

## REVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL CRETÁCEO SUPERIOR DEL NOROESTE PERUANO Y SUROESTE ECUATORIANO. DATOS PRELIMINARES, CONSECUENCIAS TECTÓNICAS.

Etienne JAILLARD<sup>(1)</sup>, Gérard LAUBACHER<sup>(1)</sup>, Peter BENGTON<sup>(2)</sup>, Annie DHONDT<sup>(3)</sup>, Jean PHILIP<sup>(4)</sup>, Luc G. BULOT<sup>(4)</sup> y Emmanuel ROBERT<sup>(5)</sup>.

(1) IRD, Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble cedex, Francia.

{e-mail : ejaillar@ujf-grenoble.fr ; gerard.laubacher@wanadoo.fr}

(2) Universität Heidelberg, Geologisch-Paläontologisch Institut, Im Neuenheimer Feld 234, D-69120 Heidelberg, Alemania.

(3) Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Dpt de Paléontologie, 29 rue Vautier, B-1000 Bruxelles, Bélgica.

(4) Université de Provence, Sédimentologie-Paléontologie, Place Victor Hugo, 13331 Marseille, Francia.

(5) Université P. Sabatier, Sciences de la Terre, 39 allées Jules Guesde, 31062 Toulouse cedex 4, Francia.

### RESUMEN

La revisión estratigráfica de las series cretácicas del Noroeste peruano y Suroeste ecuatoriano permite evidenciar, después de la transgresión albiana, la sucesión de tres cuencas sedimentarias sucesivas de ante-arco. Se trata de la Cuenca Lancones-Celica de naturaleza turbidítica (Albiano superior-Coniaciano o Santoniano), de la Cuenca Paita-Yunguilla con relleno mayormente lutáceo (Campaniano-Maestrichtiano medio), y de la Cuenca Talara s.s. (Paleoceno terminal-Eoceno basal a Eoceno superior). Esta sucesión evidencia la ocurrencia de tres eventos tectono-sedimentarios mayores, de edad Albiano superior (fase Mochica), Santoniano superior-Campaniano inferior (fase Peruana) y Maestrichtiano superior y/o Paleoceno.

La cartografía demuestra que la Cuenca Lancones-Celica incluye al menos tres unidades paleogeográficas distintas, la yuxtaposición de las cuales es anterior al depósito de las lutitas campano-maestrichtianas. El evento tectónico santono-campaniano fue asociado con una deformación notable. Durante el Terciario, accidentes mayores de dirección NE-SW parecen haber controlado la deformación, la sedimentación eocénica y probablemente la morfología actual.

**ABSTRACT.** STRATIGRAPHIC REVISION OF NORTHWEST PERU AND SOUTHWEST ECUADOR UPPER CRETACEOUS. PRELIMINARY DATA AND TECTONIC CONSEQUENCES

The stratigraphic revision of the Cretaceous series of Northwestern Peru and Southwestern Ecuador shows that, subsequently to the Albian transgression, three distinct forearc sedimentary basins were formed. These are the turbidite-filled Lancones-Celica Basin (Late Albian to Coniacian or Santonian), the Paita-Yunguilla Basin mainly filled by shales (Middle Campanian to Middle(?) Maestrichtian), and the Talara Basin s.s. (latest Paleocene-earliest Eocene to Late Eocene). This succession evidences the occurrence of three major tectonic-sedimentary events, of Late Albian (Mochica phase), Late Santonian-Early Campanian (Peruvian phase) and Late Maestrichtian and/or Paleocene age, respectively.

Geological mapping shows that the Lancones-Celica Basin includes at least three different paleogeographic units, the juxtaposition of which occurred prior to the deposition of the Campanian-Maestrichtian shales. The Santonian-Campanian tectonic event was associated with a noticeable deformation. During the Tertiary, the deformation and the Eocene sedimentation seem to have been controlled by major NE-SW-trending faults, which partly control the present-day topography.

Fonds Documentaire ORSTOM



010019749

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : Bx-19749 Ex : Unique

**INTRODUCCIÓN**

El Noroeste del Perú está caracterizado por dos principales afloramientos cretácicos : (1) las series campano-maestrichtianas de Paita, discordantes sobre el Paleozoico, y (2) la serie de la «cuenca» Lancones de edad Albiano-Maestrichtiano (fig. 1).

Las primeras descripciones, definiciones y dataciones de estas series cretácicas son debidas a Gerth (1928), Iddings y Olsson (1928), Olsson (1934, 1944) y en parte a Petersen (1949), Weiss (1955) y Alleman (1995). Posteriormente, se llevaron a cabo trabajos de análisis de cuenca o de cartografía que brindaron algunos datos adicionales (Chalco, 1955; Fischer, 1956; Kennerley, 1973; Morris y Alemán, 1975; Reyes y Caldas, 1987; Mourier, 1988; Palacios, 1994), y permitieron definir la extensión areal de las series cretácicas.

Estas series cretácicas están consideradas como series de ante-arco depositadas en cuencas en extensión (Morris y Alemán, 1975; Macharé et al., 1986; Reyes y Caldas, 1987; Mourier, 1988). Una discordancia de edad senoniana (Campaniano?) fue reconocida por Olsson (1944), y correlacionada y/o mapeada por

debajo del "conglomerado Tablones" (e.g. Morris y Alemán, 1975; Palacios, 1994).

Las series de Paita sólo son conocidas al Sur de Paita, en la zona del Cerro La Mesa y alrededor del pueblo de La Tortuga (fig. 1).

La serie de Lancones está conocida en los alrededores del Macizo de Amotape (Morris y Alemán, 1975; Reyes y Caldas, 1987), en la base de la cuenca Talara (González, 1976; Séranne, 1987) y en el Suroeste de Ecuador («cuenca» de Celica, Bristow y Hoffstetter, 1977; Jaillard et al., 1996a; 1996b) (fig. 1). Se considera generalmente que las facies mayormente sedimentarias de la parte oeste de la «cuenca» Lancones constituyen la cobertura del Macizo de Amotape, y que pasan lateralmente al Este de la «cuenca» a rocas volcánicas masivas con escasas intercalaciones sedimentarias (Reyes y Caldas, 1987).

Nuevos datos paleontológicos y observaciones de campo sobre estas series, así como comparaciones con las series equivalentes del Suroeste del Ecuador permiten refinar la edad de las unidades litológicas, el significado sedimentario y geodinámico de estos depósi-

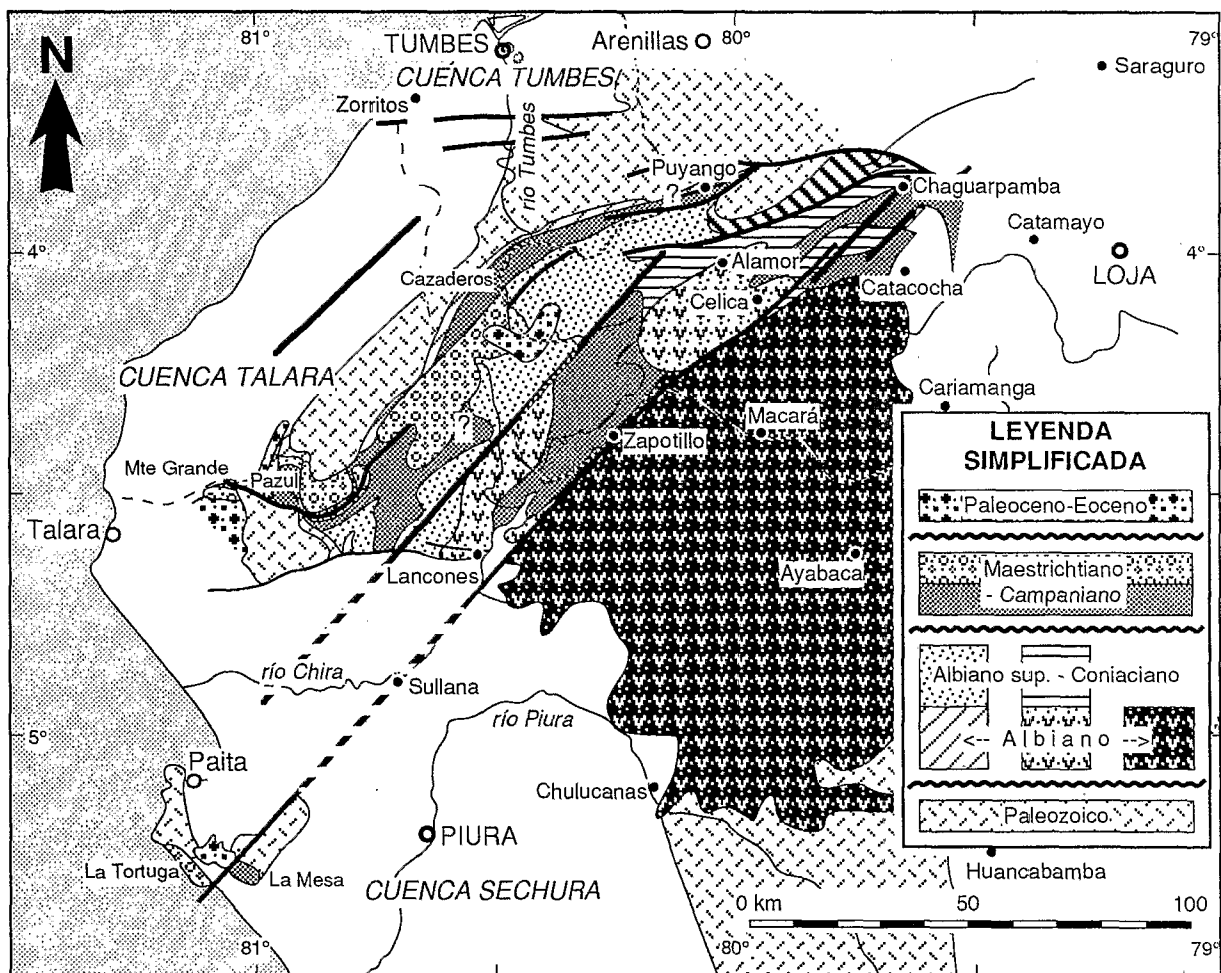


Fig. 1 : Mapa geológico simplificado de los afloramientos cretácicos del Noroeste del Perú y Suroeste de Ecuador.

tos, y proponer nuevas interpretaciones paleogeográficas y tectónicas.

**I. LAS SERIES DE PAITA**

Olsson (1944) consideró la Formación La Mesa de probable edad campaniana, como la parte inferior de la Formación La Tortuga de edad maestrichtiana. Según Olsson (1944), la Formación La Mesa descansa discordantemente sobre el Paleozoico del Macizo de Paíta.

