

J. CUERDA BARCELÓ y E. SANJAUME SAUMELL

DATOS PALEONTOLÓGICOS Y SEDIMENTOLÓGICOS DEL LITORAL PLEISTOCENO DE SANTA POLA

1. PALEONTOLOGÍA MARINA Y CONTINENTAL

En el trabajo que sigue se atiende con carácter preferente a los yacimientos marinos, con vistas a fundamentar la morfogénesis litoral del sector estudiado, centrandó el interés en los niveles pleistocenos. Sin embargo, eventualmente se considerará el enlace con formaciones continentales y su correlación con las marinas, caso de producirse. Se ha procurado revisar la bibliografía preexistente y hacer las correlaciones posibles con otros yacimientos españoles. Se dispone el estudio de los yacimientos en un recorrido N-S, con las mismas divisiones que se han adoptado en los tres siguientes artículos monográficos. Obvio es decir que en la elaboración se ha procurado la mayor coherencia; una lectura independiente, con todo, será mejorada con otra paralela. Las listas de especies marinas o palustres se han unificado en una tabla al final del artículo.

1.1. *El sector septentrional: el Carabassí, el Clot de Galvany y el Cap de Santa Pola*

Los yacimientos localizados en nuestra campaña corresponden en mayoría al Pleistoceno superior y dan una idea bastante completa de la evolución morfoclimática de los últimos tiempos pleistocénicos.

1.1.1. *Costa del Carabassí*

A unos 200 m de la playa y con la interposición de un cordón dunar, dotado de cierta movilidad hacia el interior, localizamos, exhumado por la reciente extracción de arenas, un yacimiento de alto interés estratigráfico, ya

que engloba, además de las actuales, dunas würmienses y rissienses perfectamente datadas por la interposición de una playa eutirreniense (Tirreniense II).

El corte, descrito más abajo (p. 77; fig. 10), aparte del recubrimiento casi general del manto eólico actual con sus arrugas móviles, presenta un doble cordón rissiense de raíces relativamente profundas, altitudes rayanas en los +5 ó +17 m y eventual encostramiento. Sobre dichas eolianitas y a unos +3'5 m descansan sedimentos marinos con fauna muy característica y abundante. Una recogida de fósiles en una área de 70 m² dio el siguiente resultado:

<i>Glycymeris pilosa</i> , LINNÉ	1
<i>Glycymeris violacescens</i> , LAMARCK	24
<i>Cerastoderma glaucum</i> , BRUGUIÈRE	3
<i>Cerastoderma glaucum</i> v. <i>umbonata</i> , WOOD	1
* <i>Strombus bubonius</i> , LAMARCK	70
* <i>Cymatium (Septa) ficoides</i> , REEVE	1
<i>Thais (Stramonita) haemastoma</i> , LINNÉ	2
<i>Thais haemastoma</i> var. <i>minor</i> , MONTEROSATO	2
<i>Thais haemastoma</i> var. <i>laevis</i> , MONTEROSATO	2
* <i>Conus (Cheliconus) testudinarius</i> , MARTINI	1
<i>Conus (Lautoconus) mediterraneus</i> , BRUGUIÈRE	1

Aparte de estas 11 especies, en el mismo yacimiento, pero fuera del área acotada, se hallaron 14 ejemplares más de *Glycymeris violacescens* y uno de *Acanthocardia (Rudicardium) tuberculata*, LINNÉ.

La proporción de conchas de *Strombus* en el área de referencia sobrepasa el 70 %, lo cual nos señala un litoral de facies arenoso-fangosa, de acuerdo con las preferencias de dicho gasterópodo. Está acompañado por otras especies termófilas o senegalesas, *Cymatium ficoides* y *Conus testudinarius*, ambos extintos en nuestro mar, dándose la circunstancia de ser la primera más bien rara en los yacimientos valencianos conocidos y nunca ha sido hallada en los numerosos y muy estudiados yacimientos del Cuaternario balear. Aquí apareció un solo ejemplar de buen tamaño, pero incompleto.

Encima de los sedimentos marinos sobrevienen limos arenosos rosados de inicios del Würm y, apoyándose en ellos, una nueva serie dunar de grano más grueso, poco cementada (fácil explotación) y color gris claro, atribuida al Würm II, que alcanza por término medio 3 m de potencia. Fueron acumuladas muy cerca del litoral por vientos fuertes y variables. Siguiendo hacia el interior, a unos 600 m del litoral, junto al camino que coincide con la frontera municipal Elx/Santa Pola, reaparecen los limos rosados o pardo-claros, menos arenosos, pero probablemente del Würm I, como los ya citados; su potencia vista excede, según lugares, uno o dos metros.

1.1.2. Ermita del Rosari

Junto a la costa rocosa, aunque baja, entre +1'5 y 1'6 m se observan conglomerados marinos con *Glycymeris pilosa* L., frecuente en el Eutirreniense alicantino a +2 m, por lo que la asignación parece clara.

1.1.3. *El Clot de Galvany*

En plena depresión, y no lejos de las casas de Brizón, una excavación practicada con bulldozer deja ver el agua a unos -7 m, aproximadamente el nivel del mar. Atraviesa una capa de limos antiguos pardo-rojizos, de 5 a 6 m de potencia vista, atribuidos al comienzo del último interglaciario, o sea, eutirrenienses. Engloban conchas de helícidos aún vivientes en la región: *Iberus alonensis*, FÉRUSSAC y *Sphincterochila (Cariosula) baetica*, ROSSMÄSSLER. Sobre dichos limos, y separados por un ligero encostramiento, aparece otra serie de limos de tono más débil, más rosados, con una potencia media de 1 m y con abundantes cantos; se atribuyen a una fase finiwürmiense.

1.1.4. *Cap de Santa Pola*

Los depósitos del Clot de Galvany son relacionables con otros ya descritos por GAIBAR (1969) en una barrancada situada a unos 800 m al N de la ermita del Rosari. A unos $+48$ m se observan depósitos sicilienses II (milazzienses) que el autor citado señaló a $+80$, más al interior. Adosados al Plioceno, forman placas con *Glycymeris violacescens* como especie casi única. Estos bancos de caliza margosa muy endurecida se extienden hacia el faro y también han sido localizados algo al N, en una eminencia independiente, a $+45$ m ca., donde estaba el cuartel de Carabineros del Carabassí, así como en la Serra del Molar, como se verá luego. Por paralelismo de facies y alturas, así como por el predominio de la especie citada la asignación «milazziense» parece la correcta.

En la referida barrancada fueron visitadas las cuevas de origen erosivo marino, situadas a unos 80 m s. n. m., cuya horizontalidad ha sido alterada por los movimientos neotectónicos responsables de la combadura hacia el mar. Las cuevas presentan un relleno parcial de sedimentos de playa, muy consolidados en forma de lumaquela en que la mayoría de los ejemplares sólo conservan el molde, cosa que dificulta grandemente su especificación. No obstante, se pudieron determinar 8 especies (ver cuadro final), cuya asociación indica una facies litoral de fondo arenoso y presenta marcadas afinidades con las faunas pliocuaternarias; no existe ninguna especial característica que permita asegurar de un modo definitivo su atribución al Siciliense, supuesta en un principio en atención a su altimetría, alterada, es verdad, por la neotectónica local.

1.2. *El sector central: la bahía de Santa Pola y las restingas de l'Albufera d'Elx*

A lo largo y a ambos lados de la carretera N-332 que recorre —y no casualmente— uno de los cordones de cierre de l'Albufera d'Elx, parcialmente convertida en salinas, abundan los testimonios pleistocénicos entre los km 23'6 y 25. Se han localizado tres niveles marinos del Tirreniense II (Pleistoceno superior) a $+3'5$, $+6$ y $+2$ m, respectivamente, en orden de mayor a menor antigüedad, y otro depósito de facies costero-lagunar, atribuido al Tirrenien-

se III (inicios del Würm) a unos +0'6 m. La correlación glacioeustática de dichos niveles con los del Cap de les Hortes —unos 25 km al N— y con otros yacimientos eutirrenienses y neotirrenienses de las Baleares, ha quedado demostrada.

1.2.1. Pinet III

A falta de topónimos precisos, designamos así el punto $x=708'3$, $y=4.228$, situado al E de la carretera N-332, en la duna fósil pleistocena en que se apoya el firme. A unos 0'6 m de altitud un modesto, pero alargado escalón señala una mordedura de playa con restos claramente perceptibles. La secuencia estratigráfica (fig. 2) comprende una eolianita pleistocena de base, cresta del cordón dunar rissienense, cuyas raíces se hunden por debajo de las salinas. Dicha restinga (10 YR 7/2, con *Iberus alonensis*, FÉRUSAC) se atraviesa oblicuamente a la carretera, cruzándola en el km 24, donde pasa a su lado oeste.

Sobre el basamento anterior y sin rebasar la altitud de +0'6 m se observan arenas marinas cementadas con conchas fósiles y otras arenas limosas consolidadas con cantos de playa y conchas de moluscos marinos. Tales depósitos corren desde el km 23'6 al 23'8 al E de la carretera, y han arrojado 13 especies con más de 50 ejemplares clasificables (tabla final). Entre ellas figuran tres de las llamadas senegalesas, que invadieron el Mediterráneo durante el último interglaciario cuaternario a favor de un clima más cálido que el actual y que desaparecieron con el descenso térmico del Würm. Estas especies son *Strombus bubonius*, *Cantharus viverratus* y *Chelyconus testudinarius*; la abundancia de la primera nos obliga a considerar este yacimiento como eutirreniense (Tirreniense II), aunque pueda haber sido alterado por la transgresión marina posterior (Tirreniense III).

Junto al hito de km 23'7 se observan a la misma altura y en el flanco interior de la eolianita basal, arenas limosas poco cementadas cuya fauna tiene un significado ecológico muy distinto (tabla final). Dos especies llaman la atención por su abundancia: *Cerastoderma glaucum* y *Pirenella conica*. La primera es propia de lagunas costeras de variable y aun elevada salinidad; la segunda se caracteriza por poder sobrevivir en charcas litorales y albuferas de elevada salinidad, donde no pueden desarrollarse la mayoría de especies marinas cuya representación porcentual (8'8 %) es muy baja en el yacimiento. Por otra parte la *Pirenella conica* se halla en regresión en el área mediterránea y, que sepamos, no vive hoy en esta zona, lo cual le confiere valor estratigráfico.



Fig. 2.—Corte transversal de los yacimientos marinos de Pinet II: a) Duna cuaternaria con *Iberus alonensis*.—b) Sedimentos marinos con *Strombus bubonius*.—c) Sedimentos lagunares con *Pirenella conica*.

Otra interesante especie, también en vías de extinción en el Mediterráneo, es la *Melania tuberculata*, de muy distinta significación ecológica, pues, si bien a veces se halla mezclada con especies litorales, prefiere el agua dulce o biotopos de muy escasa salinidad. Su presencia en el yacimiento puede ser debida a una aportación alternativa de aguas dulces de origen continental, ya que nos hallamos en la zona deltaica del Vinalopó y sus marismas.

Todo lo dicho autoriza a considerar este depósito como costero-lagunar residual e inmediatamente posterior al marino citado antes. Su pequeña extensión confirma el carácter residual de la albufera referida. La correlación con un biotopo semejante, la extinta charca de Magaluf en el S de Mallorca (MENÉNDEZ-FLORSCHÜTZ, 1961; CUERDA, 1975) demuestra igualmente una extraordinaria abundancia de *Pirenella conica* y *Cerastoderma glaucum*, este último, de tamaño más bien reducido, como suele presentarse en hábitats muy salinos, fenómeno paralelo al observado en el depósito alicantino que tratamos. La cronología de 85.000 BP asignada por el método Th 230/U 234 al yacimiento mallorquín (STEARNS-THURBER, 1965), corresponde al Tirreniense III y puede extenderse al depósito estudiado.

1.2.2. *Pinet II*

En el punto $x=708$, $y=4.227'6$, km 23'8-24 de la N-332 y en su flanco W, reaparecen las muescas de oleaje en el cordón dunar fosilizado rissienense. Estas muescas van ganando altura hasta un máximo de +1'5 sobre el nivel de la salina en la proximidad del hito del km 24. La gran afinidad de los sedimentos marinos descritos en el km 23'6 (Pinet III) deja, sin embargo, apreciar una diferencia: las conchas fósiles se encuentran aquí menos rodadas, al haber escapado a ulteriores transgresiones gracias a su mayor altitud. El conjunto de las 17 especies recogidas (cuadro final) no tiene una significación ecológica muy clara, pues si bien entre ellas abundan las litorales de fondo arenoso-fangoso, como el característico *Strombus*, por otra parte, la numerosa presencia de murícidos (*Trunculariopsis* y *Thais*) indican un fondo rocoso. Llama igualmente la atención la enorme cantidad de *Cerastoderma glaucum* (126 ejemplares, 44 %), cuyo predominio es peculiar de albuferas y lagunas litorales. Todo parece indicar una facies inicialmente litoral y una evolución a un biotopo albufereño, es decir, un cierre mediante restinga.

Además de abundar en el depósito los ejemplares de especies termófilas extintas (*Strombus bubonius* y *Conus testudinarius*), se observa la presencia de dos especies y una subespecie, hoy francamente regresivas en nuestras costas y que, por consiguiente, tienen valor stratigráfico. Son los tritónidos *Cyrtium costatum* y *Bursa scrobiculata* que acompañan la fauna muy litoral de los depósitos eutirrenienses, pero a partir de este piso inician un desplazamiento batimétrico hacia mayores profundidades, donde viven hoy en el Mediterráneo. Este desplazamiento lo realizaron en busca de temperaturas más regulares que las de la superficie, las cuales desde la última glaciación Würm debían ser estacionalmente muy variables. En cambio, en las costas senegalesas

la regularidad de las temperaturas actuales en superficie permite la supervivencia de los referidos tritónidos en aguas absolutamente supralitorales.

Es también interesante una forma pequeña de la ssp. *consul* de *Thais haemastoma*. Dicha subespecie, ausente también hoy de las aguas someras, muestra un curioso proceso evolutivo en cuanto a su tamaño, ya que durante el Tirreniense II presenta formas pequeñas, parecidas en dimensión y diseño a *Thais haemastoma*, var. *minor*, pero con menos numerosos y mayores tubérculos aplanados en su parte superior. En el transcurso de los tiempos aumentó el tamaño hasta alcanzar las enormes proporciones de los ejemplares Flandriense (=Versiliense) italiano de Torre del Lago (BLANC-SETTEPASSI-TONGIORGI, 1953). En definitiva, la edad tirreniense II del yacimiento queda confirmada.

1.2.3. Pinet I

Inmediatamente al S del km 24 ($x=707'7$, $y=4227'2$) aparecen nuevos depósitos del Pleistoceno superior, muy fosilíferos, con tres niveles marinos del Tirreniense II. El más antiguo coincide con un escalón recorrido por un camino que se desprende de la carretera hacia el S para bordear las Salinas del Pinet. Este camino se apoya precisamente en la playa pleistocena, cuya parte superior va ganando altura desde +2'5 m hasta los +3 m, después de un recorrido de 300 m, siempre formando escalón indicativo de que dichos sedimentos, una vez consolidados, fueron atacados por el oleaje de una transgresión posterior que dejó amplios testigos sedimentarios sobre una rasa que se inicia junto a las salinas y alcanza un máximo nivel a +2 m sobre ellas.

