

INFORME SEDIMENTOLOGICO

MAGNA

# INFORME SEDIMENTOLOGICO

## Plan M A G N A

### Hoja 14-46 (Jimena de la Frontera)

Informe elaborado por: Juan Antonio Vera, con la colaboración de A. Martín Algarra y J. Rodríguez Fernández.

Estudio de muestras: A. Martín Algarra y J. Rodríguez Fernández

Levantamiento de series estratigráficas y toma de datos sobre secuencias y estructuras sedimentarias. J.A Vera , J. Rodríguez Fernández y F. Cano.

## Introducción

Dentro del área incluida en la Hoja 14-48 afloran diversos unidades geológicas. De una parte se tienen materiales pertenecientes a los Complejos Maláguide y Alpujárride de las Zonas Internas de las Cordilleras - Béticas que afloran en el borde nororiental. El resto está ocupado por materiales de las "Unidades del Campo de Gibraltar".

El estudio sedimentológico se ha efectuado sobre series levantadas y muestras tomadas de los materiales de estas Unidades del Campo de Gibraltar y dentro de ellas las Unidad del Aljibe, Unidad de Argüelles, Unidad de Camarote y Unidad de Algeciras (en orden de más alta a baja tectónicamente hablando).

## I - UNIDAD DEL ALJIBE

En el área comprendida en esta hoja tiene una gran importancia esta unidad, tanto por la gran superficie que ocupan sus afloramientos, como por encontrarse en ella la serie tipo de algunas de sus formaciones.

Se presentan en este área tres formaciones cuya posición en el tiempo y relación lateral y vertical se esquematiza en la figura 1. Como en dicha figura se observa muy claramente la formación superior es la de las Areniscas del Aljibe cuya edad puede iniciarse en el Oligoceno superior y continuar durante el Aquitaniense y el Burdigaliense. En ella dominan los materiales areniscosos que pueden tener espesores de más de 10 m que destacan fuertemente en el paisaje.

Por debajo de esta formación (Areniscas del Aljibe) se encuentran las otras con una equivalencia entre si de cambio lateral de facies deducido a partir de datos faunísticos y posición estratigráfica. De una parte se tienen las "Arcillas de Jimena" constituidas por lutitas con muy escasas intercalaciones turbidíticas. De otra parte se tiene la Formación Benaiza con abundantes intercalaciones calcareníticas turbidíticas.

### Arcillas de Jimena

Se ha levantado el corte de la sección tipo de esta formación - junto al pueblo de Jimena, desde el barrio alto del pueblo (extremo NW) descendiendo la ladera donde se observa un corte relativamente limpio. En él dominan totalmente las arcillas rojas o verdes en las que se intercalan algunos niveles calcareníticos turbidíticos (12 niveles en 100 m de espesor). Los dos niveles más altos son areniscosos constituidos por cuarzo y fragmentos de rocas. El resto son calcareníticos con una trama formada por intraclastos (55 al 90%) y fósiles (2 al 25%) con cemento esparítico.

En la figura 2 se exponen los resultados del estudio de las láminas delgadas, tomadas en los niveles duros. Las muestras 265 y 267 corresponden a los niveles superiores areniscosos; la muestra 266 por su parte corresponde a un nivel calizo micrítico algo margoso no turbidítico y con abundante fauna pelágica. El resto de las muestras corresponden

# UNIDAD DEL ALJIBE

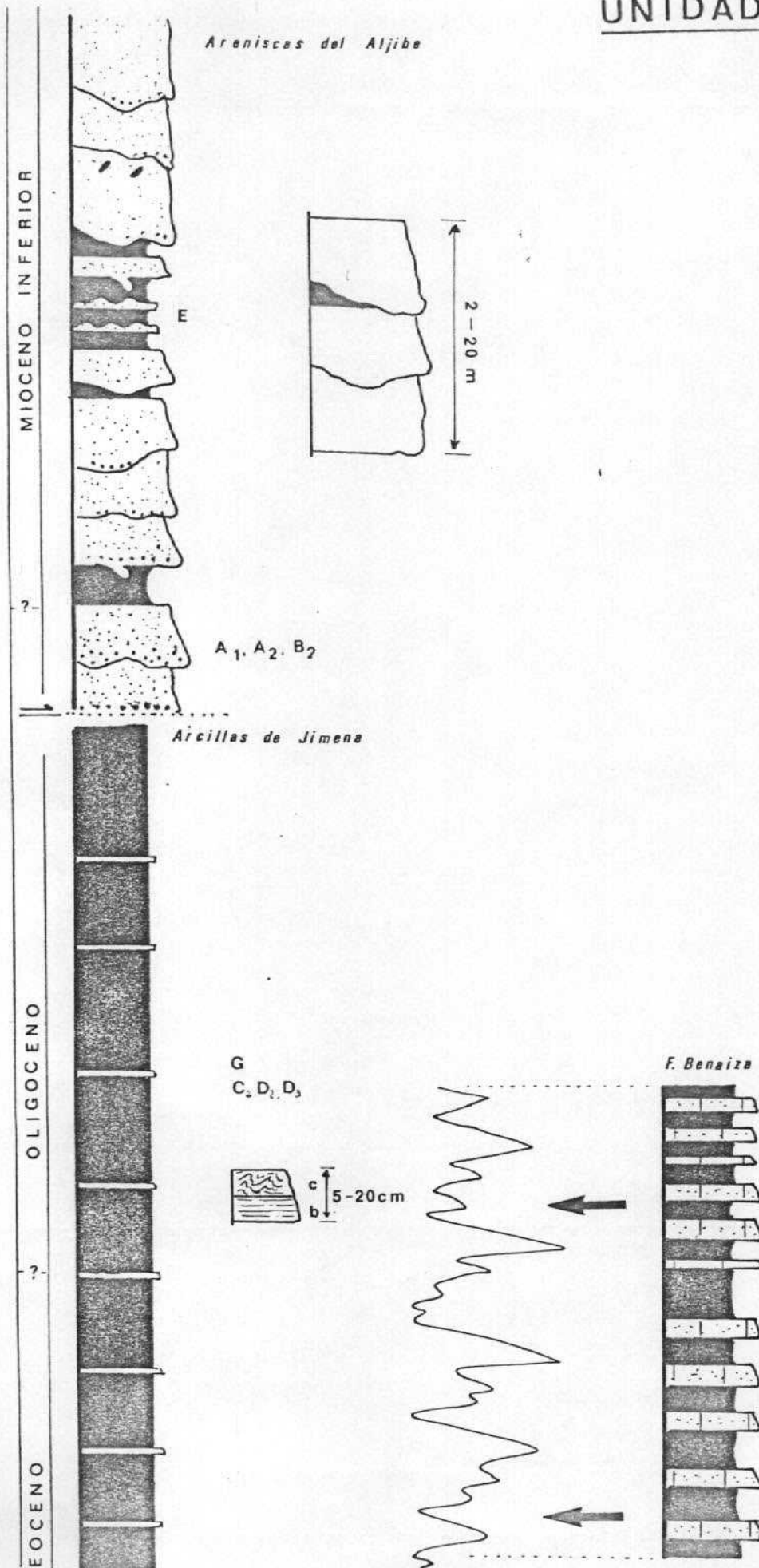


FIG. 1

HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DEL ALJIBE (Arcillas de Jimena)

