

EL CORTE DE PUERTO REAL Y EL PROBLEMA DEL LIMITE PLIO-PLEISTOCENO EN LA BAHIA DE CADIZ

por: ZAZO C. (1)	USERA, J. (4)
GOY, J.L. (2)	GARCIA VICENTE, J. (5)
HOYOS, M. (1)	GALVAN, J. (5)
MECO, J. (3)	AGUIRRE, E. (1)

INTRODUCCION

Desde hace varios años, el Cuaternario marino-continental de la provincia de Cádiz, constituye el objeto fundamental de la Tesis doctoral de uno de los firmantes (C. ZAZO); así como la integración del mismo, en el programa del "Grupe ATP de Géodinamique de la Méditerranée" en el que ha colaborado desde 1973 con la Universidad de Orleans. AGUIRRE et al. (1973), hacen referencia a un *M. meridionalis* encontrado en las proximidades del Puerto Real, en un nivel de arenas amarillo-rojizas, dentro de un corte similar al estudiado en esta comunicación. Dicho nivel es contemporáneo, en parte, a las "Arenas rojas".* VIGUIER (1974) en su tesis doctoral sobre el Neógeno del bajo Guadalquivir estudia también el límite Plio-Cuaternario de la Bahía de Cádiz a partir de los cortes de la Pta. del Aculadero (Puerto Santa María), donde encuentra industria "in situ", y de Puerto Real. El empobrecimiento de la fauna así como la disminución de la talla, que se observa a partir del conglomerado marino del Plioceno superior, en las facies salobres y marinas que le sobremontan, le hacen pensar que estas últimas corresponderían al "Precalabriense", apoyado también en el hecho de encontrar "pebble culture" por encima de un paleosuelo, instalado sobre las arenas que rellenan el karst labrado en el "último conglomerado marino".

El interés de estos cortes, nos ha llevado a largas conversaciones, tanto en campo como en el laboratorio, con los Prof. BIBERSON, GIGOUT y PIERRE cuyas observaciones y consejos nos han sido de gran utilidad.

1.—DESCRIPCION DEL CORTE (Fig. 1)

En el contorno de la Bahía de Cádiz se dan unas estructuras con núcleo margo-yesífero, alguna de las cuales han seguido funcionando, incluso en el Cuaternario. El cerro de Ceuta, al S de nuestro corte, constituye un ejemplo de las mismas. El anticlinal con núcleo triásico, está rodeado de margas cretácicas, cuyo buzamiento es de unos 45°; la serie Pliocena y Plio-Pleistocena acusa una pendiente de más de 10°. El corte se sitúa en el flanco N de la estructura (VIGUIER 1974).

-
- (1) Instituto Lucas Mallada, C.S.I.C., Madrid.
 - (2) Cátedra de Geodinámica Externa. Univ. de Madrid.
 - (3) Museo Canario — Las Palmas.
 - (4) Dpto. Geología. Fac. de Ciencias. Valencia.
 - (5) Inst. Edafología y Biología Vegetal, C.S.I.C. Madrid.

* Llamadas así porque generalmente se presentan teñidas por óxidos de hierro; aunque su color es blanco o variegado. Depósito de tipo holomárino que en la región de Conil (Torre del Puerco) erosiona a las arenas amarillas que contienen *Globorotalia inflata* del Plioceno superior. En la región de Huelva estas "arenas rojas" deben corresponder, en parte, también al Plioceno.

A lo largo del perfil visible en la cantera de Puerto Real, orientado según la dirección NNE-SSO, pueden observarse los siguientes niveles de muro a techo. El buzamiento de 22° NNO disminuye paulatinamente hasta el nivel T, donde aparece una discordancia angular, pequeña, y erosiva a partir de la cual disminuye de nuevo la inclinación de las capas hasta unos 12° aproximadamente. Por encima de esta serie y en discordancia angular y erosiva, se presenta un depósito rojo, "abanico aluvial", cuyo buzamiento es de 8°. (Fig. 1; las siglas P—indican muestras:)

- A— Nivel de conglomerado de cantos de cuarzo, con matriz arenosa y cemento calcáreo, muy fosilífero. P-61 (Macrofauna).
- B— Arenas amarillas finas con cantos de arenisca subangulosos dispersos en las arenas. Potencia 1,5 m. P-48 (Microfauna).
- C— Lumaquelas de Ostreidos y Pectínidos, en menor proporción, empastados en una matriz arenosa con cemento calcáreo. Pot. 0,25 m.
- D— Nivel similar al B. Pot. 2,5 m.
- E— Este nivel lo hemos dividido en cinco subniveles:
 - E₁— Fragmentos de concha muy triturados y rodados, con matriz arenosa escasa y cemento calcáreo. Presentan estratificación entrecruzada. Pot. 0,20 m.
 - E₂— Lumaquela con matriz arenosa y cemento calcáreo, la mayoría de las conchas han desaparecido por disolución quedando los moldes. Pot. 0,20 m.
 - E₃— Arenas margosas de color marrón. Pot. 0,40 m. P-49 (Microf.).
 - E₄— Lumaquela con matriz arenosa-arcillosa, de tonos rojizos, con concreciones calcáreas. Pot. 0,60 m P-50 (Macrof.).
 - E₅— Arenas muy carbonatadas, de tonos claros, fosilífera.
- F— Margas verdosas tableadas en bandas de 1 cm separadas por niveles arenosos. Pot. 0,50 m P-51 (Microf.).
- G— Arenas muy finas beige-rosadas, con cantos de arenisca dispersos. Pot. 1,25 m P-52 (Macrof.-Microf.).
- H— Microconglomerado de cantos de cuarcita fundamentalmente, tamaño medio 1 cm, con matriz arenosa y cemento calcáreo. Presenta dispersos fragmentos de conchas muy recristalizadas. Pot. 0,40 m.
- I— Arena gruesa con estratificación entrecruzada, con fauna. Pot. 0,40 m.
- J— Alternancia de niveles de conglomerado, de cantos de cuarcita de tamaño medio 2-3 cm con matriz arenosa y cemento calcáreo, y niveles arenosos. En algunas zonas aparece manchado de pirolusita. Pot. 6 m P-53 (Macrof.).
- K— Depósito caótico formado por bloques de "coquina", dispersos en una matriz arenosa suelta de color "beige". Pot. 3 m.
- L— Arenas amarillo-rojizas con acumulaciones pulverulentas de carbonatos. Pot. 1,15 m. P-54 (Macrof.).
- M— Margas arenosas verdes con gran cantidad de carbonatos hacia la parte superior. Pot. 1 m. P-55 (Macrof. y Microf.).
- N— Arenas de color "beige", con cantos de cuarzo dispersos de tamaño medio 1 cm. Se presentan teñidas en algunas zonas por óxidos de hierro. Pot. 0,20 m. P-56 (Sed.).

