LLIBOUTRY, Louis (1965): *Traité de glaciologie*. París, Masson. 2 vols.
- LUMLEY-WOODYEAR, Henry de (1969): *Le Paleolithique inférieur et moyen du Midi méditerranéen dans son cadre géologique. I*. Ligurie-Provence. Paris, C.N.R.S. 460 pp.
- MALATESTA, A. (1957): "Terreni, fauna e industrie quaternarie nell'Arcipelago delle Egadi". *Quaternaria*, IV, pp. 165-190.
- MENENDEZ AMOR, J. • FLORSCHUTZ, F. (1961 a): "Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario". *Est. Geol.*, XVII-1, p. 83-99.

- MENENDEZ AMOR, J. - FLORSCHÜTZ, F. (1961 b): "La concordancia entre la composición de la vegetación durante la segunda mitad del Holoceno en la costa de Levante (Castellón de la Plana) y en la costa W de Mallorca". *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* (G), n.º 59, pp. 97-100.
- MENENDEZ AMOR, J. - FLORSCHÜTZ, F. (1961 c): "Resultado del análisis polínico de una serie de muestras recogidas en la Ereta del Pedregal (Navarrés, Valencia)". *Arch. Preh. Levant.*, IX, pp. 1-3.
- MESSERLI, B. (1967): "Die eiszeitliche und die gegenwärtige Vergletscherung im Mittelmeerraum". *Geographica Helvetica*, pp. 105-228.
- MOREL, J. - HILLY, J. (1956): "Nouvelles observations sur les formations quaternaires dans le Département de Bône et particulièrement dans le Massif du Cap de Fer et de l'Edough". *Quaternaria*, III, pp. 179-201.
- MUÑOZ, Ana M.ª (1967): "La cronología del radiocarbono en la Península Ibérica". *Pyrenae*, 3, pp. 7-15.
- OBERMAIER, Hugo (1925): *El hombre fósil*. Madrid, Junta Ampliación Estudios. (2.ª ed.). XVII + 457 pp.
- PERICOT GARCIA, Luis (1942): *La cueva del Parpalló (Gandía). Excavaciones del S.I.P.* Madrid, C.S.I.C. 351 pp. + XXXII láms.
- PERICOT GARCIA, Luis (1946): "La cueva de la Cocina. (Dos Aguas)". *Arch. Preh. Levant.*, II. Valencia.
- PFANNENSTIEL, Max (1952): *Das Quartär der Levante*. Teil I. Die Küste Palästina-Syriens. Akad. der Wissenschaften u. der Literatur. Mainz-Wiesbaden. Abhandl. Mat. Naturwis. Kl. n. 7. 375 pp.
- PLA, E. (1946): "La Cova de les Meravelles. (Gandía)". *Arch. Prehist. Levant.*, II, pp. 191-202.
- POSER, H. (1950): "Zur Rekonstruktion der spätglazialen Luftdruckverhältnisse in Mittel- und Westeuropa auf Grund der vorzeitlichen Binnendünen". *Erdkunde*, 4, pp. 81-88.
- ROSSELLO VERGER, Vicente M. (1963): "Notas preliminares a la morfología litoral del norte de Valencia". *Saitabi*, XIII, pp. 105-144.
- ROSSELLO VERGER, Vicente M. (1968): "El macizo del Mondúver. Estudio geomorfológico". *Est. Geogr.*, n.º 112-113, pp. 423-474.
- ROSSELLO VERGER, Vicenç M. (1969): *El litoral valencià*. València, L' Estel. 2 volums.
- ROYO GOMEZ, J. (1947): "Cova-Negra de Bellús. II. Relación detallada del material fósil". *Trabajos Varios, S.I.P.*, n.º 6 (2.ª ed.).
- SAID, R. - PHILIP, G. - SHUKRI, N. M. (1956): "Post Tyrrhenian climatic fluctuations in northern Egypt". *Quaternaria*, III, pp. 167-172.
- SCHWARZBACH, Martin (1963): *Climates of the Past. An Introduction to Paleoclimatology*. London, Van Nostrand. XII + 328 pp.

