

II SIMPOSIO BOLIVARIANO  
' EXPLORACION PETROLERA EN LAS  
CUENCAS SUBANDINAS '



**LAS CUENCAS SUBANDINAS  
DESDE VENEZUELA  
HASTA EL PLATEAU DE MALVINAS**

*( Revision de la Evolucion Tectosedimentaria )*

**SINTESIS**

por

**Carlos M. Urien (1)**

**Jorge J. Zambrano (2)**

**Agosto 1985**

**URIEN & ASOCIADOS**

(1) **Consultor, Paraguay 609 Bs. As. Argentina**

**Instituto Tecnológico de Buenos Aires**

(2) **Universidad de San Juan Departamento de Ciencias Naturales**

## RESUMEN

Una secuencia de más de veinte cuencas y sub cuencas sedimentarias, se extienden desde Trinidad hasta el Plateau de Malvinas. Ellas bordean los escudos de Guayanas, Brasilia y Neo Cratones Centrales y Patagónicos.

Estas son cuencas Pericratónicas, con carácter Miogeosinclinal al este, sobre una corteza continental flexurada. Al oeste, pasan al área Eugeosinclinal, relacionadas con un arco magmático, activo hasta el Terciario Medio. Estas cuencas de Retro-arco, son conocidas como "Cuencas Subandinas", están limitadas por una dorsal occidental activa, como producto de la colisión de las Placas Pacífica y Americana. Las cuencas adquieren su verdadera identidad como unidad tectosedimentaria en el Mesozoico, iniciándose con un sistema tensional que forma una depresión con una sedimentación basal, predominantemente continental, a la cual le siguen facies alternantes marino/continentales.

El Sistema Subandino es posteriormente deformado por el empuje causado por el emplazamiento del batolito andino, en tiempos Senonianos. Se forma así, sobre el flanco Este del Orogéno Andino, una compleja faja plegada y fracturada, cuya deformación culmina en el Terciario Medio Superior.

Las cuencas no son continuas, y están separadas por arcos o altos estructurales normales, que controlan la distribución de los sedimentos y sus facies. En el segmento medio de la región, el Triásico y Jurásico Medio, es predominante continental. Sólo al Sur, en Patagonia a partir del Malm, se producen las primeras transgresiones marinas. Al norte del Arco de Fitzcarrald, la primer incursión marina comienza recién en el Barreniano/Albiano terminando en el Paleoceno. Sólo al Norte de Vaupes el mar permanece hasta el Terciario Medio. Así, en la región de Barinas-Apure-Llanos, las secuencias marinas someras, continúan hasta el Terciario Medio como resultado de transgresiones desde la región de Maracaibo.

En casi toda la región, la sedimentación Terciaria es de carácter molásico, relacionada con los pulsos ascendentes andinos. En Patagonia también hay una alternancia, durante el Terciario, de facies marino-continentales; en este caso las incursiones son atlánticas.

La diversidad de pulsos tectónicos diferenciales a lo largo de la faja Andina/Subandina, generó varios centros deposicionales con áreas donde se concentran diferentes elementos generadores y hábitats de hidrocarburos, determinando zonas o provincias petroleras.

## **EVOLUCION TECTOSEDIMENTARIA DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS SUDAMERICANAS**

Las cuencas Subandinas yacen en el norte y oeste del continente Sud Americano, desde Trinidad hasta el extremo austral en Tierra del Fuego y Cuenca Sur de Malvinas.

Este cordón de cuencas consiste en un basamento flexurado hacia el norte en el Orinoco y al oeste desde Venezuela hasta Tierra del Fuego, que pasa seguidamente a un profundo depocentro elongado, cuyo depocentro se halla progresivamente alterado estructuralmente, hasta convertirse en un cordón plegado/fracturado relacionado con el cordón Orogénico Andino.

Este trabajo sólo pretende sintetizar algunos aspectos generales de esta compleja y tan atractiva región, pero de ninguna manera pretende tener carácter científico sino sólo de síntesis general.

Además, desea dar amplio crédito a los muchos estudiosos de esta región. Sin la consulta de sus trabajos, este informe nunca podría haber sido preparado.

La unidad Morfoestructural Subandina, cuya denominación engloba numerosos conceptos, puede ser dividida en las regiones siguientes:

# Sector del Orinoco- Este subsegmento de rumbo este-oeste cubre la región del Orinoco, desde el Arco del Baúl hasta Trinidad y Golfo de Paria.

Este sector, tectónicamente presenta características muy especiales que lo diferencia, dado el tipo de fallamiento transcurrente y sobrecorrimientos del resto de la región.

# Barinas-Apure-Orán/Chaco- Esta región se extiende desde el oeste de Venezuela hasta el norte de Argentina. El arrumbamiento de esta región es predominante.

temente norte-sur. Ella está disectada por altos y arcos normales que forman una secuencia de cuencas, algunas relacionadas entre sí, otras con una sedimentación casi independiente del resto. Caso similar ocurre con la tectónica que afecta el área. (Fig. 1)

Desde el Arco del Baúl hasta el Arco Pampeano, se observan los arcos de Arauca, Vaupes, Cononaco, Cushabatay, Fitzcarral, Tuichi, Izozog y Michicola.

Al norte de Vaupes la sedimentación está íntimamente relacionada con las áreas sedimentarias de Maracaibo y Magdalena, e influencias transgresivo-regresivas del Caribe. Tectónicamente, también con elementos transcurrentes en la región plegada. Vaupes, aparentemente, ha actuado como elemento positivo desde el inicio del Mesozoico. Al sur de este sector, vale decir en la región Amazónica, se presenta una evolución sedimentaria y tectónica con elementos propios de esta región que la distinguen de las otras. (Fig. 2)

# Al oeste de la Dorsal Pampeana- Aquí yace un Graben Triásico, correspondiente a la cuenca Cuyana. Este Graben es de características intermontañas, pero incorporado al Sistema Subandino durante los eventos orogénicos Andinos.

# El segmento sud-oeste Argentino- Se caracteriza por un sistema de cuencas típicamente de "retro-arco" (internas al arco volcánico), como Neuquén, San Jorge, Río Mayo y Magallanes-Malvinas Sur. Si bien la sedimentación en las cuencas no es totalmente contemporánea, su evolución presenta muchas similitudes.

Las cuencas bordean los escudos de Guayanas, Brasilia, Dorsal Pampeano Puneño, Macizo Norpatagónico y Neo-Cratón del Deseado. Por lo tanto, las cuencas han sido esculpidas sobre una corteza enteramente continental.

Su basamento, como será visto más adelante, está formado por un complejo Precámbrico/Paleozoico sobre el que yace, discordantemente, una secuencia sedimentaria Mesozoica/Cenozoica. Así se presenta una zonación al este de "Plataforma Cratónica", sobre la que yacen los conocidos Llanos, Llanuras y Pampas. Sigue luego la