La figura 12 esquematiza la secuencia de este yacimiento, que se inició con la eolianita pleistocena blanquecina contra la cual se apoyan los sedimentos posteriores. Alcanza una altura de +8 m s. n. m., y en la perpendicular del km 24'5 aquélla ha sido objeto de intensa explotación, al parecer para construir muretes y canales de la salina. Sobre la primera eolianita, y en su parte anterior, descansan arenas dunares muy consolidadas, pardo-amarillentas del Riss final con alguna concha marina de fin de playa, lo que indica una mordedura transgresiva a unos +2 m. Sobre estos sedimentos dunares, y en estrecha concordancia, aparecen guijarros y arenas limosas gris-claras (10 YR 7/2) de unos 0'5 m de espesor, que sustentan arenas finas eólicas con fragmentos de concha y nuevos sedimentos marinos que se continúan hasta la cota +3'5 m. Superpuestos, se hallan unos 30 cm de limos continentales gris-rosados con pocos y reducidos cantos, procedentes del interior, con *Iberus alonensis*. Sobre ellos (*f* en la fig. 12) descansa un horizonte de arenas limosas, tendido de +4'5 m a +6 m, con *Strombus* e incrustaciones marinas con *Cerastoderma glaucum* en la parte alta. Otros depósitos marinos muy fosilíferos se inician junto a las salinas y ascienden hasta la cota +2 m, con una potencia aproximada de 1 m. Están integrados por arenas limosas bastas y guijarros, y, entre ellos y la balma que afecta la duna rissienne, se observa una vasta rasa que culmina a +2 m y corresponde a un nivel regresivo análogo a los de Pinet II.

En el nivel eutirreniense más antiguo a +3'5 m se han recogido 31 especies (157 ejemplares, cuadro final) de una fauna de marcado carácter litoral, de aguas someras y fondo arenoso con piedrecillas, como lo indica la abundancia de bivalvos y la ausencia de *Patella*, peculiar de litorales rocosos. Entre las especies relacionadas figuran cuatro senegalesas: *Arca geissei*, *Strombus bubonius*, *Cantharus viverratus* y *Conus testudinarius*. Su carácter termófilo las hace propias del Tirreniense II. También es destacable la *Glycymeris inflata*, conocida en el Mioceno medio y superior europeo y hoy desaparecida, al parecer, del Mediterráneo. Otras dos especies de valor estratigráfico, hoy en regresión en nuestro mar, son *Monodonta lineata* (1) y *Cymatium costatum*.

En la parte superior del yacimiento los abundantes ejemplares de *Cerastoderma glaucum* pueden ser indicio de una corta fase lagunar antes de la deposición de los limos continentales con *Iberus alonensis*. Los sedimentos transgresivos más altos, eutirrenienses también, contienen numerosos ejemplares de *Strombus bubonius* (11 en 25 m²) de tamaño más bien grande y concha gruesa, evidenciando que su desarrollo fue favorecido por el fondo fangoso propiciado por los limos aludidos. Estas aguas en que vivió el *Strombus* alcanzarían unos +6 m a deducir de un pequeño escalón marino esculpido en la duna basal.

El nivel eutirreniense más reciente es el más bajo y cercano a las salinas, y en el yacimiento estudiado ha dado 112 especies fósiles y varios centenares de ejemplares (tabla final), que corresponden a una facies muy litoral de fondo arenoso-fangoso y piedras, de acuerdo con la gran abundancia de *Chamelea gallina* (117 ejemplares).

Entre las especies reconocidas hay seis senegalesas: *Brachyodontes senegalensis*, *Strombus bubonius*, *Polynices lacteus*, *Cantharus viverratus*, *Conus testudinarius* y *Acteocina knockeri*, esta última poco citada en el Pleistoceno mediterráneo, si bien puede haber pasado inadvertida por su minúsculo tamaño. Además aparecen *Acar plicata* y *Glycymeris inflata*, actualmente desaparecidas del Mediterráneo y los dos tritónidos *Cymatium costatum* y *Bursa scrobiculata*, hoy refugiados en aguas profundas y que jamás aparecen en el Tirreniense III. La referida asociación de especies termófilas es, por tanto, peculiar del Tirreniense II y la asignamos a su fase final.

1.2.4. Consideración global

La cronología considerada en conjunto de las series de las Salinas del Pinet permite observar la casi totalidad de niveles marinos eustáticos del interglaciador último (Eem), excepto los que por su mayor altitud sobrepasan la elevación de la duna basal.

La sucesión de transgresiones y regresiones acaecidas durante los tiempos cuaternarios posteriores a la penúltima glaciación (Riss), basada en los yacimientos estudiados en las Baleares (CUERDA, 1975) y la cronología radioactiva (STEARNS-THURBER, 1965-67) se expresa en la figura 3, según lo cual sólo falta en el Pinet el nivel +14-11 m.

Por último consideramos holocenos, y más concretamente flandrienses o flamencos, los limos arenosos grisáceos del fondo de las salinas, los cuales contienen *Cerastoderma glaucum* en su forma-tipo y en sus var. *lamarcki* y *umbonata*, *Abra ovata*, *Hinia reticulata* y *Melanopsis dufourci*, var. *etrusca*. Esta última indica aguas dulces, tranquilas y soleadas, biotopo confirmado por las conchas frágiles de *Cerastoderma glaucum*, que contrastan con algunas

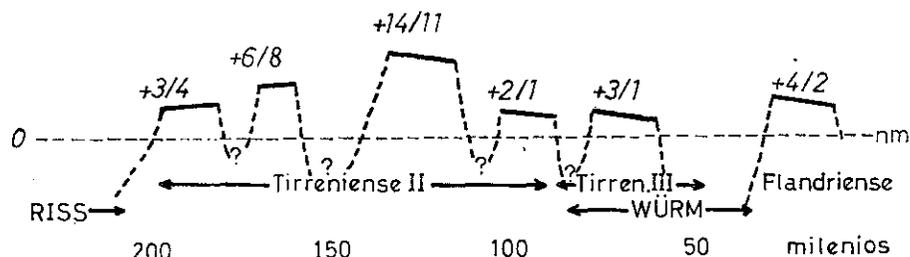


Fig. 3.—Sucesión de transgresiones y regresiones marinas posteriores a la glaciación Riss.

otras mucho más gruesas ya fósiles que, entremezcladas con estos sedimentos flandrienses, proceden del substrato pleistocénico.

Aparte las correlaciones estratigráficas y altimétricas de los yacimientos pleistocenos del Pinet con sus coetáneos mallorquines, hemos observado el perfecto paralelismo con los del Clot de Galvany (supra) y, sobre todo, con los del Cap de les Hortes (la Cala), donde se presentan también los tres niveles del Tirreniense II, ligeramente más bajos, pero con los mismos caracteres faunísticos. Sus altitudes en este caso son: +3'1, +5'5 y +1'6 m.

1.3. El sector meridional: la Serra del Molar

A la primera campaña en este sector se ha unido posteriormente la localización de 18 yacimientos pleistocenos más, para intentar aclarar su complejidad cronológica y altitudinal. Sin embargo, al existir otros depósitos más antiguos que se presentan a altitudes muy semejantes, sus relaciones estratigráficas con los cuaternarios son difíciles de establecer.

Los depósitos atribuibles al Pleistoceno vienen representados por restos de cordones litorales o terrazas marinas, situados los primeros a unos +70-75 metros, y los segundos a +48-50 m, +40-35 y +26-27 m. Los más altos son asignables al Siciliense I; los de +48-50, al Siciliense II (=Milazziense) y los representados por los dos niveles más bajos, especialmente el último, parecen corresponder al Tirreniense I.

Otros depósitos, que por ahora juzgamos anteriores, a deducir del estudio de su fauna, han sido localizados en el sector en torno a los 21 m de altitud. El material paleontológico señala una edad comprendida entre el Plioceno y el Siciliense, pero no parece prudente concretar su edad, sin tener más elementos de juicio y esclarecer su relación estratigráfica con los yacimientos pleistocenos a que vamos a referirnos.

1.3.1. *Pleistoceno inferior*

Desde el caserío de la Marina, sobre la carretera N-332, km 27'6, se desprende un camino hacia la Serra del Molar. Siguiendo por el mismo, y cerca de la cumbre, entre los 70 y 75 m de altitud, se observan restos de una playa, consistentes en grandes cantos rodados, redondeados u ovalados y en su mayoría aplanados, cementados por arenas muy encostradas. Contienen fragmentos inequívocos de conchas marinas, especialmente de pelecípodos, y no faltan en estos restos las características perforaciones de litófagos. Estos residuos pueden seguirse en una longitud de unos 150 m. Todo intento de determinación específica sería muy aventurado, debido a la fragmentación de los fósiles hallados, pero siguiendo un criterio altimétrico y relacionando el yacimiento con otros de menor altitud en el mismo sector, parecen corresponder al Sici-liense I.

Descendiendo por la loma y a unos +50-48 m aparecen nuevos restos de terrazas marinas, atestiguados por potentes bancos (2 m) de margas arenosas travertinizadas, con cantos detríticos de tamaño más bien pequeño y gran cantidad de conchas, a veces auténtica lumaquela, casi exclusivamente de *Glycymeris violacescens* y excepcionalmente algún que otro bivalvo, como *Acanthocardia tuberculata* y *Chamalea gallina* y otros, que no alcanzan el 10 % de las conchas. También se observan numerosas perforaciones de *Lithodomus*. Respecto a la edad de la colonia de *Glycymeris*, sorprende la gran semejanza que presentan respecto a otros yacimientos españoles mediterráneos de análogas características y predominio. Es el caso de los yacimientos atribuidos al Sici-liense II (Milazziense) de las Baleares, en especial los de Can Xarpa (NW de Ciutat de Mallorca) y Sant Fernando (Formentera).

Pese a una primera impresión de uniformidad en las altitudes de este Sici-liense II, confirmada por los yacimientos vistos anteriormente en el Carabassí y en la barrancada del NE del Cap de Santa Pola, otros testigos inducen a pensar en fuertes deformaciones neotectónicas. El caso más elocuente por su continuidad corresponde al flanco N del Molar —inmediaciones de la Casa de Pastor— donde la pendiente tapizada por la lumaquela de *Glycymeris* milazziense desciende desde los +30 m a +9 m. Cierta observación de GAIBAR (1969) en els Arenals del Sol, comprobada por nosotros, corresponde a un nivel idéntico en naturaleza y fauna, a los +8 m. De no mediar flexura, plie-gue o accidente fracturador, habría que recurrir a una duplicidad de niveles cronológicamente distintos.

1.3.2. *El Pleistoceno medio*

En el mismo paraje sobre la Marina a que nos venimos refiriendo y a una altitud que comprende desde los 40 a los 35 m, encima de una amplia rasa de aspecto marino labrada en las margas calizas terciarias de la base del Molar, se observan nuevos sedimentos marinos margosos, mucho menos consolidados que los anteriores y con menos elementos detríticos. La potencia

es de un metro aproximadamente y su especie más abundante *Glycymeris violacescens*. A nuestro ver corresponde a una regresión marina, no sólo la abrasión que formó la plataforma, sino también la elaboración del alto acantilado que presentan los sedimentos citados anteriormente (+48 m) como milazienses.

La formación de este prolongado cantil exige que, al producirse esta última regresión, dichos sedimentos estuvieran ya muy consolidados, es decir, que medió un largo período entre ambas formaciones marinas, separadas —para mejor confirmación— por unos limos de origen continental observados en la base del nivel de +40 m. Estos limos blancuzcos (75 YR 7/2) engloban algunas conchas de *Iberus alonensis* (FÉRUSAC), bastante descalcificadas y que a veces conservan sólo el molde.

La edad de los sedimentos citados entre los 40 y 35 m de altitud es discutible, pues lo mismo podrían corresponder a un Siciliense II regresivo que al Pleistoceno medio, de clima templado también, pero separado de aquél por la glaciación Mindel. En este caso corresponderían al Paleotirreniense inicial, y la relación altimétrica no lo desmiente, por lo que en principio nos inclinamos por esta última hipótesis.

Otro interesante yacimiento marino se localiza junto a la carretera N-332, km 27, en el mismo caserío, a unos +26-27 m de altitud, y su riqueza faunística nos permite sacar conclusiones más concretas para atribuirlo al Tirreniense I. Se trataría pues de un nivel marino regresivo algo posterior al antes citado. Su fauna, englobada en matriz arenoso-margosa poco cementada (tabla final) corresponde a una facies litoral de fondo arenoso-fangoso, como lo indican las tres especies más representadas: *Glycymeris violacescens*, *Cerastoderma glaucum* y *Chamelea gallina* y la preponderancia de los bivalvos sobre los gasterópodos.

De la batimetría de las especies relacionadas (BUCQUOY, DAUTZEMBERG, DOLLFUS, 1882-98) se desprende que la fauna relacionada vivió en aguas litorales de escasa profundidad. Entre aquellas figura una sola especie que no vive hoy en el Mediterráneo —*Anadara* sp.—, ya que presenta unos caracteres que no concuerdan con ninguna de las arcas vivientes en nuestras costas. Realizada una paciente confrontación con otros árcidos, vemos que las mayores analogías de la citada especie confluyen con la *Anadara gambiensis*, hoy viviente en el Senegal; como en ella, alternan sus costillas con otras muy finas y estriadas y su tamaño reducido, así como su denticulación interna, también las hacen coincidir. Por otra parte es curioso observar que esta *Anadara* ha sido también recogida en un yacimiento muy próximo, en sedimentos que consideramos más antiguos y, por consiguiente, cabe la posibilidad de que se trate de un ejemplar rodado, aunque el estado de conservación de la concha no lo respalda. Nos limitamos, pues, a resaltar esta identidad de forma con la mencionada especie senegalesa.

Por otra parte, el resto de las especies de este yacimiento vive hoy en nuestras costas, por lo que la fauna señala un clima templado parecido al

presente mediterráneo y su valor estratigráfico es nulo. Teniendo en cuenta que las faunas del Tirreniense I son asimismo banales, y que la altitud del yacimiento no lo contradice, lo consideramos perteneciente a este período. Este criterio se refuerza con las características litológicas margosas y la ausencia de especies con claras afinidades pliocénicas que han aparecido en sedimentos próximos, pero litológicamente diferentes.

A unos +20 m, en las proximidades de los puntos kilométricos 26'4 (camino que viene del Pinet) y 27 de la N-332, una lumaquela blanquecina de conchas muy descalcificadas y frágiles corresponde a una facies arenosa muy somera y a un fondo arenoso algo limoso, respectivamente. En ambos casos puede tratarse de un final de playa. No hay especies características, pero la altitud y la asociación biótica permite la atribución al Tirreniense I, aunque sin exclusividad.

1.3.3. *El Pleistoceno superior*

Un grupo de siete localizaciones con materiales recogidos por V. González en altitudes comprendidas entre los +4 y +7 m son asignadas al Tirreniense II inicial. Pueden reunirse en tres yacimientos: Molar-Pinet, Molar y l'Escuera. En el primer caso se trata de banales reacondicionados al E de la carretera y al NE del caserío de la Marina; aparecen sedimentos arenosos de color 10 YR 8/3 a 7/2. La fauna no presenta especies características (cuadro final), aunque corresponde a un fondo somero arenoso-limoso, con piedrecillas. *Cerastoderma glaucum* es la especie más frecuente; sólo la altitud de +5 m y la afinidad con el yacimiento vecino nos sugiere su edad tirreniense II.

Entre +4 y 5 m se ha hallado en dos casos la especie característica *Cantharus viverratus*, y en otro las senegalesas *Strombus bubonius* y *Conus testudinarius*, y la regresiva *Eastonia rugosa*, que hoy vive sólo en el Estrecho de Gibraltar y costas argelinas. En un caso se puede concretar un medio somero arenoso-fangoso (por la abundancia de *Macra corallina*) y en el otro, algo más bajo y cercano al «golfo», puede inferirse alguna interferencia salobre.

El yacimiento de l'Escuera corresponde, en una altitud de +6-7 m, a un fondo arenoso-fangoso en aguas quietas de albufera. Clima más cálido que el actual, a juzgar por la presencia de *Eastonia rugosa*. El contenido abundante en las arenas de *Cerastoderma glaucum* en formas jóvenes admite su arrastre por el viento desde el borde de la albufera. Sin mayores precisiones, puede tratarse de Tirreniense II inicial.