**1. La Formación La Mesa (~ 400 m visibles, Campaniano (medio?-) superior)**

La Formación La Mesa aflora en los Cerros La Mesa, Cabezón y Los Prados al Sur de Paíta (fig. 1). Hemos diferenciado tres miembros litológicos (fig. 2).

*Miembro inferior* ("Sphenodiscus Schichten" de Gerth, 1928; "Austrosphenodiscus and Paciceras beds" de Olsson, 1944)

En la zona mencionada, el Paleozoico está sobreyacido en discordancia por ~ 200 m de limolitas, areniscas y calizas organizadas en secuencias estratocrecientes de progradación. La fauna variada y abundante (amonites, bivalvos, corales, gasterópodos, briozoarios, vertebrados, ...) indica un medio marino abierto y no muy profundo. La presencia de troncos fósiles y de detritismo sugiere la proximidad de la tierra emergida. El tope de las secuencias está caracterizado por lumaquelas de bivalvos, indicando un medio somero. El máximo de transgresión parece ser ubicado en la base de la tercera secuencia (fig. 2). Estos depósitos representan una transgresión en medio costero abierto, de regular energía.

Entre los fósiles colectados el amonite *Coahuilites* sp. indica el intervalo Campaniano superior-Maestrichtiano medio; y los bivalvos *Plicatula harrisiana*, *?Vepricardium (Perucardia) brueggeri* indican una edad Campaniano a Maestrichtiano (Bengtson y Jaillard, 1997; Dhondt y Jaillard, 1997) (fig. 2). Troncos fósiles perforados por madrigueras ("Teredolites") fueron determinados por Marc Philippe (Univ. de Lyon,

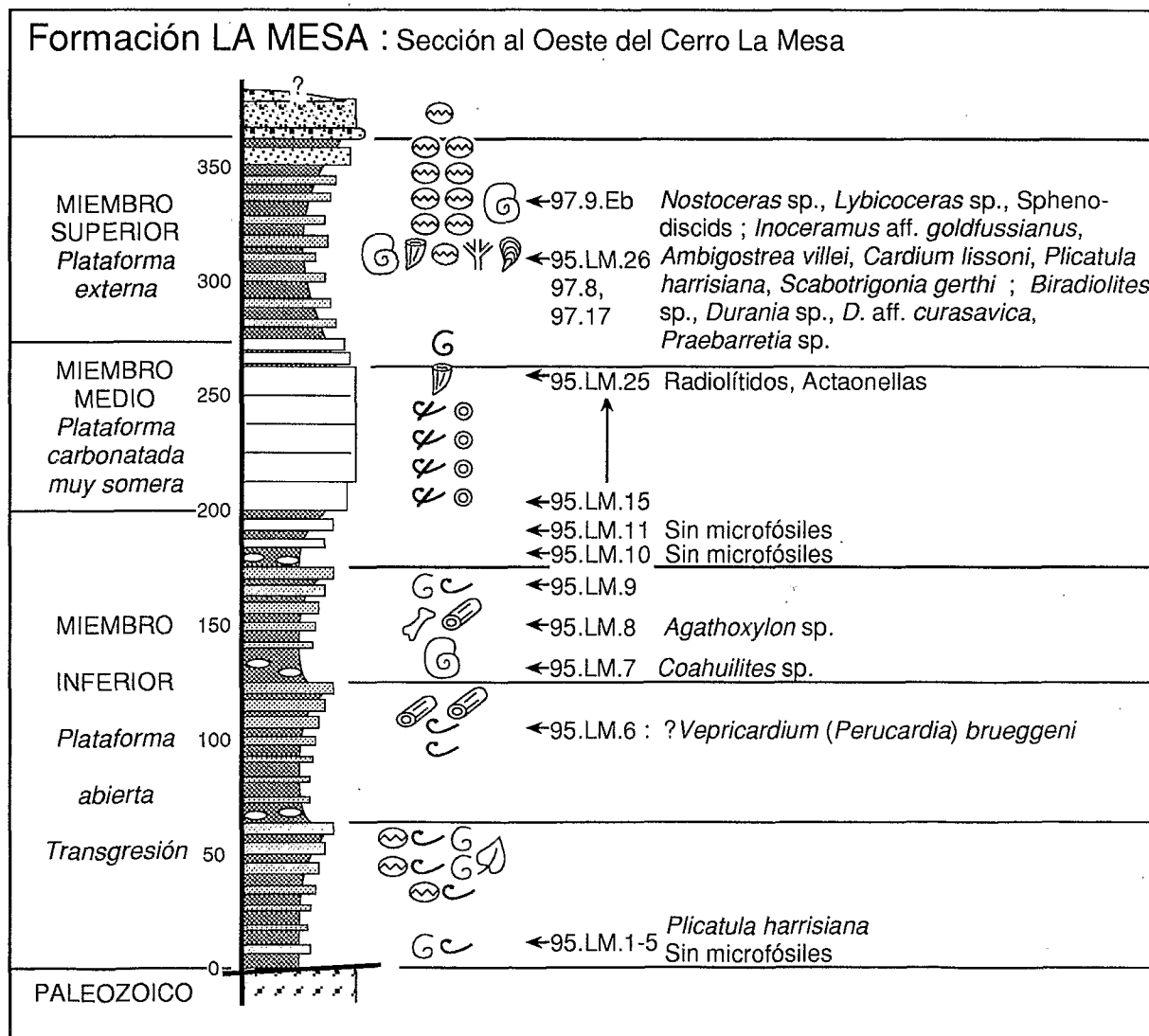


Fig. 2 : Columna litológica, datos bioestratigráficos e interpretación de la Formación La Mesa en la sección del cerro La Mesa (Noroeste del Perú, Sur de Paíta).

Francia) como *Agathoxylon* sp. (araucariáceo, Triásico-Actual), sin valor cronoestratigráfico, que indica un clima templado y húmedo.

**Miembro medio** ("Actaeonella-Rudistenkalkstein" de Gerth, 1928; Olsson, 1944)

El miembro inferior está sobreyacido por ~ 50-100 m de calizas masivas claras con abundantes gasterópodos (Actaeonellas) y rudístidos (radiolítidos), y clastos de cuarzo y roca metamórfica (fig. 2).

En la parte basal (LM.12-16, fig. 2), dominan las calcarenitas y calizas arenosas con texturas *grainstones*, con abundantes fragmentos de ostras, rudístidos y otros bivalvos gruesos, asociados con escasos equinoideos, braquiópodos, foraminíferos bentónicos grandes, intraclastos, agregados y extraclastos. La fauna variada indica un medio marino abierto de plataforma externa. La parte mediana (LM. 17-21), está caracterizada por texturas *packstone* con granos mal seleccionados de cuarzo, abundantes bivalvos gruesos (rudístidos y otros) a veces micritizados, equinoideos, gasterópodos, escasos inocerámidos, ostras, e intraclastos micríticos. Algunas muestras presentan laminaciones tidales. Estas facies caracterizan una plataforma carbonatada somera peri-arrecifal y abrigada. En la parte superior (LM. 22-25), también se encuentran texturas *packstone*, pero los granos de cuarzo detrítico y los bivalvos gruesos se vuelven escasos, los equinoideos, rudístidos y bivalvos pequeños son más abundantes, y casi todas las muestras presentan huellas de disolución-recristalización ligadas a la emersión.

Esta secuencia estrato-creciente de omerización expresa la progradación de una plataforma carbonatada peri-arrecifal muy somera, abierta y productiva, probablemente ubicada en una costa empinada. En su parte superior, las calizas contienen delgados niveles o lentes de conglomerados con cantos pequeños de cuarzo y rocas metamórficas, que indican la proximidad de relieves emergidos sometidos a erosión.

Los fósiles no indican una edad precisa.

**Miembro superior** (no descrito por Olsson, 1944).

El miembro superior está constituido por ~ 100-150 m de margas y calizas arenosas que pasan hacia arriba a areniscas de medio costero (plataforma y playa) y bancos de conglomerados con clastos pequeños a medianos de cuarzo y rocas metamórficas. La parte basal de la unidad es estrato-decreciente y transgresiva, mientras que la parte superior, estrato-creciente y rica en bivalvos (ostras) es regresiva. Entre ambas, un nivel de margas muy ricas en fósiles (amonites, rudístidos, corales, bivalvos variados, equinodermos, ...) representa un máximo de transgresión en medio marino abierto no muy profundo.

La asociación de los amonites *Lybicoceras* sp., *Nostoceras* sp. y Sphenodiscidae indica el Campaniano superior. Entre los rudístidos se determinó *Biradiolites* sp., *Durania* sp., *D. aff. curasavica* siendo este último conocido en el Campaniano(?) de Curaçao, y un espécimen del género *Praebarretia* que parece ser una forma intermedia entre *Praebarretia corrali* del Santoniano de Cuba, y *P. sparcilirata*. Los bivalvos *Ambigostrea villei*, *Cardium lissoni*, *Plicatula harrisiana*, *Scabotrigonia gerthi* y el inoceramus *Inoceramus aff. goldfussianus* sugieren una edad Campaniano superior, y el equinoideo *Mecaster aff. messai* determinado por D. Néraudeau (Univ. Rennes, Francia) apoya una edad Campano-Maestrichtiano (fig. 2).

El conjunto de la Formación La Mesa puede ser atribuido al Campaniano superior. Esta formación refleja la ocurrencia de una transgresión marina importante que se iniciaría en el Campaniano superior.

## 2. La Formación La Tortuga (~ 3500 m visibles, Maestrichtiano p.p.)

La Formación La Tortuga aflora al Oeste de los afloramientos de la Formación La Mesa (fig. 1), y ningún contacto entre ambas formaciones es visible.

**Sección de Playa Perico.** Al Noroeste de La Tortuga (playa Perico), el Paleozoico está sobreyacido en discordancia por ~ 60 m de conglomerados que pasan lateralmente y rápidamente a areniscas masivas verdes de grano grueso con fragmentos de rudístidos grandes (fig. 3). Los rudístidos indican el intervalo Campaniano-Maestrichtiano. Olsson (1944) pensaba que estas areniscas (*Radiolites Sandstones*) constituían el tope de la serie de La Tortuga. Sin embargo, estas areniscas constituyen la base de una serie transgresiva, ya que descansan sobre el Paleozoico (fig. 3).

**Sección playas Caleta, La Tortuga, El Cenizo.** Más al Sureste (playas Caleta, La Tortuga, El Cenizo), y de contacto indiferenciado con la sección anterior, afloran 3000 o 4000 metros de brechas rojas con clastos subangulosos de filitas poco metamorfizadas. Las brechas incluyen un miembro mediano caracterizado por intercalaciones de lutitas y areniscas marinas (fig. 3).