- Corte junto al Pueblo de Jimena

FC - 265 +

FC - 266 ⊙

FC - 267 +

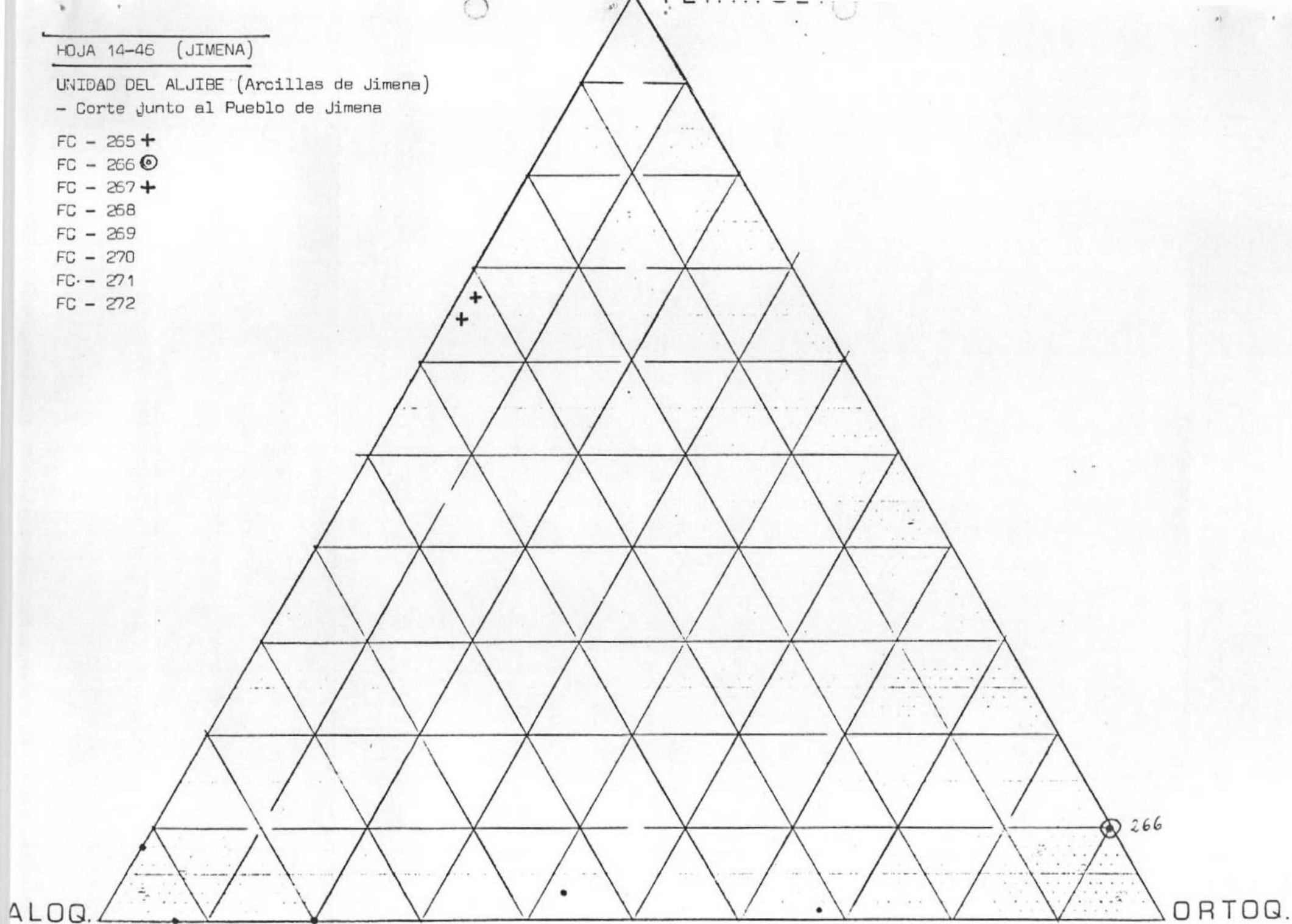
FC - 268

FC - 269

FC - 270

FC - 271

FC - 272



a los niveles calcareníticos turbidíticos en los que existe una gran variación entre el contenido en aloquímicos y ortoquímicos.

Los niveles calcareníticos muestran la secuencia de BOUMA en unos casos completa y en otros truncada. De los doce niveles turbidíticos seis presentan la secuencia completa (Tabcde), cuatro la presentan truncada en la base (Tbc) y los otros dos presentan amalgamaciones internas (Tabc/abc). Dos niveles tienen restos de plantas.

El depósito de estos materiales tuvo lugar en una cuenca marina en la que se depositaban lutitas y calizas micríticas y a la que ocasionalmente - llegaban episodios turbidíticos. Destaca el nivel localizado a 25 m de la base del corte ya que tiene un mayor espesor que los demás pues supera el metro; presenta amalgamaciones y restos de plantas. Se trata de un nivel ligado a dos desplomes turbidíticos sucesivos y de procedencia cercana al continente desde la plataforma.

Dentro de la llanura submarina se trataría de facies muy distales ya que la relación en espesores acumulados de lutita/arena es superior a 20, el espesor medio de los bancos es muy pequeño (20-30 cm). Se trata de facies  $C_2$ ,  $D_2$  y  $D_3$  junto con facies G, de acuerdo con la clasificación de facies de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) (ver adenda), típicas de llanura submarina. La procedencia de los materiales turbidíticos sería de la plataforma carbonatada como queda demostrado por la abundancia de bioclastos de organismos someros en algunos niveles.

Hacia la base de la serie medida se presentan niveles de óxidos de hierro muy replegados sin que se puedan saber su número exacto (de 5 a 20). Son niveles de 2 a 3 cm, de espesor que se intercalan en una alternancia de lutitas rojas y verdes. El origen de estos niveles puede ser diagenético ligado a la concentración relativa de los óxidos de hierro a lo largo de superficies de estratificación.

#### Formación Benaiza

Se ha levantado un corte en la Loma de Cámara (5 km al SW de Jimena) con un total de 11 m. de observación continua. En ellos se tiene una al-



ternancia de niveles calcareníticos turbidíticos con margas blancas y coloreadas (verdes o rojas). Los niveles calcareníticos tienen espesores de 5 a 40 cm y están constituidos mayoritariamente por intraclastos (64 a 82%) (ver figura 3) y en menor proporción pelets y fósiles; el cemento es esparítico.

Si se comparan los gráficos de composición de la formación Benaiza tanto de este corte como otros (figura 3) con los niveles calcareníticos de las Arcillas de Jimena (figura 2) se puede ver como las calcarenitas de la Formación Benaiza muestran mayor uniformidad en su composición y mayor contenido en aloquímicos. Indican una procedencia y mecanismo de transporte igualmente más uniforme.

Presentan secuencias de tipo Tabc y otras con falta de intervalo a (granuloclasificación). Los materiales se han depositado en una llanura submarina a la que accedían los flujos turbidíticos.

Comparando la relación de espesores acumulados de lutitas/arenas en ambas formaciones (Arcillas de Jimena y Formación Benaiza) se deduce claramente que en la Formación Benaiza los flujos turbidíticos eran mucho más frecuentes, criterio de proximalidad en turbiditas de llanuras submarinas.

#### Areniscas del Aljibe.

Se ha levantado un corte 2 km al S del pueblo de Jimena. En este corte se observan todas las características distintivas de las Areniscas del Aljibe, tales como: gran potencia de los niveles arenosos, abundancia de amalgamaciones, presencia de cantos blandos y niveles canalizados. El contacto con las arcillas de Jimena no se observa limpio como para poder asegurar que se trata de una concordancia. Sin embargo por los datos cartográficos se deduce que puede serlo, aunque pudiera estar mecanizado localmente.

Las areniscas presentan una trama constituida casi exclusivamente por cuarzo (83 a 98%); el resto está formado por fragmentos de rocas metamórficas (1 al 7%) y feldespatos. El cemento es ferruginoso lo que le da un color amarillento - parduzco. En la figura 4 se representa en un diagrama triangular la composición de la trama de estas areniscas. La posición de los puntos en el diagrama y su dispersión es semejante a otros cortes levantados y mues-

HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DEL ALJIBE (Formación de Benaiza)

1.- Loma de Cámara (+)

FC - 534

FC - 535

FC - 536

2.- No situadas en cortes (.)