# UNIDADES MORFOTECTONICAS

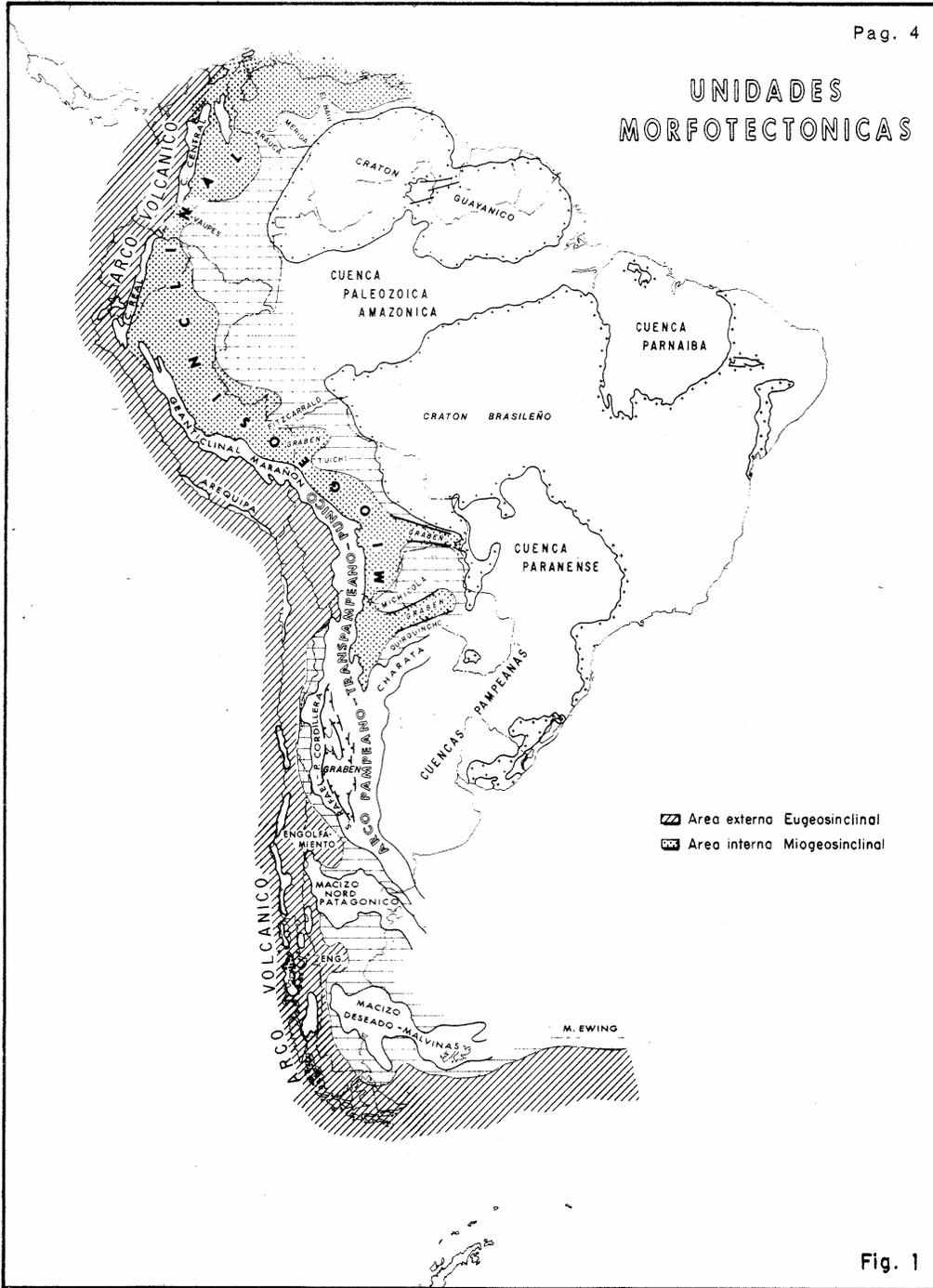


Fig. 1



región de basamento flexurado, cuenca profunda y, finalmente, faja plegada Subandina, que contornea el cordón Orogénico Andino. (Fig. 3)

Las cuencas Subandinas adoptan su verdadera identidad como resultado de la Orogenia Nevádica, momento en que se producen sectores tensionales dando lugar a Grabenes, que luego perderán su identidad (Graben o Rift abortado) para pasar a un estado más deprimido de carácter Geosinclinal, al acentuarse el atenuamiento cortical regional. No obstante, al oeste prevalecen elementos rígidos relacionados con cuerpos intrusivos, que limitan el desarrollo de la cuenca hacia el oeste. Sobre este borde se haya emplazado el arco magmático activo, que da hacia el oeste un tipo de sedimentación piroclástica y marina alternada, totalmente diferente a la que se describirá en la región Subandina propiamente dicha.

## **BASAMENTO DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS**

En los bordes cratónicos de las cuencas subandinas del continente, el basamento está integrado por rocas precámbricas y del Paleozoico inferior. Terrenos del Paleozoico medio y superior se encuentran en la porción de las cuencas subandinas peruana y ecuatoriana, que se prolonga en la Cuenca Amazónica Superior.

En muchas cuencas se conocen plutonitas ácidas, alcanzadas por pozos profundos. En la cuenca colombiana de Putumayo se registró una intensa actividad volcánica durante el Triásico superior y Jurásico inferior. En las cuencas de los Llanos, Meta y Barina-Apure, el basamento está constituido primordialmente por rocas semimetamórficas e intrusivas del Precámbrico o del Paleozoico inferior.

En la cuenca de Ucayali y Madre de Dios, el basamento pre Jurásico está formado por rocas semimetamórficas ordovícicas (Grupo Contaya), lutitas negras con intercalaciones de cuarcitas y calizas pérmicas (Formación Copacabana).

En la cuenca del Beni el basamento está integrado por el sustrato precámbrico, sobre el que yacen discordantemente rocas paleozoicas, principalmente siluro devónicas y carbónicas, integradas por sedimentitas clásticas, marinas, fluvio-glaciales y costeras.



La unidad más joven del basamento pre Mesozoico está constituida por la Formación Copacabana, integrada por caliza de plataforma, de edad Pérmica.

La cuenca de Santa Cruz posee un basamento de similar composición, y la prolongación de esta cuenca en territorio argentino tiene un basamento similar al mencionado.

En las cuencas Subandinas del noroeste argentino el basamento está integrado por terrenos metamórficos o débilmente metamórficos precámbricos, sobre los que yacen en discordancia sedimentitas marinas y costeras cámbricas, ordovícicas, silúricas y devónicas (Cuencas de Orán, Metán y Alemania).

En las cuencas subandinas de Cuyo y resto de Mendoza, el basamento está integrado por rocas metamórficas y plutónicas precámbricas, plutonitas paleozoicas, sedimentitas marinas, costeras y fluvioglaciales carbónicas, vulcanitas y plutonitas carbónicas y pérmicas.

Una situación similar se registra en la cuenca Neuquina.

En la Patagonia, el basamento comprende rocas metamórficas y plutonitas precámbricas y del Paleozoico superior; rocas débilmente metamórficas, mayormente devónicas; sedimentitas marinas continentales y fluvioglaciales carbónicas y pérmicas; plutonitas carbónicas y efusivas, pérmicas y triásicas, localmente alternando con sedimentitas fluviales y piroclásticas del Triásico Superior.

La formación definitiva de las cuencas subandinas sudamericanas comenzó en el Jurásico inferior, y, sobre todo en zonas próximas a la región andina, este proceso fue concomitante con una intensa actividad magmática, principalmente volcánica relacionada con el arco activo del Pacífico, como resultado de la subducción de la placa Pacífica bajo el Continente Americano.

Este proceso se divide en varios episodios, como resultado de los pulsos tectónicos creados durante la apertura del Atlántico.

## **EVOLUCION TECTOSEDIMENTARIA DE LA REGION SUBANDINA**

### INTRODUCCION

La sedimentación dentro del ámbito Subandino es de carácter predominantemente Miogeosinclinal, en el segmento norte al Sistema Positivo Pampeano Púnico.

Al sur presenta, primeramente, un Graben triásico correspondiente a la cuenca Cuyana y, seguidamente, se pasa a un sistema combinado Mio-Eugeosinclinal desde la cuenca Neuquina hasta el Geosinclinal Magallánico-Malvinas.

Las secuencias sedimentarias pueden agruparse por ciclos, relacionados con eventos tectónicos de carácter regional. A su vez, estos movimientos están vinculados con eventos magmáticos, ya sea intrusivos como extrusivos.

SEDIMENTACION TRIASICO-JURASICA: SU RELACION CON TRANSGRESIONES, REGRESIONES Y ACTIVIDAD MAGMATICA

En gran parte de la zona andina sudamericana se han conservado terrenos jurásicos inferiores, éstos yacen transicionalmente sobre depósitos triásicos, tal como ocurre en las cordilleras costeras del Perú y Chile o en la región extraandina argentina. (Fig. 4)

En cambio, en las zonas subandinas no se ha observado esta relación: los terrenos del Jurásico inferior yacen en discordancia suave o marcada sobre su sustrato, que como se indicó precedentemente, es de diferente edad y litología y predominantemente continental (red beds).

En la cuenca Barinas-Apure, el Triásico-Jurásico está compuesto por depósitos clásticos continentales rojos: las areniscas y conglomerados de la Formación La Quita. Estos terrenos alternan con vulcanitas y piroclásticos.

En la región de Los Llanos los terrenos jurásicos se denominan Formación Girón, cuya litología es arenosa.

Al norte del continente, en el área de Maracaibo, Barina-Apure y Los Llanos, al final del Liásico se produjo una regresión en las cuencas, produciéndose un hiatus sedimentario hasta fines del Neocomiano.

En la cuenca del Putumayo y Oriente, terrenos similares se conocen como Formación Motena; también son areniscas rojas continentales. En la cuenca de Maraión, en parte unida a la anterior, el Liásico comenzó con la acumulación de la Formación Santiago, integrado por lutitas y calizas silíceas, areniscas, material tobáceo y restos de fósiles marinos. Hacia el sur del Perú, estos terrenos pasan a sedimentitas rojas fluviales.

Estos terrenos liásicos llegan sólo hasta el Arco de Fitzcarrald.