Las brechas inferiores y superiores incluyen intercalaciones de areniscas masivas claras de medio de ante-playa y playa, lo que sugiere que estos conglomerados fueron depositados en conos detríticos en la orilla misma del mar (fan-delta). Las brechas inferiores pasan gradualmente al miembro mediano marino. Esta transición consiste en secuencias de : lutitas marinas - areniscas de playa - brechas de cono aluvial, en las cuales el espesor de las lutitas aumenta, mientras que el de las brechas disminuye, indicando una profundización del ambiente de depositación (transgresión). La transición con las brechas superiores es también transicional, por aumento de espesor de las areniscas costaneras, y finalmente de las brechas rojas.

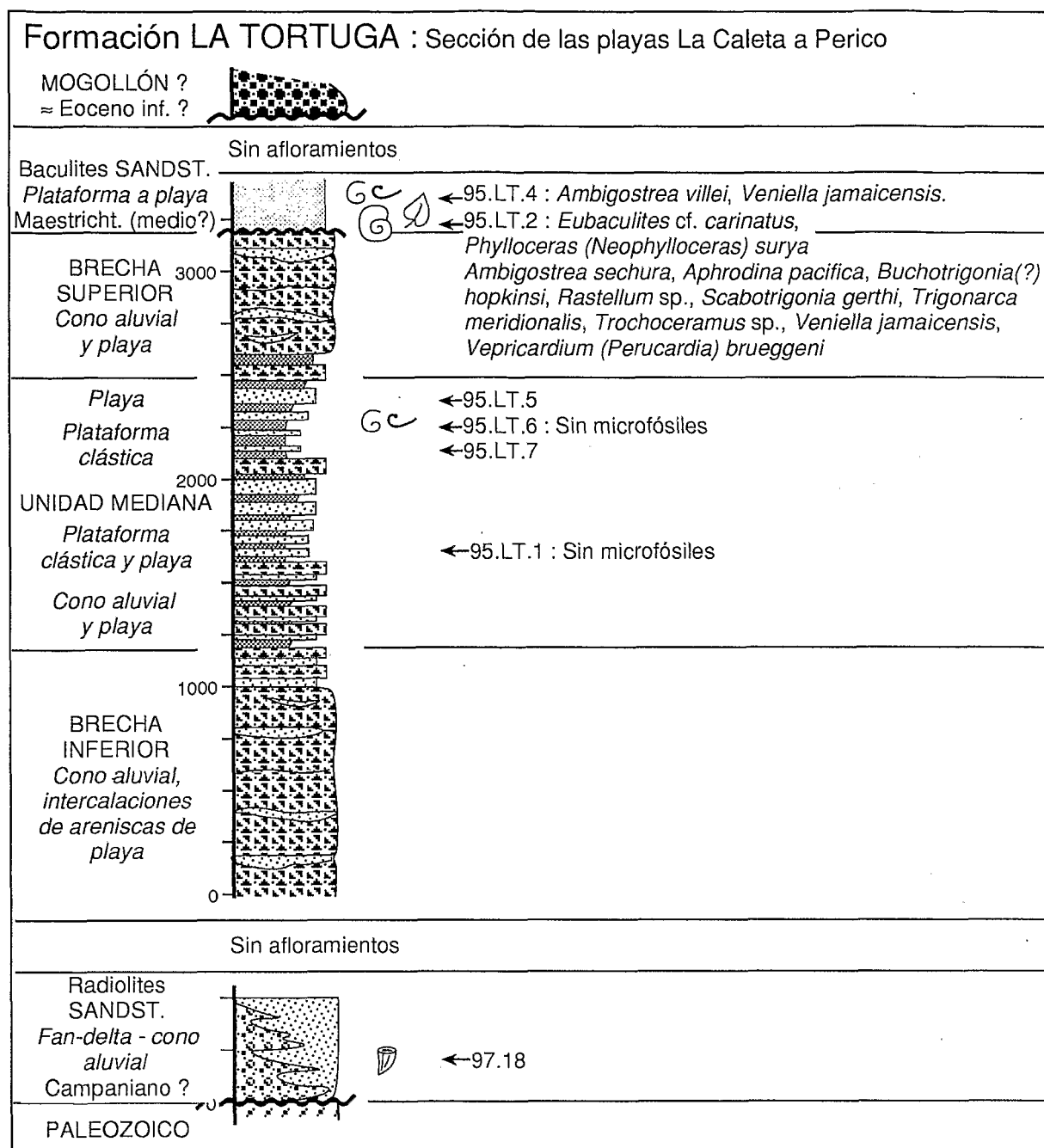


Fig. 3 : Columna litológica, datos bioestratigráficos e interpretación de la Formación La Tortuga en la sección de las playas La Caleta, y Perico (Noroeste del Perú, Sur de Paita).

Las brechas inferiores y superiores no son datadas. Los pequeños bivalvos que colectamos en el intervalo marino mediano quedaron indeterminados (fig. 3).

Las brechas superiores están sobreyacidas por areniscas amarillas masivas transgresivas y fosilíferas (*Baculites zone* de Olsson, 1944). Además de huesos, plantas, etc., las areniscas contienen los bivalvos : *Ambigostrea sechura*, *A. villei*, *Aphrodina pacifica*, *Buchotrigonia* (?) *hopkinsi*, *Scabotrigonia gerthi*, *Trigonarca meridionalis*, *Trochoceramus* sp., *Veniella jamaicensis*, *Vepricardium* (*Perucardia*) *brueggeni*, etc. que indican el Maestrichtiano (Dhondt y Jaillard, 1997),

y los amonites *Eubaculites* cf. *carinatus*, *Phylloceras* (*Neophylloceras*) *surya* de edad Maestrichtiano, más probablemente Maestrichtiano medio (Bengtson y Jaillard, 1997) (fig. 3).

### 3. Conclusión sobre las series de Paita

Las series de La Mesa y La Tortuga constituyen al menos dos series distintas, ambas discordantes sobre el Paleozoico. Expresan una transgresión regional mayor, posiblemente diacrónica, de edad Campaniano medio a superior (y Maestrichtiano inferior?). Además, presentan facies y sucesiones muy distintas (por ejemplo, calizas en La Mesa, brechas en La Tortuga) y contienen

cantos detríticos de naturaleza muy diferente. En planta, estas series parecen ser separadas por un accidente mayor de dirección NE-SW (fig. 1).

Más al Norte (Cerro Blanco, Cerro La Tortuga), potentes conglomerados continentales gruesos con clastos de rocas magmáticas básicas descansan discordantemente sobre el Paleozoico. Olsson (1944) menciona que descansan también sobre el Cretáceo. Estos conglomerados son atribuidos al Paleógeno (Fm. Mogollón) por retrabajar a lutitas terciarias y contener muchos clastos de rocas magmáticas (Chalco, 1955). No han sido observados en la zona de afloramientos de la serie de La Mesa.

## II. LAS SERIES DE LA «CUENCA» LANCONES-CELICA

### 1. Oeste de la «Cuenca» Lancones-Celica

#### *Transgresión albiana y Grupo Copa Sombrero*

En el Perú, esta serie que descansa sobre el Paleozoico del Macizo de Amotape está relativamente bien conocida (Iddings y Olsson, 1928; Olsson, 1934; Chalco, 1955; Fisher, 1956; Morris y Alemán, 1975; Reyes y Caldas, 1987; Reyes y Vergara, 1987; Mourier, 1988; Chávez y Nuñez del Prado, 1991; Palacios, 1994).

Conglomerados transgresivos (Gigantal) que descansan en discordancia sobre el Paleozoico del Macizo de Amotape, están sobreyacidos por calizas de plataforma (Fm. Pananga, Albiano inferior) y calizas negras laminadas de medio anóxico (Fm. Muerto, Albiano medio a superior temprano) (Olsson, 1934; Fisher, 1956; Morris y Alemán, 1975; Reyes y Caldas, 1987; Reyes y Vergara, 1987). Esta sucesión expresa una importante transgresión marina de edad albiana.

La serie sigue con el Grupo Copa Sombrero (fig. 4), conformado desde abajo hacia arriba por lutitas y turbiditas finas (Fm. Huasimal, Albiano superior-Cenomaniano temprano?), potentes turbiditas gruesas de grauvacas arenosas (Fm. Jahuay Negro, Cenomaniano), y alternancias de lutitas y turbiditas medianas (Fm. Encuentros, Cenomaniano-Turoniano). Esta sucesión ha sido interpretada como depósitos de cono turbidítico mediano a distal, con predominio de paleocorrientes hacia el Noroeste (Morris y Alemán, 1975; Chávez y Nuñez del Prado, 1991).

Los fósiles más jóvenes que se mencionaron de sedimentos atribuidos al Grupo Copa Sombrero del Perú son los amonites *?Barroisiceras haberfelleneri* (Petersen, 1949) y *Barroisiceras* sp. (Reyes y Vergara, 1987) y foraminíferos planctónicos senonianos (Weiss, 1955), que sugieren una edad coniaciana, quizá santoniana para el tope del Grupo Copa Sombrero s.s. (fig. 4).

En Ecuador (Jaillard et al., 1998), la sucesión empieza localmente por grauvacas turbidíticas discordantes no datadas (Jurásico superior?, Cretáceo inferior?). Sigue con areniscas, conglomerados cuarzosos no datados, calizas claras, y calizas negras anóxicas del Albiano medio a superior (Fm. Puyango; Bristow y Hoffstetter, 1977). El amonite *Epicheloniceras* sp. del Aptiano superior podría provenir de la parte inferior de estos niveles transgresivos (fig. 4).

La serie occidental de la «Cuenca» Celica del Ecuador sigue con una potente serie de lutitas negras y turbiditas, localmente con bancos o nódulos calcáreos, de medio no muy profundo (tempestitas observadas localmente). Solo amonites e inocerámidos mal preservados han sido encontrados, entre los cuales *Oxytropidoceras* sp. indica el Albiano medio a superior (fig. 4). La serie parece terminar con ~ 100 m de conglomerados masivos no datados con abundantes clastos de cuarzo, granito y rocas metamórficas, que afloran también en Perú al Sur de Cazaderos.

El paso de los depósitos de plataforma del Albiano a las turbiditas del Albiano superior y Cretáceo superior temprano (Gp. Copa Sombrero) traduce la creación tectónica de una cuenca subsidente e inestable durante el Albiano superior.