- O— *Margas verdosas con acumulación de carbonatos, que aumenta hacia el techo. Pot. 1,5 m.*
- P— *Limos arenosos carbonatados de tonos rosados. Pot. 1 m P-57 (Sed.).*
- Q— *Margas verdosas con nódulos calcáreos, presentan intercalaciones de arena. Gran cantidad de Ostreidos. Pot. 1 m.*
- R— *Alternancia de microconglomerado de cantos de cuarcita, tamaño medio 2 cm., y matriz arenosa, con niveles de arena ricos en nódulos calcáreos. Pot. 1,40 m. P-58 (Sed. y Arcillas), P-59 (Macrof.).*
- S— *Margas verdosas con acumulaciones de carbonato, hacia el techo aumenta el porcentaje de los mismos. Pot. 1,40 m. P-60 (Microf.), P-65 (Microf.).*
- T— *Arena de matriz limo-arcillosa de color rojo con cantos de cuarzo de tamaño medio 1-2 cm redondeados, dispersos en la arena. P-66, P-67 (Sed. y Arcillas).*
- U— *Arenisca conglomerática con cantos de cuarzo, tamaño 1 cm., con cemento calcáreo. Presenta estratificación entrecruzada. Se presentan principios de karstificación. Pot. 2 m. P-69 (Macrof.), P-70 (Sed.).*
- V— *Arena de matriz limo-arcillosa rojiza con algún canto de cuarzo aislado. Rellena las bolsadas del nivel anterior. En la parte superior presenta un nivel de cantos de cuarzo con matriz arenosa de características análogas al resto. Pot. 3,20 m. P-71 (Sed.) P-72 (Sed. y Arcillas).*
- X— *Arcillas limosas de color verde con acumulaciones de carbonatos. P-73 (Microf. y Sed.) Este nivel se encuentra erosionado por el siguiente:*
- Y— *Arenas de matriz limo-arcillosa rojiza con cantos de cuarcita, abanico aluvial, tamaño medio 5 cm., rubefactadas. Este nivel descansa en discordancia angular y erosiva sobre los anteriores. Dentro de él aparecen lentejones ricos en caliza de tipo pulverulento. Pot. máx. observada 1 m. P-74 (Sed. y Arcillas).*

El nivel Y, está cubierto por arenas con cantos dispersos, sobre las que se desarrolla un suelo subactual.

Los niveles S y R son erosionados por el nivel T.

2.—ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Se han estudiado las muestras de materiales detríticos de los distintos niveles, distinguiéndose en primer lugar su composición global, incluyendo el contenido en carbonatos (carbonato cálcico) considerándolos como postsedimentarios, ya que aparecen como cemento, nódulos o concreciones, y no como conchuelas. La composición global viene expresada en el Cuadro 1.

En la muestra P-73 el carbonato cálcico aparece en forma de impregnaciones y nódulos de textura esparítica, con algunas zonas de recristalización más fina de tipo micrítico, prácticamente puros. Por otra parte aparecen estructuras de algas (?), no identificadas, de forma rameada, con un relleno interno formado por granos paralelipédicos de calcita (transparente o blanca), de bordes romos y dispersos en filas y columnas.

Para el análisis granulométrico se han considerado las muestras descarbonatadas, por lo expuesto anteriormente, empleándose la escala de tamaño $\Phi/2$. La distribución textual

viene expresada en el **Cuadro 2** y **Diagrama 1**, y el porcentaje en peso de las distintas fases arenosas en el **Cuadro 3**.

De los resultados expuestos en el Cuadro 4 deducimos que las muestras arenosas, P-66, P-67, P-70, P-71 y P-74, presentan clara afinidad entre sus parámetros. La mediana oscila alrededor de 0,50 mm y los cuartiles Q_1 y Q_3 presentan valores muy próximos (0,580 a 0,765 mm para Q_1 y 0,220 a 0,340 mm para Q_3 , excepto en la P-74 en que la mayor abundancia de finos reduce sensiblemente este valor 0,031 mm).

El resto de las muestras tienen la mediana situada en las fases de arena fina y muy fina, menos la P-56 que se sitúa en la fase de arena media.

Por otra parte el índice de selección de Trask, S_0 , toma valores inferiores a 2 para todas las muestras estudiadas, excepto P-58, P-73 y P-74 (**Cuadro 4**) oscilando entre 1,44-1,70, Las muestras P-58 y P-73 presentan mala clasificación debido a la abundancia de tamaños en las fracciones limosas. La muestra P-74 con muy mala clasificación, $S_0 = 4,59$, es la única muestra de materiales continentales.

CUADRO 1
COMPOSICION GLOBAL

<u>Muestra</u>	<u>Grava</u>	<u>Arena</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>	<u>Carbonato Cálcico</u>
P-56	—	82,92%	7,63%	9,45%	—
P-57	—	46,84%	28,52%	7,60%	17,40%
P-58	—	17,93%	34,24%	5,08%	42,75%
P-66	6,05%	82,51%	2,49%	8,95%	—
P-67	3,66%	85,28%	3,96%	7,10%	—
P-70	6,05%	54,08%	3,15%	6,01%	30,71%
P-71	8,19%	80,97%	4,18%	6,66%	—
P-72	3,78%	76,03%	6,99%	13,20%	—
P-73	—	2,08%	21,61%	11,52%	64,79%
P-74	4,36%	68,57%	9,42%	17,65%	—

CUADRO 2

<u>Muestra</u>	<u>Grava</u>	<u>Arena</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
P-56	—	82,93%	7,63%	9,45%
P-57	—	56,24%	34,50%	9,19%
P-58	—	31,19%	59,57%	8,83%
P-66	6,05%	82,51%	2,49%	8,95%
P-67	3,66%	85,28%	3,96%	7,19%
P-70	5,54%	81,24%	4,53%	8,65%
P-71	8,19%	80,97%	4,18%	6,66%
P-72	3,78%	76,03%	6,99%	13,20%
P-73	—	5,89%	61,15%	32,60%
P-74	4,36%	68,57%	9,42%	17,65%

CUADRO 3

Muestra	Arena muy gruesa 2-1 mm	Arena gruesa 1-0,5 mm	Arena media 0,5-0,25 mm	Arena fina 0,25-0,125 mm	Arena muy fina 0,125-0,06 mm
P-56	0,39%	7,29%	24,85%	43,02%	7,37%
P-57	—	0,13%	0,38%	6,76%	48,94%
P-58	—	0,06%	0,82%	13,06%	17,33%
P-66	15,5%	32,27%	33,04%	6,44%	0,31%
P-67	10,41%	41,52%	31,63%	3,8%	0,23%
P-70	2,43%	29,84%	47,83%	3,21%	0,18%
P-71	7,39%	23,68%	35,66%	9,8%	0,57%
P-72	6,53%	13,58%	42,93%	13,47%	1,48%
P-73	—	—	—	1,07%	4,81%
P-74	2,79%	31,85%	21,57%	3,88%	1,22%