FC - 543

FC - 544

FC - 575

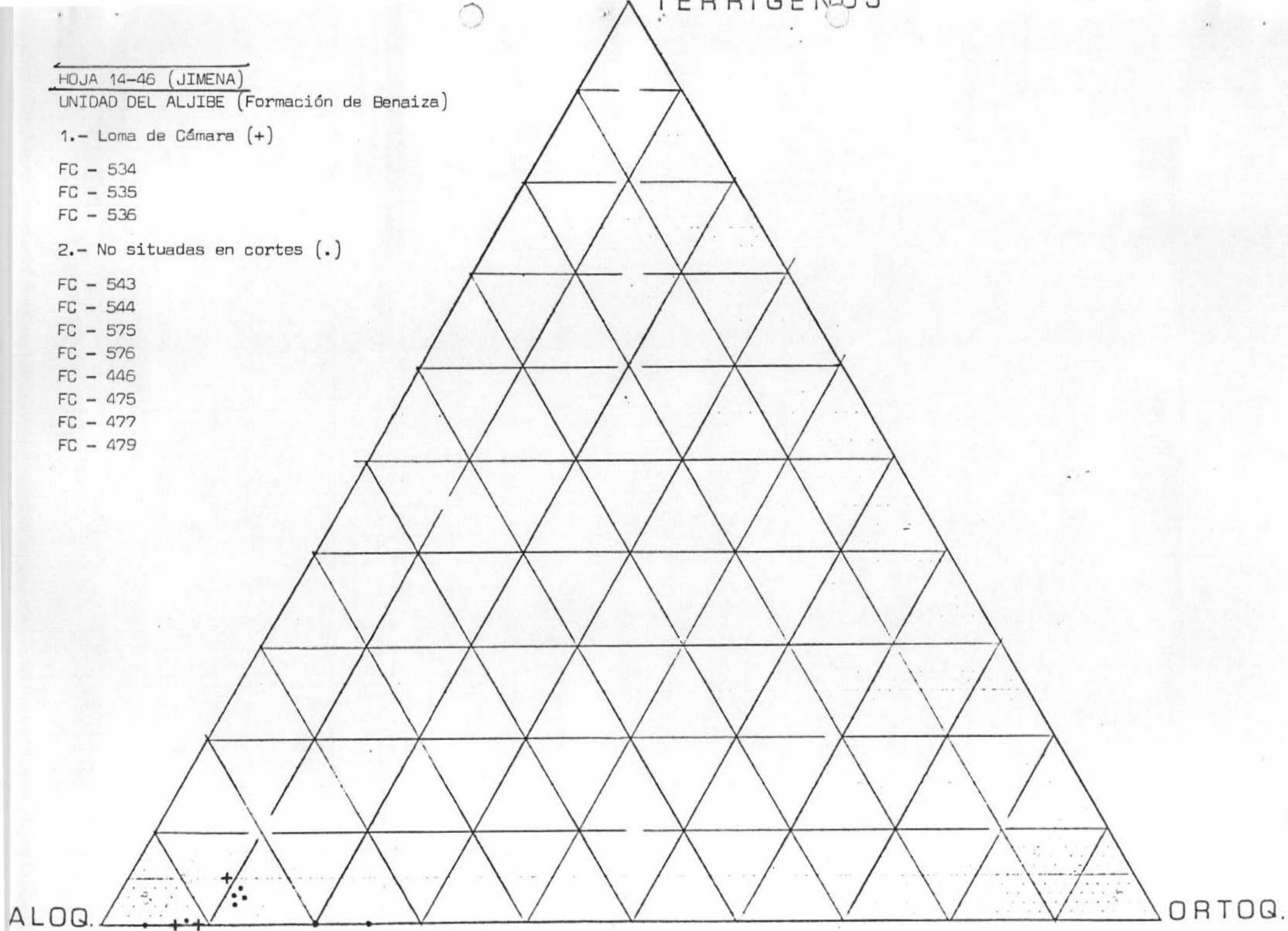
FC - 576

FC - 446

FC - 475

FC - 477

FC - 479





HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DEL ALJIBE (Areniscas del Aljibe)

Corte a 2 km al S de Jimena

FC - 250

FC - 252

FC - 254

FC - 257

FC - 258

FC - 259

FC - 263

FC - 264

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
Facultad de Ciencias  
DEPARTAMENTO DE ESTRATIGRAFIA

FELD.

F. R.

tras estudiadas en las Hojas adyacentes (véase informe sedimentológico de la Hoja 14-47).

En la serie se observan potentes niveles de areniscas y areniscas conglomeráticas de 2 a 20 metros con estructura interna masiva y frecuentes amalgamaciones que se ponen de manifiesto por las variaciones en el tamaño de grano, por la presencia de niveles lutíticos discontinuos y por concentraciones de los óxidos de hierro. En estos niveles son frecuentes los cantos blandos en especial en la parte alta de los estratos. Aplicando la clasificación de facies de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) (ver adenda) se observa que dominan las facies  $A_1$ ,  $A_2$  y  $B_2$  y que constituyen los bancos potentes de areniscas. Estos niveles son depósitos de flujos de elevada densidad y concentración de granos (grain flow).

Existen otros niveles de menor espesor con granuloclasificación - (Facies C) cuyo depósito se debió a corrientes de turbidez propiamente dichas. Finalmente se observan niveles finos de arenas con ripples en el techo y laminación en la base que equivalen a las facies E de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) que dichos autores interpretan como los depósitos en el borde (levee) de un canal en momentos de desbordamientos.

Todas estas características indican que la sedimentación de estos materiales tuvo lugar en un abanico submarino y más concretamente en el abanico interno, cerca del paso a los canales del abanico medio.

## II - UNIDAD DE ALGECIRAS

Aflora ampliamente en el sector comprendido en la Hoja 14-46 y en el se han levantado tres series parciales una en los términos de flysch calcáreo del Eoceno, otro en el tránsito del Eoceno-Oligoceno y otro dentro del - Oligoceno-Mioceno basal.

### Eoceno de la Unidad de Algeciras

Se ha levantado junto al Tunel de Arias y presenta un dominio - claro de lutitas rojas y verdes en las que se intercalan niveles calcárenf-ticos turbidíticos. La trama de las calcarenitas esta constituida por intra

HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DE ALGECIRAS

Flysch calcáreo eoceno

Cortes del Tunel de arias

Muestras •

FC - 487

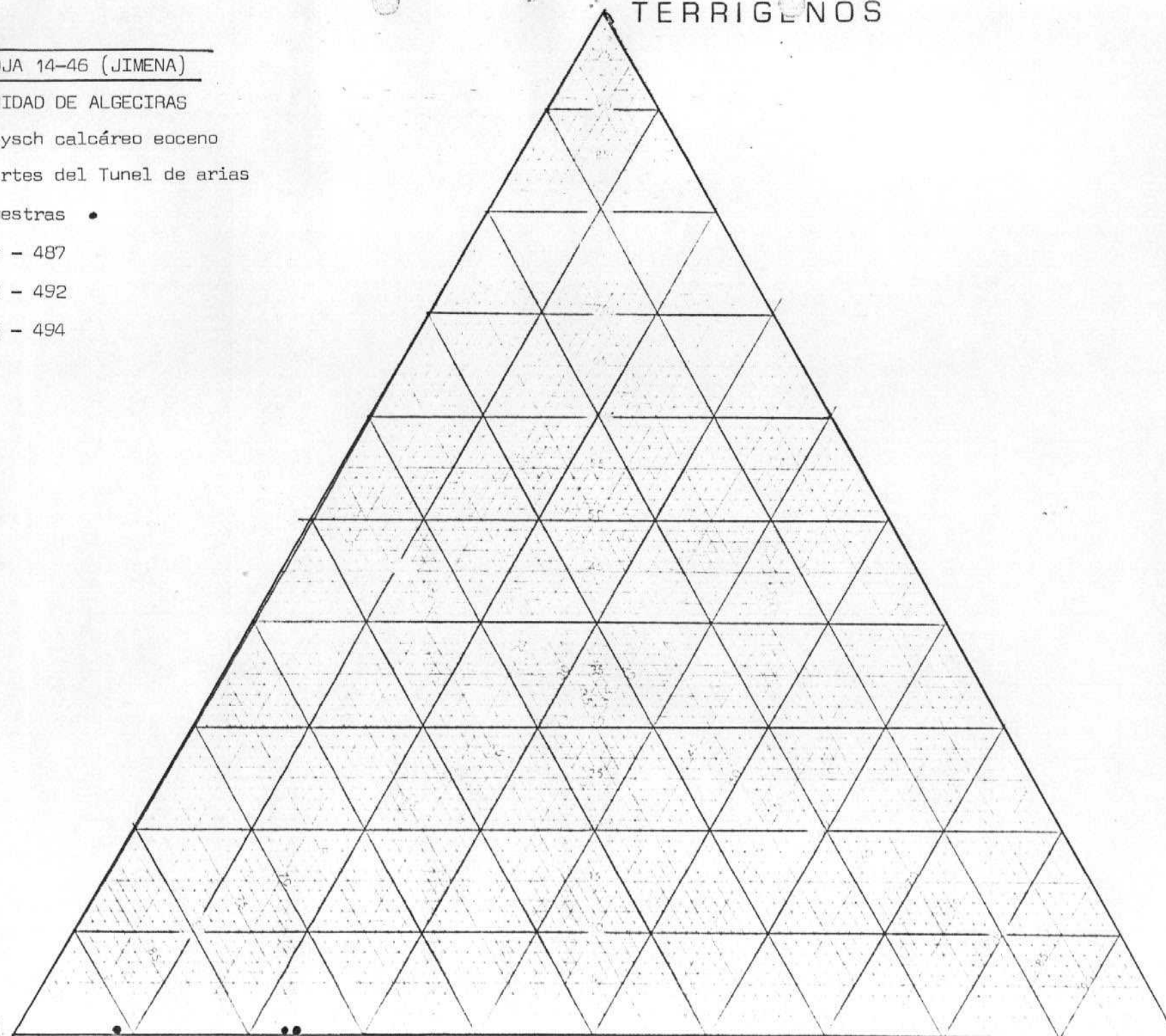
FC - 492

FC - 494

TERRIGENOS

FIG. 5

ALOO.



ORTOQ.

clastos que pueden llegar incluso al 90%; además forman parte de la trama fósiles y pellets. El cemento es esparítico. En la figura 5 se representa en un diagrama triangular la composición de estas calcarenitas, cuyo contenido en terrígenos es nulo y el resto corresponde a aloquímicos (mayoritarios) y ortoquímicos (10 al 37%).

Las calcarenitas presentan secuencias de BOUMA de tipo Tab, Tabc y Ibc. Los espesores de los bancos calcareníticos turbidíticos tienen un valor medio cercano 10 centímetros. Se trata de facies  $C_2$  y  $D_2$  junto con facies  $D_3$  y E. La relación de espesores acumulados de calcarenitas con respecto a lutita es del orden de 1/10. Se trata de turbiditas de llanura submarina distales.