#### *Serie discordante (Campaniano-Maestrichtiano)*

*Conglomerados calcáreos.* En la zona del río Tumbes-Puyango (Ecuador y Perú), aflora localmente un delgado banco de calizas conglomerádicas con fauna y plantas de medio litoral (ostras, tiburones), que parece constituir localmente la base de la serie superior discordante. En Ecuador, este banco puede descansar sobre las calizas albianas (Puyango) o sobre el Grupo Copa Sombrero (Norte de Cazaderos). No hemos encontrados fósiles dentro de las calizas mismas, pero amonites caídos encontrados al pie de los afloramientos de la zona de Puyango, fueron determinados como *Texanitinae* ? del Santoniano-Maestrichtiano, y *Pachydiscidae* (*Menuites* sp.) del Campaniano (fig. 4). En Puyango, estas calizas detríticas son muy similares a los depósitos transgresivos campanianos de la base de la Formación La Mesa, con los cuales pueden ser correlacionados.

#### *Lutitas negras*

En el Perú, la serie discordante empieza con lutitas negras con nódulos amarillos de caliza negra, intercalaciones de turbiditas de grano mediano a fino y abundantes diques clásticos. Estas lutitas (Fm. Pazul) fueron atribuidas al Maestrichtiano-Paleoceno (Reyes y Caldas, 1987).

En la Formación Pazul de la región de Monte Grande (*Clavulina Shales* de Olsson, 1934), hemos colectado el amonite *Exiteloceras* sp. del Campaniano (Jaillard et al., 1996b), mientras que en la zona de El

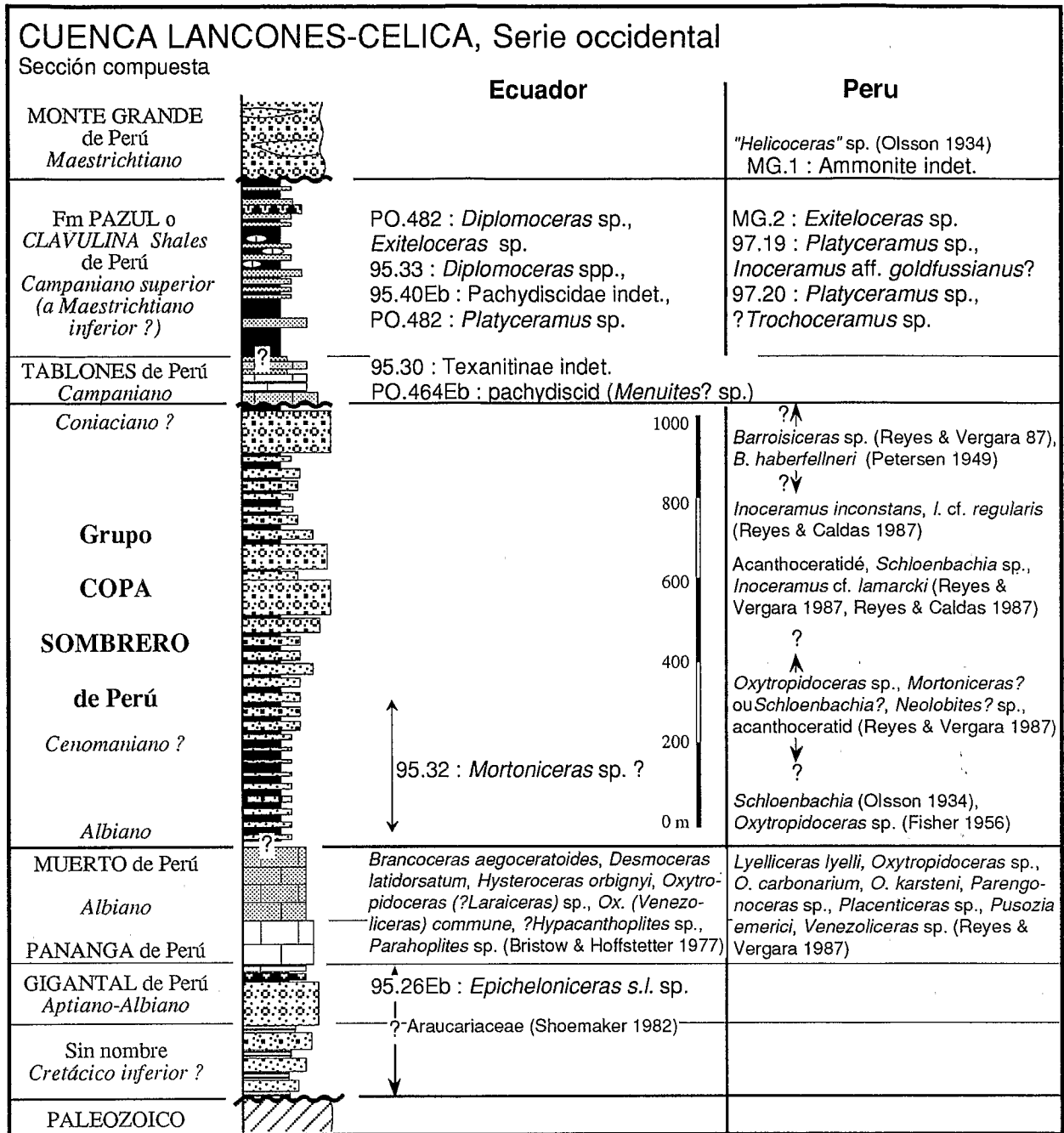


Fig. 4: Columna litológica compuesta, datos bioestratigráficos y edad de la serie occidental de la cuenca Lancones-Celica (Noroeste del Perú, Suroeste de Ecuador).

Angolo, la asociación de los inocerámidos *Inoceramus* aff. *goldfussianus*?, *Platyceramus* sp. y ?*Trochoceras* sp. indica el Campaniano superior (quizás el Maestrichtiano inferior) (fig. 4). Por lo tanto, la Formación Pazul es de edad Campaniano superior.

En Ecuador, las lutitas equivalentes (Fm. Cazaderos) contienen escasos radiolarios, entre los cuales *Dictyomitra multicostata?* indica el Campaniano-Maestrichtiano, algunos amonites : *Diplomoceras* sp., *Exiteloceras* sp., Pachydiscidae ind. que indican el Campaniano superior, y escasos inocerámidos identificados como *Platyceramus* sp. La asociación de esta fauna asegura una edad Campaniano superior para parte de la Formación Cazaderos (fig. 4).

**Conglomerados gruesos**

En el Perú, en las zonas de Monte Grande, Pazul y El Angolo, la Formación Pazul pasa rápidamente hacia arriba a areniscas de medio playero, y a potentes conglomerados gruesos con cantos de cuarzo y rocas metamórficas, que afloran ampliamente al Sur de Monte Grande y en los Cerros Tablones. Estos conglomerados (Fm. Monte Grande; Iddings y Olsson, 1928) fueron depositados mayormente en ambiente continental, pero muy cerca al mar, ya que contienen intercalaciones de areniscas de playa con troncos silicificados.

La Formación Monte Grande fue datada del Maestrichtiano por amonites ("*Helicoceras*" sp., Ols-

son, 1934) (fig. 4). En la base de estos conglomerados, hemos encontrado un amonite indeterminado que excluye una edad terciaria (Jaillard et al., 1996b).

La Formación Monte Grande maestrichtiana está a su vez sobreyacida en discordancia (Qda. Redondos) por otros conglomerados con nítido predominio de cantos provenientes de rocas magmáticas básicas. Estos conglomerados son atribuibles a la Formación Mogollón (o Basal Salinas) datada del intervalo Paleoceno terminal a Eoceno inferior (Morales, 1993).

En Ecuador, los conglomerados superiores (Maestrichtiano y Paleógeno) son desconocidos.

## 2. Eje de la «Cuenca» Lancones-Celica

### Serie inferior

En el Perú, en el eje de la «cuenca» (Norte de Lancones), se observan rocas volcánicas masivas (Volcánico Lancones; Reyes y Caldas, 1987), que pasan lateralmente y rápidamente hacia el Norte o el Noroeste (Cerro El Cardo), a potentes bancos de grauvacas masivas de grano medio a grueso, de origen turbidítico.

En Ecuador, grauvacas comparables, sin rocas volcánicas asociadas, afloran en Quillosara y Alamor por ejemplo (fig. 5). Estas grauvacas están interpretadas como los depósitos de ante-arco proximales del arco volcánico albiano ubicado más al Este (Lancones-Celica, fig. 5).

Están sobreyacidas al Noreste por lutitas lami-

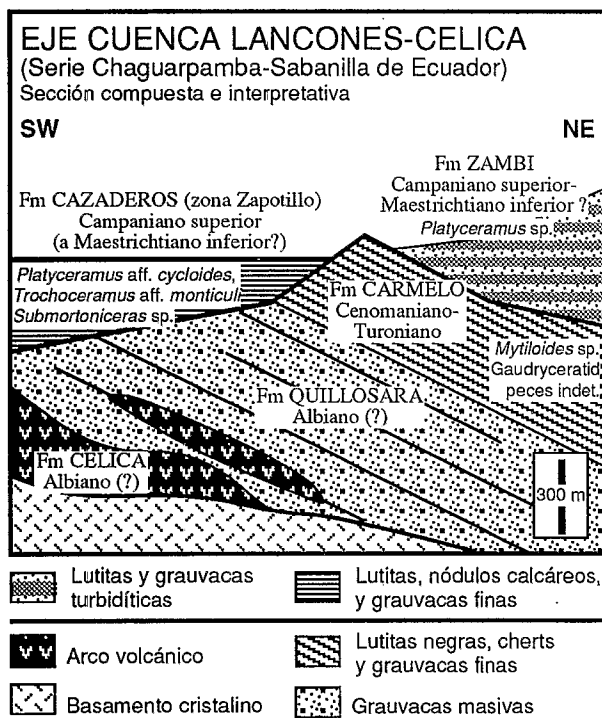


Fig. 5 : Interpretación litológica y paleogeográfica, datos bioestratigráficos y edad de la serie del Centro de la cuenca Lancones-Celica (Noroeste del Perú, Suroeste de Ecuador).

nadas negras con delgados bancos de turbiditas volcano-clásticas finas (Fm. Carmelo, fig. 5). Esta formación contiene restos de peces, hojas, escasos amonites indeterminables e inocerámidos del género *Mytiloides* sp. (Cenomaniano superior-Turoniano). Los especímenes mejor preservados fueron determinados como *M. aff. transiens* y *M. cf. mytiloides* que caracterizan el Turoniano inferior en Brasil (Sergipe) (Jaillard et al., 1998). Esta datación permite atribuir los Volcánicos Lancones y la Formación Quillosara al Albiano (y Cenomaniano inferior?) (fig. 5).