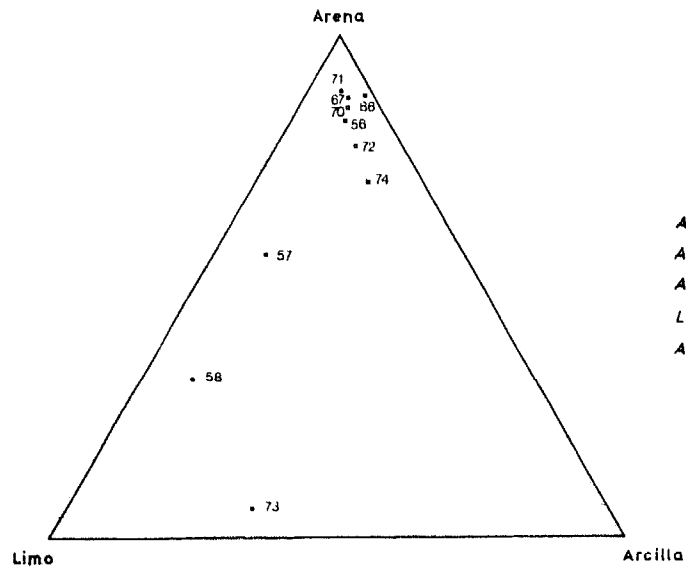
CUADRO 4

Muestra	Q_1	Md	Q_3	S_0	$Q_1 - Q_3$	S_k
P-56	0,290	0,170	0,100	1,70	0,095	1,503
P-57	0,112	0,072	0,043	1,61	0,035	0,929
P-58	0,110	0,015	0,007	3,96	0,052	3,422
P-66	0,707	0,475	0,340	1,44	0,184	1,065
P-67	0,707	0,520	0,340	1,44	0,184	0,889
P-70	0,580	0,440	0,220	1,62	0,180	0,659
P-71	0,765	0,441	0,270	1,68	0,248	1,062
P-72	0,475	0,290	0,176	1,64	0,150	0,994
P-73	0,025	0,009	0,002	3,53	0,012	0,617
P-74	0,660	0,470	0,031	4,59	0,315	0,093

De la observación de las curvas acumuladas (Fig. 2) tenemos que para las muestras P-66, P-67, P-70, P-71, P-72 y P-74, que presentan tamaños superiores a 2 mm, el tramo correspondiente a los materiales movidos por tracción presenta inflexiones, excepto en las muestras P-71 y P-72, lo que nos indicaría un pequeño grado de mezcla para las fracciones gruesas, ya que éstas no sobrepasan el 6%. El tramo correspondiente a materiales movidos por saltación se presenta dividido en dos, con una inflexión marcada alrededor de 0,707 mm, correspondiendo al segundo subtramo un 45-60% del total de las muestras, menos en las P-67 y P-74 que poseen una segunda inflexión para 0,50 mm; quedando reducido a un 25-30%, del total este tramo.

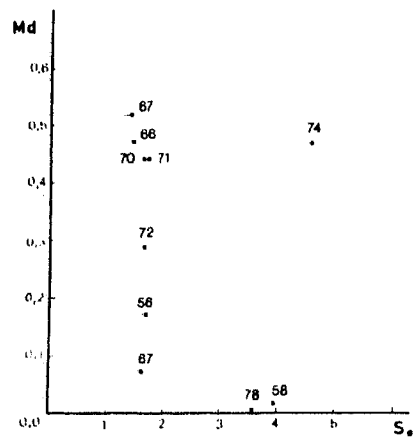
La primera inflexión para el tamaño 0,707 mm podría corresponder a mezcla de materiales marinos que se produce en la zona de "rotura de ola" o "surf break" (TANNER 1970) y según VISHNER (1969) a materiales de la zona de "surf" es decir, "rodamiento de ola", como

Diagrama 1



Arena - 56, 66, 67, 70, 71
Arena limosa - 57
Arena arcillosa - 72, 74
Limo arenoso - 58
Arcilla limosa - 73

Diagrama 2



han podido comprobar para sedimentos playeros actuales. La segunda inflexión que nos aparece en las muestras P-67 y P-74 nos indican una nueva mezcla de materiales, que podríamos interpretar como removilización de otros marinos ya depositados. La muestra que no tiene estas inflexiones, P-72, correspondería a arena de playa. Para este mismo grupo de muestras, en las fases de arena fina, muy fina y materiales limosos, tramo de transporte por suspensión, existen al menos dos inflexiones, la segunda muy fuerte hacia los tamaños más finos. Existiendo por tanto, otra zona de mezcla debido en parte a fenómenos postsedimentarios, ya que sólo los materiales inferiores a 4μ representan del 6 al 10% y no suelen aparecer en mezclas de poblaciones correspondientes a sedimentos playeros actuales; excepto la P-74 que, como hemos dicho pertenece a materiales de removilización de otros marinos en ambiente continental. En efecto, si eliminamos la influencia de las "colas" debidas a los finos, considerando las fracciones gruesas (Fig. 3) observamos que las consideraciones antes expuestas son válidas; puesto que las curvas consideradas mantienen sus formas para los tramos inferiores, existiendo la misma inflexión para 0,707 mm, en las mismas curvas, pero produciéndose un "enderezamiento" general de las curvas, sin variación sensible de la M_d ni en la clasificación, aparece así un marcado aspecto marino-playero. En la muestra P-66, se evidencia, de mejor manera, su procedencia playera, aunque haya sufrido removilizaciones y mezclas hacia las fases finas.

Para la P-74, se manifiesta su procedencia de mezclas de distintas fases arenosas, marcándose mejor la multiplicidad de inflexiones.