#### Eoceno - Oligoceno de la Unidad de Algeciras.

Se ha levantado el corte 1 km al W de San Pablo de Buzeite con un espesor medido de 95 m. Los primeros 30 metros son de una alternancia de calcarenitas turbidíticas y lutitas rojas. La secuencia de los niveles turbidíticos es predominantemente Tabc; además hay secuencias Ibc y otros que presentan amalgamaciones. Las calcarenitas están formadas por intraclastos (40 al 80%) y existiendo además en la trama fósiles (2 al 23%), terrígenos (5-10%) y pellets que en algunas muestras pueden ser abundantes. El cemento es esparítico. El espesor medio de los niveles calcareníticos es de unos 20 cm y la relación de espesores acumulados de los niveles de lutita con respecto a los de arenisca (calcarenita) es de 3 a 5.

El depósito de estos 30 primeros metros de la serie tuvo lugar en una llanura submarina, a la que llegaban frecuentes corrientes de turbidez que procedían de una plataforma carbonatada. A partir del metro 30 y hasta el final de la serie la fracción lutítica es mayoritaria y los niveles calizos turbidíticos muy escasos y delgados, con estructuras internas de laminación. El espesor medio de las areniscas (calcarenitas) es de unos 8 centímetros y la relación de espesores acumulados de lutita con respecto a areniscas es superior a 50. La interpretación genética es que su depósito tuvo lugar en un fondo marino al que solo eventualmente accedían corrientes de turbidez de procedencia igualmente de una plataforma calcárea.



La composición de las muestras de calcarenitas estudiadas en toda la serie es muy similar y se recoge en la figura 6. El contenido en terrígenos es inferior al 10% salvo en una muestra y los aloquímicos son más abundantes que los ortoquímicos. Si se comparan con los niveles de turbiditas - calcáreas de otros cortes de la Unidad de Algeciras (figura 5 y en especial figura 8) se puede ver que hay una gran similitud entre todas ellas. La mayor concentración de puntos en los tres diagramas triangulares corresponde al área donde los terrígenos varían del 0 al 10% y los aloquímicos entre el 65 y el 90%; en todos los casos el resto hasta el 10% es de ortoquímicos (cemento esparítico). Estos datos son muy semejantes a los de la Unidad de Algeciras en las Hojas adyacentes (ver informe Sedimentológico de la Hoja 14-47). Con respecto a la Formación Benaiza (figura 3) las variaciones estriban en que en ella el contenido de aloquímicos suele ser más alto (del 85 al 95%) que en las calcarenitas de la Unidad de Algeciras.

#### Oligoceno superior de la Unidad de Algeciras

Se ha levantado un corte 100 m al W del Cortijo del Lobato. Presenta una alternancia de niveles areniscosos y calcareníticos con niveles lutíticos. El espesor medio de los niveles turbidíticos es del orden de 20 cm y la relación de espesores acumulados de lutita con respecto a la turbidita es del orden de 10. Los niveles turbidíticos presentan como secuencia dominante el tipo Tabc y con menor abundancia la secuencia Tba.

En la figura 7 se representa con diagrama triangular con la composición de la trama. Se tiene una gran dispersión ya que el contenido en terrígenos varía del 1 al 80%, los intraclastos del 50 al 83% y los ortoquímicos - del 0 al 30%. Entre los terrígenos dominan netamente el cuarzo y en una proporción muy escasa se tienen los fragmentos de rocas.

Se trata de niveles depositados en una llanura submarina ya que la relación de espesores acumulados arena/lutitas es muy baja y no hay ordenamiento de espesores de estratos en secuencias crecientes o decrecientes, que permita pensar en fenómenos de progradación propios del abanico externo.

#### Otros datos de la Unidad de Algeciras

Se han estudiado muestras no incluidas en cortes de diferentes...



HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DE ALGECIRAS

Eoceno - Oligoceno inferior

Corte de San Pablo de Buzeite

FC - 273

FC - 274

FC - 275

FC - 276

FC - 277

FC - 278

FC - 279

FC - 280

FC - 281

FC - 282

FC - 283

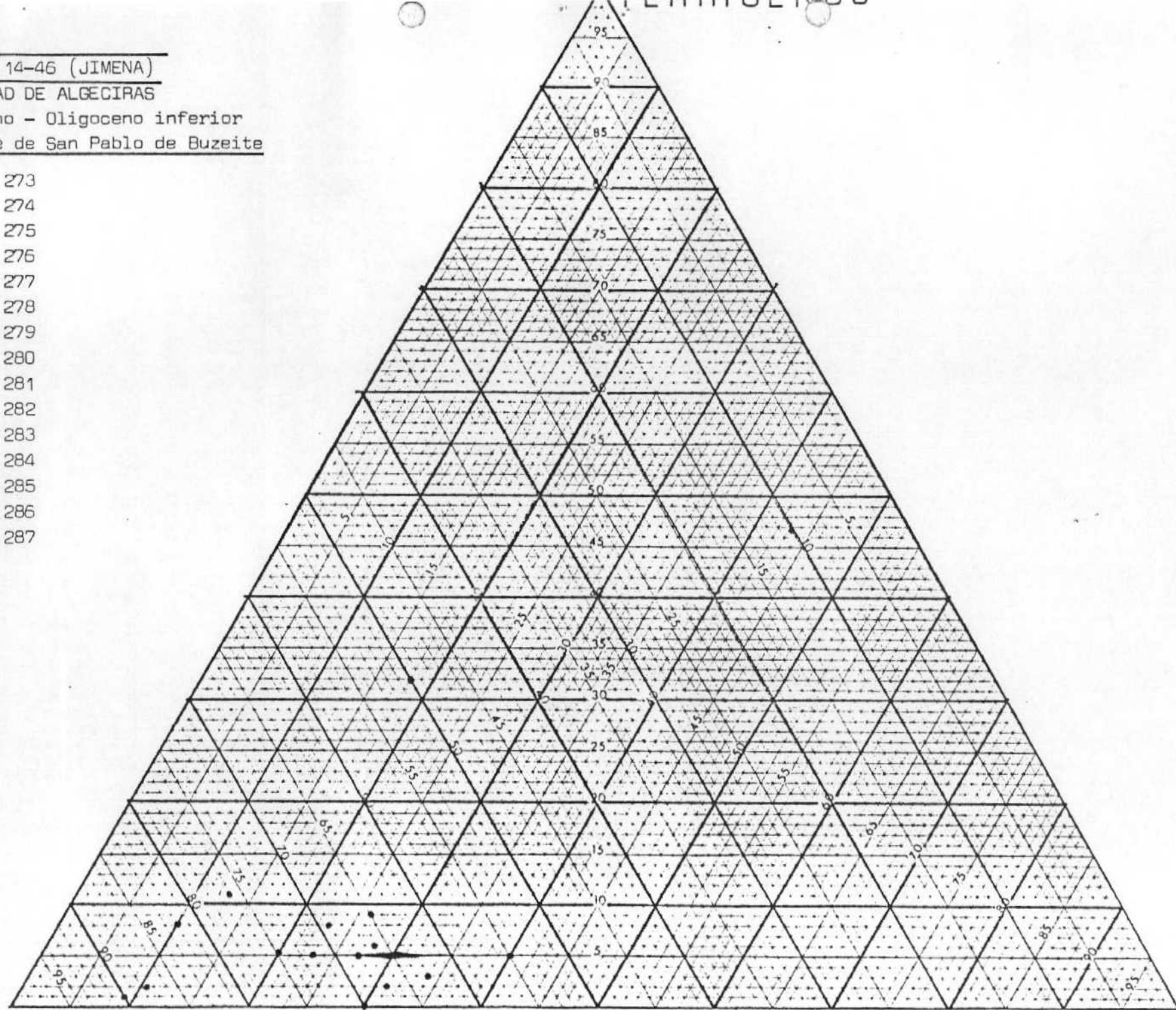
FC - 284

FC - 285

FC - 286

FC - 287

ALOQ.



ORTOQ.

HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DE ALGECIRAS

Oligoceno superior

Cortijo de Lobato

Turbiditas carbonatadas •

FC - 546

FC - 549

FC - 550

FC - 552

FC - 555

FC - 558

FC - 559

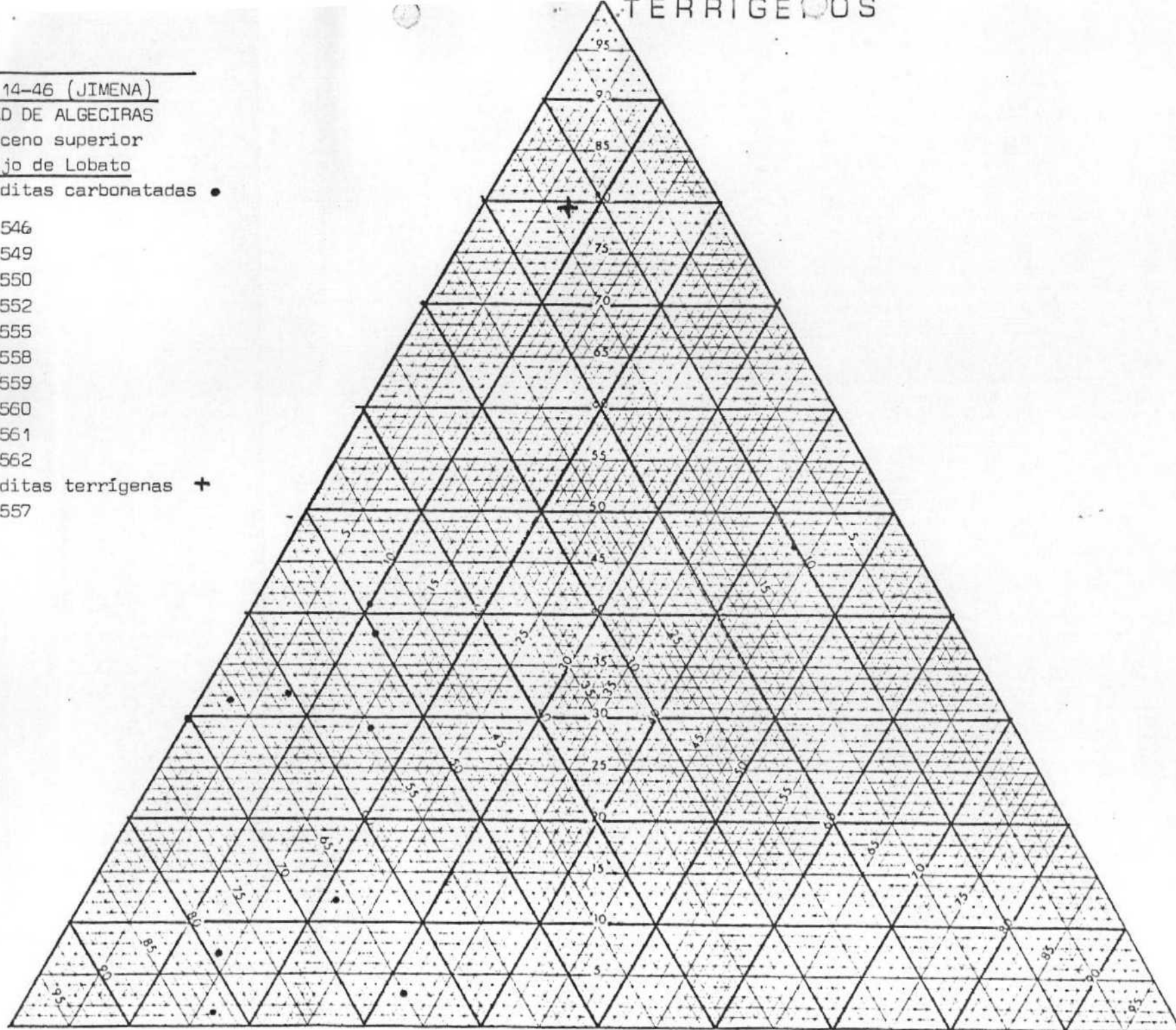
FC - 560

FC - 561

FC - 562

Turbiditas terrígenas +

FC - 557



HOJA 14-46 (JIMENA)

UNIDAD DE ALGECIRAS

Muestras no situadas en cortes

FC - 527 . Turbiditas calcáreas

FC - 533 + Turbiditas terrígenas

FC - 537

FC - 539

FC - 541

FC - 542

FC - 545

FC - 564

FC - 565

FC - 568

FC - 569

FC - 570

FC - 571

FC - 572

FC - 573

FC - 580

FC - 581

FC - 582

FC - 593

FC - 322

FC - 342

FC - 346

FC - 349

FC - 295

FC - 297

FC - 447

FC - 453

FC - 474

TERRIGENOS

ALOQ.

ORTOQ.



calizaciones dentro del área incluida en la Hoja 14-46. En la figura 8 se representan en un diagrama triangular la composición de todas ellas. Se diferencian dos tipos claramente que corresponden a las turbiditas calcáreas y las terrígenas. En las turbiditas calcáreas los componentes principales son los aloquímicos con porcentajes que varían del 62% al 91%. Los terrígenos son muy escasos (menos del 10% en todas las muestras salvo una). Los ortoquímicos (cemento esparítico) varían desde el 7 al 35% según las muestras. Estas turbiditas calcáreas son muy similares, en cuanto a su composición, a las de otros cortes de esta unidad y presentan características de estructuras de ordenamiento interno muy semejantes igualmente. Se interpretan por tanto también como depósitos turbidíticos de una llanura submarina a partir de desplomes procedentes desde la plataforma continental.

Las turbiditas terrígenas presentan en mayor dispersión en el diagrama triangular (figura 8) con valores de terrígenos comprendidos entre el 96 y el 69% y dentro de ellos con dominio neto del cuarzo. Las turbiditas terrígenas son de términos más altos en la serie, de edad Oligoceno superior-Mioceno inferior.

### III - CONCLUSIONES SOBRE LAS TURBIDITAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

(Unidades del Aljibe y de Algeciras).

Las conclusiones de los estudios sedimentológicos de las turbiditas de las Unidades de Campo de Gibraltar son las que resultan de comparar los datos interpretativos de las dos unidades que afloran más extensamente (Aljibe y Algeciras).

Si efectuamos la comparación entre términos de la misma edad de ambas unidades observamos que durante el Eoceno y gran parte del Oligoceno el depósito corresponde a una cuenca marina profunda a la que acceden turbiditas calcáreas, con periodicidad muy variable según los sectores. En la unidad del Aljibe se tienen sectores e intervalos de tiempo sin que apenas tengan intercalaciones turbidíticas. En ellas se depositó las Arcillas de Jimena. En ciertos sectores e intervalos de tiempo las turbiditas calcáreas son más frecuentes y en ellos se depositó la Formación Benaiza. Por su parte en la Unidad de Algeciras las intercalaciones turbidíticas son bastante frecuentes.

ADENDA



## A D E N D A

### Criterios de interpretación de las facies turbidíticas

Los estudios sobre las facies turbidíticas han constituido uno de los temas prioritarios en la Estratigrafía y Sedimentología en el último decenio; a lo largo del mismo se han establecido los modelos deposicionales en los que actualmente se basa su interpretación sedimentaria.

El punto de partida lo constituye el trabajo ya clásico de BOUMA — (1962) es el que introduce la metodología del análisis secuencial y se establece la secuencia tipo de los materiales turbidíticos, conocida actualmente de modo general como secuencia de Bouma.

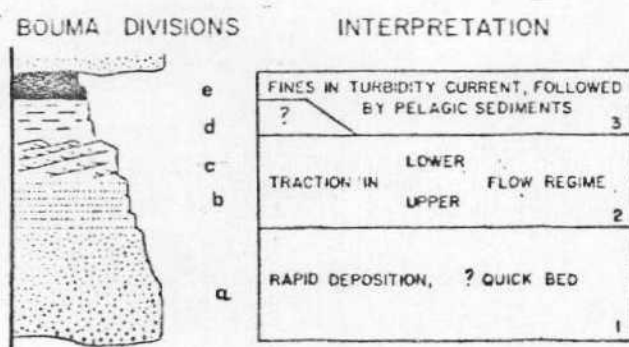
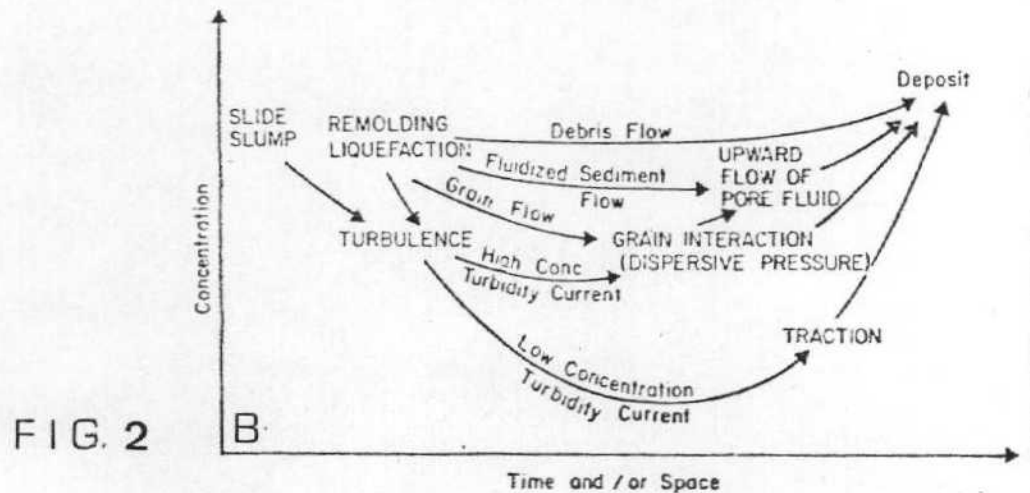
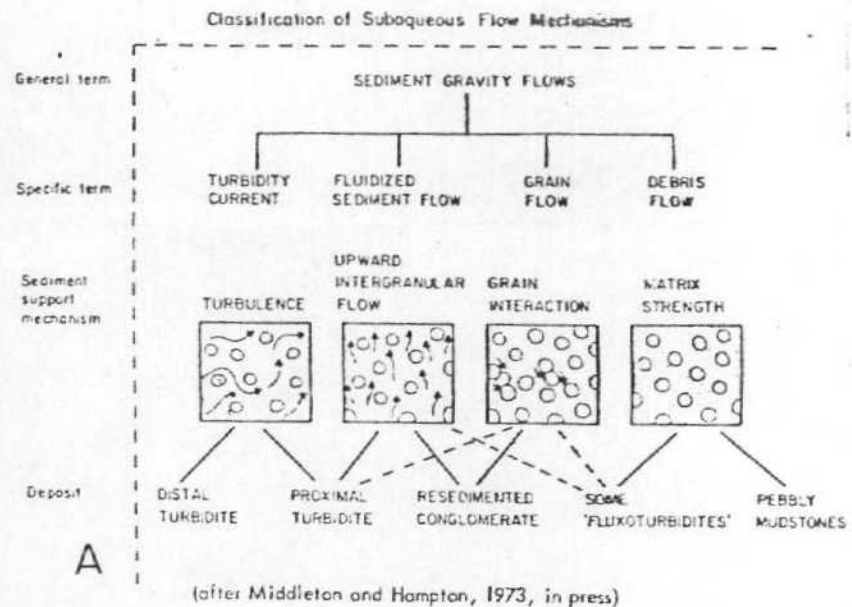