### Serie superior discordante

En la zona de Lancones (Perú) y de Zapotillo (Ecuador), las rocas volcánicas y grauvacas están sobreyacidas directamente y en discordancia por lutitas negras, levemente metamorfizadas, con intercalaciones de areniscas calcáreas claras de plataforma y delgados bancos turbidíticos de la misma litología (Fm. Cazaderos de Ecuador). Están caracterizadas por numerosos diques clásticos y deslizamientos sinsedimentarios localmente abundantes (deslizamientos, olistolitos). En el Perú, sólo se encontraron inocerámidos grandes no determinables. Según Reyes y Caldas (1987), pequeñas intrusiones gabroicas están selladas por estos depósitos discordantes campanianos. Las intrusiones serían contemporáneas del gabro deformado de Puerto Etén (zona de Chiclayo), datado del Campaniano basal (82 Ma, K/Ar roca total; Mourier, 1988).

En Ecuador (zona de Zapotillo), escasos amonites determinados como *Submortoniceras* sp. (Campaniano) y abundantes inocerámidos grandes : *Platyceramus* aff. *cycloides*, *Trochoceramus* aff. *monticuli* indicarían una edad Campaniano medio a superior (fig. 5). Más al Noreste, en una serie turbidítica más gruesa, colectamos *Platyceramus* sp. del Santoniano-Maestrichtiano inferior. Por lo tanto, estas lutitas son equivalentes a las formaciones Pazul (Perú) y Cazaderos (Ecuador) de la serie occidental de la cuenca Lancones-Celica.

## 3. Este de la «Cuenca» Lancones-Celica

En Ecuador, la serie oriental incluye dos subdivisiones separadas por un hiato de larga duración.

### Serie inferior

En el Perú, al Este de Lancones se desarrollan potentes acumulaciones volcánicas (Gp. San Pedro, Volcánicos Ereo y La Bocana, etc.) con intercalaciones menores de sedimentos datados del Albiano (y Cenomaniano?) por amonites (*Mortoniceras* cf. *marrecacia*) e inocerámidos (*Inoceramus* sp., *I. concentricus*, *I. cf. crippsi*) (Reyes y Caldas, 1987).

Las acumulaciones volcánicas se extienden en Ecuador (Fm. Celica) donde tienen la composición de un arco volcánico continental (Reynaud et al., 1996).



Están asociadas con potentes depósitos volcánico-clásticos, conglomerados y grauvacas gruesas (Fm. Alamor), depositados en las vertientes o al pie mismo del arco (fig. 6). La Formación Alamor está interpretada como un equivalente proximal de las grauvacas de la serie inferior del centro de la cuenca Lancones-Celica.

Por su contenido fosilífero, y por comparación con el Grupo Casma del Centro del Perú y de la costa nor-peruana (Myers, 1974; 1980), este volcanismo de arco y los sedimentos asociados pueden ser atribuidos al Albiano medio a superior (y Cenomaniano inferior?) (fig. 6).

*Serie superior discordante*

En Ecuador, estas rocas volcánicas de arco están sobreyacidas por una serie sedimentaria discordante, que ha sido descrita en detalle por Jaillard et al. (1996a).

La serie superior empieza por una transgresión de lutitas, carbonatos y areniscas de plataforma, datadas por amonites (*Plesiotexanites* sp., *Submortoniceras* sp.), bivalvos, equinoideos y microfauna del Santoniano terminal o más probablemente Campaniano inferior (parte inferior de la Fm. Naranjo, fig. 6), lo que implica un

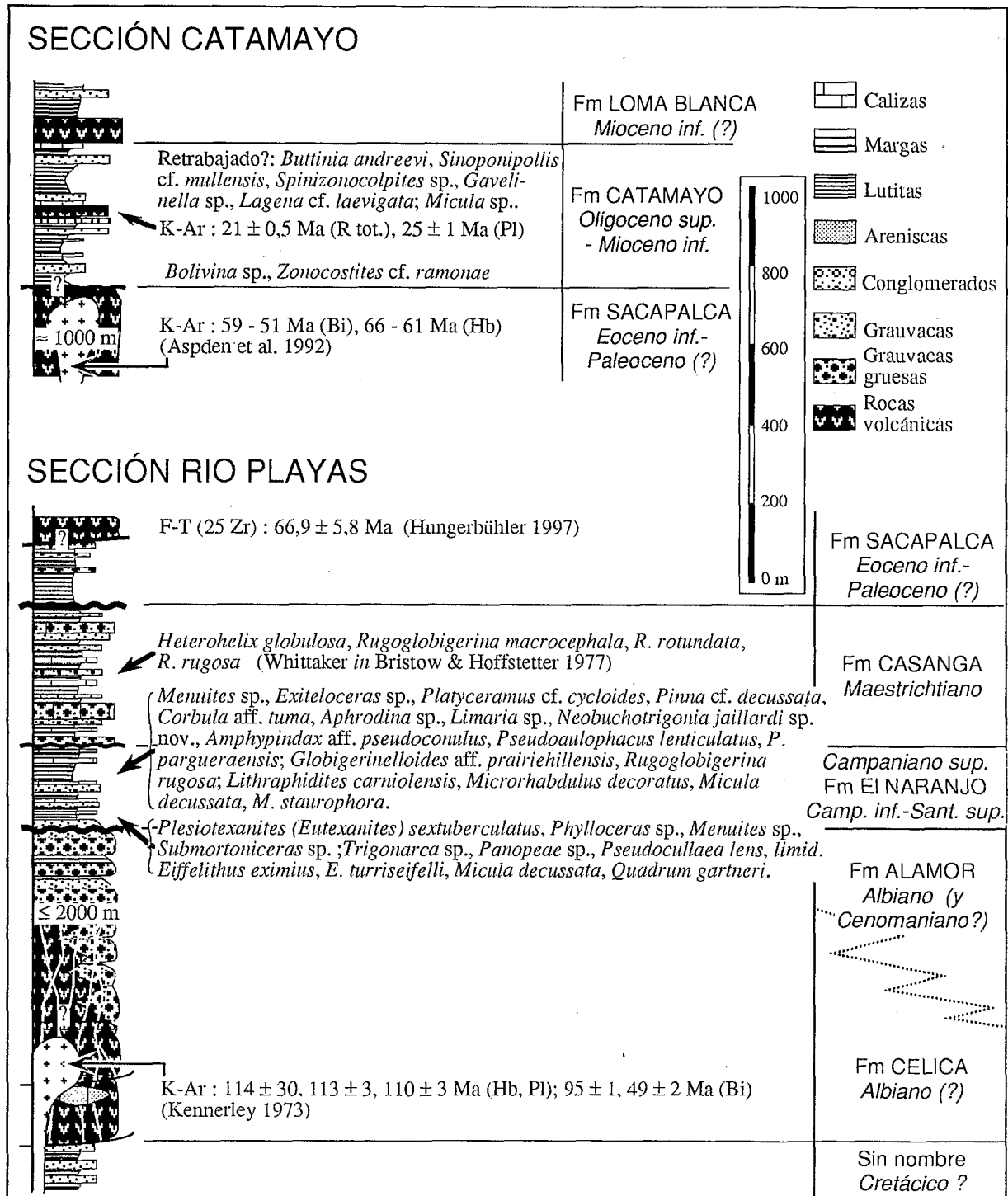


Fig. 6 : Columna litológica, datos bioestratigráficos y edad de la serie oriental de la cuenca Lancones-Celica (Suroeste de Ecuador).

hiato estratigráfico del intervalo Cenomaniano-Santoniano (Jaillard et al., 1996a). Estos depósitos de medio somero están sobreyacidos por lutitas de mar abierto datadas por amonites (*Menuites* sp., *Exiteloceras?* sp.), inocerámidos (*Platyceramus cycloides*) y microfauna del Campaniano superior-Maestrichtiano inferior (parte superior de la Fm. Naranjo, fig. 6). La serie superior termina con lutitas y conglomerados gruesos de medio costero datados del Maestrichtiano por microfauna (Bristow y Hoffstetter, 1977) y bivalvos (Baudino, 1995) (Fm. Casanga; Jaillard et al., 1996a). La Formación Naranjo superior es correlacionable con las formaciones La Mesa y Pazul del Perú, mientras que la Formación Casanga parece ser contemporánea de las brechas y conglomerados de las formaciones La Tortuga y Monte Grande.

Estas unidades discordantes no han sido reconocidas en la serie oriental del Perú. En Ecuador, la serie cretácica está sobreyacida en discordancia por Capas Rojas rocas volcánicas del Paleoceno (Fm. Sacapalca) y conglomerados fluviátiles del Eoceno (Fm. Playas; Hungerbühler, 1997).

#### 4. Conclusiones sobre las series de la «Cuenca» Lancones-Celica

1. La presente revisión estratigráfica de la «Cuenca» Lancones-Celica de ante-arco pone de manifiesto la sucesión de varios períodos sedimentarios y tectónicos cretácicos distintos.
  - En el Albiano, la transgresión cretácica depositó sedimentos de plataforma sobre el Macizo de Amotape (Gigantal, Pananga, Muerto). Más al Este y Sureste, el arco continental empezaba su actividad volcánica (Gp. San Pedro, Fm. Celica, Volcánico Lancones), asociada con el depósito de potentes grauvacas de ante-arco (Fm. Alamor).
  - En el Albiano superior (Fase Mochica), se creó una cuenca turbidítica de ante-arco, tectónicamente muy inestable, alargada y poco ancha, ubicada entre el arco volcánico continental al Este y el Macizo de Amotape al Oeste. Es probable que el arco magmático fue deformado durante este evento, ya que no existen depósitos del Cretácico superior temprano. El relleno de la cuenca está representado por turbiditas de edad Albiano superior a Coniaciano o Santoniano (Gp. Copa Sombrero). Esta cuenca se cerró, y fue deformada y erosionada entre el Coniaciano y el Campaniano medio (Fase Peruana; Steinmann, 1929, Santoniano superior?).
  - En el Campaniano medio a superior, o localmente en el Campaniano inferior (Fm. Naranjo inferior, río Playas, Ecuador), se creó una

nueva cuenca de ante-arco más extensa, ya que está conocida desde la zona de Paita (Fm. La Mesa, Fm. La Tortuga parte inferior) hasta la Cordillera occidental del Norte del Ecuador (zona del Flysch Yunguilla, Bristow y Hoffstetter, 1977; fig. 1 y 8). En la «Cuenca» Lancones-Celica, esta transgresión está representada por las formaciones Naranjo, Pazul y Cazaderos. Los potentes conglomerados gruesos maestrichtianos (Fms. Casanga, Monte Grande y La Tortuga) sugieren que esta nueva cuenca se cerró tectónicamente y emergió en el Maestrichtiano (inferior a medio?).

- Los conglomerados paleógenos sobreyacentes (Fm. Mogollón?) señalarían la creación de una nueva cuenca de ante-arco, probablemente la Cuenca Talara s.s. de edad Eoceno.

2. En el intervalo Albiano-Coniaciano, «la cuenca» Lancones-Celica incluye al menos tres tipos de series estratigráficas, que representan tres dominios paleogeográficos distintos.