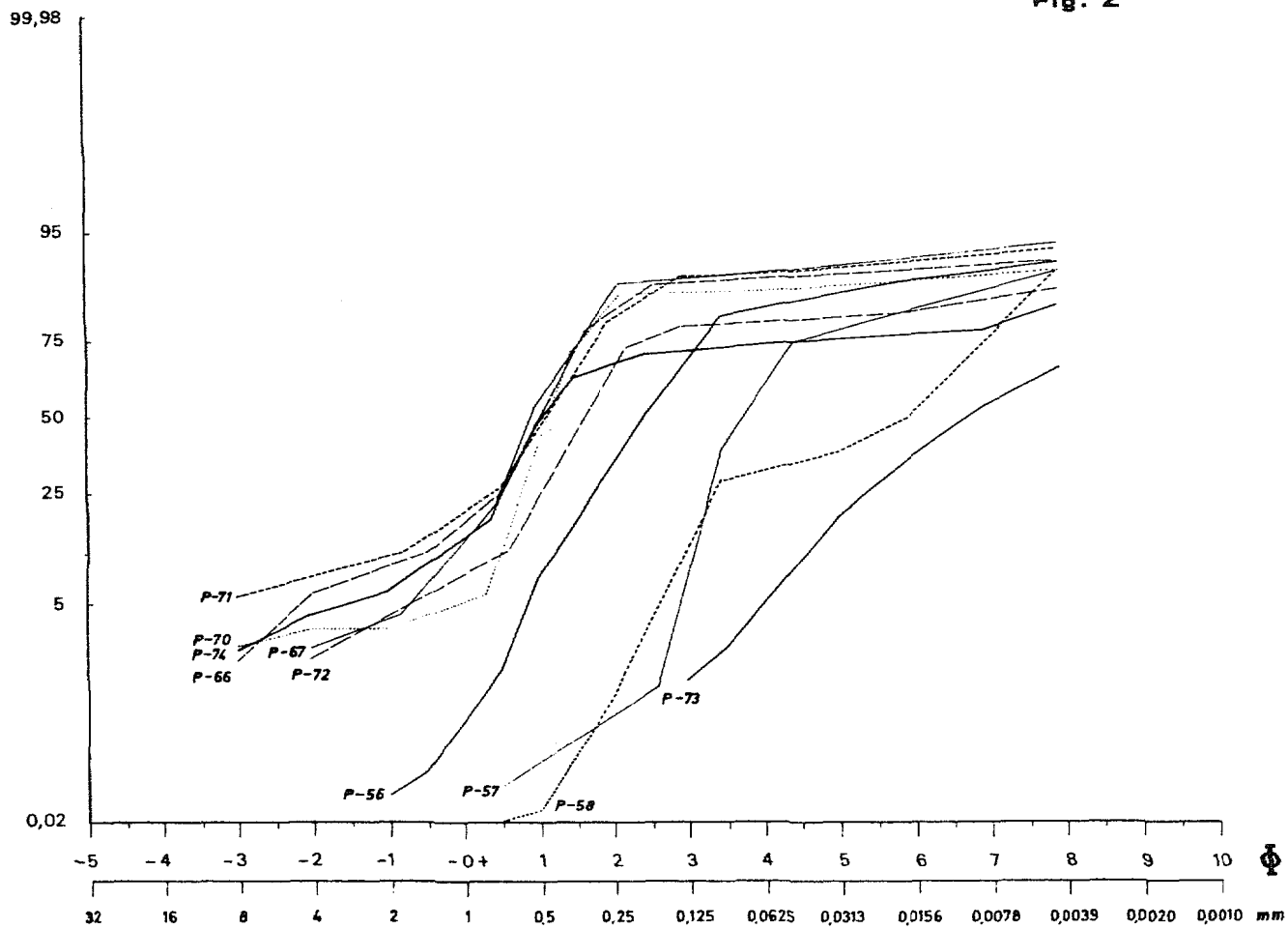
Las muestras P-56, P-57 y P-58, presentan una mediana inferior a los valores de las muestras anteriores, siendo la clasificación muy buena para la P-56 y P-57 y muy mala para la P-58. La forma de la curva acumulada presenta en la P-56 las inflexiones que antes señalamos para 0,707 mm, pero la proporción de tamaños finos es mayor que en el anterior grupo de muestras; la P-57 presenta una forma marina, y una inflexión en los finos con una mezcla de éstos hasta un 25%. La P-58 presenta una débil inflexión basal y un fuerte en 0,088 mm, con una fuerte mezcla de tamaños finos; limos y arcillas, que presentan hasta un 60% de la muestra; esto influye notablemente en su mala clasificación ($S_0 = 3,96$), pudiendo interpretarse como una influencia fluvial que aportase este elevado porcentaje de fino.

La muestra P-73 prácticamente no presenta fracción arenosa, su clasificación es mala ($S_0 = 3,53$); contiene una importante fracción arcillosa.

Desde el punto de vista morfosκόpico, para el tamaño de 0,35 mm en todas las muestras destacan los redondeados brillantes sobre el resto de los granos de cuarzo. Excepto en la P-74 en la que los redondeados brillantes aparecen "despulidos" en un elevado porcentaje. Las muestras P-57 y P-58 destacan por una mayor proporción de subangulosos y subredondeados que el resto de las muestras.

En resumen, todas las muestras estudiadas corresponderían a arenas marinas de playa, probablemente de la zona del strand o al menos de muy poca profundidad y afectadas por el oleaje, excepto las muestras P-57 y P-58, que presentan influencia fluvial, la P-73 que pertenecería a un medio de deposición tranquila donde predominaría la decantación. La P-74, corresponde a una removilización de materiales marinos en medio continental, con mezcla de aportes continentales, se trata del "abanico aluvial" y/o glasis, depósito continental muy extendido en la provincia de Cádiz. Por otra parte la P-66 parece estar afectada por un proceso de removilización posterior a su deposición.

Fig. 2



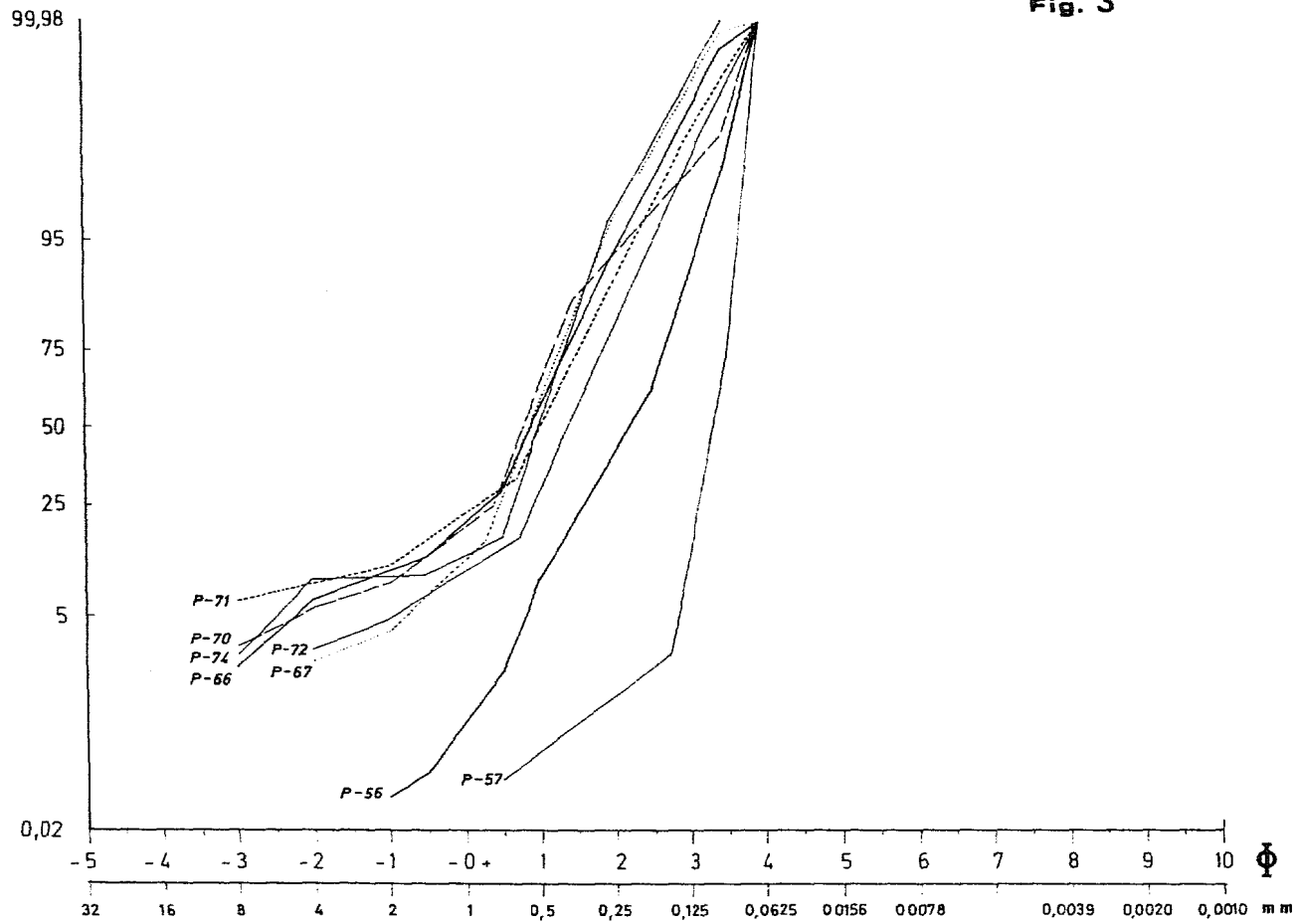


Fig. 3

3.—MINERALES PESADOS

El resultado de las muestras estudiadas viene expuesto en el cuadro (5) (*).