Fig.1.—Secuencia de Bouma.  
Secuencia tipo aplicable  
a las turbiditas.

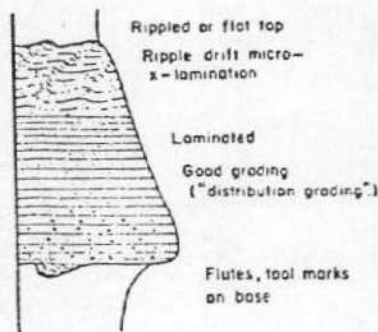
Dicha secuencia patrón es estudiada e interpretada con detalle por autores posteriores y se llega a la conclusión de que no es aplicable a todos los flujos de sedimentos por gravedad, sino que solo se aplica a los depósitos de las corrientes de turbidez propiamente dichas.

Con ello surge al inicio de esta década, como anteriormente se ha indicado un número muy amplio de artículos y monografías sobre la interpretación de los flujos de sedimentos por gravedad y su depósito. Se introduce en la nomenclatura el término de facies turbidíticas para denominar a los depósitos de dichos flujos entre los que se encuentran las corrientes de turbidez.

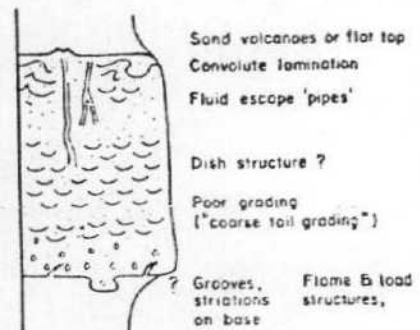
MIDDLETON y HAMPTON (1973) en un magistral artículo, que es ampliamente recogido en tratados, monografías y artículos más recientes, explican dichos procesos y los depósitos a que dan lugar.



**Turbidity Current**

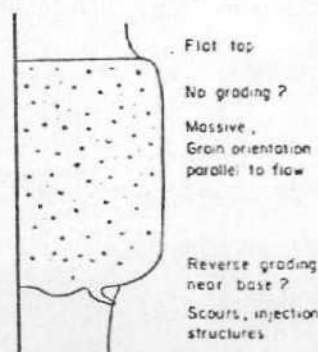


**Fluidized Flow**

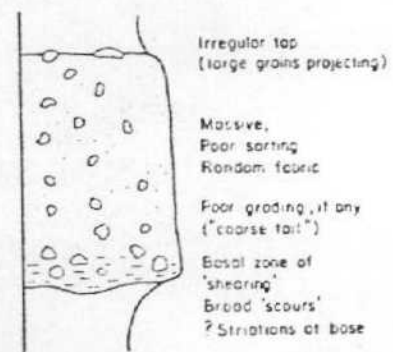


GVM, Jan., '73

**Grain Flow**



**Debris Flow**



**FIG. 3**

(after Middleton and Hampton, 1973, in press)

En las figuras 2 y 3 se reproducen los gráficos originales del trabajo de MIDDLETON y HAMPTON (1973). En la figura 2A se representan los diferentes tipos flujos de gravedad, su terminología, el mecanismo de soporte de los sedimentos y el tipo de depósito en cada uno de ellos. Se puede destacar que en las corrientes de turbidez las partículas se mantienen en suspensión debido a la turbulencia, en los flujos de sedimentos fluidificados se mantienen por los escapes de agua, ascendentes en los grain flow por las fuerzas de componente vertical producidas por los choques de unas partículas con otras y en los debris flow por estar embalados en una matriz lutítica-arenosa que hace de soporte. En la figura 2B se muestra gráficamente la relación entre los diferentes procesos y la concentración (y por tanto densidad así como con la evolución en espacio y/o tiempo. El inicio de todos los flujos en general es un desplome (slumping ó sliding) y de acuerdo con la cantidad de agua que se introduzca en el sedimento forma flujos muy densos y viscosos como los debris flow o flujos de baja concentración de densidad cercana a 1,2. Estos dos son los casos extremos y entre ellos se tienen los demás procesos de flujos por gravedad con diferente grado de concentración y por tanto de densidad.

Los materiales depositados muestran una litología y una secuencia de estructuras de ordenamiento interno diferente para cada uno de los procesos. Estas características se esquematizan en la figura 3 donde se muestran las secuencias más significativas de los depósitos de los cuatro tipos de flujos diferentes. En los materiales formados por corrientes de turbidez se tiene la secuencia de BOUMA, que puede presentarse más ó menos completa según la proximidad ó distalidad. En los depósitos de flujos fluidificados las estructuras de ordenamiento interno más abundantes son las ligadas a escapes de agua. En los grain flow la estructura interna suele ser masiva y en algunos casos presentan una granuloclasificación difusa; pueden presentar cantos blandos. Los depósitos de debris flow muestran una matriz lutítico-arenosa en la que se encuentran cantos dispuestos sin ordenamiento o con una gradación muy escasa; el techo es irregular.

Todos estos procesos actúan de manera simultánea en los abanicos submarinos profundos, en el talud y en la llanura submarina, pero algunos de ellos pueden ser dominantes en áreas diferenciables en dichos medios y establecer criterios de subdivisión.

## Facies turbiditiche

Han sido propuestas diversas clasificaciones de facies turbiditiche applicabili a los depósitos ligados a los diferentes flujos de sedimentos por - gravedad. La primera clasificación la propusieron MUTTI y RICCI-LUCCHI (1972), posteriormente es completada por WALKER y MUTTI (1973) y más recientemente por MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975). Esta última es la que nosotros hemos empleado - en este informe; un resumen de la misma se tiene en el libro de reciente publi- cación de RICCI-LUCCHI (1980) al que corresponde la figura 4. Se establecen - un total de siete tipos de facies que se denominan por orden alfabético con - letradas mayúsculas (A,B,C,D,E,F y G) para evitar confusiones con la nomenclatu- ra de las divisiones e intervalos de la secuencia de BOUMA (abcde). Las carac- terísticas de los cinco primeros tipos de facies se representan en la figura 4, donde a su vez se establecen subdivisiones de rango menor dentro de los tipos A,B,C y D, que se denominan subfacies: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>. En ca- da caso se indica el proceso que las origina, la relación de tamaños de granos y la morfología de los estratos.