Otras cuatro localizaciones, por su fauna y altitud inferior a +1 m, se han calificado de Tirreniense II final. Todas cuentan con especies características: *Strombus bubonius*, *Cantharus viverratus* y *Cardita senegalensis*, indicadoras —salvo la segunda, de preferencias rocosas— de un fondo arenoso-fangoso muy litoral; en algunos casos el rodamiento de los ejemplares sugiere un retoque neotirreniense. En cuanto a la tercera especie, el ejemplar hallado sobrepasa los 25 mm, medida máxima que suele alcanzar la *Cardita calcyclata*

actual, por ello la consideramos *C. senegalensis*. La abundancia de *Loripes lacteus* y *Cerastoderma glaucum* en uno de los puntos exige un fondo fangoso y aguas quietas. Todas las tomas coinciden en el flanco N del Molar, muy cerca de la actual albufera.

1.3.4. *Un nivel problemático a +21 m*

Cuatro localizaciones muy próximas entre sí, al E de la N-332 y a la altura del km 26'6-27, corresponden a una facies litoral arenosa, de litología a primera vista cuaternaria, pero cuya ausencia de especies características y el hecho de que en la comarca aparezcan yacimientos pliocénicos (MONTENAT, 1976) hace dudar de la asignación cronológica. Por ahora no contamos con más elemento de juicio que la significación estratigráfica de las especies recogidas (67, y varios centenares de ejemplares). Toda la fauna (tabla final) indica una facies litoral con aguas muy someras y fondo arenoso. En ella figuran varias especies de interés estratigráfico, pero no decisivas a nuestros efectos.

Entre los bivalvos se hallan tres especies hoy extintas en el Mediterráneo; dos de ellas *Anadara darwini* y *A. pectinata* son conocidas ya en los depósitos miocénicos de Europa, en el Plioceno italiano e incluso en el «Calabriense» y Siciliense mediterráneo, mientras a partir de entonces no han sido señaladas en este mar. El otro árcido relacionado como *Anadara* sp., aun sin conocerse su papel estratigráfico, podemos asegurar que es una especie desaparecida del actual Mediterráneo; el único ejemplar recogido aquí es evidentemente idéntico al estudiado en el yacimiento de +26-27 m de la Marina y considerado tirreniense I.

Otras dos especies de gasterópodos que tienen interés estratigráfico son la *Melania tuberculata*, abundante en el Pliopleistoceno mediterráneo, hoy en regresión y desde luego extinta en las costas valencianas, y *Niso*, cf. *marianum*, también desaparecido de nuestro mar; ofrece estrechas afinidades con *Niso terebellum*, citado entre el Mioceno y Siciliense.

De lo dicho se desprende que la edad de los problemáticos depósitos queda comprendida entre el Plioceno y el Pleistoceno inferior, inclusive, pero no pueden ser atribuidos al Pleistoceno medio —como podría sugerir el criterio altimétrico— ni al Mioceno, pues el resto de las especies son banales, es decir, vivientes en nuestras costas. Si se tratase de una fauna miocena, las diferencias serían más notables. Por otro lado, la litología es muy diferente de la que presentan los yacimientos pleistocénicos medios y superiores de la región; mientras éstos constan de margas o arenas margosas blancuzcas o pardo-claras, aquellos están integrados por arenas margosas con innumerables fragmentos de conchas cementadas por elementos oscuros y hasta negros.

JIMÉNEZ DE CISNEROS (1917) al hablar de ciertos sedimentos conchíferos de una excavación en la estación de FF.CC. de Alicante, describió a una veintena de metros de altitud unos terrenos de características muy semejantes que, por cierto, atribuyó al Siciliense.

YACIMIENTOS DEL PLIOCUATERNARIO

	km	km	km
	26,8	26,9	27,0
<u>Algae</u>			
Lithothamnium sp.			1
<u>Coelenterata</u>			
Cladocora caespitosa (Linné)	6 fr.	4 fr.	42 fr.
<u>Mollusca</u>			
Nucula nucleus (Linné)			1
Nuculana (Lembulus) pella (Linné)	1		5
Arca noae (Linné)		2	3
Barbatia barbata (Linné)		1	3
*Anadara darwini (Mayer)		2	4
*Anadara pectinata (Brocchi)		2	
Anadara diluvii (Lamarck)		2	
*Anadara sp.			1
Striarca lactea (Linné)	2	1	45
Striarca lactea var. galmardi (Payraudeau)			1
Glycymeris pilosa (Linné)			1
Glycymeris violascens (Lamarck)	9	13	63
Glycymeris cf. bimaculata (Poli)	1		
Spondylus gaederopus (Linné)	1		2
Lima lima (Linné)		1	2
Loripes lacteus (Linné)			4
Lucinella divaricata (Linné)	1		7
Chama gryphoides (Linné)		1	2
Pseudochama gryphina (Lamarck)	1		
Acanthocardia echinata (Linné)			1
Acanthocardia erinacea (Lamarck)			1
Acanthocardia (Rudicardium) tuberculata (Linné)	6		7
Plagiocardium (Papillocardium) papillosum (Poli)			7
Cerastoderma glaucum (Bruguière)	1	18	108
Cerastoderma glaucum var. umbonata (Wood)		12	25
Cerastoderma glaucum var. paludosa (B D D)		1	
Mactra corallina (Linné)	1	5	24
Spisula subtruncata (Da Costa)		15	140
Spisula subtruncata var. conemonesi (B D D)	1		
Tellina (Peronea) planata (Linné)		1	2
Donax (Cuneus) semistriatus (Poli)	1		
Donax (Serrula) trunculus (Linné)		2	8
Donax sp.			19
Venus (Ventricoloidea) multilamella (Lamarck)	1	2	1
Venus verrucosa (Linné)		2	4
Clausinella fasciata (Da Costa)	1		
Chamelea gallina (Linné)	1	4	24
Corbula (Varicorbula) gibba (Olivé)			1
Dentalium (Antalis) vulgare (Da Costa)			1
Dentalium (Antalis) cf. dentalis (Linné)		2	
Haliotis (Euhaliotis) cf. tuberculata (Linné)			1
Gibbula (Colliculus) turbinoides (Deshayes)			1
Jujubinus exasperatus (Pennant)			3
Turbona cimex (Linné)			5
Alvania montagui (Payraudeau)			6
Rissoa cf. grosa var. elatopsis (Mars)			1
Rissoina brugueri (Payraudeau)		2	7
Bittium reticulatum (Da Costa)			12
Bittium reticulatum var. latreillei (Payraudeau)			7
-Melania (Striatula) tuberculata (Müller)			1

<i>Theriacium</i> sp.	1		1
<i>Cerithiopsis bilineata</i> (Hoernes)			1
<i>Triphora perversa</i> (Linné)			4
* <i>Niso</i> cf. <i>marianum</i> (Cerulli-Irelli)			1
<i>Trivia europaea</i> (Montagu)			1
<i>Cassis</i> (<i>Tylocassis</i>) <i>undulata</i> (Gmelin)			1
<i>Trunculariopsis trunculus</i> (Linné)	1	1	
<i>Thais</i> (<i>Stramonita</i>) <i>haemastoma</i> (Linné)			1
<i>Hinia</i> cf. <i>costulata</i> (Renieri)			1
<i>Nassarius mutabilis</i> (Linné)		3	5
<i>Gibberula miliaria</i> (Linné)			2
<i>Cythara</i> (<i>Mangelia</i>) <i>attenuata</i> (Montagu)			1
<i>Cythara</i> sp.			1
<i>Conus</i> (<i>Lautoconus</i>) <i>mediterraneus</i> (Bruguière)			2
<i>Ringicula buccinoidea</i> (Brocchi)			1
<u>Equinodermata</u>			
<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck)			3 púas

PLIOCUATERNARIO O TIRRENIENSE I. Molar-Pinet, km 26,4 (+20 m)

<i>Cladocora caespitosa</i> (Linné)	1
<i>Glycymeris pilosa</i> (Linné)	2
<i>Glycymeris violacescens</i> (Lamarck)	2
<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi)	1
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	2
<i>Cerastoderma glaucum</i> var. <i>umbonata</i> (Wood)	1
<i>Donacilla cornea</i> (Poli)	2
<i>Venus</i> sp.	1
<i>Astraea</i> (<i>Bolma</i>) <i>rugosa</i> (Linné)	1

SICILIENSE I (?), Ermita del Rosari (+81 m)

<i>Glycymeris violacescens</i> (Lamarck)	2
<i>Amussium</i> sp.	2
<i>Acanthocardia</i> (<i>Rudicardium</i>) <i>tuberculatum</i> (Linné)	2
<i>Cerastoderma edule</i> (Linné)	3
<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa)	1
<i>Turbo</i> sp.	1
<i>Cypraeacassis</i> sp.	1
<i>Nassarius</i> cf. <i>obliquatus</i> (Brocchi)	1

YACIMIENTOS DEL SICILIENSE II

	Ermita del		
	Molar +48-50	Rosari +45	Carabassí +45
<i>Glycymeris violacescens</i> (Lamarck)	*	*	*
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linné)	*		
<i>Chamelea gallina</i> (Linné)	*		
<i>Lithodomus</i> sp.	*		

PALEOTIRRENIENSE INICIAL (Molar +26-27 m)

	Núm.	Batimetría (metros)
<u>Coelenterata</u>		
<i>Cladocora caespitosa</i> (Linné).....	21 fr.	litoral
<u>Mollusca</u>		
* <i>Anadara</i> sp.	1	
<i>Striarca lactea</i> (Linné)	3	5/400
<i>Glycymeris pilosa</i> (Linné)	4	0/250
<i>Glycymeris violacescens</i> (Lamarck)	22	0/25
<i>Spondylus gaederopus</i> (Linné)	2	2/40
<i>Chama gryphoides</i> (Linné)	1	2/130
<i>Acanthocardia</i> cf. <i>paucicostata</i> (Sowerby) var. <i>producta</i> (BDD)	1	4/30
<i>Acanthocardia</i> (<i>Rudicardium</i>) <i>tuberculatum</i> (Linné).....	1	0/100
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	10	0/30
<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa)	3	2/20
<i>Donacilla cornea</i> (Poli)	4	0/2
<i>Donax</i> (<i>Serrula</i>) <i>trunculus</i> (Linné)	1	0/45
<i>Venus casina</i> (Linné)	1	0/400
<i>Chamelea gallina</i> (Linné)	14	0/120
<i>Dentalium</i> (<i>Antalis</i>) <i>vulgare</i> (Da Costa)	2	5/80
<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant)	1	0/200
<i>Turbona cimex</i> (Linné)	1	3/230
<i>Rissoina bruguieri</i> (Payraudeau)	1	2/40
<i>Bittium</i> sp.	3	
<i>Trunculariopsis trunculus</i> (Linné)	1	0/60
<i>Gibberula miliaria</i> (Linné)	1	0/60

YACIMIENTOS DEL TIRRENIENSE I I

	Pinet III a	Pinet III b	Pinet II	Pinet I a	Pinet I b	Carabassí	Molar-Pinet	Molar	Escuera
<u>Algas</u>					47				
Lithothamnium sp.					47				
<u>Celentéreos</u>					68			9	
Cladocora caespitosa (Linné)					68			9	
<u>Equinodermos</u>					26				
Paracentrotus lividus (Lamarck)					26				
<u>Moluscos</u>									
Nucula cf. sulcata (Bronn)					1				
Nuculana (Lembulus) pella (Linné)					2				
Arca noae (Linné)	6	1	72	50	75		3	3	
* Arca geissei (Dunker)				1					
Barbatia barbata (Linné)					37		2	1	
Barbatia barbata var. elongata (B D D)					1				
Barbatia barbata var. expansa (B D D)					1				
* Acar plicata (Chemnitz)					30				
Striarca lactea (Linné)				1	70			1	
Striarca lactea var. gaimardi (Payraudeau)					12				
* Glycymeris inflata (Brocchi)				2	1				
Glycymeris pilosa (Linné)				1	14	1		1	
Glycymeris violacescens (Lamarck)			7	9	30	24		5	
Brachyodontes senegalensis (Lamarck)					1				
Chlamys multistriata (Poli)					2				
Chlamys (Flexopecten) flexuosa (Poli)					1				
Chlamys (Manupecten) pesfells (Linné)					1				
Spondylus gaederopus (Linné)	4		5		7		1	1	
Lima lima (Linné)					3				
Ostrea edulis (Linné)	1								
Ostrea decussata (O.G. Costa)				2	8				

Loripes lacteus (Linné).....	2			6	48		3	2	7
Chama gryphoides (Linné).....				5	62			1	
Cardita calyculata (Linné).....				1	7				
Cardita calyculata var. obtusata (Requiem).....					2				
Acanthocardia (Rudicardium) tuberculata (Linné).....		2		1	12			2	
Parvicardium exiguum (Gmelin).....					1				
Parvicardium minimum (Philippi).....					1				
Plagiocardium (Papillocardium) papillosum (Poli).....					1				
Laevicardium norvegicum (Spengler).....					1			1	
Cerastoderma glaucum (Bruguière).....	12	37	120	37	7	3	14	14	62
Cerastoderma glaucum var. umbonata (Wood).....		4	5	3		1			2
Cerastoderma glaucum var. paludosa (B D D).....			1				1		
Callista chione (Linné).....								1	
Mactra corallina (Linné).....					12		2	6	
Spisula subtruncata (Da Costa).....				1	2				
Tellina (Peronea) planata (Linné).....				1	1				
Donax (Cuneus) semistriatus (Poli).....					6				
Donax (Cuneus) venustus (Poli).....				1	4				
Donax (Serrula) trunculus (Linné).....	1				1		1		
Venus verrucosa (Linné).....					5			1	
Venus sp.									1
Irus irus (Linné).....					1				
Venerupis pullastra (Montagu).....					2		1		
Chamelea gallina (Linné).....					117		1		
Clausinella fasciata (Da Costa).....					1				
Corbula (Varicorbula) gibba (Olivi).....					10				
Dentalium (Antalis) vulgare (Da Costa).....					13				
Dentalium (Antalis) cf. dentalis (Linné).....					1				
Dentalium (Pseudoantalis) rubescens (Deshayes).....					2				
Haliotis (Euhaliotis) lamellosa (Lamarck).....					1				
Diodora graeca (Linné).....					1		1		
Diodora gibberula (Lamarck).....					7			1	
Patella caerulea (Linné).....					3				
Patella aspera (Lamarck).....					3				
Patella (Patellastra) lusitanica (Gmelin).....					1				
Gibbula (Steronphala) divaricata (Linné).....					2				
Gibbula (Tumulus) umbilicaris (Linné).....					2				
Gibbula (Tumulus) ardens (Von Salis).....					2				

	Pinet III a	Pinet III b	Pinet II	Pinet I a	Pinet I b	Carabassí	Molar-Pinet	Molar	Escuera
Gibbula (Phorcus) varia (Linné).....					1				
Monodonta (Osilinus) turbinata (Born).....					1				
Monodonta (Osilinus) articulata (Lamarck).....					1		1		
Monodonta (Osilinus) lineata (Da Costa).....				1					
Jujubinus exasperatus (Pennant).....					4				
Jujubinus striatus (Linné).....					1				
Clanculus (Clanculopsis) cruciatus (Linné).....					1				
Clanculus (Clanculopsis) jussteui (Payraudeau).....					3				
Tricolia pulla (Linné).....					40				
Smaragdina viridis (Linné).....					11				
Turbona cimex (Linné).....					20				
Acinopsis cancellata (Da Costa).....					2				
Aivania montagui (Payraudeau).....					8				
Apicularia similis (Scacchi).....					2				
Rissoa (Gueriniana) guerini (Recluz).....					1				
Rissoa (Lilacina) violacea (Desmarest).....					1				
Rissoa (Loxostoma) monodonta (Bivona).....					3				
Rissoa variabilis var. brevis (Monterosato).....					3				
Rissoa sp.					2				
Rissoina brugueri (Payraudeau).....					7				
Pirenella conica (Blainville).....		56							
Melania (Striatella) tuberculata (Müller).....		2							
Petalococonchus subcancellatus (Bivona).....					1				
Bivonia semisurrecta (Bivona).....					1				
Spiroglyphus glomeratus (Bivona).....					1				
Lemintina arenaria (Linné).....					1				
Bittium reticulatum (Da Costa).....					26				
Bittium reticulatum var. latreillei (Payraudeau).....					32				
Bittium reticulatum var. paludosa (B.D.D).....					2				
Therium vulgatum (Bruguière).....		1	1	1	26				
Therium sp.		1		1	2				1
Triphora perversa (Linné).....					5				