CUADRO 5

Muestra	Turmalina	Circón	Granate	Rutilo	Andaluc.	Epidota
P-67	10	13	12	1	17	35
P-71	9	3	9	—	38	31
P-72	14	11	6	1	29	26
P-74	15	5	8	7	27	24

Comparando estos resultados con los obtenidos por VIGUIER (1974) para la asociación de minerales pesados correspondientes a la provincia Sur (Cir., Tur., Gr. y Ru.), y procedentes en su mayor parte de las Areniscas del Aljibe, así como con los obtenidos por MABESOONE, (1963), para los sedimentos Villafranquienses del Guadalete (Ep. Gr., And. + Tur., Tu.), que procederían de una provincia distribuidora situada más al E., vemos que nuestros resultados no se ajustan claramente a ninguna de las dos provincias, aunque sus afinidades son mayores con la provincia definida por MABESOONE o provincia Jerez.

En cuanto a la relación de opacos y materiales de alteración, las muestras con procesos edáficos o continentales (P-67, P-74) presentan un mayor porcentaje de los mismos en relación con los típicamente marinos.

4.—MINERALOGIA DE ARCILLAS

Del estudio de las muestras de arcilla, realizado con microscopio electrónico y Rayos X, hemos obtenido los siguientes resultados:

CUADRO 6

Muestra	Montm.	ill-Mosc.	Caol.	Atap-Sep.	Fd.	Goet.	Hema.	Ilm.	Haloy.	Interés
P-57	++	++++	+	E	E	—	—	—	—	—
P-58	+++	++ (Mos)	++	E	E	I	—	—	—	—
P-66	+	++++	++	E	I	E	E	E	I	si
P-67	+	++++	++	—	I	I	I	I	—	—
P-72	+	++++	++	—	E	—	—	—	—	si
P-74	++	+++ (Mos)	++	—	I	+	—	—	—	—

++++ Muy abundante; +++ Abundante; ++ Frecuente; + Poco frecuente; E= Escaso; I= Indicios.

Del presente cuadro deducimos que, en "general", el mineral cardinal es la Illita seguido de la Caolinita y de la Montmorillonita, presentándose el resto de los minerales en pequeña proporción. Comparando las muestras entre sí, observamos que las P-58 y P-74 presentan un grado de evolución menor en las micas, que el resto. No obstante, existe cierta afinidad de estas

(*) Agradecemos a T. ALEIXANDRE, quien ha estudiado dichas muestras.

muestras con las P-66 y P-67, en cuanto a la presencia de Goetita, lo que podría indicar una influencia subaérea. Por otra parte, la presencia de cristales de feldespatos, aunque en pequeña proporción en todos ellos, evidencia una evolución incompleta de los materiales.

Comparando la asociación de minerales de arcilla establecida por VIGUIER (1974), nuestros resultados son equiparables a los dados para el Plioceno superior por dicho autor, con un mayor porcentaje de Illita sobre el resto.

5.—ESTUDIO FAUNISTICO

5.1.—Macrofauna

A lo largo del corte, de muro a techo, han sido estudiadas las muestras cuyo resultado se cita a continuación, exceptuando las P-62, P-63, P-64 que fueron recogidas en el frente opuesto de la cantera y que corresponden a los niveles inferiores del mismo.

P-50

Chlamys varia (L).
Ostrea lamellosa Brocchi
Cardium tuberculatum L.
 Fragmentos de pectínidos y moldes de Bivalvos.

P-52

Ostrea sp. fragmento.
 Fragmento de Pectínido.

P-53

Flabellipecten planomedijs Sacco.
Ostrea lamellosa Brocchi.
 Moldes de Bivalvos.
Turritella sp. molde.
 fragmento de molde de Gasterópodo.

P-54

Ostrea lamellosa Brocchi

P-55

Gryphaea sp. fragmento
Ostrea lamellosa Brocchi

P-59

Gryphaea gryphoides Schlotheim

P-61

Flabellipecten planomedijs Sacco.

P-62

Palliolium excisum (Bronn).

P-63

Palliolium excisum (Bronn)
Flabellipecten planomedijs Sacco
Ostrea lamellosa Brocchi
Balanus sp.

P-64

Palliolium excisum (Bronn)
Chlamys opercularis (L.)
Chlamys varia (L.)
Chlamys scabrella (Lamarck)
Flabellipecten planomedijs Sacco
Ostrea lamellosa Brocchi
Cardium hians Brocchi
Clausinella fasciata (Da Costa)
 Moldes de Bivalvos y Gasterópodos
Dentalium sp. fragmento de molde
Balanus sp.

P-69

Ostrea lamellosa Brocchi
Turritella sp. molde
Balanus sp.

Como puede observarse no aparece una evolución de la fauna a lo largo del corte, presentando en su conjunto un marcado carácter plioceno.

5.2.—Microfauna

Los resultados obtenidos del estudio de la microfauna, vienen expresados a continuación. Las muestras siguen el orden muro-techo.

P-48

Bentos

Ammonia beccarii beccarii (L.)
Astrononion cf. *stelligerum* (D'ORB.)
Asterigerina mamilla (WILL.)
Amphycoryna scalaris (SILV.)
Bulimina costata D'ORB.
Bolivina pseudoplicata HERON-ALLEN y EARLAND
Brizalina af. *spathulata* (WILL.)
Brizalina dilatata (REUSS)
Brizalina aff. *usensis*
Bulimina elongata D'ORB
Cassidulina laevigata carinata SILV.
Cibicides lobatulus (WALKER y JACOB)
Cibicidina boueana (D'ORB.)
Cancris auricula (FICH. y MOLL)
Cibicides refulgana (MONFROT)
Cibicidoides cf. *ungerianus* (D'ORB.)
Discorbis orbicularis TERQUEM
Elphidium complanatum (D'ORB.)
Elphidium crispum (L.)
Fursenkoina schreibersiana (CZJZEK)
Florilus boueanus (D'ORB.)
Fissurina orbignyana SEG.
Fissurina marginata (MONTAGU)
Gyroidinoides cf. *laevigatus* (D'ORB.)
Guttulina cf. *communis* D'ORB.
Karreriella sp.
Lagena hexagona (WILL.)
Lagena cf. *perlucida*
Melonis pompilioides (FICH. y MOLL)
Nonionella turgida (WILL.)
Planorbulina mediterraneanensis D'ORB.
Planulina wellerstorfi (SCHWART)
Rosalina globularis (D'ORB.)
Sphaeroidina bulloides D'ORB.
Trifarina angulosa (WILL.)
Textularia sagitula DEFRANCE

Textularia graman

Uvigerina peregrina CUSH.
Uvigerina bonobiensis compressa CUSH.
Valvulineria bradyana (FORN.)