- La serie oriental está interpretada como la serie del arco continental (Reynaud et al., 1996).
- La serie del Eje de la «cuenca» representa los depósitos de ante-arco proximal depositados al pie del arco volcánico, y localmente sobreyacidos por depósitos de cuenca (Fm. Carmelo).
- La serie occidental constituye la cobertura estratigráfica del Macizo de Amotape, casi sin influencias volcánicas del arco continental.

La ubicación al Este de la serie de arco volcánico indica que la «cuenca» Lancones-Celica era una cuenca de ante-arco.

En el Ecuador, una serie estratigráfica, restringida al Norte de la «Cuenca», consta de calizas ricas en conglomerados datadas del Albiano, sobreyacidas por lutitas y margas de medio más profundo (serie de Cochurco; Jaillard et al., 1998). Facies intermedias no han sido reconocidas entre estas series, lo que llevó a suponer que existe una «sutura» entre los dos principales dominios paleogeográficos, es decir entre la serie del Centro y la serie occidental. Esta «sutura» estaría ahora escondida por los depósitos discordantes del Cretácico terminal, y/o cortada por fallas más recientes.

3. Muchos trabajos anteriores (e.g. Reyes y Caldas, 1987; Palacios, 1994) confundieron bajo el nombre de Formación Tablones:

- Los conglomerados cuarzosos que parecen constituir el tope del Grupo Copa Sombrero (Coniaciano o Santoniano?) que afloran en la zona de Cazaderos,
- las calizas conglomerádicas discordantes de la base de la Formación Pazul, de probable edad Campaniano, y
- los conglomerados gruesos de la Formación Monte Grande maestrichtiana (Olsson, 1934), y probablemente los conglomerados paleógenos de la Formación Mogollón.

Esta confusión llevó a atribuir todas estas unidades al Campaniano, a correlacionarlas entre sí y a mapearlas con el mismo nombre. Además, llevó a admitir que la Formación Pazul era la unidad cretácica más superior de la serie Lancones, y sobreyacía a los conglomerados superior. Sin embargo, nuestros datos demuestran que existen unidades conglomerádicas diferentes con edades distintas, y que las formaciones Monte Grande y Mogollón sobreyacen a la Formación Pazul.

En realidad, el conglomerado de base de la transgresión campaniana es mayormente calcáreo, de grano no muy grueso, y forma un banco muy delgado y lenticular. Tal es así que en la mayoría de los lugares, no existe, lo que hace muy difícil la determinación entre Grupo Copa Sombrero y Formación Pazul, cuando la última sobreyace a unidades lutáceas del Grupo

Copa Sombrero (carretera a Pananga, por ejemplo). Además, el conglomerado de base campaniano no aflora en los Cerros Tablones, donde la Formación Monte Grande sobreyace a la Formación Pazul. Por esta razón, proponemos de abandonar los términos "Conglomerado Tablones" o "Formación Tablones".

Finalmente, la confusión entre ciertas unidades lutáceas del Grupo Copa Sombrero (Albiano superior-Coniaciano) y la Formación Pazul (Campano-Maestrichtiano) explica también equivocaciones en el contenido paleontológico de las unidades estratigráficas. Por ejemplo, en la Formación Encuentros, Reyes y Caldas (1987) mencionan *Inoceramus inconstans* del Coniaciano asociado con *Inoceramus cf. regularis* del Campaniano. Las dos muestras, correctamente determinadas, fueron probablemente recolectadas en dos sitios diferentes, ambos atribuidos a la Formación Encuentros. Sin embargo, si bien *I. inconstans* proviene de dicha formación, *I. cf. regularis* proviene mucho más probablemente de la Formación Pazul del Campaniano superior.

De la misma manera, Reyes y Caldas (1987) mencionan *Inoceramus inconstans* del Coniaciano (y Turoniano superior, localmente) en la Formación Pazul que atribuyen al Daniano. En realidad, este espécimen de *I. inconstans* proviene probablemente de un afloramiento de la Formación Encuentros, que ha sido confundida con la Formación Pazul. Notemos, además, que el género *Inoceramus*, al igual que los amonites, desaparece al límite Cretácico-Terciario.

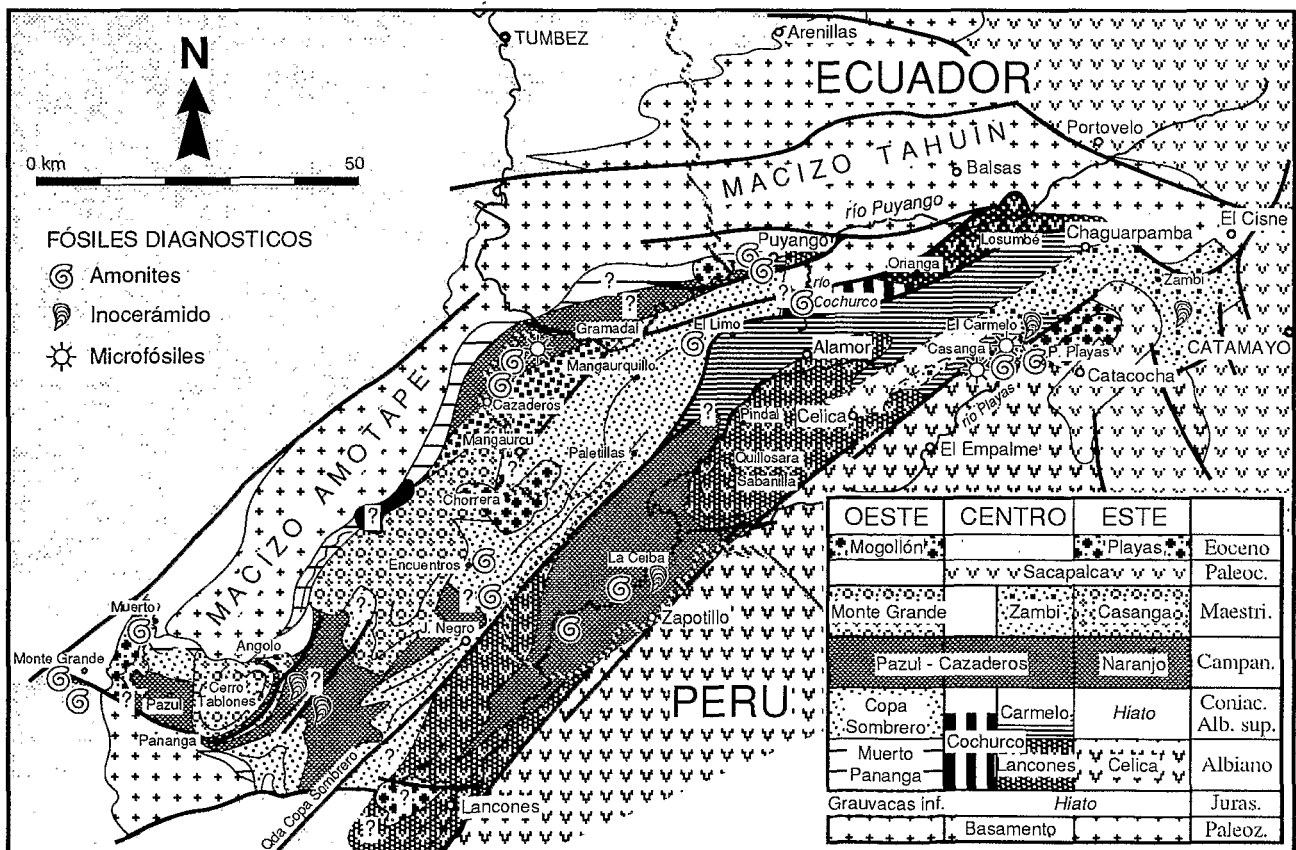


Fig. 7 : Mapa geológico simplificado de la cuenca Lancones-Celica del Noroeste del Perú y Suroeste de Ecuador.

### III. PALEOGEOGRAFÍA Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA

#### 1. Deformación del Santoniano-Campaniano

El mapeo de las unidades estratigráficas demuestra que series de edad Albiano-Coniaciano muy distintas se encuentran yuxtapuestas, sin presentar facies intermedias. Por ejemplo, no se observaron interdigitaciones entre turbiditas volcáni-clásticas y turbiditas ricas en cuarzo. Esta situación sugiere que las series estratigráficas están separadas por fallas importantes. En cambio, la serie Campano-Maestrichtiana discordante tiene facies relativamente homogéneas en todo el área. Esta observación sugiere que las unidades estratigráficas fueron yuxtapuestas después del Coniaciano y antes del Campaniano, es decir durante la fase tectónica peruana que provocó también la deformación y emersión de la Cuenca Lancones-Celica.

Las lutitas y turbiditas del Grupo Copa Sombrero presentan direcciones de pliegues no solo de dirección regional NE-SW (Palacios, 1994; fig. 7), sino también de dirección Este-Oeste a WNW-ESE (Sureste de Pananga, zona de Cazaderos en el Perú). En Puyango (Ecuador), pliegues con esquistosidad que afectan a las calizas albianas están sellados por las calizas transgresivas no deformadas del Campaniano. Un poco más al Sur (carretera entre Puyango y Alamor), pliegues echados al Norte, con esquistosidad de plano axial, presentan direcciones axiales E-W a WNW-ESE. Esta fase de plegamiento es de edad Santoniano-Campaniano, ya que no afecta las series del Cretácico terminal.

Parece que existen variaciones de las facies campano-maestrichtianas de Este a Oeste y de Norte a Sur. En la zona de río Playas (serie oriental de la cuenca Lancones-Celica), se observan facies de plataforma (Fm. Naranjo inferior), sobreyacidos por lutitas de mar abierto (Fm. Naranjo superior) y conglomerados continentales a costaneros (Fm. Casanga). En las zonas de Zapotillo, Lancones y Qda. Copa Sombrero (serie axial de la cuenca Lancones-Celica), las facies son de mar abierto pero relativamente somero, con intercalaciones de areniscas limpias con estratificaciones cruzadas, y localmente tidalitas y tempestitas. En la zona de Cazaderos (serie occidental de Lancones-Celica), las lutitas están intercaladas con turbiditas relativamente distales que indican un medio más profundo, mientras que en la zona de Pazul, casi no se observan turbiditas. Finalmente, en la zona de Catamayo (Noreste de la serie central de Lancones-Celica), las turbiditas son relativamente gruesas y proximales. Estas evoluciones reflejan la paleogeografía de la cuenca Paita-Lancones, pero pueden expresar también la ocurrencia de desplazamientos post-maestrichtianos.

#### 2. Deformaciones terciarias

El mapeo de la zona de estudio pone de manifiesto la existencia de grandes fallas de dirección NE-

SW que separan actualmente las zonas paleogeográficas (fig. 1 y 7).