La otra región subandina donde encontramos terrenos jurásicos inferiores, es recién la cuenca Neuquina y parte norte de la Patagonia extraandina. Aquí se distinguen terrenos marinos de reducida extensión, restringidos al sur de Mendoza. En

# LIASICO - OXFORDIANO FASE RIFT

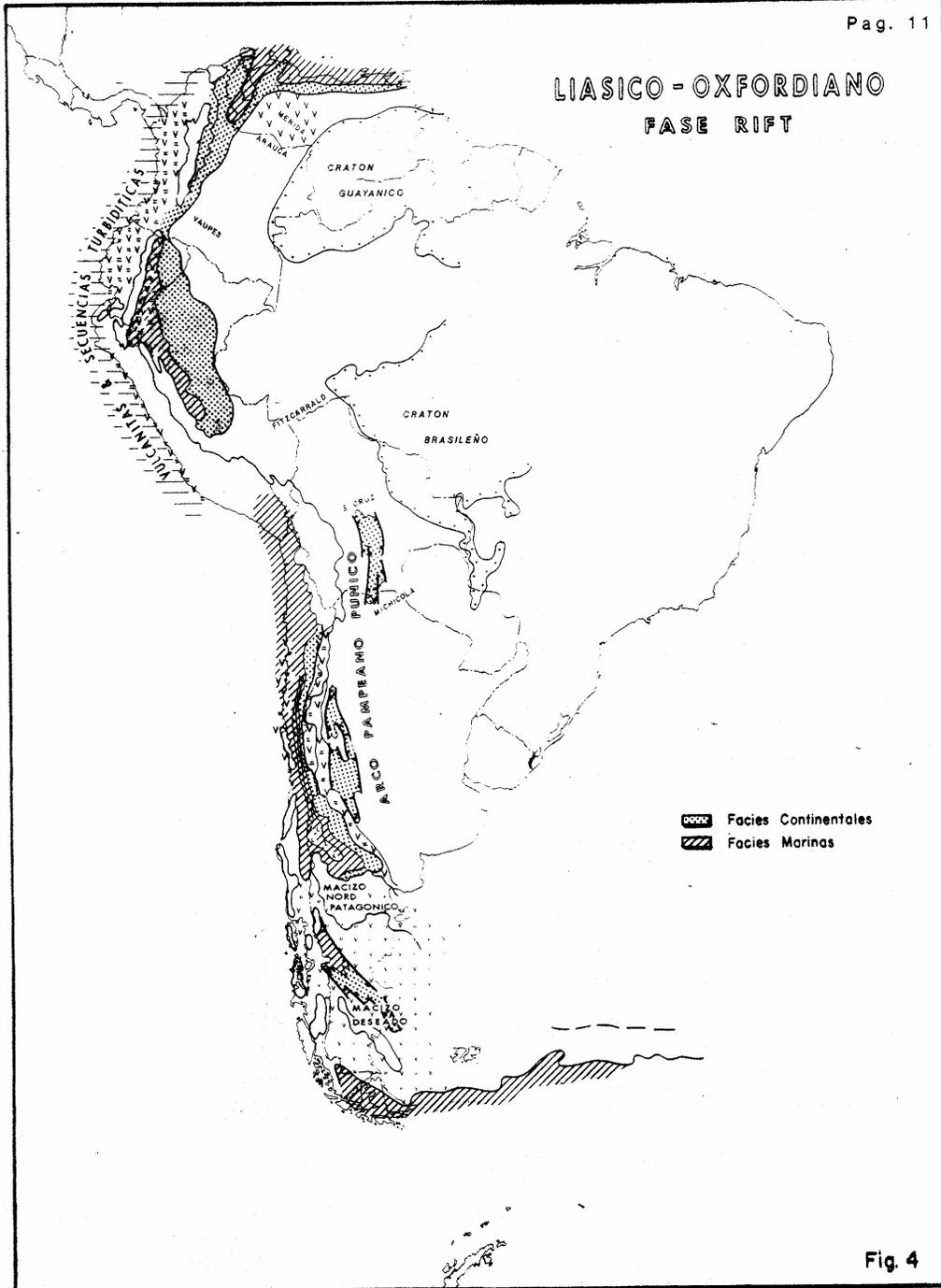


Fig. 4

el resto de la cuenca existieron grabenes, donde se acumularon terrenos continentales en parte rojos (Ciclo Precuyano).

El ciclo sedimentario iniciado en la zona andina en el Triásico superior, y que se extendió a la subandina durante el Liásico inferior, concluyó posiblemente al final del Liásico. Al finalizar este piso, comenzó una nueva transgresión marina.

Entre ambos ciclos se encuentra, por lo tanto, una fase tectónica que produjo inclinaciones suaves en los terrenos liásicos inferiores. Por lo tanto, la siguiente transgresión cubre en discordancia erosiva o débilmente angular a estos terrenos subyacentes.

#### TRANSGRESION LIASICA Y REGRESION CALOVIANA (LIASS-DOGGER) (Fig. 4)

Esta nueva transgresión no está registrada en todas las cuencas subandinas, sino en las Putumayo, Oriente, Marañón y Ucayali (área de Amazonia), en la parte norte del continente desde el sur de Vaupes hasta Fitzcarrald. Al sur, en la Neuquina.

En las primeras dio lugar a la deposición de terrenos clásticos continentales (Formaciones Motema y Chapiza y probablemente las Vulcanitas de Misahuali), mientras que en la cuenca Neuquina se acumularon los depósitos marinos transgresivos de la Formación de Los Molles, seguidos por los regresivos deltáicos de la Formación Lajas.

Por encima de Lajas, en la parte noroeste de la cuenca se encuentran extensos depósitos de yeso, con los que concluye este ciclo. En años recientes se ha comprobado que la regresión comenzó durante el Bathoniano, por reasignarse edades a diversos fósiles.

Este ciclo, denominado Cuyano, concluyó con la fase Sierra de Reyes, ubicada actualmente dentro del Caloviano. Tanto en las cuencas Neuquina como en las de Amazonia del Perú, Ecuador y Colombia, el borde deposicional oriental de este ciclo trasgrede al de los terrenos liásicos.

Su finalización está vinculada a una importante actividad efusiva en todo el continente, tanto en la parte extraandina (Amazonas, Paraná y Patagonia) como en la subandina (efusiones de la Formación Misahuali). En la zona andina, además de la

actividad extrusiva, se registran emplazamiento de plutones.

#### TRANSGRESION DEL CALOVIANO SUPERIOR Y REGRESION OXFORDIANA

Los movimientos intracalovianos (fase Sierra de Reyes) tuvieron expresión en la mayor parte del continente, y son contemporáneos a episodios tectónicos de Asia Oriental, Mar del Norte, etc. Por lo tanto, pueden haber sido las perturbaciones tectónicas más antiguas vinculables con la separación de los continentes africano y sudamericano.

En la cuenca subandina peruana de Oriente, Marañón y Ucayali, se depositó la Formación Sarayaquillo, integrada por areniscas y lutitas rojas, aluviales, y considerada contemporánea a las Formaciones Chapiza y vulcanitas de Misahualli por afinidades litológicas.(Fig. 4)

Por lo tanto, después de la fase Sierra de Reyes, en la única cuenca subandina donde existirían depósitos sedimentarios de tipo marino sería solamente la Neuquina. Los terrenos que en ella se acumularon comenzaron a su base con depósitos continentales, seguidos por terrenos marinos transgresivos (Formación Lotena), de edad Caloviana superior. La transgresión llegó a su máximo durante el Oxfordiano, y dio lugar a la acumulación de pelitas en parte turbidíticas en extensos sectores de la cuenca y, en las zonas marginales, de areniscas o calizas. Durante el Oxfordiano superior comenzó la regresión, que causó la acumulación de depósitos de yeso (Formación Auquilco).(Fig. 4)

En la Patagonia Extraandina los terrenos del ciclo loteniano son principalmente vulcanitas mesosilícicas y ácidas, localmente básicas (Grupo Bahía Laura) con intercalaciones de tobas, tufitas y depósitos clásticos continentales, y, localmente, sedimentos lacustres. Se conocen terrenos lacustres fosilíferos, en parte pelitas bituminosas, tanto del Caloviano como del Oxfordiano. Sólo en la región más austral del continente se observan facies marinas someras y probablemente profundas, en la región del Arco de Scottia (Cumberland y Yaghan).