Plancton

Globigerina falconensis BLOW
Globigerina apertura CUSH.
Globigerina eggeri RHUMBLER
Globigerinoides cf. *trilobus* REUSS
Globorotalia incompta (CIFELLI)
Globorotalia cf. *menardii* (D'ORB.)
Globorotalia scitula (BRADY)
Globorotalia obesa BOLLI
Globorotalia cf. *pseudopachyderma* CITA, P. SILVA, y ROSSI
Globorotalia dutertrei (D'ORB.)
Globorotalia cf. *humerosa* TAKAYANAGI y SAITO.
Globorotalia plesiotumida (BLOW y BANNER).

P-49

Ammonia beccarii beccarii (L.)
Cibicides lobatulus (WALKER y JACOB)
Elphidium crispum (L.)
Elphidium complanatum (D'ORB.)
Uvigerina cf. *peregrina* CUSH.

P-51

Ammonia beccarii beccarii (L.)

P-52

Bentos

Ammonia beccarii beccarii (L.)
Cibicides lobatulus (WALKER y JACOB)

Elphidium complanatum (D'ORB.)
Elphidium crispum (L.)
Florilus boueanus (D'ORB.)
Gyroidinoides neosoldanii (BROTZEN)
Heterolepa cf. *floridiana* (CUSH.)
Melonis pompilioides (FICH. y MOLL)
Textularia articulata D'ORB.
Uvigerina cf. *pygmaea* D'ORB.

Plancton

Globorotalia dutertrei (D'ORB.)
Globorotalia ex gr. *crassaformis* (GALL. y WISS.)
Globorotalia acostaensis BLOW
Globorotalia incompta (CIFELLI)
Globorotalia humerosa RAKAYANAGI y SAITO
Globorotalia plesiotumida (BLOW y BANNER)
Globigerina eggeri RHUMBLER

P-55

Restos fósiles muy alterados.

P-60

Bentos

Ammonia tepida (CUSH.)
Brizalina punctata (D'ORB.)
Brizalina catanensis (SEG.)
Bolivina pseudoplicata HERON-ALLEN y EARLAND
Cassidulina laevigata carinata SILV.
Discorbis orbicularis TERQUEM
Elphidium decipiens (COSTA)
Elphidium advenum (CUSH.)
Cibicidina boueana (D'ORB.)
Fissurina orbignyana SEG.
Rosalina globularis bradyi CUSH.
Trifarina angulosa (WILL.)

Plancton

Globigerina ex gr. *bulloides* D'ORB
Globigerina falconensis BLOW
Globorotalia ventricosa OGNIBEN
Globorotalia obesa BOLLI
Globigerina eggeri RHUMBLER

P-65

Esteril

P-73

Esteril

La presencia de *Ammonia beccarii beccarii*, gran número de representantes del género *Elphidium*, *Rosalina globularis*, etc. nos hace pensar en una zona de depósito de poca profundidad, que unido al mal estado de conservación de las especies, nos sitúa en un fondo arenoso de unos 10-20 m.

En la muestra P-60, el predominio de *Ammonia tepida* sobre las otras especies, nos indica una facies de poca profundidad, conectada posiblemente con un ambiente fluvial que aporta aguas dulces.

Las formas planctónicas, en general poco abundantes, no precisan una edad, indicándonos tan sólo una edad post-Tortonense. Tan sólo las muestras P-48, en la que aparece *Globorotalia plesiotumida*, nos sitúa en la biozona N-17 de BLOW (1969) que correspondería al Tortonense superior y Mesiniense, y la P-52, en la que debido a su mal estado de conservación es dudosa la identificación de *Globorotalia* ex gr. *crassaformis*, que nos situaría en el Plioceno medio.

6.—PROBLEMA DEL LIMITE PLIO-PLEISTOCENO EN LA BAHIA DE CADIZ

Desde que en 1948, en el Congr. Geol. Int. de Londres, se estableció la correspondencia del comienzo del Cuaternario con la base del Calabriense, cuyo inicio debía corresponder a

la "primera señal de deterioración climática", datada en Italia meridional por la primera aparición de *Arctica islandica* en el Mediterráneo, numerosos autores han discutido las ventajas e inconvenientes que entrañaba dicha decisión, tanto desde el punto de vista estratigráfico como faunístico y climático.

En el VII Congr. de INQUA, Denver 1965, se aprueba la sección de Le Castella como localidad tipo del Límite Plio-Pleistoceno, por la aparición de *Hyalinea balthica*, abandonándose la sección de Sta. María de Catanzaro.

Posteriormente, en 1975, en el II Symposium N/Q de Bologna se discuten, de nuevo, los cortes anteriormente citados llegándose a la conclusión de que es necesario abandonarlos, por no reunir características sedimentológicas adecuadas para el establecimiento de un estratotipo; y admitiendo la posibilidad de que el corte de Vrica (Calabria) puede reunir mejores condiciones para el establecimiento del mismo, por lo que debe continuarse su estudio. El problema como vemos no está ni mucho menos resuelto, por lo que la correlación a grandes distancias se hace aún mucho más difícil.

BIBERSON, P. (1973, 1975) expone las dificultades de la correlación con el Marruecos atlántico: el primer ciclo marino completo, y de origen eustático, sería el Messaoudiense, en el que aún no hace su aparición la fauna fría procedente del Atlántico N., y lo considera como Calabriense s.l. En la siguiente transgresión marina cuaternaria, Maarifiense, *Nucella lapillus* (L.) y *Littorina littorea* (L.), primeros invasores cuaternarios procedentes del Atlántico N., hacen su aparición, pero tan sólo en los niveles regresivos de dicho ciclo. Hemos considerado conveniente exponer, aunque someramente, el problema de Marruecos atlántico, porque nuestro sector de trabajo presenta una gran similitud con los fenómenos que se dan al otro lado del Estrecho de Gibraltar.

En la provincia de Cádiz son escasos los niveles marinos cuaternarios, no sólo en número sino en extensión. Dos niveles claros, aparecen al N. y S. de la Bahía, uno correspondiente al Pleistoceno superior y otro al Holoceno. Otra línea de costa, en retazos y dislocada, perteneciente, tal vez, al Pleistoceno antiguo sólo es visible en la costa meridional de la provincia.

La serie marina (Plioceno superior) y marino-salobre de la Bahía, recubierta por las "arenas rojas" que soportan al "abanico aluvial" del corte descrito, parecía ofrecer en Puerto Real posibilidades de estudiar el paso Plio-Pleistoceno. Para aclarar este punto nos detendremos fundamentalmente en:

1.—Aparición de fauna marina fría o renovación faunística.

2.—Comienzo de un ciclo climático-sedimentario diferente al del Plioceno superior.

Considerando que el conglomerado marino, de grandes Ostreidos y Pectínidos, que aparece alrededor de la Bahía, corresponde al Plioceno superior y con respecto al punto 1, no encontramos en Cádiz ningún depósito con fauna fría que se pueda atribuir al Pleistoceno. Si bien en los aglomerados de Puerto Real, la presencia de *Cassidulina laevigata* val. *carinata* en dos niveles, indica enfriamiento de las aguas en el Plioceno medio a superior.