Epithonium clathrus mediterraneum (Kobelt).....				1				
Odostomia (Megastomia) conoidea (Brocchi).....				2				
Eastonia rugosa (Hebling).....								1
* Strombus bubonius (Lamarck).....	19	30	11	25	70		2	
Trivia europaea (Montagu).....				2				
* Polynices lacteus (Guilding).....				1				
Semicassis (Tylocassis) undulata (Gmelin).....		1		2				
- Cymatium (Monoplex) costatum (Born).....		5	1	2				
Cymatium (Septa) ficoides (Reeve).....					1			
- Bursa (Buforaniella) scrobiculata (Bors).....		1		1				
Trunculariopsis trunculus (Linné).....	2	18	1	16		1		
Thais (Stramonita) haemastoma (Linné).....	3	10	6	11	2		1	
Thais (Stramonita) haemastoma var. minor (Monterosato)..			1		2			
Thais (Stramonita) haemastoma var. nodulosa (Monterosato)			2					
Thais (Stramonita) haemastoma var. laevis (Monterosato)..	1			5	2			
Thais (Stramonita) haemastoma ssp. cf. consul (Lamarck).		1						
Columbella rustica (Linné).....			4	40		1		
* Cantharus (Pollia) viverratus (Kiener).....	1		1	3			2	
Chauvetia minima (Montagu).....				4				
Hinia (Telasco) costulata (Renieri).....				1				
Hinia (Tritonella) incrassata (Müller).....				6				
Gibberula miliaria (Linné).....				22				
Cythara (Rissomagelia) cf. bertrandi (Payraudeau).....				1				
Bela nebula (Montagu).....				1				
Bela nebula gymnaniana (Risso).....				5				
Raphitoma (Philbertua) labiae (Philippi).....				1				
Raphitoma (Cyrillia) linearis (Montagu).....				1				
* Conus (Chelyconus) testudinarius (Martini).....	2	6	1	9	1		1	
Conus (Lautoconus) mediterraneus (Bruguière).....		3	2	56	1	1	2	
Conus (Lautoconus) mediterraneus var.				4				
Conus sp.	1		1					
Ringicula (Plicatna) conformis (Monterosato).....				1				
* Acteocina knockeri (Smith).....				2				
<u>Crustáceos</u>								
Balanus perforator (Bruguière).....				1				

2. SEDIMENTOLOGÍA *

Los sedimentos, cuyo origen es múltiple y variado, reflejan en su conjunto toda una serie de características particulares producidas por los agentes erosivos, de transporte y deposición que han actuado sobre ellos. El material estudiado tiene una procedencia bastante clara. Por una parte nos encontramos con una considerable aportación continental, que puede tener un origen fluvial (Segura, Vinalopó), responsable sin lugar a dudas de la colmatación de la zona, y cuya influencia es más que notable en todo el tramo situado al sur del Cap de Santa Pola, o bien puede tener un origen local, ya que por otra parte, debemos considerar la aportación que tanto los relieves costeros como las playas y dunas fósiles están produciendo. En este caso el aporte será mínimo, sobre todo si lo comparamos en volumen con el fluvial, aunque no por ello desdeñable, ya que este material «autóctono» es predominante en el sector situado al norte del Cap de Santa Pola.

Además de estos materiales continentales que van a influir notablemente en la fracción ligera, no hay que olvidar los sedimentos marinos, procedentes de la erosión de la amplia y somera plataforma continental, que irán a depositarse en estas playas.

Todos estos materiales serán trabajados y redistribuidos por los mecanismos de dinámica marina (oleajes, corrientes, deriva litoral, etc.) y, por tanto, no debe extrañar que en ellos, sobre todo en lo que se refiere a su fracción densa, se aprecie una clarísima influencia de sedimentos procedentes de la isla de Nova Tabarca.

Así pues, desde un punto de vista sedimentológico podríamos establecer una división de la zona estudiada en tres sectores, según los agentes que mayor influencia hayan tenido tanto en el aporte de material como en su depósito final:

- En la zona de los Arenales del Sol predominan las acciones marinas, con erosión, transporte y deposición de material, así como las eólicas con el transporte y depósito de materiales anteriormente marinos.
- En el sector del Cap de Santa Pola, el papel principal lo desempeñan acciones marinas que actúan sobre esos relieves, determinando transporte y deposición de los materiales erosionados.
- Finalmente, en el tramo comprendido entre Santa Pola y el Molar, interviene toda una gama completa de factores: gran aporte de sedimentos fluviales, transportados y sedimentados por fenómenos marinos; dichos sedimentos posteriormente pueden ser retransportados y redepósitosados por el viento.

* Las muestras estudiadas han sido analizadas en el Laboratorio de Geomorfología del Departamento de Geografía de Valencia.

Se han estudiado un total de 34 muestras, procurando la máxima variedad morfológica. Así pues, hemos analizado sedimentos dunares tanto funcionales como fósiles, materiales de playas actuales y relictas, así como sedimentos fluviales, para intentar tipificar cada una de las variedades y ver sus posibles relaciones.

La localización exacta de las muestras se encontrará en los gráficos de conjunto que se han realizado en cada artículo. A continuación vamos a exponer una brevísima descripción de cada una de las muestras estudiadas.

1. Arenales del Sol. Duna móvil. Muestra tomada a barlovento a +15 m. Se trata de una quinta alineación.
2. Idem anterior, a sotavento a +15 m.
3. Arenales del Sol. Duna actual a +24 m sobre un encostramiento plioceno.
4. Arenales del Sol. Arena de playa al norte del hotel Arenales del Sol.
5. Idem anterior, al sur de dicho hotel.
6. Playa del Carabassí, a la salida del Clot de Galvany. Arena de playa.
7. Idem anterior. Duna actual, segunda alineación.
8. Idem anterior. Duna fósil würmiense.
9. Playa situada al norte del Cap de Santa Pola, al norte de la Ermita del Rosari. Arena de playa.
10. Idem anterior, unos 500 m al sur.
11. Idem anterior. Arena de playa en una recalada de la playa fósil, unos 500 m al norte de la ermita.
12. Idem anterior, frente a la ermita. Arena de playa.
13. Muestra tomada 75 m al norte de la Gola del Vinalopó. Sedimento eólico ligerísimamente consolidado.
14. Idem anterior. Arena eólica actual.
15. Idem anterior. Arena de playa.
16. Playa situada frente a las Salinas del Pinet. Duna actual, primera alineación a +2 m.
17. Idem anterior, segunda alineación dunar a +4 m.
18. Muestra tomada en la playa entre la Marina y el Pinet, 500 m al sur del Pinet. Arena de playa.
19. Idem anterior. Duna actual, primera alineación a +4 m.
20. Idem anterior. Segunda alineación dunar a +8 m.
21. Muestra tomada a la altura del Km 27 de la carretera N-332, en el nivel de +21 m. Playa fósil.
22. Idem anterior. Otro vestigio del nivel +21 m.
23. Idem anterior.
24. A la altura del Km 27'6 de la carretera N-332. Nivel a +21 m.
25. Playa de la Marina. Arena de playa.
26. Playa del Rebollo. En el límite municipal. Arena de playa.
27. Idem anterior. Duna actual, tercera alineación.

28. Idem anterior. A sotavento de la sexta alineación.
29. Gola del río Segura. Muestra tomada en la playa al sur de la gola. Arena de playa.
30. Guardamar. Arena de playa.
31. Muestra tomada en el río Vinalopó, en la intersección del mismo con la carretera de circunvalación del cono a unos 40 cm de profundidad.
32. Idem anterior a 1'20 m de profundidad.
33. Pinet I. Excavación artificial.
34. Idem anterior. Nivel +2 m, muestra tomada en la trinchera «in situ».

2.1. Granulometría

En todas las muestras estudiadas predomina la fracción arena, ya que en ningún caso hemos comprobado la existencia de cantos y la fracción arcilla también ha sido muy escasa, salvo en las muestras fluviales del Vinalopó, en las que esta proporción es algo mayor, como puede observarse en la tabla 1.

En el resto de las muestras, que no se incluyen en la tabla, se obtuvo un 100 % de arena.

Normalmente las máximas acumulaciones se producen en el tamaño comprendido entre 0'29-0'21 mm, excepto en las muestras 6, 9, 12, 13, 14 y 25, en las que se localiza en el intervalo 0'21-0'14 mm, y la muestra 21, que se nos ofrece como la más fina de todas con una máxima acumulación en los diámetros comprendidos entre 0'14-0'10 mm. En la tabla 2 exponemos todos los porcentajes granulométricos, lo que nos exime de un largo comentario. Sólo interesa resaltar las acumulaciones en el tamaño comprendido entre 2'0-1'19 mm, de las muestras 11, 22, 23, 24, 31 y 32, que destacan por encima de todas las demás, puesto que lo más frecuente es que sea un intervalo vacío, dada la textura del material estudiado. En el caso de la muestra 11, esta acumulación está provocada por restos orgánicos —conchas—

TABLA I
% arena, limo-arcilla

N.º muestra	% arena	% limo y arcilla	N.º muestra	% arena	% limo y arcilla
1	99'40	0'60	20	98'60	1'40
2	99'55	0'45	21	98'00	1'00
7	99'45	0'55	22	97'02	2'98
8	99'65	0'35	23	96'16	3'84
13	96'10	3'90	24	95'06	4'94
14	98'75	1'25	25	99'00	1'00
16	95'80	4'20	27	97'60	2'40
17	99'35	0'65	31	88'30	11'70
19	98'40	1'60	32	76'70	23'30

TABLA 2
Granulometría %

Número muestra	Ø mm. 2'0-1'19	Ø mm. 1'19-0'59	Ø mm. 0'59-0'35	Ø mm. 0'35-0'29	Ø mm. 0'29-0'21	Ø mm. 0'21-0'14	Ø mm. 0'14-0'10	Ø mm. 0'10-0'06
1	0'02	0'10	5'62	1'73	78'78	12'41	1'29	0'05
2	—	—	1'80	1'00	76'81	18'77	1'60	0'02
3	—	—	0'46	0'13	71'77	25'74	1'88	0'02
4	—	0'21	13'92	2'80	69'54	12'70	0'83	—
5	—	0'01	1'06	0'32	64'20	32'00	2'34	0'07
6	—	0'01	0'14	0'03	47'33	49'09	3'36	0'04
7	0'02	0'10	1'78	0'28	59'92	34'38	3'40	0'12
8	2'37	4'16	3'39	0'25	47'44	37'85	4'33	0'21
9	—	0'03	0'06	0'02	43'77	53'73	2'38	0'01
10	—	0'10	0'49	0'06	76'52	22'40	0'43	—
11	9'63	10'60	6'33	0'33	40'92	29'21	2'72	0'26
12	—	0'05	0'13	0'01	29'27	59'51	10'63	0'40
13	0'02	0'08	0'96	0'15	34'62	52'25	10'92	1'00
14	—	0'03	0'52	0'08	35'38	54'20	9'26	0'53
15	0'12	1'53	21'39	3'30	49'73	21'63	2'02	0'28
16	0'01	0'09	2'00	0'34	47'84	43'68	5'52	0'52
17	0'01	0'05	9'49	1'94	73'25	13'84	1'38	0'04
18	—	0'03	4'13	1'11	67'28	25'38	2'07	—
19	—	0'01	4'04	0'94	65'71	25'91	3'16	0'23
20	—	—	0'17	0'05	47'53	46'70	5'45	0'10
21	0'35	3'73	6'61	0'43	16'00	29'07	38'19	5'62
22	7'88	22'01	19'27	1'24	23'74	14'64	10'07	1'15
23	10'52	18'00	17'52	1'32	26'29	16'46	8'32	0'90
24	6'65	10'17	16'36	1'25	43'17	16'58	5'13	0'69
25	—	—	0'18	0'04	39'12	52'90	7'70	0'06
26	—	—	0'12	0'05	51'78	44'11	3'89	0'05
27	—	0'02	0'77	0'16	43'55	44'23	11'00	0'27
28	—	—	0'20	0'06	92'48	—	7'18	0'08
29	0'01	0'04	1'95	0'48	67'54	27'29	2'50	0'19
30	—	—	0'47	0'13	62'36	35'00	2'00	0'04
31	7'00	13'30	25'69	3'60	35'00	9'80	3'64	1'97
32	6'02	11'27	16'56	1'50	32'92	19'77	9'85	2'11

que se acumulan en esta cala, y que nos alteran parcialmente la granulometría de la muestra. En los demás casos se trata de un mayor grosor del material, siendo lógico en el caso de las muestras fluviales (31 y 32) que se caracterizan por ser más heterométricas y menos evolucionadas, mientras que en el resto (22, 23, 24) nos hacen pensar en un sedimento con fuertes características fluviales.

El tamaño comprendido entre 0'35-0'29 mm, se nos muestra como un intervalo semivacío, puesto que las acumulaciones en él sólo en tres ocasiones superan el 2 %, siendo la tónica general el que se mantengan inferiores a un 1 %. Esta misma deficiencia de material se observó en los sedimentos es-

tudiados en la restinga de la Albufera de Valencia (SANJAUME, 1974). Las razones que pueden explicar esta deficiencia son varias: o bien no se produce este tamaño de material por descomposición de las rocas generadoras, o bien, a pesar de ser producido por meteorización o disgregación, nunca ha sido depositado, debido a condiciones hidráulicas de transporte.