En las cuencas subandinas del segmento norte del continente (Barinas-Apure, Llanos, Putumayo, Marañón y Ucayali) no se conocen depósitos de esta edad. Debe re-

cordarse que las Formaciones Girón, La Quinta, Motema, Misahuali, Chapiza y Sarayaquillo no han brindado fósiles en sus facies continentales. Por lo tanto, su edad es dudosa. Sobreyacen discordantemente terrenos liásicos y están cubiertos, también en discordancia, por depósitos neocomianos o barremianos. Esto significa que pueden correlacionarse con depósitos lotenianos o cuyanos y también neo jurásicos. En el presente resumen, se ha seguido el criterio de la mayor parte de los autores, de suponerlos básicamente de edad Jurásica Media.(Fig. 4)

#### LOS MOVIMIENTOS ARAUCANOS: INICIACION DE LA FASE GEOSINCLINAL (CICLO ANDICO) KIMMERIDIANO-TITHONIANO

En extensas áreas del continente, con estos movimientos se formaron nuevas áreas de sedimentación, tal como ocurrió con las cuencas tráficas brasileñas. En otras cuencas, como la del Paraná, la sedimentación jurásica continuó sin observarse interrupciones visibles.(Fig. 5)

En las regiones andinas y subandinas, con estos movimientos se producen diferentes situaciones.

Las cuencas subandinas del norte y centro del continente permanecieron como áreas de aporte de sedimentos que sólo se acumularon en la zona andina.

En las cuencas subandinas del noroeste argentino se formaron grabenes aislados, donde comenzaron a acumularse areniscas y conglomerados rojos pedemontanos y de llanura aluvial, en parte intercalados con basaltos: son los terrenos basales del Subgrupo Pirgua.(Fig. 5)

En el graben subandino Cuyanas no se conocen, hasta el momento, terrenos vinculables a la fase Araucana. En las cuencas de Mendoza Norte, Alvear, Bermejo, San Luis y Talampaya la sedimentación pos triásica sólo comenzó una vez iniciado el Cretácico.

En la cuenca Neuquina, en cambio, tras los movimientos araucanos se acumularon sedimentos clásticos rojos, en gran parte pedemontanos: la Formación Tordillo,



que en la zona andina de la cuenca contiene espesas intercalaciones piroclásticas y volcánicas, principalmente andesíticas. Estos terrenos yacen en discordancia levemente angular o erosiva sobre el sustrato oxfordiano, como un manto de arenas basales transgresivas.(Fig. 5)

En la cuenca Austral, la transgresión mesozoica más antigua no data del Tithoniano, sino que comenzó en el Oxfordiano, al igual que en la de las Malvinas Sur. El origen de estas cuencas, por lo tanto, es anterior a los movimientos araucanos. En la parte andina, estos terrenos se intercalan con vulcanitas mesosilíceas y tobas. Los terrenos depositados, donde no hay intercalaciones marinas, son psamitas cuarzosas, aluviales a su base y costeras a marinas someras en la parte media y techo. Se las conoce como Formación Springhill, cuya área de acumulación se extendió progresivamente hacia el este durante el resto del Jurásico y probablemente la mayor parte del Neocomiano. Estos también serían los elementos representantes de las arenas basales transgresivas, correspondientes a este evento regional.

#### LAS CUENCAS SUBANDINAS DURANTE EL TITHONIANO

Terrenos marinos tithonianos en las cuencas subandinas del norte del continente se conocen solamente en la cuenca de Los Llanos: son lutitas verdes oscuras y negruzcas marinas, fosilíferas, pertenecientes a la Formación Cáqueza, desarrollada principalmente en la zona andina del Valle del Magdalena. La formación de esta cuenca, por lo tanto, puede ser resultado de una fase tardía de los movimientos araucanos.

En la cuenca Neuquina, el Tithoniano comenzó con una marcada subsidencia, que dio lugar a la acumulación de lutitas y margas negras bituminosas: la Formación Vaca Muerta, cuya área de deposición abarcó casi toda la cuenca.(Fig. 6)

En la cuenca del Golfo de San Jorge, probablemente los terrenos pos Araucanos más antiguos, consistentes en lutitas oscuras lacustres, son tithonianos. Asimismo, durante este período se acumularon lutitas oscuras en la porción andina

de la cuenca Austral, en parte turbidíticas. Una situación similar se presenta en la cuenca de las Malvinas.

#### MOVIMIENTOS ECOTECTONICOS: LA FASE INFRANEOCOMIANA (Fig. 6)

Con el comienzo del Cretácico se registró actividad magmática en extensas regiones del continente, tanto en la parte andina como en la extraandina. Esta actividad está ligada a cambios sedimentarios y al comienzo de sedimentación en algunas cuencas cuyanas. Se la conoce como fase Infraneocomiana o Catán Lil, por estar vinculada a importantes cambios sedimentarios en la cuenca Neuquina y su extensión externa en Chile y Perú.

En el segmento norte del continente dio lugar a la subsidencia de la cuenca de Los Llanos, que durante el Neocomiano extendió su área de sedimentación.

En la región Cuyana se interpreta que comenzó un período de extrusiones basálticas (Cuenca de Alvear, Mendoza Norte y San Luis) seguido por la acumulación de terrenos clásticos rojos de llanura aluvial.

En las cuencas subandinas del noroeste argentino, continuó la acumulación de depósitos rojos pedemontanos y aluviales, con algunas efusiones basálticas.

En la cuenca Neuquina, el Cretácico comenzó con un retroceso del mar y la acumulación de areniscas continentales y costeras en los bordes de cuenca, y de plataforma en gran parte de la cuenca. En la porción del sur de Mendoza, se desarrolló una extensa plataforma calcárea (Fm Chachao).

En las cuencas Austral y de las Malvinas, continuó la acumulación de las areniscas Springhill en el borde opuesto de la zona andina, y de pelitas de plataforma hacia el interior de la cuenca, gradando a turbiditas en las vecindades de la zona andina.

#### LA FASE SUPRA NEOCOMIANA

Principalmente, está registrada en la cuenca Neuquina, donde se produjo una elevación de extensas áreas de sedimentación, dando lugar a la formación de depósitos aluviales o costeros que sobreyacen los marinos del Cretácico basal. Además, en algunas zonas se registran estructuras indicadoras de deposición sub-área: grietas de desecación, superficies de erosión, etc. Esta fase, hasta el momento, no está registrada en otras cuencas subandinas, salvo por manifestada actividad volcánica (como en la cuenca de Mendoza Norte, en las Sierras Pampeanas argentinas y en las cuencas del Noroeste argentino).

En la parte extraandina del continente, durante el Valanginiano también se registró actividad magmática, como en la cuenca Paranaense y en la de Amazonas.

#### CAMBIOS SEDIMENTARIOS Y FASES TECTONICAS POST BARREMIANOS, ALBIANO Y APTIANO (FASE MIRANO INICIAL DE LOS MOVIMIENTOS PATAGONIDICOS) (Fig. 6)

Con el Barremiano comenzó un nuevo período de actividad distrófica, tanto en la parte andina, como en la subandina y extraandina del continente. Se incrementó la actividad magmática, tanto intrusiva (batolitos en la zona andina) como extrusiva del arco volcánico.(Fig. 6)

En las cuencas subandinas del sector norte del continente a partir del Barremiano comenzó un nuevo período de subsidencia, que dio lugar a la deposición de secuencias arenosas transgresivas, continentales a la base, costeras más arriba y marinas hacia el techo. Estas areniscas son casi contemporáneas: Formación Río Negro en la cuenca Barinas-Apure y Formaciones Ubaque en la de Los Llanos, Caballos (Putumayo), Hollín (Oriente), Cushabatay (Marañón), Ucayali , Madre de Dios y Ben (Beni).(Fig. 6)

La sedimentación marina comenzó durante el Aptiano en la cuenca de Barinas-Apure y de Los Llanos, y se extendió hacia el sur durante el Albiano hasta alcanzar el alto de Macarena y Plataforma de Vaupes.