En cuanto a la renovación, las faunas dadas por VIGUIER C. (1974) en el Plioceno superior de la Bahía, "Conglomerado marino inferior", se nos mantienen en los niveles marinos y marino-salobres que lo recubren, si no en el corte de Puerto Real, escasez de especies, sí en otros de la Bahía que corresponden a la misma formación.

El hallazgo de un fósil muy fragmentario de *Mammuthus* cf. *meridionalis*, que se debe a Carlos Fernández Llóbreg, en arenas amarillas, bajo el "abanico aluvial" discordante, en otro corte próximo a la cantera, que estimamos correspondiente al nivel V del corte aquí

estudiado (AGUIRRE et al 1973), nos inclina a considerar que nuestro paquete marino alto corresponde a un Plioceno superior.

En lo que se refiere al punto 2, y estando de acuerdo con VIGUIER C. (1974) en que el "conglomerado marino inferior" de la Bahía pasa lateralmente a un aglomerado, nos encontramos con un solo ciclo climato-sedimentario. El estudio de los minerales de arcilla, minerales pesados, fauna, etc., no indica ningún cambio entre el aglomerado y los niveles marinos y marino-salobres que lo sobremontan.

Para nosotros el punto 2, es de suma importancia, ya que con el 1 no podemos establecer nada en nuestro sector, por lo anteriormente expuesto.

Por consiguiente las facies marinas y marino-salobres de la Bahía, y en vista de la fauna marina registrada, las consideramos como pertenecientes al Plioceno superior, dentro de un mismo ciclo climato-sedimentario. Las "arenas rojas", cuyo equivalente en el corte, sería el nivel V, las consideramos como el depósito cuaternario más antiguo de la Bahía.

Dada la problemática que entraña la aplicación del término "Villafranquiense", la edad de esta formación la consideramos como Pleistoceno inferior.

7.-CONCLUSIONES

La serie expuesta en el corte de Puerto Real, presenta por debajo del nivel T, una secuencia de niveles marinos con influencia fluvial más o menos acusada, el nivel T, con características marinas, ha estado emergido y removilizado como se deduce de los datos sedimentológicos; menor evolución de las micas, mayor proporción de alteritas y de opacos naturales, que el resto de los niveles; ésta removilización no llegó a afectar a la zona basal del depósito.

A partir de este nivel aparece una serie de materiales marinos playeros que pasan a unos depósitos de tipo estuario en el nivel V y X.

El nivel V contemporáneo de las arenas rojas constituye el depósito pleistoceno más antiguo.

El nivel Y corresponde a un "abanico aluvial" del Guadalete.

Los minerales pesados presentan similitud con la "provincia de Jerez" EGA + Ru + Tu.

La asociación de los minerales de arcilla, da como elemento cardinal la Illita.

El estudio de la fauna muestra, que nos encontramos en una zona muy costera con influencia fluvial.

Las discordancias erosivas y angulares, observadas en el corte de Puerto Real en las series marinas y marino-salobres, serían el reflejo de las "estructuras con núcleo margo-yesífero" de los alrededores de la Bahía, cuyo funcionamiento se prosigue al menos, hasta el Cuaternario antiguo. Durante la regresión del Plioceno superior, la cuenca sufre ligeras oscilaciones.

RESUMEN

Alrededor de la Bahía de Cádiz, los depósitos marinos de la regresión del Plioceno superior, forman una orla más o menos continua que se extiende hasta las proximidades de Chipioja al N., hasta Chiclana al S., constituyendo la Sierra de San Cristóbal el límite más oriental de la misma.

Una cantera situada a 1,5 km al NE. de Puerto Real (lat. 36° 32' 15'', long. 2° 28' 40'', H.M.T.N. 1: 50.000 núm. 1062), ofrece un amplio corte donde es posible observar los tramos marinos y salobres regresivos, así como los depósitos cuaternarios, continentales, más antiguos observados en el litoral gaditano. Se realiza un estudio detallado de dicho corte, y se discute el problema del límite Plió-Pleistoceno en dicho sector. El elefante meridional procedente de un corte inmediato se atribuye al comienzo del Pleistoceno.

ABSTRACT

The regressive marine deposits of the Late Pliocene around The Cádiz Bay, appear as a more or less continuous fringe, extending from near Chipiona, in the North, to Chiclana in the South; the Sierra de San Cristóbal constitutes its easternmost limit.

A quarry, 1,5 km northeast of Puerto Real (36° 32' 15'', log. 2° 28' 40'', H.M.T.N. 1: 50.000 n° 1962), shows a large section, where marine and brackish horizons of the regression can be observed, as well as the earliest quaternary continental sediments exposed in the shore of Cadiz province. This paper includes a detailed study of this section and a discussion of the problem of the Neogene/Quaternary Boundary in the area. A fossil of *Mammuthus meridionalis* is attributed, for the first time in Spain, to Lower Pleistocene beds.