Todo el material analizado, siguiendo la clasificación de BOGOMOLOV (tabla 3), queda englobado en la fracción de arena fina (0'25-0'10 mm), puesto que en la mayoría de los casos en esta fracción se supera el 90 %. En cuanto a la fracción correspondiente a la arena muy fina (0'10-0'05 mm) aparecen ligerísimas trazas en casi todas las muestras, aunque sólo las muestras

TABLA 3
Clasificación de Bogomolov %

Número muestra	Arena muy gruesa 2'0-1'0 mm.	Arena gruesa 1'0-0'5 mm.	Arena intermedia 0'5-0'25 mm.	Arena fina 0'25-0'10 mm.	Arena muy fina 0'10-0'05 mm.
1	0'02	0'10	7'35	92'48	0'05
2	—	—	2'80	97'18	0'02
3	—	—	0'59	99'39	0'02
4	—	0'21	16'72	83'07	—
5	—	0'01	1'38	98'54	0'07
6	—	0'01	0'17	99'78	0'04
7	0'02	0'10	2'06	97'70	0'12
8	2'37	4'16	3'64	89'62	0'21
9	—	0'03	0'08	99'88	0'01
10	—	0'10	0'55	99'35	—
11	9'63	10'60	6'66	72'85	0'26
12	—	0'05	0'14	99'41	0'40
13	0'02	0'08	1'11	97'79	1'00
14	—	0'03	0'60	98'84	0'53
15	0'12	1'53	24'69	73'38	0'28
16	0'01	0'09	2'34	97'04	0'52
17	0'01	0'05	11'43	88'47	0'04
18	—	0'03	5'24	94'73	—
19	—	0'01	4'98	94'78	0'23
20	—	—	0'22	99'68	0'10
21	0'35	3'73	7'04	83'26	5'62
22	7'88	22'01	20'51	48'45	1'15
23	10'52	18'00	18'84	51'07	0'90
24	6'65	10'17	17'61	64'88	0'69
25	—	—	0'22	99'72	0'06
26	—	—	0'17	99'78	0'05
27	—	0'02	0'93	98'78	0'27
28	—	—	0'26	99'66	0'08
29	0'01	0'04	2'43	97'33	0'19
30	—	—	0'60	99'36	0'04
31	7'00	13'30	29'29	48'44	1'97
32	6'02	11'27	18'06	62'54	2'11

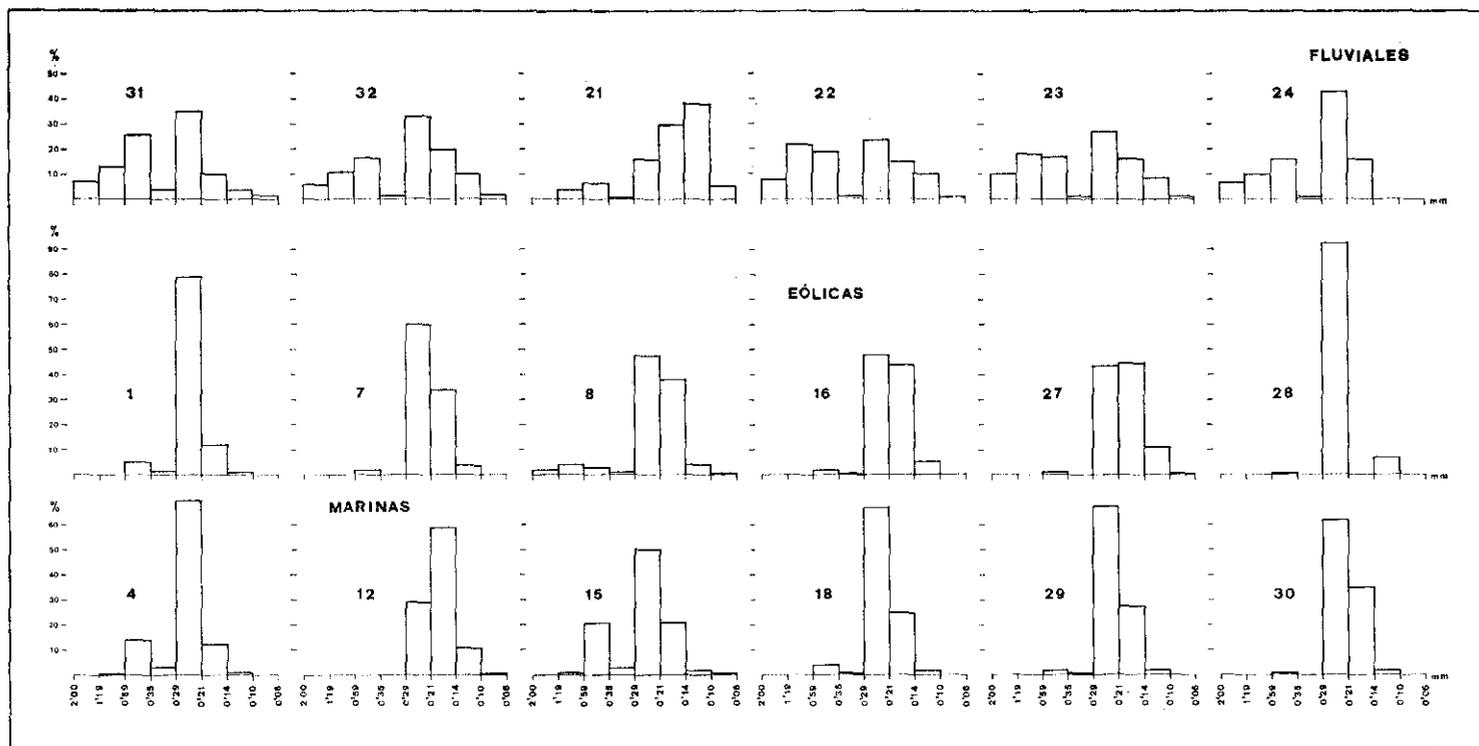


Fig. 4.—Histogramas granulométricos de las muestras más significativas.

13, 22, 31 y 32 superan el 1 %, dándose el caso extraordinario de la muestra 21 en que en esta fracción se supera el 5 %, correspondiendo a muestras fluviales o con características fluviales, que son las que presentan mayor heterometría y por tanto presentan mayores acumulaciones, tanto en las fracciones finas como en las gruesas, puesto que estas mismas muestras, junto con la 22 y la 11, son las únicas que también presentan acumulaciones de cierta importancia en las fracciones de arena muy gruesa (2'0-1'0 mm) y arena gruesa (1'0-0'5 mm). En el caso de la muestra 11 estas acumulaciones se deben a lo que ya hemos mencionado de la presencia de restos de conchas. En relación a la arena intermedia (0'5-0'25 mm) hay varias muestras que superan el 10 % (4, 15, 17, 22, 23, 24, 31 y 32), correspondiendo, como en los casos anteriores, a sedimentos con características fluviales, junto con algunas muestras marinas que por condiciones particulares de sedimentación presentan mayor diámetro.

Los histogramas acumulativos que se han realizado a partir de los porcentajes granulométricos, nos inducen a clasificar las muestras estudiadas en varios grupos (fig. 4).

a) Un primer grupo de histogramas corresponde a sedimentos dunares. Como puede comprobarse son muestras muy homogéneas, que presentan una gran homometría, puesto que el viento es el agente selectivo por excelencia. Dentro de este grupo se observa que a medida que nos alejamos de la fuente de alimentación, en este caso la playa, va aumentando la selectividad, por tanto las muestras 28 y 1 se nos revelan como las más homométricas, correspondiendo a sedimentos dunares situados en una sexta y quinta alineación dunar, respectivamente, mientras que las muestras 27, 16 y 7, son ligeramente más heterométricas, puesto que corresponden a las primeras alineaciones dunares y el viento aún no ha tenido tiempo de ejercer su máxima labor selectiva. Finalmente, la muestra 8, que corresponde a una duna fósil würmiense se muestra algo más heterométrica que la muestra 7, tomada en el mismo lugar, pero de una duna actual, puesto que en la fósil aparecen una serie de granos cementados que alteran ligeramente su granulometría. En todos los casos la nula presencia de material grueso nos indica que nos encontramos ante un material muy evolucionado, que ha sufrido un largo transporte hasta su depósito final. Probablemente todo el material eólico fuera en principio fluvial, redistribuido posteriormente por el mar y depositado finalmente por el viento. A este mismo grupo, además de las ya citadas y con características casi idénticas, pertenecen también las siguientes muestras: 2, 3, 13, 14, 17, 19 y 20.

b) Un segundo grupo corresponde a sedimentos marinos. En este caso la heterometría es algo mayor que en el grupo anterior; el mar es un agente menos selectivo que el viento, aunque en nuestro caso esta heterometría no sea muy acusada, puesto que nos movemos en un ambiente en el que el oleaje casi nunca presenta una energía excesivamente fuerte, y, por tanto, casi siempre deposita material de un mismo tamaño, puesto que el mayor o menor

grosor de los sedimentos playeros siempre están en relación directa con la energía que presente el oleaje en un momento determinado y con el material disponible. Los temporales son muy raros en este sector abrigado, por lo que el mar se presenta mucho más selectivo que en zonas más abiertas. Por término medio, las muestras situadas al norte del Cap de Santa Pola son ligeramente más heterométricas que las que se encuentran al sur del mismo. La razón quizá deba buscarse en que en la zona norte hay mayor abundancia de material autóctono, procedente del propio cantil o de los materiales fósiles de la zona; mientras que al sur predomina el aporte fluvial redistribuido, siendo los sedimentos ligeramente más homométricos, puesto que ya han sufrido dos selecciones, la fluvial y la marina. Hay que destacar que la muestra 15, situada unos 75 m al norte de la desembocadura de la Gola del Vinalopó, presenta una distribución mucho más heterométrica que, por ejemplo, la 29, tomada en la Gola del Segura. Probablemente esto se deba a que en la actualidad el río Segura está muy regularizado, y los embalses, así como las aguas que se utilizan para el regadío retienen buena parte de los sedimentos, con lo que sólo llegan a la desembocadura los más finos; en cambio, en el caso de la Gola del Vinalopó, el material es más heterométrico, con mayores características fluviales, debido a que en este caso el material sólo llega a la playa con ocasión de grandes avenidas, lo que condiciona en parte su textura. En conjunto nos encontramos ante materiales bastante evolucionados. Las muestras que podemos encuadrar en este grupo, aparte de las ya citadas anteriormente, son: 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 18, 25, 26 y 30.

c) Finalmente, un tercer grupo de histogramas nos muestran unos materiales sumamente heterométricos, propios de sedimentos fluviales, puesto que los medios fluviales son agentes muy poco selectivos. Las muestras 31 y 32 corresponden a sedimentos tomados del río Vinalopó y por tanto son normales estas características. Las muestras de este grupo son las que presentan el material menos evolucionado. Algunas denotan dos máximos, lo que indica un transporte con amplias variaciones de flujo, propio, por otra parte, de medios fluviales. Lo más llamativo en este caso es que las muestras 21, 22, 23 y 24 que corresponden al nivel +21 m del Molar, presentan también estas mismas características, incluso ligeramente más acusadas. Aparecen con el material menos evolucionado y más heterométrico de todo el conjunto estudiado, lo que parece indicarnos sedimentos de ladera transportados en un régimen más o menos torrencial, mediante una arroyada concentrada.

En cuanto a las curvas semilogarítmicas (fig. 5), que se han realizado a partir de los porcentajes granulométricos acumulados (tabla 4), podemos clasificarlas también en tres grupos. Aunque para el gráfico hemos seleccionado las muestras más representativas, todo el material estudiado puede englobarse en alguno de los tres tipos.

1. Son curvas bastante tendidas, que se corresponderían con las de tipo parabólico. Indican una acumulación totalmente forzada, con material rela-

TABLA 4
% acumulados

Número muestra	Ø mm. 2'0-1'19	Ø mm. 1'19-0'59	Ø mm. 0'59-0'35	Ø mm. 0'35-0'29	Ø mm. 0'29-0'21	Ø mm. 0'21-0'14	Ø mm. 0'14-0'10	Ø mm. 0'10-0'06
1	0'02	0'12	5'74	7'47	86'25	98'66	99'95	100'00
2	—	—	1'80	2'80	79'61	98'38	99'98	100'00
3	—	—	0'46	0'59	72'36	98'10	99'98	100'00
4	—	0'21	14'13	16'93	86'47	99'17	100'00	—
5	—	0'01	1'07	1'39	65'59	97'59	99'93	100'00
6	—	0'01	0'15	0'18	47'51	96'60	99'96	100'00
7	0'02	0'12	1'90	2'18	62'10	96'48	99'98	100'00
8	2'37	6'53	9'92	10'17	57'61	95'46	99'79	100'00
9	—	0'03	0'09	0'11	43'88	97'61	99'99	100'00
10	—	0'10	0'59	0'65	77'17	99'57	100'00	—
11	9'63	20'23	26'56	26'89	67'81	97'02	99'74	100'00
12	—	0'05	0'18	0'19	29'46	88'97	99'60	100'00
13	0'02	0'10	1'06	1'21	35'83	88'08	99'00	100'00
14	—	0'03	0'55	0'63	36'01	90'21	99'47	100'00
15	0'12	1'65	23'04	26'34	76'07	97'70	99'72	100'00
16	0'01	0'10	2'10	2'44	50'28	93'96	99'48	100'00
17	0'01	0'06	9'55	11'49	84'74	98'58	99'96	100'00
18	—	0'03	4'16	5'27	72'55	97'93	100'00	—
19	—	0'01	4'05	4'99	70'70	96'61	99'77	100'00
20	—	—	0'17	0'22	47'75	94'45	99'90	100'00
21	0'35	4'08	10'69	11'12	27'12	56'19	94'38	100'00
22	7'88	29'89	49'16	50'40	74'14	88'78	98'85	100'00
23	10'52	28'52	46'04	47'36	74'32	90'78	99'10	100'00
24	6'65	16'82	33'18	34'43	77'60	94'18	99'31	100'00
25	—	—	0'18	0'22	39'34	92'24	99'94	100'00
26	—	—	0'12	0'17	51'95	96'06	99'95	100'00
27	—	0'02	0'79	0'95	44'50	88'73	99'73	100'00
28	—	—	0'20	0'26	92'74	92'74	99'92	100'00
29	0'01	0'05	2'00	2'48	70'02	97'31	99'81	100'00
30	—	—	0'47	0'60	62'96	97'96	99'96	100'00
31	7'00	20'30	45'99	49'59	84'59	94'39	98'03	100'00
32	6'02	17'29	33'85	35'35	68'27	88'04	97'89	100'00

tivamente poco evolucionado, son propias de medios fluviales y se corresponden con las muestras analizadas del Vinalopó y con las del nivel +21 m del Molar.

2. En este grupo encontramos una serie de curvas mucho más empinadas, de transición entre las parabólicas y las hiperbólicas, aunque más próximas a este último tipo, lo que nos demuestra que estos sedimentos han tenido una acumulación semilibre o semiforzada. Corresponden a sedimentos playeros bastante evolucionados. La muestra 11 presenta una clara inflexión producida por la presencia de restos de conchas en los primeros tamaños, ya que estas inflexiones o mesetas suelen ser características de los sedimentos con mezclas de material.

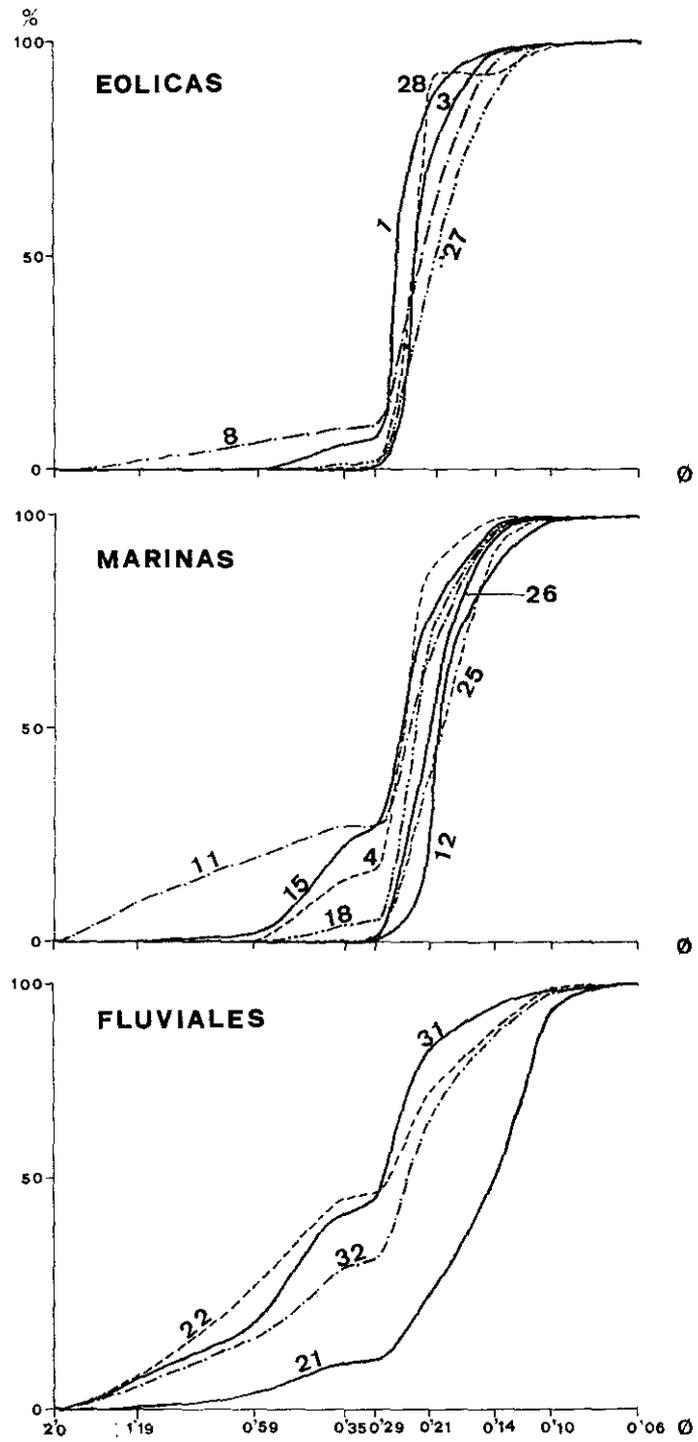


Fig. 5.—Curvas granulométricas acumuladas.