### CRETACICO MEDIO ALBIANO - APTIANO

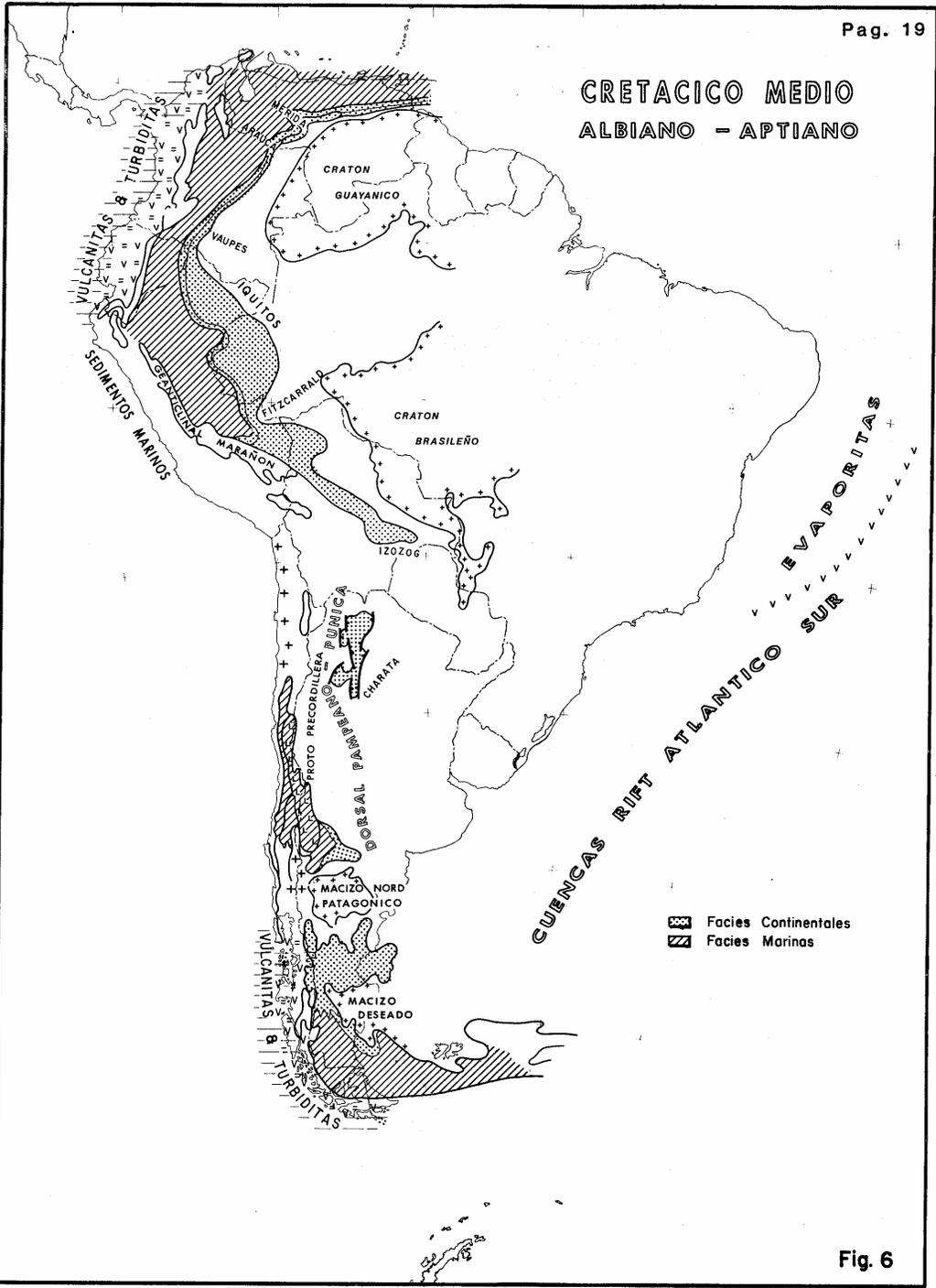


Fig. 6

En Amazonia, entre Vaupes y Fitzcarrald, la transgresión marina se inicia en el Barremiano/Aptiano penetrando casi libremente desde el oeste, vale decir, transgresión Pacífica en contraste con la Caribeana en la región de Maracaibo, Barinas-Apure y Los Llanos.

Al sur de Fitzcarrald, la sedimentación prevalece en condiciones continentales y/o estuariales.

Así, en la cuenca del Beni la acumulación comenzó hacia el Cretácico superior. Por otro lado, en la cuenca de Santa Cruz durante el Aptiano y el Albiano se registró sólo actividad volcánica.

Estas areniscas mesocretácicas varían sus características. En las cuencas venezolanas, se presentan como areniscas calcáreas (Fm Apon), en parte glauconíticas, gris verdosas, alternantes con pelitas negras carbonosas y escasas calizas.

En la cuenca de Los Llanos los depósitos arenosos (Fm Ubaque), que yacen sobre lutitas neocomianas, consisten en areniscas blancas, cuarzos, y lutitas carbonosas, sobre las que yacen areniscas marinas aptianas y albianas, blanquecinas, grises, con escasas intercalaciones de pelitas oscuras. Son terrenos de plataforma somera.

En la cuenca de Putumayo, la arenisca basal cretácica (Formación Caballos) es de litología muy similar a la recién mencionada, al igual que la de Marañón, pero ambas areniscas que contienen restos de plantas, se interpretan como de llanura aluvial a costeras. Están cubiertas por calizas marinas de plataforma, cuya acumulación comenzó probablemente en el Cenomaniano (Formaciones Napo Basal y Raya-Esperanza).

En las cuencas del Ucayali y Madre de Dios, el Aptiano comenzó con la deposición de areniscas aluviales a costeras (Formación Cushabatay) integrada por areniscas blanquecinas y grises entrecruzadas, que pasan hacia arriba a areniscas lutitas y calizas marinas, generalmente negruzcas, glauconíticas (Formaciones Esperanza y Raya) asignadas al Albiano (Grupo Oriente).(Fig. 6)

Durante el Barremiano se produjo una regresión en la cuenca Neuquina, después

de la breve subsidencia producida en grandes sectores de la cuenca durante el Valanginiano superior y Hauteriviano. Ya en el Barremiano superior comenzaron a acumularse evaporitas (Formación Huitrín) que se desplazaron hacia el norte durante el Aptiano. La deposición de esta secuencia evaporítica, que alterna con areniscas y wackes rojas, continuó hasta el Albiano, cuando se interrumpió, debido a otra fase tectónica, ocurrida aproximadamente en el límite Aptiano-Albiano. La sedimentación probablemente no se reanudó hasta el Campaniano, con la acumulación de la secuencia de llanura aluvial conocida como Grupo Neuquén.

La fase Mirano Inicial, en la cuenca del Golfo de San Jorge y de Río Mayo, está relacionada con el cambio de condiciones sedimentarias registrado al techo de la Formación D-129: de condiciones lacustres se pasó gradualmente a una llanura aluvial y deltaica, probablemente endorreica (Fm Castillo y Apeleg). Los depósitos lacustres quedaron restringidos a la parte central de la cuenca. Comenzó así la acumulación de la Formación Mina del Carmen y unidades equivalentes, ricas en materiales piroclásticos, como consecuencia de un incremento de la actividad magmática en la región cordillerana.

En la mayor parte de la cuenca Austral la fase Mirano Inicial está vinculada a la formación de una plataforma calcárea, que dio lugar a la Formación Nueva Argentina (margas verdes), plataforma que perduró hasta finalizar el Albiano. En la parte norte y oeste de la cuenca se acumularon terrenos predominantemente pelíticos. Una situación similar parece registrarse en la cuenca de las Malvinas.

Al finalizar el Albiano, se produjo un nuevo episodio tectónico que afectó gran parte del continente: la fase Mirano Principal de los movimientos Patagónicos.

#### EVOLUCION DE LAS CUENCAS DURANTE EL CENOMANIANO-SANTONIANO (FASE MIRANO PRINCIPAL Y LA PERUANA)

En las cuencas del sector norte del continente hasta el área Marañón y Ucayali, la fase Mirano Principal dio origen a plataformas calcáreas.(Fig. 7)

En la cuenca Barinas-Apure se acumularon calizas intercaladas con lutitas negras (Fm Escandalosa), alternan con areniscas en parte glauconíticas, blanquecinas o marrones, que se incrementan en proporción hacia el borde de cuenca, indicando depósitos costeros y de llanura aluvial en las zonas adyacentes al cratón guayánico (Formaciones La Morita y Quevedo).

En la cuenca de Los Llanos las calizas alternan con lutitas grises, ferruginosas, en parte bituminosas (Formación Gacheta) con una zona de areniscas glauconíticas de edad Coniaciana.(Fig. 7)

En las cuencas Putumayo y Oriente los depósitos de este período son predominantemente calizas y marinos (Formaciones Villeta y Napo, respectivamente) alternantes con lutitas negras y algunas areniscas grises o blanquecinas, glauconíticas.

Hacia el sur, al pasar a las cuencas de Oriente y Ucayali, estos depósitos calcáreos (Formación Chonta) sufren un reemplazo lateral por areniscas blancas o grises (Formación Agua Caliente) de ambiente predominantemente costero.

Más al sur, en la cuenca del Beni, la subsidencia probablemente comenzó a manifestarse a fines del Cenomaniano, y dio lugar a la acumulación de la arenisca Es-labón y Bala, rojas o marrones, con estratificación entrecruzada, de ambiente continental y las lutitas lagunares de la Formación Flora.