*

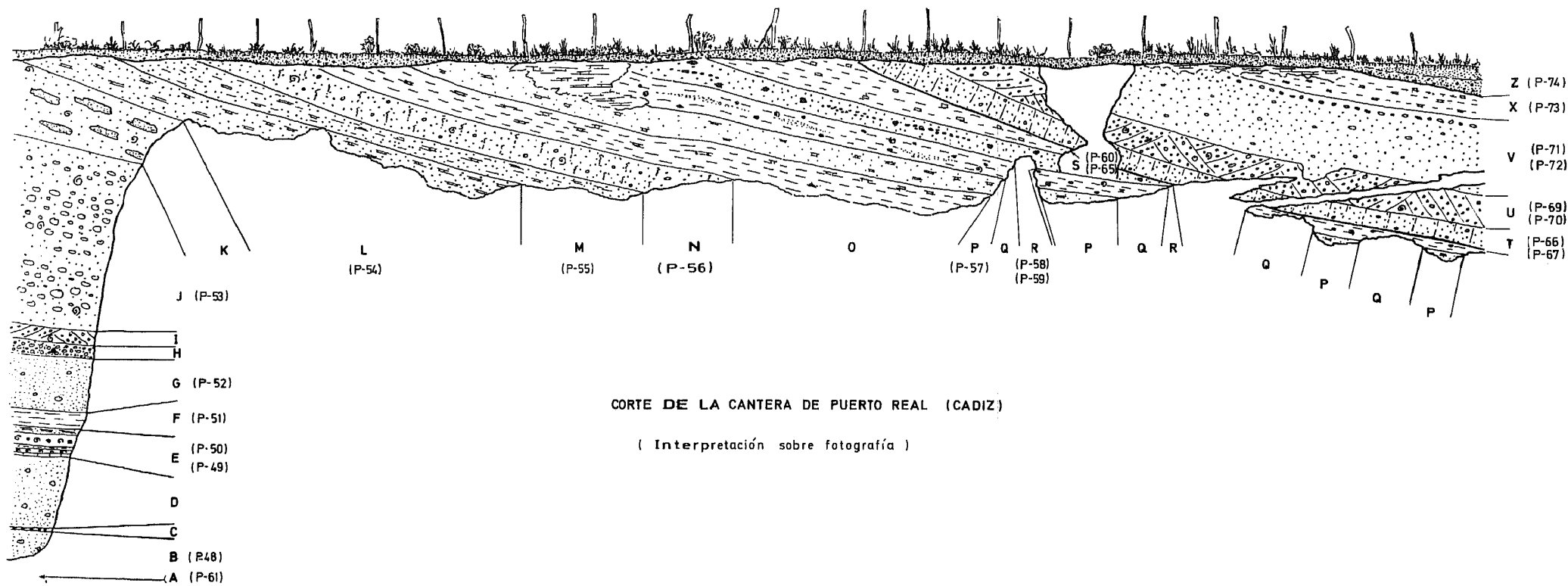
8.--BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, E., LHENAFF, R., ZAZO, C. (1973). "Nuevos fósiles de elefantes en Andalucía". *Est. Geol.*, **29**: 293-306.
- AZZAROLI, A. (1975). The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene Boundary. II Symposium. The Neogene Quaternary Boundary. Bologna, Octubre 1975. *Scientific Paper* (preprint).
- BIBERSON, P. (1971). "Index-Cards on the marine and Continental Cycles of the Moroccan Quaternary". *Quaternaria*, **13**: 1-76.
- BIBERSON, P. (1973). "On the Pliocene-Pleistocene Boundary on sud du Bassin Occidental de la Méditerranée". *Int. Coll. on the Problem: The Bound. between Neogene and Quaternary*. Collect of Papers IV, Moscow. p. 76-96.
- BIBERSON, P. (1975). "Le Villafranchien du Nord de l'Afrique". II *Symp. The Neogene Quaternary Boundary*. Bologna. Scientific Papers (preprint).
- BIGAZZI, G., BONADONA, F., IACCARINO, S. (1973). "Geochronological Hypothesis on Plio-Pleistocene Boundary in Latium Region (Italy)". *Boll. Soc. Geol. It.*, **92**: 391-422.
- BONIFAY, E. (1964). Pliocene et Pléistocène Méditerranéens: Vue d'ensemble et essai de corrélations avec la chronologie glaciaire. *An. de Paléont.*, **t. 5**: 197-226.
- BONIFAY, E. (1975). "L'Ere Quaternaire: définition, limites et subdivisions sur la base de la Chronologie méditerranéenne". *Extr. Bull. Soc. Geol. Frnc.*, T. XVII p. 380-393.
- BOUCART, J. (1935). "Le Quaternaire marin dans le Golfe de Cadix". *C.R. Acad. Sc.* t. 20 p. 1413-1415.
- BREBION, Ph. (1974). Révision des Acanthines du Plio-Pleistocene marocain et critique de l'origine chilo-péruvienne de ces Gastropodes". *C.R. Acad. Sc. Parfs.*, t. 278 p. 2901-2904.
- CHAUVE, P. (1967). Etude géologique du Nord de la province de Cadix (Espagne méridionale). Thèse. *Mem. IGME*, t. 69, 377 pp.
- CHOUBERT, G. (1965). "L'étage Moghrebien dans le Maroc Occidental". *Not. Serv. Geol. Maroc.* t. 25, n° 185 p. 47-55.
- CHOUBERT, G., AMBROGGI, R. (1953). "Note préliminaire sur la présence de deux cycles sédimentaires dans le Pliocène marin du Maroc". *Not. Serv. Geol. Maroc.* n° 117, t. 7.
- DE TERRA, H. (1956). "Terrazas del Guadalquivir y Guadalete". *Libro Homenaje al Conde de la Vega de Sella*.
- GAVALA y LABORDE, J. (1927). "Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos". *Bol. IGME*. T. 49 p. 219-245.
- GIGOUT, M. (1957). Rapports du Pliocène et du Calabrien au Maroc". *C.R. Som. Soc. Geol. France.*, p. 136-137.
- GIERMANN, G. (1964). "Epirogene Krustenbewegungen im Quartän: Ein Vergleich des Hebunggebietes der spanischen Südküste mit dem Senkungsfeld der westholsteinischen Nordseeküste". *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, **62**, n° 1294.

- IAWORSKY, G. (1975). "Problème de la limite stratigraphique et paléontologique du Quaternaire avec le Néogène dans les Alpes Maritimes de France". **Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario**, n° 4, p. 91.
- MABESOONE, J.M. (1963). Les sédiments préquaternaires et Villafranchiens du bassin fluvial de la Guadalete (prov. Cadix). **Est. Geol.**, t. 19 p. 143-159.
- MABESOONE, J.M. (1963). "Coastal sediments and coastal development near Dadiz (Spain)". **Geol. en Mijubouw**, 42: 29-43.
- MILLOT, G. (1962). "The principal sedimentary facies and their characteristic clays". **Clay minerals bulletin**, 1, n° 7.
- MILLOT, G. (1964). "Géologie des argiles", 1 vol. 499 pp. Ed. Masson.
- PIERRE, G. (1975). "Le Quaternaire marin sur les deux rives du détroit de Gibraltar". **Reunion Annuelle des Sciences de la Terre**. Montpellier.
- REINECK, S. (1973). "Depositional sedimentary environment". Ed.
- RUGGIERI, G. (1972). "Alcune considerazioni sulla definizione del piano Calabriano". **Boll. Soc. Geol. It.**, n° 91, p. 639-645.
- RUGGIERI, G., BUCCHERI, G., GRECO, A., SPROVIERI, R. (1975). "Un affioramento di siciliano nel quadro della revisione della stratigrafia del Pleistocene inferiore". **Boll. Soc. Geol. Ital.** (prensa).
- SELLI, R. (1962). "Le Quaternaire marin du versant Adriatique-Ionien de la péninsule italienne". **Quaternaria**, 6: 319-413.
- SELLI, R. (1967). "The Pliocene-Pleistocene Boundary in Italian marine sections and its relations to continental stratigraphies" **Progress in Oceanography**, 4: 67-86.
- SELLI, R. (1975). "The Neogene/Quaternary Boundary in the Italian marine formations". **II Symposium Bologna. Scientific Papers** (preprint).
- TANNER, W.F. (1971). "Growth rates of Venezuelan beach ridges". **Sed. Geology**, 6: 215-220.
- VIGUIER, C. (1974). "Le Néogène de l'Andalousie occidentale (Espagne). Histoire géologique du bassin du Bas Guadalquivir. These. 450 p.
- VISHER, G.S. (1969). "Grain size distributions and depositional processes". **Journal of Sedim. Petrology**, 39: 1074-1106, n° 3.
- ZATO, C., QUEJERO, G. (1976)". Niveles marinos cuaternarios en el litoral de la provincia de Cádiz. **Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario**, 5: 141-145.
- II Symposium. The Neogene-Quaternary Boundary. Bologna 1975. Guide-Book.
- Proceedings of the VIth. Congress. Bratislava 1975. v.l., Ed. J. Sebes. Regional committee on Mediterranean Neogene stratigraphy.

N.NE

S.SW



CORTE DE LA CANTERA DE PUERTO REAL (CADIZ)

(Interpretación sobre fotografía)