3. Finalmente en este grupo nos encontramos toda una serie de curvas claramente sigmoidales, muy empinadas, de tendencia hiperbólica, que denotan un material de acumulación libre, muy evolucionado y que ha sufrido un transporte completo. Son propias de sedimentos eólicos o marinos abrigados.

A partir de las curvas acumuladas se han hallado tanto los parámetros como los índices granulométricos correspondientes. En la tabla 5 se exponen los resultados obtenidos por el sistema tradicional, utilizando la escala milimétrica, que hemos seguido empleando para que los resultados obtenidos puedan compararse, si se considera oportuno, con otros trabajos ya realizados en otras zonas. Además, en la tabla 6, ofrecemos estos mismos parámetros e índices, pero en escala Φ , mucho más eficaz a la hora de la interpretación (FOLKWARD, 1957). A continuación vamos a comentar brevemente estos índices.

— *Media* (tablas 5 y 6):

$$Md = 50 \% \quad Mz = \frac{\Phi 16 + \Phi 50 + 50 + \Phi 84}{3}$$

Las medias oscilan entre 0'15-0'30 mm, o entre 2'61-1'40 Φ , es decir valores que corresponden a la arena fina y muy fina, siendo los índices máximos de tamaño medio para los sedimentos fluviales y del nivel +21 m, y los mínimos para las arenas eólicas y marinas de playas abrigadas.

— *Asimetría* (tablas 5 y 6):

$$SK = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Md^2} \quad SK_1 = \frac{(\Phi 84 + \Phi 16) - 2 \Phi 50}{2 (\Phi 84 - \Phi 16)} + \frac{(\Phi 95 + \Phi 5) - 2 \Phi 50}{2 (\Phi 95 - \Phi 5)}$$

Este índice da una serie de precisiones muy útiles sobre las condiciones de sedimentación. En escala Φ , $SK_1 = 0$, indica una curva perfectamente simétrica, valores positivos señalan que la fracción fina está mejor clasificada que la gruesa, mientras que valores negativos indican todo lo contrario. De entre las muestras analizadas, algunas (9, 6, 25, 13, 14, 1, 12, 7) son prácticamente simétricas, por tanto en su depósito no predominó ni el lavado ni la decantación. En cambio, la mayoría de las muestras (3, 29, 19, 10, 2, 5, 28, 30, 7, 18, 16, 26, 27, 8, 20), presentan valores positivos, por tanto en ellas la fracción fina está mejor clasificada que la gruesa, predominando la decantación sobre el lavado. En este grupo se encuentran la mayoría de los sedimentos eólicos y algunas muestras marinas de zonas más abrigadas. Por otra parte, las muestras (4, 15, 22, 32, 21, 23, 31, 24, 11), presentan valores negativos, lo que nos indica que en ellas la fracción gruesa está mejor clasificada que la fina y que en su depósito predominó el lavado sobre la decantación, señalándonos también que, o bien se han producido fuertes fluctuaciones en la velocidad del agente de depósito, o bien se han dado procesos de mezcla o remoción, como es el caso de la muestra 11 (Ermita del Rosari), en la

que hay gran cantidad de restos orgánicos. A este grupo pertenecen las muestras fluviales, el nivel +21 m del Molar, así como las muestras marinas de la Gola del Vinalopó, con fuertes características fluviales y la ya citada anteriormente de la Ermita del Rosari.

— *Clasificación* (tablas 5 y 6):

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} \quad \sigma = \frac{\Phi 84 - \Phi 16}{4} + \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{6.6}$$

Este índice está basado en la fórmula estadística de la desviación estándar. En escala milimétrica, si el resultado es 1, la clasificación es perfecta; inferior a 2.5, buena; 3 sería normal, y superior a 4.5, mala. Siguiendo esta gradación, todas las muestras estudiadas presentan una buena clasificación, oscilando entre 1.092 de la muestra 28 (arena eólica de una sexta alineación dunar), que presenta una clasificación casi perfecta, y 1.833 de la muestra 22 (nivel +21 m del Molar), en la que la clasificación sigue siendo buena, a pesar de ser la peor de todas.

La escala Φ presenta unas agrupaciones mucho más detalladas: cuando el índice ofrece un resultado inferior a 0.35, los sedimentos se encuentran muy bien clasificados; las muestras estudiadas que podrían englobarse en este grupo serían las siguientes, teniendo en cuenta que se sitúan de mejor a peor clasificación: 28, 2, 10, 1, 3, 29, 5, 30, 18, 19, 9, 6, 7, 26, 17. Todas son muestras eólicas o marinas abrigadas. Un índice entre 0.35-0.50 indica una buena clasificación, como, por ejemplo, las muestras 20, 16, 25, 12, 4, 14, 13, 27, arenas eólicas de las primeras alineaciones y arenas marinas de zonas menos abrigadas. Entre 0.50-1.0, las muestras se encuentran moderadamente clasificadas, como es el caso de las muestras 8, 15, 21, 24 y 31. En este grupo observamos una duna fósil cuyos granos cementados alteran parcialmente su granulometría y por tanto empeora su clasificación (8), una muestra de playa, situada al norte de la Gola del Vinalopó (15), con características fluviales, muestras del nivel +21 m (21-24) y la muestra más superficial del río Vinalopó (31). Finalmente, si el índice nos da un resultado entre 1.0-2.0, los sedimentos están pobremente clasificados, y éste es el caso de las muestras 32, 11, 23, 22, correspondiendo respectivamente a sedimentos fluviales profundos, a la playa de la Ermita del Rosari con fuerte proporción de conchas y a los sedimentos del nivel +21 m del Molar.

Estos dos últimos grupos, exceptuando las muestras 8 y 11, cuya clasificación resulta alterada por la presencia de granos cementados y de conchas, respectivamente, nos indican además que en su deposición se produjeron grandes fluctuaciones de velocidad, mientras que en los grupos anteriores, que presentan mejores clasificaciones, estas fluctuaciones de velocidad eran inexistentes.

— *Kurtosis* (tablas 5 y 6):

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2 (P_{90} - P_{10})} \quad K_G = \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{2'44 (\Phi 75 - \Phi 25)}$$

Este índice acusa la relación existente entre la clasificación de la parte central de la distribución y los extremos. Nos señala que las fluctuaciones de velocidad sólo fueron importantes en algunas muestras y que casi todas las analizadas presentan curvas empinadas, excepto las muestras 21, 22, 23, 24, 31, 32 y 11, que aparecen mucho más tendidas. Con relación a la escala Φ , si el resultado del índice se sitúa entre 0'67-0'90, las curvas resultarían plati-

TABLA 5
Indíces y parámetros granulométricos (escala milimétrica)

Número muestra	P ₁₀	Q ₁	Md	Q ₃	P ₉₀	SK	K	S ₀	Sc	D
1	0'185	0'220	0'243	0'269	0'287	1'002	0'240	1'105	0'049	0'102
2	0'168	0'214	0'238	0'264	0'281	0'997	0'221	1'110	0'050	0'113
3	0'159	0'201	0'232	0'260	0'278	0'970	0'247	1'137	0'059	0'119
4	0'188	0'221	0'249	0'279	0'408	0'994	0'131	1'123	0'058	0'220
5	0'154	0'186	0'227	0'257	0'278	0'927	0'286	1'175	0'071	0'124
6	0'147	0'167	0'205	0'244	0'271	0'969	0'310	1'208	0'077	0'124
7	0'151	0'180	0'224	0'256	0'278	0'918	0'299	1'192	0'076	0'127
8	0'148	0'174	0'221	0'262	0'329	0'933	0'243	1'227	0'088	0'181
9	0'148	0'166	0'200	0'241	0'269	1'000	0'309	1'204	0'075	0'121
10	0'166	0'211	0'235	0'261	0'278	0'997	0'223	1'112	0'050	0'112
11	0'154	0'190	0'241	0'398	1'141	1'301	0'105	1'447	0'208	0'987
12	0'135	0'153	0'182	0'220	0'260	1'016	0'268	1'199	0'067	0'125
13	0'131	0'154	0'188	0'232	0'267	1'010	0'286	1'227	0'078	0'136
14	0'140	0'156	0'189	0'232	0'266	1'013	0'301	1'219	0'076	0'126
15	0'161	0'211	0'248	0'313	0'480	1'073	0'159	1'217	0'102	0'319
16	0'145	0'166	0'210	0'249	0'275	0'937	0'319	1'224	0'083	0'130
17	0'180	0'219	0'244	0'273	0'335	1'004	0'174	1'116	0'054	0'155
18	0'158	0'201	0'233	0'263	0'283	0'973	0'248	1'143	0'062	0'125
19	0'155	0'196	0'232	0'262	0'282	0'954	0'259	1'156	0'066	0'127
20	0'145	0'165	0'205	0'245	0'271	0'962	0'317	1'218	0'080	0'126
21	0'103	0'118	0'152	0'219	0'369	1'118	0'189	1'362	0'101	0'266
22	0'134	0'205	0'308	0'689	1'112	1'488	0'247	1'833	0'484	0'978
23	0'142	0'206	0'280	0'676	1'220	1'776	0'218	1'811	0'470	1'078
24	0'155	0'214	0'258	0'454	0'944	1'459	0'152	1'456	0'240	0'789
25	0'142	0'159	0'193	0'236	0'267	1'007	0'308	1'218	0'077	0'125
26	0'148	0'169	0'212	0'248	0'272	0'932	0'318	1'211	0'079	0'124
27	0'134	0'158	0'199	0'242	0'271	0'965	0'306	1'237	0'084	0'137
28	0'212	0'223	0'243	0'266	0'280	1'004	0'316	1'092	0'043	0'068
29	0'156	0'195	0'231	0'260	0'279	0'950	0'264	1'154	0'065	0'123
30	0'153	0'182	0'224	0'255	0'276	0'924	0'296	1'183	0'073	0'123
31	0'167	0'229	0'288	0'536	1'010	1'479	0'182	1'529	0'307	0'843
32	0'130	0'182	0'251	0'462	0'929	1'334	0'175	1'593	0'280	0'799

TABLA 6
Parámetros e índices granulométricos (escala Φ)

Número muestra	φ -5	φ -16	φ -25	φ -50	φ -75	φ -84	φ -95	Mz	σ	SK ₁	K _G
1	1'415	1'836	1'889	2'037	2'185	2'238	2'664	2'037	0'290	0'0019	1'731
2	1'799	1'866	1'920	2'072	2'224	2'388	2'731	2'109	0'272	0'3127	1'260
3	1'814	1'886	1'944	2'016	2'311	2'516	2'766	2'169	0'302	0'3430	1'061
4	1'020	1'696	1'840	2'007	2'175	2'235	2'644	1'979	0'381	—0'1850	1'988
5	1'812	1'892	1'957	2'138	2'423	2'588	2'789	2'206	0'322	0'3117	0'859
6	1'833	1'942	2'030	2'281	2'579	2'686	2'817	2'303	0'335	0'0890	0'735
7	1'808	1'893	1'963	2'158	2'471	2'624	2'811	2'225	0'335	0'2900	0'810
8	0'389	1'843	1'931	2'177	2'520	2'659	2'829	2'226	0'574	—0'1414	1'699
9	1'838	1'955	2'051	2'318	2'590	2'688	2'808	2'320	0'330	0'0970	0'737
10	1'812	1'879	1'934	2'086	2'238	2'430	2'717	2'131	0'275	0'3216	1'219
11	—0'611	0'357	1'329	2'049	2'396	2'576	2'796	1'661	1'071	—0'5432	1'309
12	1'862	2'037	2'181	2'435	2'699	2'788	3'112	2'426	0'377	—0'0276	0'987
13	1'837	1'985	2'106	2'401	2'690	2'791	3'144	2'395	0'400	0'0337	0'917
14	1'843	1'988	2'107	2'403	2'672	2'769	3'088	2'387	0'384	0'0202	0'901
15	0'879	1'267	1'676	2'007	2'241	2'466	2'763	1'913	0'585	—0'2164	1'365
16	1'811	1'918	2'005	2'249	2'583	2'703	2'928	2'290	0'366	0'1865	0'793
17	1'153	1'815	1'872	2'031	2'190	2'247	2'685	2'031	0'340	—0'0727	1'975
18	1'710	1'860	1'922	2'095	2'308	2'515	2'769	2'157	0'323	0'2829	1'115
19	1'786	1'864	1'928	2'105	2'349	2'552	2'800	2'174	0'326	0'3353	0'987
20	1'832	1'940	2'029	2'280	2'593	2'706	2'885	2'309	0'351	0'1320	0'765
21	0'866	1'928	2'190	2'712	3'076	3'190	3'404	2'610	0'700	—0'3490	1'174
22	—0'525	0'122	0'536	1'698	2'286	2'646	3'136	1'489	1'185	—0'2318	0'858
23	—0'644	0'057	0'563	1'831	2'276	2'596	3'083	1'495	1'120	—0'3632	0'892
24	—0'437	0'680	1'138	1'954	2'223	2'477	2'914	1'704	0'957	—0'4220	1'265
25	1'843	1'974	2'081	2'369	2'646	2'745	3'010	2'363	0'370	0'0362	0'847
26	1'829	1'928	2'009	2'234	2'557	2'677	2'822	2'280	0'338	0'1839	0'743
27	1'829	1'947	2'043	2'324	2'655	2'774	3'113	2'348	0'401	0'1580	0'860
28	1'810	1'865	1'910	2'036	2'162	2'208	2'989	2'036	0'264	0'3079	1'920
29	1'803	1'879	1'941	2'114	2'358	2'551	2'787	2'181	0'317	0'3358	0'967
30	1'819	1'901	1'968	2'155	2'453	2'603	2'787	2'220	0'322	0'2915	0'819
31	—0'465	0'434	0'899	1'791	2'124	2'244	2'918	1'490	0'965	—0'4170	1'132
32	—0'378	0'645	1'112	1'993	2'451	2'717	3'180	1'785	1'057	—0'3170	1'089

cúrticas; entre 0'90-1'11, mesocúrticas; entre 1'11-1'50, leptocúrticas, y entre 1'50-3'0, muy leptocúrticas. Como los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 6, no alargamos más este comentario.

Así pues, desde un punto de vista granulométrico podemos dividir las muestras estudiadas en dos grandes apartados según sus principales características. Los sedimentos dunares y playeros presentan en conjunto una serie de rasgos comunes:

- Se trata de arenas finas.
- Las máximas acumulaciones se producen en el tamaño 0'29-0'21 mm.
- Son sedimentos homométricos.
- Presentan buenas clasificaciones.
- La fracción fina está mejor clasificada que la gruesa.
- Han sido depositados por un agente selectivo y con pocas fluctuaciones de velocidad.
- Las curvas que presentan generalmente son bastante empinadas; en algunos casos, prácticamente sigmoidales.

Sólo tres muestras se nos presentan como excepción a estas particulares características. La muestra 8, perteneciente a un sedimento eólico würmiense, en el que aparecen una serie de granos cementados que modifican su granulometría y alteran tanto su clasificación como su asimetría, presentándose el sedimento con mayor heterometría y una curva más tendida de lo que le correspondería. La muestra 11, que corresponde a un sedimento marino localizado en una cala de la playa fósil en el litoral de la Ermita del Rosari; en este caso la granulometría está alterada por la presencia de gran cantidad de restos de conchas, con las mismas consecuencias negativas que para el caso anterior. La muestra 15, perteneciente a un sedimento playero, localizado en las proximidades de la desembocadura de la Gola del Vinalopó, que probablemente por su relativa cercanía a esta desembocadura, presenta unas características casi fluviales.