En las cuencas de Santa Cruz y del noroeste argentino continuó la deposición de las areniscas continentales del Subgrupo Pirgua.

En la primera se acumularon las Formaciones Peña Blanca y Elvira, esta última asignada al Turoniano. Consisten en areniscas blanquecinas, rojas y grises, en parte entrecruzadas. Al techo de éstas se encuentra el basalto Entre Ríos; relacionable con la fase Peruana.

En las cuencas del noroeste argentino se acumularon las Formaciones Las Curtiembres y Los Blanquitos del Subgrupo Pirgua, en parte contemporáneas. La primera es en parte pelítica (pelitas amarillentas) mientras que Los Blanquitos está formada por areniscas rojas y rojizas. Ambas son Formaciones de ambiente pedemontano y aluvial (cauces entrelazados y llanura aluvial).

Al finalizar el período, también se produjeron efusiones basálticas que, como en la cuenca anterior, indican la fase Peruana.

# SENONIANO CENOMANIANO-SANTONIANO

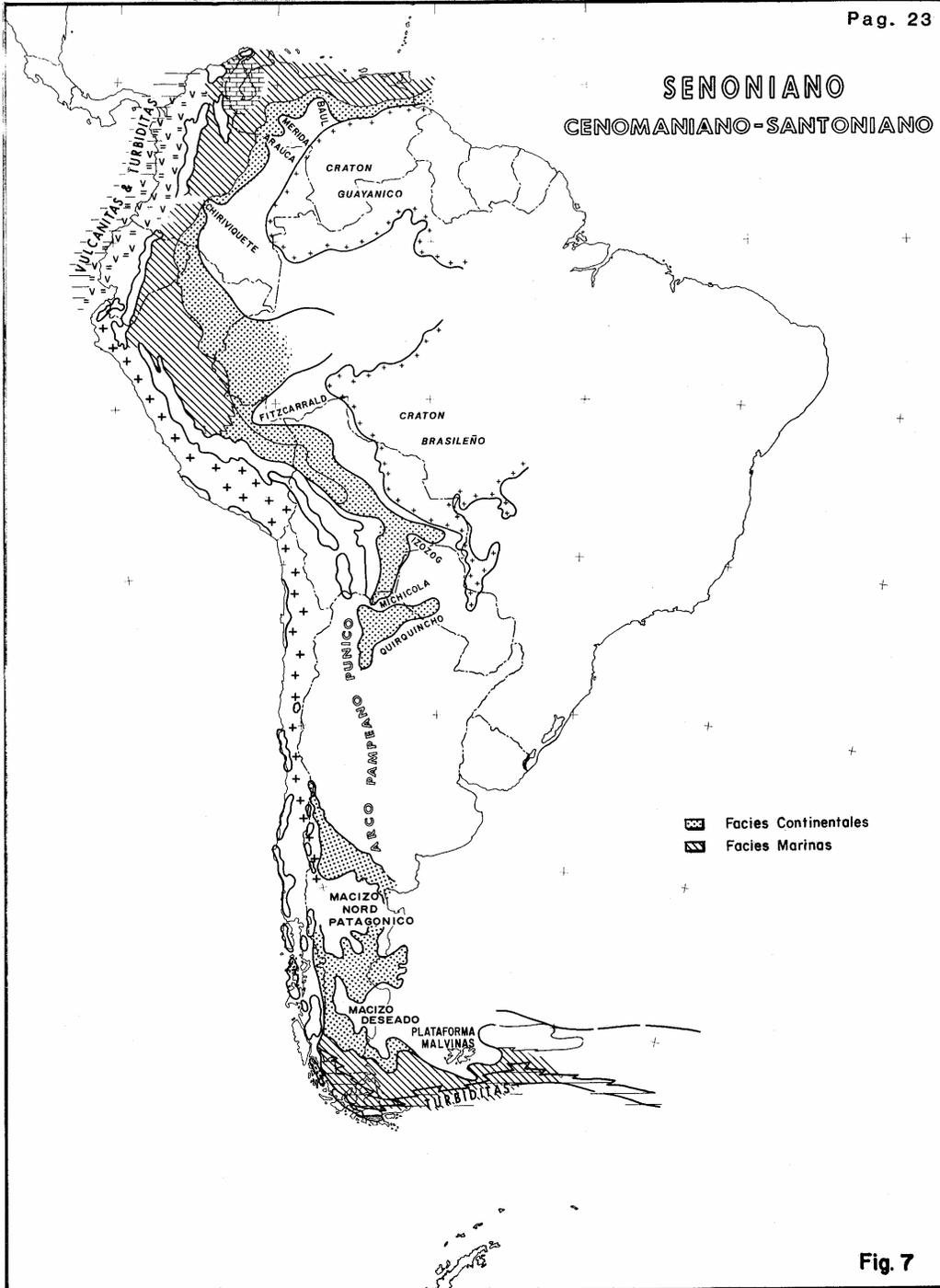


Fig. 7

En la zona subandina del oeste argentino, la fase Mirano Principal estaría registrada por efusiones basálticas en la cuenca de Talampaya, pero no se conocen sedimentos del Cenomaniano hasta el Campaniano, al igual que en la cuenca Neuquina.

En la cuenca del Golfo de San Jorge, durante este período se acumularon los sedimentos de llanura aluvial, cuyas areniscas son portadoras de hidrocarburos: Formaciones Comodoro Rivadavia y equivalentes. A partir de la fase Mirano Principal se produjo un incremento del área deposicional, y estos terrenos pasan al oeste a incrementar su contenido piroclástico.

En la Cordillera patagónica, se interpreta que durante el lapso que consideramos se emplazó la mayor parte del batolito andino.(Fig. 7)

En la cuenca Austral continuó la deposición de pelitas de plataforma (Formación Arroyo Alfa) que hacia la parte norte contienen intercalaciones de areniscas (Formación Piedra Clavada) de plataforma somera a costeras.

Al comenzar la fase Peruana, se produjeron cambios sedimentarios en la zona subandina de todo el continente, actividad magnética, pero todavía no se registran indicaciones de tectonismo compresivo.

#### LOS MOVIMIENTOS SUBHERCINICOS (O PERUANOS) Y LA SEDIMENTACION CAMPANIANA

La información disponible sugiere que estos movimientos se produjeron entre 82 y 78 m.a. atrás. En general, produjeron subsidencia, especialmente en la parte extraandina, como en la cuenca amazónica, donde comenzó la acumulación de terrenos continentales (Formación Alter de Chao), después de un hiato que muy probablemente llega al Paleozoico superior.

En las cuencas subandinas, los efectos de la fase Peruana no fueron uniformes.

En la cuenca Barinas-Apure la sedimentación campaniano-maastrichtiana fue marina de plataforma: calizas y lutitas negras, marinas, con intercalaciones arenosas. Pasan lateralmente a areniscas grises glauconíticas (Formación Burguita). Hacia el borde cretónico se registra una superficie de erosión al techo del Cretácico, probablemente producida por una fase tardía de los movimientos larámicos. Hacia el norte, en cambio, estos terrenos pasan transicionalmente a areniscas glauconíticas terciarias.

En la cuenca de Los Llanos, los terrenos pelíticos santonianos pasan transicionalmente a areniscas blanquecinas y amarillentas (Formación Guadalupe) cuya deposición continúa durante el resto del Cretácico y Paleoceno. Se interpreta esta sucesión como costera y aluvial.(Fig. 8)

En la cuenca de Putumayo, con la fase Peruana comenzó la acumulación de la Formación Rumiayaco y Fm Neme, constituidas por areniscas y lutitas rojizas, marrones y amarillentas, de ambiente costero a marino somero. La deposición de estos terrenos continuó sin interrupciones el resto del Cretácico y se prolongó hasta el Paleoceno medio.

Una situación similar se da en la cuenca de Oriente, con la acumulación de la Formación San Fernando, integrada por arcilitas, limolitas y areniscas muy finas rojas y marrones, con concreciones calcáreas y niveles evaporíticos. Se trata también de una sucesión regresiva a la base y continental en el resto de la columna (Formación Tena).

Durante el Campaniano y Maastrichtiano se extendió el área deposicional hacia el cratón guayánico y la deposición se interrumpió durante el Eoceno medio (Formación Tiyuyaco), probablemente a causa de un episodio vinculable a la fase Incaica.