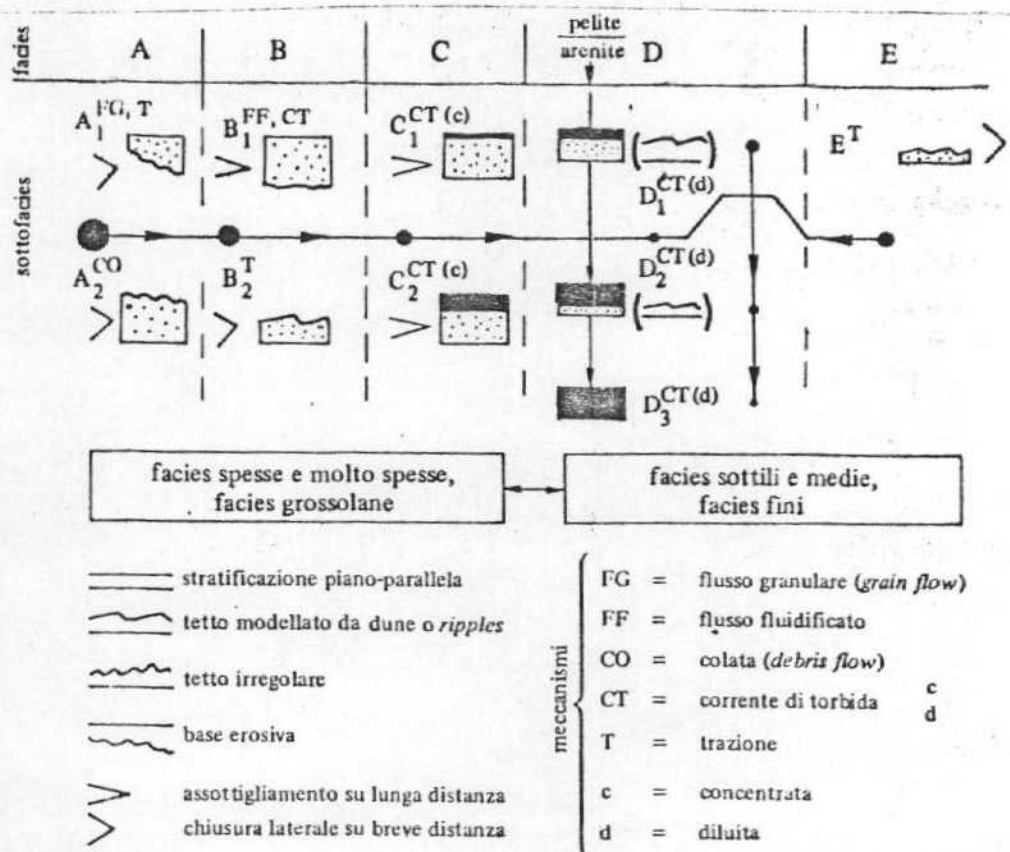


Fig. 190 - Diagramma-spettro delle facies turbiditiche l.s. La doppia freccia tra i due gruppi indica la possibilità di combinazioni diverse tra spessore dello strato e granulometria delle facies C e D. La granulometria si riferisce alla dimensione massima dei granuli, presente in genere alla base dello strato. Da MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975.



Los datos no incluidos en la figura 4 que permiten definir a los diferentes tipos de facies son muy esquemáticamente los siguientes:

Facies A..- Espesor de estratos grande (0'6 a 15 m), textura muy grosera (conglomerados arenosos, areniscas con cantos o areniscas gruesas) y ausencia de estructura de corrientes de tracción. Relación arena/lutita muy alta; incluso llegando al 100%. El ordenamiento interno no muestra la secuencia de BOUMA y es predominantemente masivo, con amalgamaciones muy frecuentes. Los bancos tienen en el techo y/o el muro irregulares y en muchos casos rellenan canales. Se diferencian dos subfacies:

A<sub>1</sub>.- Con alguna ordenación interna (imbricación de cantos, granuloclasificación burda y cantos blandos).

A<sub>2</sub>.- Sin apenas ordenación interna.

Facies B..- Espesor medio de los bancos de 20 a 200 cm y tamaño de grano de arena media a gruesa, a veces con algunos cantos. Secuencia de BOUMA no aplicable. Se diferencian dos subfacies de acuerdo con su estructura interna:

B<sub>1</sub>.- Espesor medio de 30 a 200 cm con acúñamientos laterales. Relación de arena/lutita de alta a muy alta. (más de 1). Estructura interna dominante las de escapes de agua. (dish, pilares) y menos frecuente estructuras de ripples y convolute lamination.

B<sub>2</sub>.- Espesor medio de 20 a 80 cm con techo irregular y estructura interna de laminación paralela y laminación cruzada.

Facies C..- Alternancia de areniscas (o calcarenitas) y lutitas. Los niveles de areniscas con espesores de 50 a 300 cm presentan la secuencia de BOUMA completa (Tabcd) o secuencias truncadas en el techo (Tabc, Tab). La relación arena/lutita es alta. Se diferencian dos subfacies con las siguientes características:

C<sub>1</sub>.- Arenas gruesas a finas, algunas amalgamaciones, gran parte del banco con granuloclasificación burda (coarse-tail grading).

C<sub>2</sub>.- Arenas medias a finas, con gran desarrollo de los intervalos b, c y d de la secuencia de BOUMA.

Facies D..- Como en el caso anterior se trata de una alternancia de arenas (o calcarenitas) con lutitas. La relación arenas/lutitas es variable según las subfacies. En los niveles arenosos se puede aplicar la secuencia de BOUMA que en general se presenta con la falta de los intervalos inferiores mostrando por tanto secuencias truncadas en la base (Ibcd, Icde, Ide). Se establecen tres subfacies de acuerdo con la relación - arena/lutita y el espesor medio de los estratos:



D<sub>1</sub>.- Relación arena/lutita superior a 1, espesor de estratos de 3 a 40 cm.

D<sub>2</sub>.- Relación arena/lutita inferior a 1, espesor de estratos de 30 a 150 cm.

D<sub>3</sub>.- Solo tiene niveles lutitícos; espesor de 3 a 200 cm.

Facies E.- Se trata de alternancias de arenas y lutitas, con huecos muy delgados (3 a 20 cm) y alta relación arena/lutita. Lechos lenticulares en cuyo techo hay estructuras de ripples. Se presentan relacionadas con las facies B<sub>2</sub> con cambio lateral.

Facies F.- No incluidas en la figura 4. Se trata de los depósitos de slumping y sliding, con magnitudes muy variables; en algunos casos el espesor de las masas puede llegar a ser de algunos centenares de metros.

Facies G.- Es el depósito marino "normal" que se intercalan con las turbiditas y son lutitas que pueden tener restos vegetales.

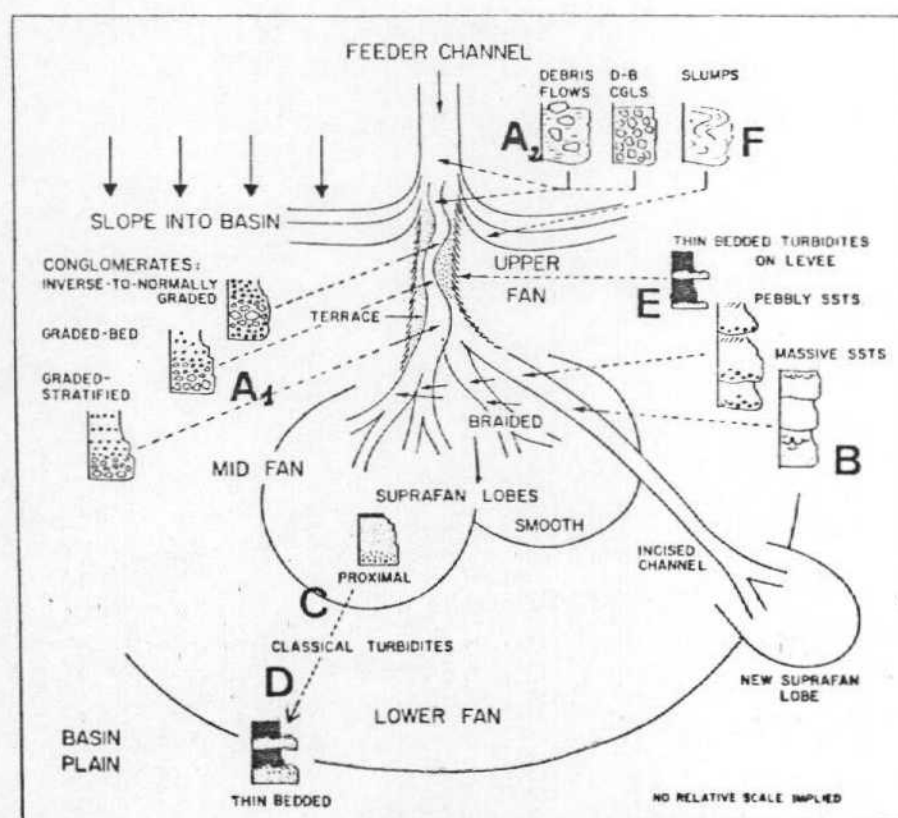
#### Interpretación de las facies y sus asociaciones.

El interés de estas clasificaciones se basa en poder aplicar modelos de sedimentación comparando la distribución de facies en los depósitos con los materiales turbidíticos antiguos. Los autores ya citados (MUTTI y RICCI-LUCCHI, 1972, 1975; y WALKER y MUTTI, 1973) proponen modelos de distribución de facies en las diferentes partes del abanico submarino, del talud y de las llanuras submarinas. Así en la llanura submarina dominan las facies D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> y G; en el abanico externo las facies C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>; en el abanico medio dominan las facies A, B, C y D con una ordenación secuencial y en el abanico interno las facies A, B y F. En los bordes de los canales del abanico interno o medio representan facies D<sub>1</sub> y E, como depósitos de desbordamiento. En el talud por su parte dominan las facies F y G, y con menor importancia las facies A, ya que es tán localizadas a canales dentro del talud.