El otro gran apartado estaría formado por los sedimentos fluviales estudiados, así como por las muestras del nivel +21 m del Molar. Todos estos sedimentos, a su vez, también presentan una serie de características semejantes:

- Arenas con mayor proporción de fracción gruesa.
- Presentan gran heterometría.
- Sus clasificaciones son muy pobres, mucho peores que las que se producen en materiales dunares marinos.
- La fracción gruesa está mejor clasificada que la fina.
- Demuestran grandes fluctuaciones de velocidad en el agente de depósito.
- Sus curvas se presentan mucho más tendidas que las del resto de las muestras.

2.2. *Morfoscopia*

Las características morfoscópias de las muestras estudiadas respaldan en buena medida los resultados obtenidos mediante la granulometría. La morfoscopia no se ha llevado a cabo de un modo exhaustivo, sino que simplemente se han estudiado las principales características de las muestras sin obtener porcentajes.¹ Vamos a exponer brevemente las conclusiones a las que hemos llegado.

Las arenas de playa se presentan bastante angulosas, mucho más de lo que podría pensarse en principio. El motivo puede ser doble, por una parte nos encontramos con que la fuente de aprovisionamiento está muy próxima, tanto si se trata de una alimentación fluvial como si se trata de la propia erosión de la costa; por otra parte nos hallamos con la enorme desventaja del escaso calibre del sedimento estudiado. Como es sabido, cuanto menor sea el diámetro del material, menor desgaste sufre, puesto que circula en suspensión, siendo los tamaños idóneos para esta clase de estudios 0'7 mm ó 0'3 mm, y desgraciadamente en nuestras muestras casi nunca se producen estos tamaños, en granos de cuarzo limpios, ya que una vez han sido atacados por CIH pierden el cemento calizo que los recubría, con lo cual su calibre se reduce notablemente.

Las arenas dunares se presentan ligeramente más redondeadas, pero muy poco. No aparecen granos redondeados mates, como sería de esperar, sólo encontramos algunos granos picoteados con huellas de choques. Este mismo fenómeno se produce también en las dunas litorales del cordón litoral de la Albufera de Valencia (SANJAUME, 1974). Esto no es de extrañar, puesto que en estas dunas litorales el trayecto recorrido por el sedimento mediante transporte eólico es tan corto que aún no ha tenido tiempo de asumir las características esenciales de este medio. A este motivo hay que unir también el pequeño tamaño del material, que provoca su transporte en suspensión en la mayoría de los casos, por lo que no se produce desgaste ni tampoco adquiere el aspecto deslustrado provocado por los choques.

Las arenas fluviales del Vinalopó se presentan sumamente angulosas, con raras excepciones de granos más o menos redondeados en las fracciones más gruesas. Lógicamente esto se debe a que el curso del río no es lo suficientemente largo como para permitir el desgaste de los granos de cuarzo.

Dos grupos de muestras nos interesaban particularmente para intentar esclarecer posibles puntos oscuros. Los cuarzos de las muestras del yacimiento de Pinet I nos revelan, por su elevado porcentaje de granos redondeados bri-

¹ El estudio morfoscóptico completo y detallado de todos estos sedimentos, junto con todos los demás aspectos sedimentológicos y morfológicos del litoral valenciano central y meridional, se encuentran en la tesis doctoral de E. Sanjaume, actualmente en elaboración.

llantes, que nos encontramos en una zona claramente marina, con granos mucho más desgastados que los que se encuentran en las playas actuales, lo que nos induce a pensar en una playa mucho más abrigada que la actual a la que llegaban materiales fluviales de mayor calibre, y que por ser más abrigada la zona, los sedimentos no se redistribuían tan rápidamente, sino que permanecían en esta cala o ensenada, siendo desgastados posteriormente por un oleaje de mayor energía que el actual.² En la actualidad el cauce del Vinalopó no llega al mar y el Segura sólo aporta el material que no ha quedado retenido en los embalses, por lo que el tamaño de sus sedimentos es mucho menor y no tan susceptible de desgaste. Por tanto parece posible que durante el Tirreniense, el Vinalopó tuviera una funcionalidad que en la actualidad ha perdido, aportando gran cantidad de materiales que sirvieron para colmatar parte de su llanura aluvial y formar las sucesivas restingas, siendo estos materiales posteriormente retrabajados por el mar, de los distintos episodios cuaternarios.

En cuanto a las muestras del nivel +21 m, la morfoscopia no aclara totalmente el problema. El estudio de sus granos de cuarzo indica una fortísima proporción de angulosos y subangulosos, con escasísimos granos desgastados, lo que no parece confirmar un depósito marino, sino que continúa mostrando claras influencias torrenciales, como también demuestra su granulometría, puesto que en este caso sí que disponemos de tamaños susceptibles de desgaste, y éste no se hace patente. En último extremo sólo cabe pensar en una zona litoral que luego se ha visto modificada con una mayor influencia continental, siendo estas características las que prevalecen en los sedimentos estudiados en sus aspectos granulométricos y morfoscópicos, aunque no es así desde el punto de vista mineralógico, como veremos a continuación.

2.3. Mineralogía

Lo primero que destaca en el estudio de la composición mineralógica de los sedimentos de la zona litoral de Santa Pola, es su elevada proporción de carbonatos, que casi siempre supera el 50 % del total de la muestra (tabla 7), llegando incluso en algunos casos a más del 80 %. Esta presencia de carbonatos se ve favorecida por la existencia de grandes cantidades de conchuela en todas estas zonas. Las máximas proporciones de carbonatos se producen

² Esto en principio puede parecer que está en contradicción con las ideas tradicionales de que precisamente en zonas abrigadas es donde se encuentran mayor proporción de no desgastados; pero hay que tener en cuenta que la mayoría de estudios de este tipo no se han realizado en el Mediterráneo, en donde la dinámica del oleaje es bastante particular, ya que generalmente presenta muy poca energía, depositándose granos de grueso calibre sólo en los momentos de máximos temporales, siendo después rápidamente redistribuidos, sedimentándose en zonas más profundas, mientras que en zonas más abrigadas permanecen más tiempo "in situ", viéndose sometidos a un pulido constante que a la larga les confiere un mayor desgaste.

generalmente en sedimentos «fósiles», que se han cohesionado precisamente a partir de un cemento calcáreo, y también en las dunas de la zona de los Arenales del Sol o del litoral del Carabassí en donde predominan los materiales antiguos, probablemente con mayor proporción de carbonatos que los sedimentos fluviales actuales, aunque en general toda la zona estudiada se presenta extremadamente rica en carbonatos como lo demuestran los altísimos porcentajes alcanzados.

La presencia de óxidos, por el contrario, es muy escasa, ya que sólo en

TABLA 7

Ataque y separación

N.º muestra	Peso (gr.) inicial	Peso después de tratar con ClH Na ₂ S ₃ O ₄				Peso fracción ligera	Peso fracción pesada	% Carbonato	% Oxidos	% Arena Silícea	% fracción ligera	% fracción pesada
1	10'00	1'28	1'24	1'18	0'06	87'20	0'40	12'40	95'16	4'48		
2	10'00	1'68	1'66	1'65	0'01	83'20	0'20	16'60	99'40	0'60		
3	10'00	2'02	2'00	1'99	0'01	79'80	0'20	20'00	99'50	0'50		
4	10'00	4'76	4'73	4'68	0'05	52'40	0'30	47'30	98'94	1'06		
5	10'00	3'08	3'00	2'99	0'01	69'20	0'80	30'00	99'67	0'33		
6	10'00	4'00	3'90	3'89	0'01	60'00	1'00	39'00	99'74	0'26		
7	10'00	2'83	2'78	2'77	0'01	71'70	0'50	27'80	99'64	0'36		
8	10'00	2'80	2'74	2'72	0'02	72'00	0'60	27'40	99'27	0'73		
9	10'00	2'88	2'85	2'80	0'05	71'20	0'30	28'50	98'25	1'75		
10	10'00	4'13	4'04	4'03	0'01	58'70	0'90	40'40	99'75	0'25		
11	10'00	3'80	3'70	3'69	0'01	62'00	1'00	37'00	99'73	0'27		
12	10'00	3'68	3'56	3'48	0'08	63'20	1'20	35'60	97'75	2'25		
13	10'00	4'90	4'85	4'80	0'05	51'00	0'50	48'50	98'97	1'03		
14	10'00	4'83	4'79	4'76	0'03	51'70	0'40	47'90	99'37	0'63		
15	10'00	4'21	4'06	4'03	0'03	57'90	1'50	40'60	99'26	0'74		
16	10'00	4'94	4'92	4'87	0'05	50'60	0'20	49'20	98'98	1'02		
17	10'00	5'01	4'95	4'93	0'02	49'90	0'60	49'50	99'60	0'40		
18	10'00	5'12	5'06	5'05	0'01	48'80	0'60	50'60	99'80	0'20		
19	10'00	4'23	4'13	4'10	0'03	57'70	1'00	41'30	99'27	0'73		
20	10'00	3'58	3'54	3'47	0'07	64'20	0'40	35'40	98'02	1'98		
21	10'00	3'74	3'62	3'61	0'01	62'60	1'20	36'20	99'72	0'28		
22	10'00	4'93	4'88	4'85	0'03	50'70	0'50	48'80	99'39	0'61		
23	10'00	4'81	4'81	4'80	0'01	51'90	—	48'10	99'79	0'21		
24	10'00	5'02	4'93	4'92	0'01	49'80	0'90	49'30	99'80	0'20		
25	10'00	4'83	4'78	4'76	0'02	51'70	0'50	47'80	99'58	0'42		
26	10'00	4'12	4'07	4'01	0'06	58'80	0'50	40'70	98'53	1'47		
27	10'00	4'39	4'38	4'34	0'04	56'10	0'10	43'80	99'09	0'91		
28	10'00	4'05	4'01	4'00	0'01	59'50	0'40	40'10	99'75	0'25		
29	10'00	4'09	4'07	3'97	0'10	59'10	0'20	40'70	97'54	2'46		
30	10'00	3'79	3'76	3'69	0'07	62'10	0'30	37'60	98'14	1'86		
31	10'00	5'00	4'86	4'82	0'04	50'00	1'40	48'60	99'18	0'82		
32	10'00	5'00	4'92	4'89	0'03	50'00	0'80	49'20	99'39	0'61		
33	10'00	2'25	2'16	2'15	0'01	77'50	0'90	21'60	99'54	0'46		
34	10'00	1'95	1'86	1'83	0'03	80'50	0'90	18'60	98'39	1'61		

muy contadas ocasiones se supera el 1 %, lo que denota que en esta zona la calcificación ha sido mucho más importante que la oxidación.

Los porcentajes de fracción densa (tabla 7) nos indican que estas muestras en conjunto son bastante pobres en minerales pesados, aunque no hay que olvidar que esto es lo normal, ya que generalmente esta fracción oscila en torno a un 1 % del total de la muestra, pues valores superiores al 5 % sólo se dan en casos excepcionales, como por ejemplo en el litoral de Mazarrón (ROSSELLÓ-SANJAUME, 1975). En nuestro caso sólo 8 muestras superan el 1 %, destacando los máximos porcentajes de la muestra 1 (4'48 %), 12 (2'25 %) y 29 (2'46 %), en las que sus particulares condiciones pueden favorecer estas acumulaciones de fracción densa. La primera muestra es un sedimento eólico, y es bastante frecuente que se produzcan fuertes acumulaciones de minerales densos, sobre todo en las depresiones situadas entre dos alineaciones dunares sucesivas; en el caso de la muestra 12 se trata de un sedimento marino localizado en una cala muy abrigada en la que pueden quedar retenidos estos minerales, y finalmente en el caso de la muestra 29 nos encontramos en la desembocadura del Segura, que por las condiciones litológicas de su cuenca puede ser bastante rico en materiales densos. Por término medio parece que los sedimentos playeros abrigados, tanto actuales como fósiles, son algo más ricos en minerales pesados que el resto.

Los resultados obtenidos en el análisis mineralógico se exponen en la tabla 8. De su estudio pueden extraerse algunas conclusiones:

- Hay un predominio aplastante de minerales resistentes (turmalina, circon, granate), junto con epidota y piroxenos.
- Por el contrario se observa una débil presencia de minerales de metamorfismo.
- Todas las muestras estudiadas presentan una gran uniformidad desde el punto de vista mineralógico, con las únicas excepciones de las muestras 31, 32, 29 y 33, en las que aumenta notablemente la proporción de minerales resistentes (fig. 6), y en las que prácticamente no aparecen materiales eruptivos. Estas muestras corresponden a los materiales del río Vinalopó, a la desembocadura del río Segura, y al material recogido en una excavación artificial en el yacimiento de Pinet I, respectivamente. Esto nos confirma que en un principio la influencia fluvial en la zona fue importante, los materiales de Pinet I, a cierta profundidad, muestran un enorme parecido con los que presenta actualmente el río Vinalopó, con lo que la influencia de éste en la formación de las distintas restingas de la Albufera d'Elx parece demostrada. Pero por otra parte parece que en la actualidad el mayor aporte de material tiene una procedencia marina mayoritaria, junto con una importante influencia del Segura, que también presenta una elevada proporción de materiales básicos. Con todo, la aplastante presencia de piroxenos y

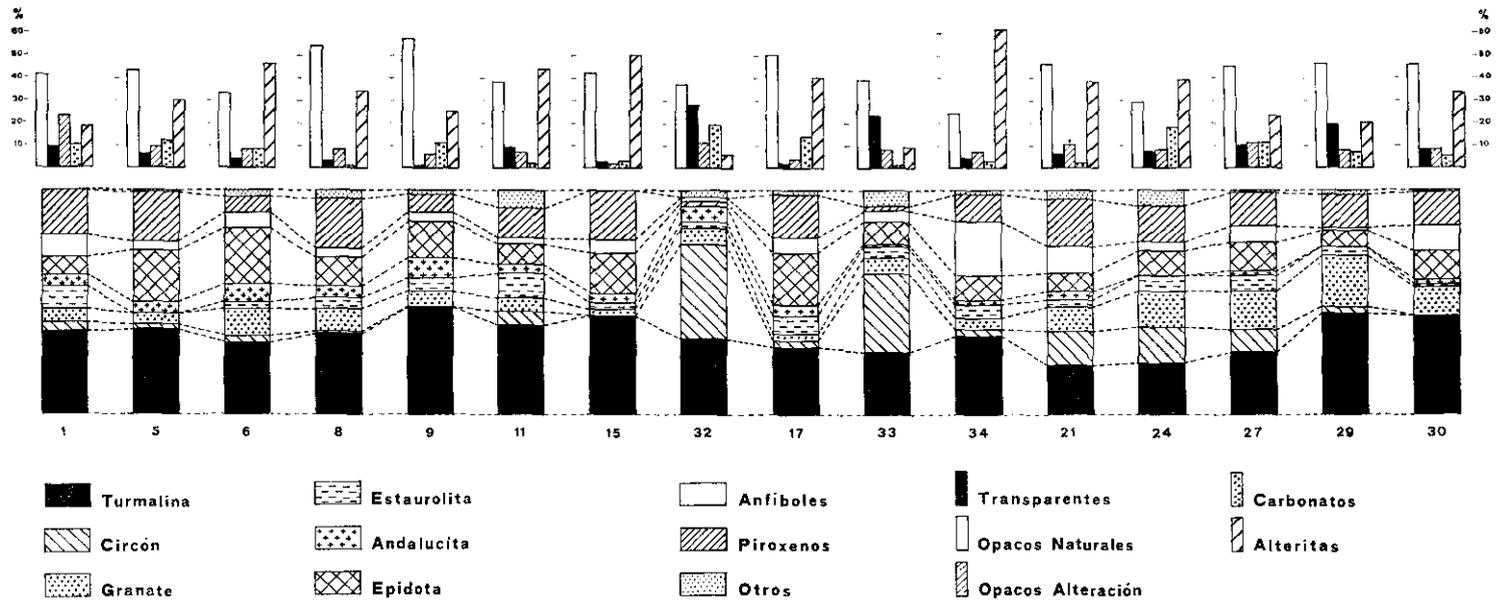


Fig. 6.—Histogramas de minerales densos de las muestras más representativas y porcentajes de minerales resistentes opacos, carbonatos y alteritas.

anfíboles en el material estudiado denotan una marcada afluencia de minerales eruptivos procedentes de la isla de Nova Tabarca.