- SEGRE, A. G. (1969): "Linee di riva sommerse e morfologia della piattaforma continentale italiana relative alla trasgressione marina versiliana". *Quaternaria*, XI, pp. 141-154.
- SERGI, S. (1953): "Un nuovo paleantropo riconosciuto nella Spagna. Il paleantropo neandertaliano di Cova Negra (Játiva)". *Rivista di Antropologia*, XL, pp. 346-347.
- SERRA RAFOLS, J. - VILLALTA, J. F. de - THOMAS, J. M. (1957): "Livret Guide des Excursions B 2-B 3 (Alentours de Barcelona et Moïà)". 5 ème. Cong. *INQUA* (Madrid-Barcelona).
- SIMONE, S. (1970): "Les formations de la mer du Mindel-Riss et les brèches à ossements rissiennes de la Grotte du Prince". *Bul. Musée Anthr. préh. de Monaco*, n.º 15, pp. 5 ss.
- SOLE SABARIS, L. (1956): *Entre la geología y la historia*. Barcelona, Universidad. 70 pp.
- SOLE SABARIS, LUIS (1961): *Oscilaciones del Mediterráneo español durante el Cuaternario*. Barcelona, C.S.I.C. 58 pp.
- SOLE SABARIS, L. (1962): "Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Ibérique". *Quaternaria*, VI, pp. 309-342.
- SOLER GARCIA, J. M. (1956): "El yacimiento musteriense de la Cueva del Cochino, Villena". *Trabajos Varios S.I.P.*, n.º 19. 125 pp.
- STEARNS, Charles E. - THURBER, David L. (1965): "Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals". *Quaternaria*, VII, pp. 29-42.
- TARRADELL, Miquel (1965): "Prehistòria i antiguitat" ap. *Història del País Valencià*, t. I. Barcelona, Edicions 62. 375 pp. cf. 19-206.
- VERGNAUD-GRAZZINI, Colette - BARTOLONI, Carlo (1970): Evolution paléoclimatique des sédiments wurmiens et post-wurmiens en Mer d'Alboran". *Rev. Géogr. phys. géol. dyn.* (2) vol. XII-4, pp. 325-334.
- VILASECA, Salvador (1952): "Mustero-Levalloisiense en Reus". *Arch. Preh. Levant.*, III, pp. 31-36.
- VILLALTA, J. F(ernández) (1964): "Datos para un catálogo de las aves fósiles del Cuaternario español". *Speleon*, XV, pp. 79-102.
- VIÑES, Gonzalo J. (1929): "La Còva-Negra (Játiva)". *Arch. Preh. Levant.*, I, pp. 11-14.
- VITA-FINZI, C. (1964): "Synchronous stream deposition throughout the Mediterranean area in historical times". *Nature*, 202, pp. 1.324.
- VITA-FINZI, C. - HIGGS, E. S. (1970): "Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: Site catchment analysis". *Proceedings of the Prehistoric Society*, XXXVI, pp. 1-37.

- WICHE, Konrad (1961): "Beitrage zur Formenentwicklung der Sierren am **unteren Segura (Südostspanien)**". *Mitt. Öster. Geogr. Ges.*, 103, pp. 125-157.
- WOLDSTEDT, P. (1958): *Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartars*. Stuttgart, Enkc. 2 vols.
- ZAGWIJN, W. H. (1963): "Pleistocene stratigraphy in the Netherlands, based on changes in vegetation and climate". *Geol. Surv. Neth.*, pp. 173-196.
- ZEUNER, Frederick E. (1956): *Geocronologia. La datación del pasado*. Trad. J. M. Gómez Tabanera. Barcelona, Omega. XXVIII + 524 pp., + XXVIII Láms.
- ZEUNER, P. E. (1959): *El período pleistoceno. Su clima, cronología y sucesiones de la fauna*. Madrid, C.S.I.C., XVII + 399 pp.