#### Modelos deposicionales de abanicos submarinos.

Los trabajos recientes de NORMARK (1974), WALKER (1978, 1980) y los ya citados de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1972, 1974, 1975), proponen modelos deposicionales de abanicos submarinos actuales aplicables a la interpretación de materiales de abanicos submarinos antiguos. Estos autores diferencian varios secto res en el abanico, que básicamente son el abanico interno (upper fan), abanico

medio (mid fan) y abanico externo (lower fan). Dentro de abanico medio se diferencian dos áreas bien diferentes: canales y lóbulos. En la figura 5 se reproduce un esquema de división del abanico y su relación con el talud y la llanura submarina donde se representa la localización de las diferentes facies.



**Figure 13**  
Submarine fan environmental model. See text for full discussion. D-B is disorganized-bed conglomerate model.

WALKER 1978

**FIG. 5**

En los distintos sectores del abanico se presentan asociaciones de facies que muestran secuencias de espesores que permiten caracterizar cada uno de estos sectores. En la figura 6 se representan las secuencias de cada una de estas subdivisiones del abanico. En el abanico interno dominan los depósitos de relleno de canal con secuencia positiva con amalgamaciones con pasos laterales a facies de desbordamiento (ver figura 5). En los canales del abanico medio se tienen facies de relleno de canal con secuencias de espesores decrecientes hacia el techo y muro erosivo en los niveles inferiores. En los lóbulos del abanico medio se presentan secuencias de espesores crecientes hacia el techo que en algunos casos los niveles más altos — muestran muros erosivos.

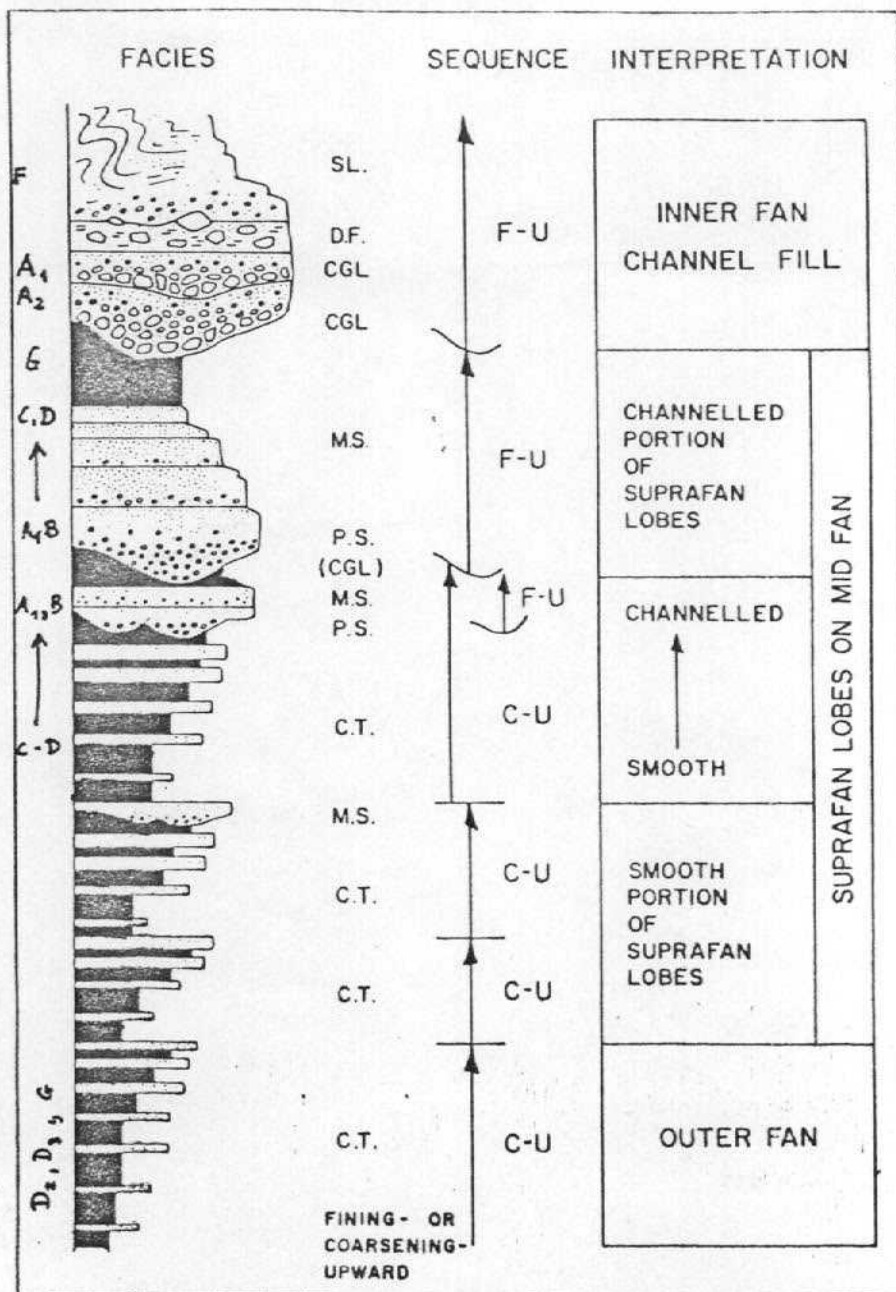


FIG. 6

Figure 14

Hypothetical submarine fan stratigraphic sequence produced by fan progradation. C.T., classical turbidite; M.S., massive sandstone; P.S., pebbly sandstone; D.F., debris

flow. Arrows show thickening- and coarsening-upward sequences (C-U) and thinning- and fining-upward sequences (F-U). See text for details.

En el abanico externo se presentan secuencias de espesor y tamaño de grano creciente hacia el techo debidos a la progradación del abanico. El muro de los estratos no es lo que le diferencia (junto a las facies) de los lóbulos de abanico medio.

\* \* \*

Estas ideas y las recogidas más ampliamente en los trabajos incluidos en la bibliografía seleccionada que se adjunta han servido para la interpretación de facies turbidíticas del Campo de Gibraltar presentes en esta Hoja, y por ello se adjunta esta adenda al Informe Sedimentológico.

## B I B L I O G R A F I A

- BOUMA, A.H. (1962) "Sedimentology of some Flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation". Ed. Elsevier, 168 págs.
- MIDDLETON, G.V. y HAMPTON, M.A. (1973) "Sediment gravity flow: mechanics of flow and de position" SEPM Pacific Section short-course. Turbidites and Deep water Sedimentation. pp.-1-38.
- MUTTI, E. (1977) "Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-central Pyrenees, Spain)". Sedimentology, 24, pp.-107-131.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1972) "Le torbiditi dell'Appennine settentrionale: introduzione all'analisi di facies". Mem.Soc.Geol.Ital, 11, - pp.-161-199.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1974) "La signification de certaines séquentielles dans la series à Turbidites". Bull.Soc.Geol.France, 16, pp.-577-582.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1975) "Turbidite facies and facies associations". In: Examples of Turbidites Facies and Facies Associations from Selected Formations of the Northern Appennines, pp.-21-36.
- NORMARK, W.R. (1978) "Fan valleys, channels and depositional lobes on modern - submarine fans: characters for recognition of sandy turbidite environments". Am.Ass.Petr.Geol.Bull. 62, pp.-912-931.
- RICCI-LUCCHI, F. (1980) "Sedimentologia". Ed. C.L.U.E. Bologna, 3 Tomos.
- STANLEY, D.J. y KELLING, G. (Eds.) (1978) "Sedimentation in Submarine Canyons, Fans and Trenches". Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 395 págs.
- WALKER, R.G. (1975) "Generalized facies models for resedimented conglomerates of turbidite associations". Geol.Soc. Am. Bull., 86, pp.-737-748.
- WALKER, R.G. (1978) "Deep-water sandstone facies and acient submarine dans: models for exploration for stratigraphic traps". Am.Ass.Petr.Geol.Bull. 62, pp.-932-966.
- WALKER, R.G. (1980) "Turbidites and associated coarse clastic deposits" In WALKER, R.G. (Editor) Facies Models Ed. Geoscience Canada, pp.-91-103.
- WALKER, R.G. y MUTTI, E. (1973) "Turbidite facies and facies associations. In: MIDDLETON, G.V. and BOUMA, A.H. (Eds), Turbidites and Deep Water Sedimentation. SEPM Pacific Section short Course Anaheim, pp.-119-158.



INFORME SEDIMENTOLOGICO DE LA HOJA 14-46 (JIMENA)

<u>Indice</u>	<u>Páginas</u>
Introducción .....	1
Unidad del Aljibe .....	2
Arcillas de Jimena .....	2
Formación Benaiza .....	5
Areniscas del Aljibe .....	6
Unidad de Algeciras .....	9
Eoceno .....	9
Eoceno-Oligoceno inferior .....	11
Oligoceno superior .....	12
Otros datos de la Unidad de Algeciras .....	12
Conclusiones sobre las turbiditas del Campo de Gibraltar (Unidades del Aljibe y de Algeciras) .....	16
Otras unidades .....	17
Unidad de Argüelles .....	17
Unidad de Camarote .....	17

ADENDA

Criterios de interpretación de las facies turbidíticas