- El río Vinalopó presenta una asociación mineralógica característica formada por turmalina-circón.
- En cambio en el Segura la asociación principal está formada por turmalina-granate-piroxenos.
- En el yacimiento de Pinet I las dos muestras analizadas presentan asociaciones distintas. La situada a cierta profundidad guarda un acusado parecido con la del río Vinalopó, como ya se ha dicho anteriormente, presentando una asociación formada por circón-turmalina-epidota; mientras que la muestra tomada en la trinchera presenta una asociación de turmalina-anfíboles-epidota-piroxenos, teniendo la playa fósil tirreniense una composición algo distinta de la que presentan las playas actuales, con mayor proporción de anfíboles, que puede deberse o bien a unas mayores disponibilidades de este tipo de material en aquel momento, o bien a una menor alteración, ya que en las playas actuales los anfíboles se encuentran sumamente alterados, y de ahí que aparezcan en menores proporciones, puesto que se consideran alteritas.
- En todo el resto de las muestras analizadas las asociaciones típicas son o bien turmalina-epidota-piroxenos, o bien turmalina-piroxenos-epidota.

Dentro de los piroxenos, los minerales más frecuentes son las augitas, sobre todo titaníferas, aunque no faltan tampoco las ferro-magnesianas a pesar de que se encuentran en menores proporciones, siendo también muy constante la presencia de enstatita. En el grupo de las epidotas destacan los porcentajes de zoisitas.

- Las diferencias entre los materiales de playa y de dunas actuales son mínimas, lo que nos indica que en todos los casos el origen de los materiales es el mismo (fig. 6).
- Los materiales del nivel +21 m del Molar indican una clara influencia marina, sobre todo por la fuerte presencia de epidota y piroxenos. Por tanto todo parece confirmar que este yacimiento fue marino, con un material cuyo origen puede estar en los sedimentos fluviales del Segura y en los que llegaban de Nova Tabarca, y que posteriormente este material ha sido englobado por materiales de la Serra del Molar que han sufrido un transporte torrencial, con un depósito de las mismas características, por lo que es evidente una mezcla de material, como denotan tanto la granulometría como la morfoscopía.
- En conjunto, son muestras bastante alteradas, superándose en casi todas ellas, y con mucho, las 50 alteritas por cada 100 especies transparentes. En algunos casos las muestras han estado tan alteradas que ni siquiera se han podido identificar 100 especies transparentes. En la tabla 9 ofre-

TABLA 8
Análisis mineralógico

Muestras	Opacos naturales	Opacos de alteración.	Porcentaje de minerales densos transparentes entre sí																		
			Turmalina	Circón	Granate	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurrolita	Distena	Andalucita	Silimanita	Epidota	Anfiboles	Piroxenos	Micas	Cloritas	Carbonatos	Sulfatos	Alteritas
1	22	56	37	4	6	—	—	—	—	10	—	5	—	8	10	20	—	—	24	—	44
2	8	17	31	3	7	2	—	—	—	12	—	7	—	16	9	13	—	—	14	—	30
3	13	37	43	3	11	1	—	—	—	3	—	5	—	7	7	20	—	—	13	—	25
* 4	1	10	3	2	4	—	—	—	—	—	—	1	—	3	5	9	—	1	15	—	92
5	14	20	38	2	5	1	—	—	—	—	—	5	—	23	4	22	—	—	29	—	70
* 6	7	15	19	2	7	—	—	—	—	2	—	5	—	15	4	4	—	2	15	—	83
7	8	26	32	4	5	1	—	—	—	5	2	8	1	13	3	26	—	—	7	—	78
8	6	15	36	1	10	—	—	—	—	5	—	5	4	13	4	22	—	—	1	—	62
9	2	11	48	—	7	—	—	—	—	6	—	9	2	16	4	8	—	—	19	—	45
11	25	18	40	6	6	4	—	—	—	11	—	4	3	9	3	13	—	1	4	—	115
12	12	9	47	1	8	1	—	—	—	8	—	4	—	14	1	16	—	—	3	—	35
13	9	10	39	1	11	—	—	—	—	11	—	8	—	18	2	10	—	—	—	—	100
14	7	12	46	1	4	—	—	—	—	4	—	5	—	17	5	18	—	—	—	—	89
15	6	5	44	—	3	—	—	—	—	3	—	4	—	18	6	22	—	—	6	—	118
16	5	8	41	3	12	—	—	—	—	9	—	5	—	13	8	9	—	—	3	—	92
17	5	9	30	3	3	—	—	—	—	8	—	5	—	23	7	19	—	2	34	—	96
* 18	7	16	6	1	3	—	—	—	—	3	—	2	—	5	7	5	—	3	22	—	160
19	17	15	38	7	14	1	—	—	—	7	—	—	1	22	2	8	—	—	9	—	82
20	9	11	32	2	12	1	—	—	—	10	—	1	—	18	8	16	—	—	13	—	62
21	13	21	22	15	11	2	—	—	—	3	—	4	—	8	12	21	—	2	3	—	82
22	15	16	20	11	17	2	—	—	—	1	—	2	—	17	7	20	—	3	12	—	105
23	15	26	29	1	12	1	—	—	—	4	—	—	—	16	12	23	—	2	2	—	92
24	23	28	23	16	16	3	—	—	—	7	—	—	—	11	4	16	—	4	62	—	137
25	19	18	40	3	7	—	—	—	—	1	—	3	—	11	9	26	—	—	25	—	98
26	33	24	39	5	10	1	—	—	—	2	—	—	—	10	11	21	—	1	25	—	43
27	22	24	28	10	17	1	—	—	—	7	—	2	—	13	7	15	—	—	24	—	52
28	3	13	40	4	8	—	—	—	—	2	—	4	3	18	6	15	—	—	15	—	95
29	42	16	45	3	23	1	—	—	—	4	1	—	—	7	1	15	—	—	15	—	43
30	17	17	44	—	13	1	—	—	—	1	—	2	—	13	11	15	—	—	11	—	72
31	71	48	51	33	2	2	—	—	—	4	—	5	—	3	—	—	—	—	68	—	14
32	75	28	34	42	7	3	—	—	—	3	—	7	—	2	2	—	—	—	51	—	15
33	60	46	28	35	7	5	2	—	—	5	—	1	—	10	5	2	—	—	1	—	50
34	18	29	35	3	5	2	—	—	—	6	—	2	—	11	24	12	—	—	12	—	253

* Muestras en las que no han podido contarse cien especies transparentes.

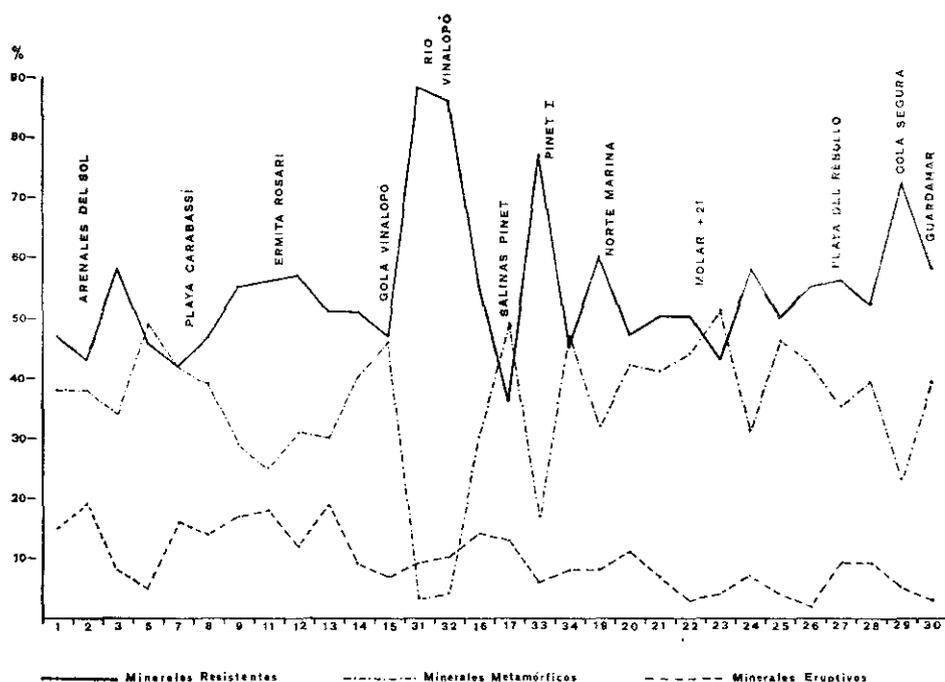


Fig. 7.—Composición mineralógica de todas las muestras analizadas.

ce mos los datos correspondientes a las distintas proporciones de minerales transparentes, opacos (tanto naturales como de alteración), carbonatos y alteritas presentes en cada una de las muestras. Además en la tabla 8 se ofrecen estos datos, pero en cifras absolutas. Las muestras más alteradas son la 34, que corresponde al yacimiento de Pinet I; la 18, que corresponde al tramo playero entre el Pinet y la Marina; la 24, del nivel +21 m del Molar; la 15, situada en la gola del Vinalopó, que contrasta enormemente con los sedimentos del río Vinalopó, que se presentan, por el contrario, muy poco alterados, y finalmente la muestra 11, situada en una recalada de la playa fósil de la Ermita del Rosari. Todas ellas superan las 115 alteritas por cada 100 especies transparentes, lo que supone una alteración elevadísima. En el resto la alteración sigue siendo notable, aunque no tan fuerte, siendo las muestras fluviales las que se encuentran más frescas.

- Los opacos naturales, con gran cantidad de ilmenita, son muy abundantes en los sedimentos del Vinalopó y en el yacimiento de Pinet I, un dato más que demuestra el gran parecido entre ambos sedimentos, confirmando nuestras suposiciones. También son muy abundantes estos minerales opacos en la desembocadura del Segura y en las playas cercanas a la misma, siendo poco importantes en el resto de las muestras.

— En cuanto a los opacos de alteración, sobre todo leucoxenos, son frecuentes en los sedimentos del Vinalopó, Pinet y en algunas muestras dunares.

Así pues, desde un punto de vista mineralógico puede decirse que el Vinalopó es el responsable en parte de la colmatación de la Albufera d'Elx y de la formación de las restingas, y que por consiguiente tuvo en otro tiempo una importancia que actualmente ha perdido, como demuestra la composición de la muestra 15, situada en la pretendida gola de este río, que nos presenta unos minerales totalmente diferentes a los que tiene el río aguas arriba,

TABLA 9
Composición mineralógica

Número muestra	% Especies transparentes	% Opacos naturales	% Opacos alteración	% Carbonatos	% Alteritas
1	40'65	8'94	22'76	9'76	17'89
2	59'18	4'73	10'06	8'28	17'75
3	53'20	6'91	19'68	6'91	13'30
4	19'18	0'68	6'85	10'27	63'02
5	42'92	6'01	8'58	12'45	30'04
6	33'33	3'89	8'33	8'33	46'12
7	45'66	3'65	11'87	3'20	35'62
8	54'35	3'26	8'15	0'54	33'70
9	56'51	1'13	6'21	10'73	25'42
11	38'17	9'54	6'87	1'53	43'89
12	62'89	7'55	5'66	1'89	22'01
13	45'66	4'11	4'57	—	45'66
14	48'07	3'37	5'77	—	42'79
15	42'55	2'55	2'13	2'55	50'22
16	48'08	2'40	3'85	1'44	44'23
17	40'99	2'05	3'69	13'93	39'34
18	14'58	2'92	6'67	9'17	66'66
19	44'84	7'62	6'73	4'04	36'77
20	51'28	4'62	5'64	6'67	31'79
21	45'66	5'94	0'59	1'37	37'44
22	40'32	6'05	6'45	4'84	42'34
23	42'56	6'38	11'06	0'85	39'15
24	28'57	6'57	8'00	17'71	39'15
25	38'46	7'31	6'92	9'62	37'69
26	44'44	14'67	10'67	11'11	19'11
27	45'05	9'91	10'81	10'81	23'42
28	44'24	1'33	5'75	6'64	42'04
29	46'30	19'44	7'41	6'94	19'91
30	46'09	7'83	7'83	5'07	33'18
31	33'22	23'59	15'95	22'59	4'65
32	37'17	27'88	10'41	18'96	5'58
33	38'90	23'35	17'90	0'39	19'46
34	24'27	4'37	7'04	2'91	61'41

mientras que, por el contrario, la muestra profunda de Pinet I presenta su misma composición (fig. 7).

La influencia del río Segura se hace palpable también en toda la zona al sur del Cap de Santa Pola, sobre todo porque el contenido en granate, mineral característico de este río, es mucho mayor en este tramo que en el situado al norte del Cap. Pero, en conjunto, lo que parece desprenderse del contenido mineralógico de las muestras estudiadas, es que en la actualidad la mayoría de los materiales son aportados, tanto por las corrientes de deriva como por el oleaje, de zonas muy ricas en materiales eruptivos como puede ser la isla de Nova Tabarca, aunque esto no descarte, por supuesto, que el Segura, en cuya cuenca pueden darse este tipo de materiales, haya ejercido en otro tiempo una influencia mucho mayor de la que presenta actualmente.

2.4. Conclusiones

En primer lugar debemos hacer una distinción entre la sedimentación antigua y la reciente. El estudio de los sedimentos pleistocenos permite afirmar que el río Vinalopó desembocaba en la actual Albufera d'Elx con una funcionalidad muy importante, que sus acarreos han colmatado en parte la albufera y que a partir de los mismos se formaron las antiguas restingas, quedando su área de influencia limitada a la zona de las actuales salinas aproximadamente, es decir, que no traspasaba los obstáculos del Cap de Santa Pola ni de la Serra del Molar. A base de los análisis morfoscópicos se deduce que en la zona del yacimiento de Pinet I, durante el Tirreniense la costa era mucho más abrigada que la actual. Con respecto al yacimiento del nivel +21 m del Molar, todo induce a pensar que se trataba de un litoral marino abierto con claras influencias fluviales del Segura, junto con materiales de procedencia más lejana, como pueden ser los de Nova Tabarca. Posteriormente estos sedimentos han sido recubiertos por derrubios de ladera con un transporte y depósito de tipo torrencial, que se han mezclado con los anteriores. En la zona situada al norte del Cap de Santa Pola la sedimentación sería en parte autóctona, por la erosión de los propios relieves litorales y en parte alóctona con grandes influencias de Nova Tabarca.

La sedimentación reciente ofrece otras características. Los ríos han perdido parte de su papel desde el punto de vista de suministro de materiales, lo cual no quiere decir que en un momento de crecida no tengan gran importancia, pero éstas se producen esporádicamente, siendo fenómenos sumamente espasmódicos. El Vinalopó ha perdido totalmente su influencia; a la costa actual no llegan sus aportes más que en un ínfimo porcentaje, mientras que el Segura, aunque con mayor relevancia, también ha visto muy reducida su actuación por las obras de regularización realizadas en su cauce, que retienen la mayor parte de sus sedimentos. Por tanto, a las playas actuales sólo llegan los aportes de pequeño calibre de este río, junto con materiales alóctonos transportados por corrientes desde otras fuentes de aprovisionamiento.