Una de estas fallas separa la serie de La Mesa de la serie de La Tortuga. La existencia de esta falla explicaría las diferencias litológicas y faciales observadas entre estas series. Ya que estas series incluyen a unidades maestrichtianas, esta falla habría jugado en el Maestrichtiano superior o el Terciario. Más al Noreste, esta falla separa las zonas central de la "cuenca" Lancones-Celica y la serie del arco magmático. Este accidente pasa por la represa Lancones, por el valle del río Chira-Catamayo y en el límite noroeste de la cuenca terciaria de río Playas en Ecuador.

Otra falla de mismo rumbo separa la zona axial de la zona occidental de la "cuenca" Lancones-Celica. Esta falla pasa por la Quebrada Copa Sombrero, es observable en el campo inmediatamente al SE de Jahuay Negro, y se extiende al Noreste en el Ecuador (fig. 7). Notemos que los accidentes que controlaron la sedimentación eocénica de la Cuenca Talara (Perú, Séranne, 1987) y de la Cuenca de río Playas (Ecuador, Baudino, 1995) tienen la misma dirección.

Estas fallas son de edad Terciario, ya que son post-cretácicas, y controlan no sólo la sedimentación eocena, sino también la deformación terciaria (pliegues NE-SW) y la topografía actual (río Chira, Qda. Copa Sombrero, Macizo de Amotape, etc.). Es probable que reactivan y deforman fallas antiguas (cretácicas a paleógenas) de dirección desconocida. Teniendo en cuenta las rotaciones horarias cretácicas determinadas en esta zona (Roperch et al., 1987; Mourier et al., 1988), se puede suponer que estas fallas antiguas tuvieron un juego dextral.

Finalmente, cabe mencionar la existencia de fallas inversas de dirección NE-SW con buzamiento al Noroeste y vergencia al Sureste, visibles al Sureste de los Cerros Tablones, y a lo largo de la carretera a El Angolo (fig. 7). Estas redoblan la serie del Cretácico terminal, y son por lo tanto, de edad Terciario. Es posible que estas fallas se prolonguen al Noreste (Oeste de Cazaderos), y separen dos subzonas en la zona occidental de la "Cuenca" Lancones-Celica.

### IV. CONCLUSIONES

La presente revisión estratigráfica y cartográfica pone de manifiesto la sucesión de dos cuencas sedimentarias cretácicas distintas.

1. Entre el Albiano superior y el Coniaciano o Santoniano, existió una cuenca turbidítica de ante-arco, tectónicamente muy inestable, poco extensa, ubicada entre el arco volcánico continental al Este y el macizo de Amotape al Oeste. Luego, esta cuenca se cerró, fue deformada y emergió entre el Coniaciano y el Campaniano (quizá Santoniano superior).

2. Luego, una nueva cuenca de ante-arco se creó progresivamente entre el Campaniano inferior (río Playas) y el Campaniano medio o superior. Después de depósitos transgresivos someros (Fms. La Mesa inferior y medio, base Fm. Naranja superior), se depositaron lutitas y turbiditas más o menos finas de medio más profundo (Fms. Pazul, Cazaderos y Naranja superior). Esta cuenca está conocida desde la zona de Paita hasta la Cordillera occidental de Norte del Ecuador (zona del Flysch Yunguilla, fig. 8).

El depósito de potentes conglomerados maestrichtianos (Fm.s La Tortuga, Monte Grande, Casanga) sugiere que esta Cuenca Paita-Yunguilla se cerró tectónicamente en el Maestrichtiano.

3. Los conglomerados sobreyacentes (Fm. Mogollón?), de edad Paleoceno terminal-Eoceno inferior, señalarían la creación de una nueva cuenca de ante-arco, probablemente la cuenca Talara s.s. de edad Eoceno.

La cartografía demuestra que la Cuenca Lancones-Celica incluye al menos tres unidades paleogeográficas distintas separadas por accidentes mayores (fig. 7 y 8). El hecho de que las lutitas campano-maestrichtianas descansan en discordancia sobre las tres unidades demuestra que la yuxtaposición tectónica de dichas unidades ocurrió antes del Campaniano superior. Esta fase tectónica fue asociada con una deformación notable, distinta de la deformación terciaria.

La deformación terciaria parece haber sido controlada por la existencia de accidentes mayores de dirección NE-SW (fig. 7), que controlaron también la sedimentación eocénica y probablemente la morfología actual.

**AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue iniciado en Ecuador en el marco de convenios firmados por Orstom con Petroproducción (Guayaquil), y con la Escuela Politécnica del Litoral (Guayaquil). El estudio de la microfauna fue llevado a cabo por M. Ordoñez, N. Jiménez e I. Zambrano (Petroproducción-Guayaquil). Estamos también agradecidos a M. Philippe (Univ. Lyon) y D. Néraudeau (Univ. Rennes) para el estudio de la madera fósil y de los equinoideos, respectivamente. La cartografía de la cuenca Lancones fue posible gracias a la colaboración del INGEMMET (Lima). En el campo, hemos beneficiado de la ayuda preciosa de A. Alemán, F. Bohorquez, H. Collombat y C. Hibsich. Las sugerencias y correcciones positivas del Dr. V. Benavides-Cáceres permitieron mejorar la versión definitiva de este trabajo.

**REFERENCIAS**

ALLEMÁN V. (1995).- Lamelibranchios típicos del Senoniano superior de la zona de *Baculites* de Tortugas (Paita, Dpto de Piura, Perú). *Biotempo*, 2, 67-71, Lima.

ASPDEN J.A., HARRISON S.H. & RUNDLE C.C. (1992).- New geochronological control for the tectono-magmatic

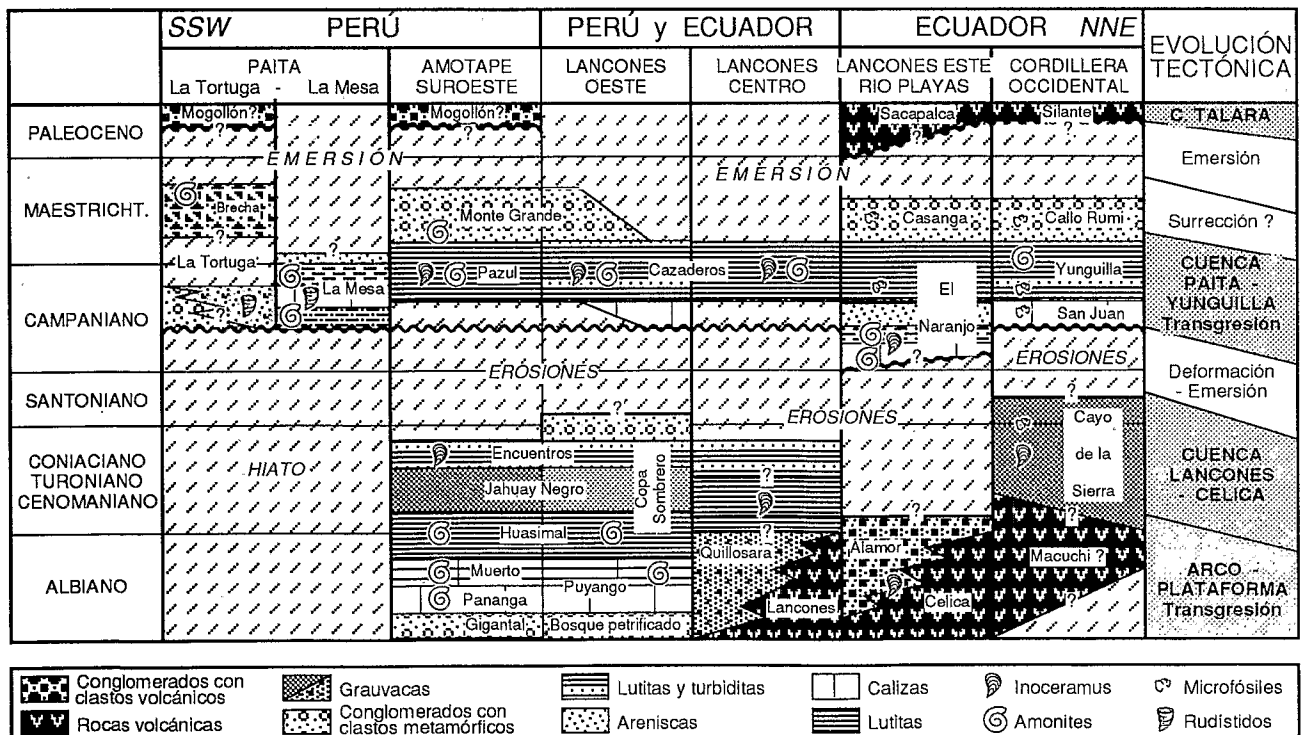


Fig. 8 : Síntesis estratigráfica y correlaciones de las series Cretácicas y Paleocenas de la zona de ante-arco del Noroeste del Perú y Suroeste del Ecuador.

evolution of the metamorphic basement, Cordillera Real and El Oro Province of Ecuador. *J. South Amer. Earth Sci.*, **6**, 77-96.

BAUDINO R. (1995).- *Evolution des Andes d'Équateur au Néogène : les enseignements de l'étude des bassins montagneux*. Tesis Univ. Pau, 437 p., inédita.

BENGTSON P. & JAILLARD E. (1997).- Stratigraphic revision of the Upper Cretaceous of the Peruvian-Ecuadorian border region : preliminary data. Proceedings 18th I.A.S. Region. Europ. Meet. Sediment.- 2nd Europ. Meet. Palaeont. Stratig. South America, *Gaea heidelbergensis*, **4**, 71-72, Heidelberg.

BRISTOW C.R. & HOFFSTETTER R. (1977).- *Ecuador*. Lexique Stratigraphique International, V, 5a2, 410 p., CNRS ed., Paris.

CHALCO R. A. (1955).- Estudio geológico preliminar de la región Sullana-Lancones. *Bol. Técn. Empr. Petrol.*, fasc. **3**, Minist. Fom. Publ., Lima.

CHÁVEZ A. & NUÑEZ DEL PRADO H. (1991).- Evolución vertical de facies de la serie turbidítica cretácea (Grupo Copa Sombrero) en el perfil-tipo Huasimal-Encuentros (Cuenca Lancones, Noroeste del Perú). *Bol. Soc. Geol. Perú*, **82**, 5-21.

DHONDT A. & JAILLARD É. (1997).- Cretaceous bivalves from Ecuador and Northern Peru. Proceedings 18th I.A.S. Region. Europ. Meet. Sediment.- 2nd Europ. Meet. Palaeont. Stratig. South America, *Gaea heidelbergensis*, **4**, 117-118, Heidelberg.