En las cuencas Oriente, Maraón, Ucayali y Madre de Dios a partir del Campaniano se depositó la Formación Vivian, y sucesiva a las facies marinas someras de Cachiyacu. Ambas son areniscas costeras y aluviales, blancas, como también lutitas de carácter nerítico o amarillentas. Esta sedimentación arenosa concluyó al comenzar el Maastrichtiano y probablemente como consecuencia de los movimientos de la primera fase Larámica, sufren una erosión parcial dando luego lugar a la deposición de capas rojas continentales.(Fig. 8)

En cambio, en la cuenca del Beni se han determinado sedimentos de este período, predominantemente continentales, a partir del Maastrichtiano, Formaciones Bala y Quequen de carácter arenoso (areniscas entrecruzadas fluviales).

En las cuencas subandinas del noroeste argentino los movimientos Peruanos produjeron una marcada subsidencia, que trajo como consecuencia la coalescencia de varios depocentros y la expansión del área deposicional hacia el Chaco paraguayo, debido a la formación de un Graben limitado por fallas casi perpendiculares a las cadenas andinas.

En la región subandina centro occidental argentina, se puede adjudicar a la fase Peruana la formación de nuevos depocentros, donde se acumularon secuencias de llanura aluvial, rojas a la base y verdes arriba, tales como la Formación Lagarcito de San Luis occidental.

Igualmente en la cuenca Neuquina se atribuye a estos movimientos el comienzo de la deposición de los sedimentos aluviales del Grupo Neuquén, que continuó hasta el Maastrichtiano.

En la cuenca del Golfo de San Jorge, la fase Peruana elevó la parte occidental, donde no se registra deposición, pero continuó la subsidencia en la oriental, donde se acumuló una secuencia aluvial, en parte lacustre con estratos carbonosos a su techo (Formaciones Yacimiento Trébol y Meseta Espinosa).

En la cuenca Austral continuó la deposición de pelitas en la parte atlántica (Formación Cabeza de León) probablemente con una superficie de erosión o no deposición a su base en algunas zonas. En la parte occidental se depositaron sedimentos arenosos, marinos de plataforma, areniscas grises o verdosas, en parte glauconíticas. En algunas áreas próximas al borde andino se asigna edad Campaniana a depósitos turbidíticos (Formación Cerro Toro). Al finalizar el Campaniano, se generalizan en la cuenca los depósitos arenosos molásicos (Formación C. Cazador).

# PALEOGENO MAASTRICHTIANO - EOCENO

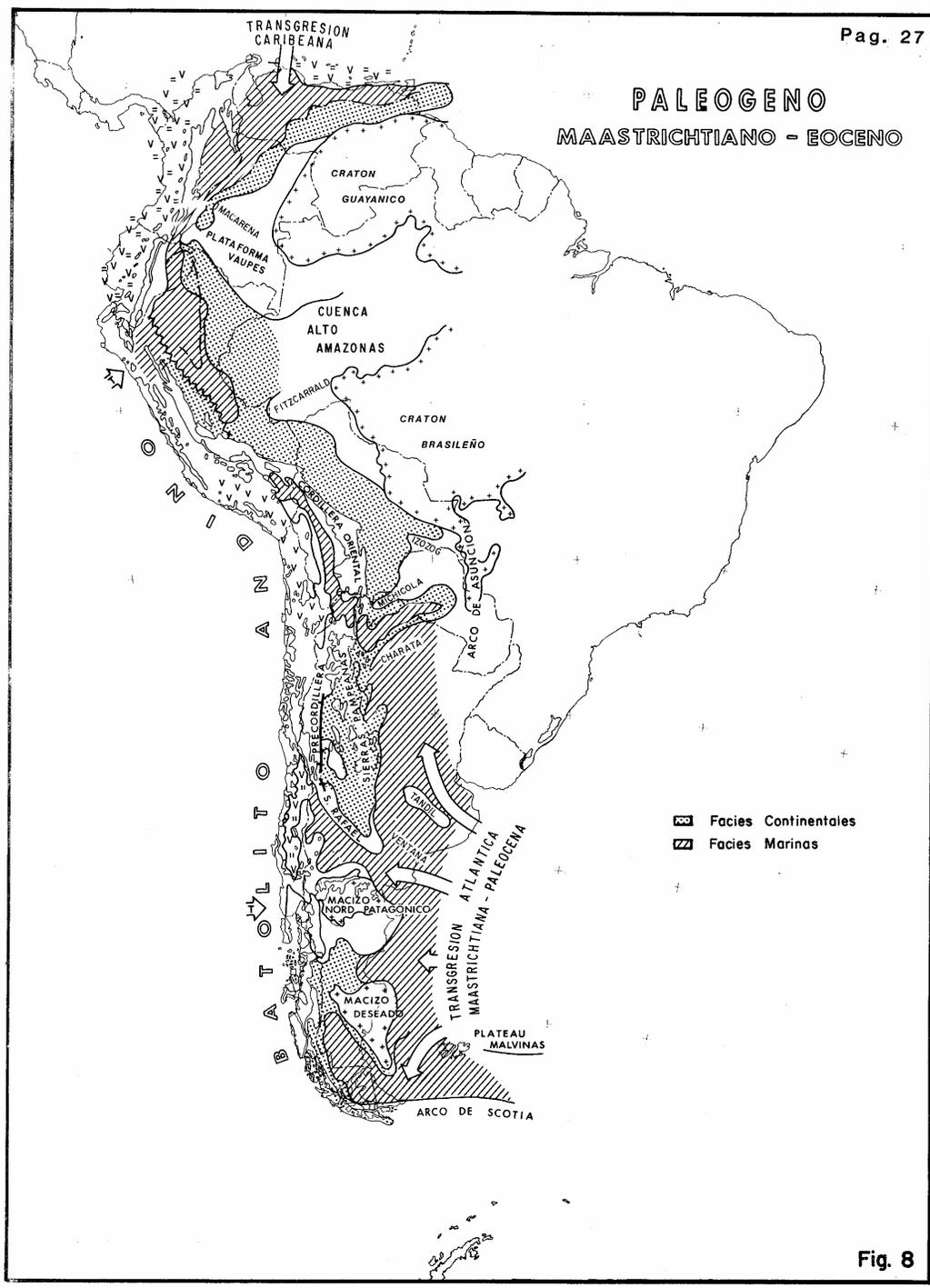


Fig. 8

### LAS FASES LARAMICAS Y EL PASE AL TERCIARIO

Al final del Campaniano se produjo el primer movimiento de la fase Larámica, que dio lugar a importantes cambios paleogeográficos en el continente. La actividad magmática se restringió, principalmente a las Cordilleras Occidentales y zona atlántica.

En las cuencas subandinas del norte del continente no se registran cambios sedimentarios importantes en la sedimentación (Barinas-Apure, Los Llanos).

En cambio, se presenta un cambio de la sedimentación arenosa a pelítica en partes de las cuencas de Putumayo, Oriente, Marañón, Ucayali y Madre de Dios. En las primeras se acumuló durante el Maastrichtiano las pelitas Cachiyacu, grises, con evaporitas, de ambiente nerítico a costero. Las mismas pasan lateralmente a las partes altas de las areniscas de Vivian y capas rojas de Huchpayacu, cuya acumulación continuó hasta el Eoceno medio, cuando se interrumpió, probablemente, a causa de los movimientos Incaicos. En la cuenca de Madre de Dios se depositó la Formación Huayabamba, consistente en pelitas grises y rojas. Esta unidad continuó depositándose hasta el Eoceno, y en su techo hay una superficie de erosión, probablemente debida también a la fase Incaica.

Los movimientos Larámicos produjeron subsidencia en la cuenca del Beni, dando lugar a la deposición de las Formaciones Bala y Quequende, secuencia arenosa roja aluvial, con conglomerados en su parte inferior. En cambio, en la cuenca de Santa Cruz se depositaron, durante el Maastrichtiano, calizas, areniscas y algunas pelitas grises y blanquecinas: la Formación Suratu, sobre quien yacen las capas rojas de las Formaciones Cajones y Borriga.

En las cuencas subandinas del noroeste argentino, con el Maastrichtiano se acentúa la subsidencia y se acumula la Formación Lecho, integrado por areniscas calcáreas amarillentas y blanquecinas, cubiertas transicionalmente por calizas y dolomitas grises y amarillentas (Formación Yacoraité), o lutitas negruzcas con evaporitas (Formación Olmedo). Estos terrenos son marinos, probablemente un mar cerrado que se extendió hasta la zona del lago Titicaca (Formación Puca).

Al sur, la cuenca Neuquina experimentó una ingresión marina de origen atlántico, durante el Maastrichtiano, que depositó lutitas verdosas y evaporitas. Con oscila-

ciones, continuaron depositándose terrenos marinos durante el Paleoceno (Formación Roca). Similar ingresión cubre parte de la cuenca Chaco-Paranaense, llegando casi hasta el norte argentino.