FISHER A.G. (1956).- Desarrollo geológico del Noroeste peruano durante el Mesozoico. *Bol. Soc. Geol. Perú*, **30**, 177-190.

GONZÁLEZ G. (1976).- *Bioestratigrafía del Eoceno en la región de Talara*. Tesis Univ. San Agustín Arequipa, 225 p., 68 fig., 9 pl. h.t.

HUNGERBÜHLER D. (1997).- Neogene basins in the Andes of southern Ecuador : evolution, deformation and regional tectonic implications. PhD thesis, ETH Zürich, n° **12371**, 182 p., 1 map h.t.

IDDINGS A. & OLSSON A.A. (1928).- Geology of Northwest Peru. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **12**, 1-39.

JAILLARD É., ORDOÑEZ M., BENGTSON P., BERRONES G., BONHOMME M., JIMÉNEZ N. & ZAMBRANO I. (1996A).- Sedimentary and tectonic evolution of the arc zone of southwestern Ecuador during Late Cretaceous and Early Tertiary times. *J. South Amer. Earth Sci.*, **9**, 131-140.

JAILLARD É., BENGTSON P., BULOT L., DHONDT A., LAUBACHER G. & ROBERT E. (1996B).- Stratigraphy of the Western «Celica Basin» (SW Ecuador). *3rd*

*Intern. Symp. Andean Geodyn.-ISAG*, Saint-Malo, 399-402, Orstom ed., Paris.

JAILLARD É., LAUBACHER G., BENGTSON P., DHONDT A. & BULOT L. (1998).- Stratigraphy and evolution of the forearc «Celica Basin», SW Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, en prensa.

KENNERLEY J.B. (1973).- Geology of the Loja Province, Southern Ecuador. *London Institute of Geological Sciences*, Report **23**, 34 p., London.

MÉGARD F. (1984).- The Andean orogenic period and its major structures in Central and Northern Peru. *J. Geol. Soc., London*, **141**, 893-900.

MORALES W. (1993).- Reinterpretación geológica del área de Lagunitos (NW Perú) en base a sísmica reflexión. *3rd INGEPET*, Lima 1993, INGP-055, 1-19.

MORRIS R.C. & ALEMÁN A. (1975).- Sedimentation and tectonics of middle Cretaceous Copa Sombrero formation in Northwest Peru. *Bol. Soc. Geol. Perú*, **48**, 49-64, Lima

MOURIER T. (1988).- *La transition entre Andes marginales et Andes cordilléennes à ophiolites. Evolution sédimentaire, magmatique et structurale du relais de Huancabamba (3°-8°S, Nord Pérou-Sud Equateur)*. Tesis Doctorado, Université Paris XI, 275 p.

MOURIER T., LAJ C., MÉGARD F., ROPERCH P., MITOUARD P. & FARFAN-MEDRANO A. (1988).- An accreted continental terrane in Northwestern Peru. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **88**, 182-192.

MYERS J.S. (1974).- Cretaceous stratigraphy and structure, Western Andes of Peru between latitudes 10°-10°30'. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, **58**, 474-487.

MYERS J.S. (1980).- Geología de los cuadrángulos de Huarmey y Huayllapampa. *Bol. INGEMMET*, **33**, 145 p.

OLSSON A.A. (1934).- Contributions to the Paleontology of Northern Peru. The Cretaceous of the Amotape region. *Bull. Amer. Paleont.*, **20**, 104 p., New-York.

OLSSON A.A. (1944).- Contributions to the Paleontology of Northern Peru. Part VII: The Cretaceous of the Paíta region. *Bull. Amer. Paleont.*, **28**, 113 p., New-York.

PALACIOS O. (1994).- Geología de los cuadrángulos de Paíta, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. *Bol. INGEMMET*, (A), **54**, 190 p., 1 pl. h.t., Lima.

PÉREZ E. & REYES R. (1996).- *Neobuchitrigonia* gen. nov. y *Buchotrigonia* Dietrich (Bivalvia; Trigonidae) en el Senoniano de Sudamérica. *Rev. Geol. Chile*, **23**, 201-215.

PETERSEN G. (1949).- Condiciones geográficas y geológicas de la Cuenca del río Zarumilla. *Soc. Geol. Perú, Vol. Jubilar*, fasc. 7, 1-40.

REYES L. & CALDAS J. (1987).- Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca. *Bol. INGEMMET*, (A), 39, 83 p., Lima.

REYES L. & VERGARA J. (1987).- Evaluación geológica y potencial petrolífero de la Cuenca Lancones. Informe inédito Petroperú, 57 pp.

REYNAUD C., LAPIERRE H., JAILLARD É., BENÍTEZ S., BERRONES G. & MASCLÉ G. (1996).- Mineralogical and geochemical characterization of middle Cretaceous to Paleocene oceanic and continental volcanic rocks

from SW Ecuador. *3rd Intern. Symp. Andean Geodyn.*- ISAG, Saint-Malo, 633-636, Orstom ed., Paris.

ROPERCHP, MÉGARDF., LAJC., MOURIER T., CLUBE T. & NOBLET C. (1987).- Rotated oceanic blocks in Western Ecuador. *Geophys. Res. Lett.*, 14, 558-561.

SÉRANNE M. (1987).- Evolution tectono-sédimentaire du bassin de Talara (nord-ouest du Pérou). *Bull. Inst. Fr. Etudes And.*, 16, 103-125, Lima-Paris.

SHOEMAKER R.E. (1982).- Fossil leaves from the Lower Cretaceous Ciano Formation, Southwestern Ecuador. *Palaeontographica Abt. A*, 180, 120-132, Stuttgart.

STEINMANN G. (1929).- *Geologie von Peru*. Karl Winter ed., Heidelberg, 448 p.

WEISS L. (1955).- Planktonic index foraminifera of northwestern Peru. *Micropaleontology*, 1, 301-319.

## NORMAS EDITORIALES DEL BOLETIN DE LA SOCIEDAD GEOLOGICA DEL PERU

El Boletín es el órgano de difusión científica de la Sociedad Geológica del Perú. En él se publican **Artículos** y **Notas breves**. El Comité Editorial solicitará especialmente **Artículos de reseña** sobre algún tema específico e **Informes de reuniones**. Toda contribución debe corresponder a un trabajo original de los autores y no haber sido publicada anteriormente.

### PRESENTACION Y ACEPTACION DE MANUSCRITOS

Se presentarán dos copias del manuscrito completo ante el Editor Responsable, adjuntando dirección y teléfono del autor a ser contactado. Los trabajos serán enviados a arbitraje por parte de especialistas designados por el Comité Editorial. Las opiniones y sugerencias emitidas por estos últimos serán transmitidas a los autores junto con sus manuscritos, a fin de ser tomadas en cuenta. Luego de la recepción de los trabajos corregidos, el Comité Editorial decidirá sobre su publicación definitiva. En ese momento, se solicitará a los autores 1 diskette conteniendo el archivo informático del texto, una impresión simple del mismo y los originales de las ilustraciones. Los autores indicarán el nombre del archivo y el procesador empleado. Una vez aceptado, el trabajo no podrá ser retirado.

### EXTENSION Y ORGANIZACION

Los **Artículos** no deben exceder 35 páginas mecanografiadas a doble espacio incluyendo bibliografía, e ilustraciones. Como **Nota breve** se aceptarán hasta 8 páginas mecanografiadas a doble espacio, incluyendo máximo dos ilustraciones.

Todo manuscrito completo debe incluir:

1. **Encabezado.**- Título, nombres de los autores, direcciones institucionales de los autores. Además, adjuntar título abreviado para las cornisas.

2. **Resúmenes.**- Se harán por lo menos uno en castellano y uno en inglés. Cada uno no excederá 200 palabras. Ellos deben ser concisos pero informativos y adelantar los resultados dados en el texto.

3. **Texto principal.**- Para su mejor comprensión, el texto debe estar dividido en secciones encabezadas por subtítulos. Existen 3 niveles jerárquicos de subtítulos: el primero va en **MAYUSCULAS**, el segundo en **Negritas** y tercero en *Cursivas*; todos ellos pegados al margen izquierdo. Se recomienda seguir el esquema: Introducción, Desarrollo del tema, Discusión, Conclusiones y Agradecimientos.

4. **Referencias.**- Contiene la lista de todos los trabajos citados en el texto. Se hará en orden alfabético por apellidos de autores.

5. **Ilustraciones.**- Se presentarán copias de las ilustraciones reducidas al tamaño que deberán publicarse (ver más adelante). Indicar el número de cada una fuera de su marco. En hoja aparte, colocar los textos de cada pie de ilustración.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Todas las citas bibliográficas hechas en el texto deben aparecer en la lista de Referencias dada al final del mismo y viceversa. Las fichas tendrán los modelos siguientes:

#### **Publicación periódica:**

BROGGI, J. (1957): Las terracitas fitogénicas de las lomas de la costa del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú*, 32, 51-64.

#### **Libro:**

STEINMANN, G. (1929): *Geologie von Peru*. Carl Winter Univ., Heidelberg, 448p.

#### **Publicación colectiva:**



BARREIRO, B. (1984): Lead isotopes and Andean magma genesis. *In: Andean magmatism, chemical and isotopic constraints*; Harmon R.S. & Barreiro B. (eds), Shiva Publ., Nantwich, 21-30.

**Tesis:**

MEGARD, F. (1973): *Etude géologique d'une transversale des Andes au niveau du Pérou central*. These doct., Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier, 263 p.

**Actas de Congresos, coloquios, cursos, symposia:**

RUEGG, W. (1968).- Mil kilómetros de geología en la faja Pacífica del Perú meridional. II Jorn. Geol. Argentinas, I, 355-374, Edit. Asoc. Argen. Geol.

**ILUSTRACIONES**

Las ilustraciones comprenden mapas, gráficos, tablas y fotos. Sus proporciones serán tales que, luego de una reducción máxima al 85% entren en página completa (17 x 27 cm.), fracción de página (17 cm. de ancho) o fracción de una columna (8 cm. de ancho). Los números de figuras NO deben aparecer dentro de las mismas. Tener en cuenta el espacio que ocuparán los pies de figuras.

Las figuras serán dibujadas en soporte transparente (cánson o herculene) con tinta negra. Los símbolos (letras, números) se harán con Leroy o Letraset. Los gráficos hechos en computadora deberán de preferencia imprimirse en laser. En todo caso, ningún caracter deberá resultar menor de 2 mm. luego de reducción.

Las fotos en blanco y negro, con buen contraste irán montadas en una página blanca. Indicar sus números en fotocopias.

Las tablas no se re-procesarán, por lo cual, deben presentarse impresas en excelente calidad, listas para su reproducción.

**SEPARATAS**

Los autores recibirán en total 20 separatas de su artículo.

**EL COMITE EDITORIAL**