Los efectos de la subsidencia maastrichtiana se han reconocido también en la cuenca del Golfo de San Jorge, donde se produjo una ingresión marina en su parte occidental, dando lugar a la acumulación de la Formación Lefipán: lutitas tobáceas y areniscas verdosas, blanquecinas y amarillentas. En la parte este de la cuenca no se registró sedimentación durante este período.

En la mayor parte de la cuenca Austral, se acumularon sedimentos arenosos generalmente glauconíticos, de plataforma somera que pasan a facies costeras en las vecindades de la cordillera andina.

Fue así el Maastrichtiano una fase tectónica que en la mayor parte de las cuencas subandinas causó subsidencia que dará lugar al inicio de una espesa secuencia continental durante el Terciario. (Fig. 8)

Al final del Maastrichtiano, en la cuenca Barinas-Apure dio lugar a una interrupción de la sedimentación y erosión de parte de los terrenos cretácicos. Solamente después de la fase Incaica se reanudó la sedimentación por ingresiones marinas de la región caribeña, comenzando con la deposición de la Formación Gobernador, consistentes en areniscas grises y marrones, glauconíticas, con intercalaciones de pelitas, en parte carbonosas.

En Los Llanos, a las facies continentales y costeras de las areniscas de Guadalupe y Barco, y pelitas de Formación Los Cuervos, le siguen luego de un ciclo erosivo las facies marinas terciarias.

En las cuencas del Putumayo, Oriente, Marañón, Ucayali y Madre de Dios no se registró esta segunda fase marina larámica, y la sedimentación continuó sin cambios significativos durante el Paleoceno y Eoceno inferior con algunas pequeñas incursiones someras, como las lutitas de Pozo.

En la cuenca del Beni continuó la deposición de la Formación Quequende durante el Paleoceno, interrumpiéndose probablemente al comenzar el Eoceno. Se produjo así una superficie de erosión y la acumulación de sedimentos se reanudó recién después de la primera fase Incaica, a fines del Paleoceno, con las Formaciones Bala, Quequende y Charqui, integrada por areniscas rojas de llanura aluvial.(Fig. 8)

En cambio, en la cuenca de Santa Cruz, la Formación Cajones pasó transicionalmente al comenzar el Paleoceno a la Formación Bororiga, de litología similar a la Formación Bala. Esta unidad llega al Eoceno superior y está cubierta por terrenos de la Formación Yecua y de la que está separada por una superficie de erosión, causada por la fase Incaica.

Los terrenos de este ciclo sedimentario en el Noroeste argentino forman el subgrupo Santa Bárbara, integrado por lutitas, margas, areniscas finas y calizas rojizas, marrones o violáceas en su parte inferior (Fm Mealla), verdes o grisáceas en la parte media (Formación Maíz Gordo), y nuevamente rojas en la superior (Formación Lumberas). Este subgrupo se depositó durante el Paleoceno y la mayor parte del Eoceno, y en su techo existe una discordancia causada también por la fase Incaica.

La sedimentación terciaria en las cuencas de la región Cuyana no comenzó hasta el Eoceno, cuando se depositó una secuencia de areniscas y pelitas rojas con evaporitas (Formación Divisadero Largo). A la base se encuentran generalmente conglomerados y areniscas gruesas.

En la cuenca Neuquina, el Paleoceno está formado por lutitas y evaporitas, con algunas calizas, verdosas, grises o amarillentas: la Formación Roca, sobre la que se depositaron, ya en el Paleoceno superior y Eoceno, terrenos de llanura aluvial, generalmente rojos o marrones a la base (Formación Pircala y equivalentes) y verdes hacia el techo (Formación Coihueco). La deposición de estos terrenos finalizó con la fase Incaica, que dio comienzo a un período de intensas efusiones andesíticas, en el Eoceno superior y Oligoceno.

En la cuenca del Golfo de San Jorge, con el comienzo del Cenozoico, se produjo la primera ingresión atlántica, que dio lugar a la deposición de la Formación Salamanca, integrada por areniscas calcáreas gris verdosas o blanquecinas, glauconíticas, con una intercalación de lutitas verdosas en el medio. La regresión se

produjo en el Paleoceno superior, dando lugar a la acumulación de una unidad clástica aluvial, la Formación Río Chico, cubierta a su vez por tobas y tufitas portadoras de restos de mamíferos (Formación Sarmiento) de edad Eocena. La acumulación de esta Formación finaliza con efusiones basálticas, en general de edad Oligoceno-Miocena. Por encima se encuentran sedimentitas marinas, clásticas, la Formación Patagonia, a la que también se adjudica esta edad.

En la cuenca Austral durante el Paleoceno se acumularon areniscas grises, blancas o verdosas, calcáreas o glauconíticas, costeras o de plataforma, salvo en la parte occidental donde comenzaron a depositarse sedimentos parállicos carbonosos. Por encima de estos terrenos yacen sedimentos costeros y parállicos en casi toda la cuenca, que gradan a fluviales. (Fig. 8)

En varios sectores próximos a la Cordillera, la fase Incaica está expresada por cambios sedimentarios y la extrusión de basaltos, aproximadamente al finalizar el Eoceno. Posteriormente a esta fase una transgresión generalizada cubrió casi toda la cuenca, dando lugar a la acumulación de la Formación Centinela y equivalentes: areniscas y tufitas amarillentas, durante el Oligoceno. En algunas zonas próximas a la Cordillera persistió la acumulación de estratos carbonosos (Formación Loreto).

#### LAS CUENCAS SUBANDINAS CON POSTERIORIDAD A LOS MOVIMIENTOS INCAICOS

A partir del Eoceno superior, continuaron acumulándose sedimentos marinos de plataforma en las cuencas de Barinas-Apure (Formación Gobernador y Pagüey), Los Llanos (pelitas grises de la Formación Mirador y Carbonera), Putumayo (areniscas blanquecinas y pardas, fosilíferas y glauconíticas de la Formación Pepino) y Pastaza (areniscas glauconíticas de las Formaciones Tiyuyacu-Chalcana).

Estas últimas Formaciones, hacia la cuenca amazónica pasan lateralmente areniscas rojas y pardas continentales (parte de las Formaciones Alto do Chao y Pebas) en territorio brasileño.

Hacia el sur también las capas post Eocenas son secuencias clásticas rojas. En la parte sur de la cuenca de Marañón estas secuencias tienen, en su parte media,

una intercalación de lutitas grises, verdosas y violáceas, de fácies marinas muy someras o de agua salobre (Formación Pozo) de edad Oligocena. En las cuencas Ucayali y Madre de Dios, predominan las capas rojas (Grupo Ipururo): areniscas y lutitas rojas, marrones y violáceas, cuya edad llega probablemente hasta el Mioceno.

Igualmente en las cuencas del Beni, Santa Cruz y cuencas del Noroeste argentino comenzó la deposición de capas rojas, de llanura aluvial o pedemontanas (Formaciones Chaco, Petaca, Grupo Orán, etc) que continuaron acumulándose durante el resto del Terciario.

En la región Subandina cuyana, a partir del Eoceno superior o del Oligoceno inferior, con posterioridad a los movimientos incaicos comenzó a acumularse una nueva sucesión pedemontana en la zona andina y aluvial hacia el este. También son capas rojas o marrones, con un conglomerado a la base y, en algunas zonas, intercalaciones de areniscas entrecruzadas eólicas, asignadas al Terciario medio. Estos terrenos se conocen como Grupo Calchaquí y hacia el sur comienzan a tener de andesita y basaltos oligocenos y miocenos. Esto ocurre también en partes de la cuenca Neuquina, mientras que en la mayor parte de ésta la deposición terciaria fue muy restringida, dando lugar a estratos rojos en el centro y norte, y a areniscas y tobas con rodados basálticos en el sur.

Ya se mencionó que durante el Oligoceno y parte del Mioceno se registró una transgresión que cubrió grandes áreas de la Patagonia extraandina, incluyendo las cuencas del Golfo de San Jorge y Austral (Formaciones Patagonia y Centinela). Durante el Mioceno se produjo una regresión, vinculada a episodios de la fase tectónica Pehuenche, cuya mayor intensidad ocurrió a fines del Oligoceno o principios del Mioceno. Probablemente con esta fase comenzaron los movimientos compresivos en las Cordilleras orientales del continente, los que se acentuaron con la fase Quechua, ocurrida al final del Mioceno y que plegó los terrenos en los sectores occidentales de las cuencas subandinas y, en las venezolanas y parte de las colombianas, los bordes septentrionales de las mismas.