

**EL TITONICO INFERIOR MARINO EN LA PROVINCIA
DE TARAPACA Y CONSIDERACIONES SOBRE EL
ARQUEAMIENTO CENTRAL DE LOS ANDES**

Por

GIOVANNI CECIONI



COMUNICACIONES DE LA ESCUELA DE GEOLOGIA

Año 1 Número 3

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

SANTIAGO DE CHILE

JUNIO, DE 1961

19p.



Giovanni Cecioni

EL TITONICO INFERIOR MARINO EN LA PROVINCIA DE TARAPACA
Y CONSIDERACIONES SOBRE EL ARQUEAMIENTO CENTRAL
DE LOS ANDES

EL TITONICO INFERIOR MARINO EN LA PROVINCIA DE TARAPACA
Y CONSIDERACIONES SOBRE EL ARQUEAMIENTO CENTRAL DE
LOS ANDES *

por Giovanni Cecioni

Dedicado a la Memoria de Walter Biese

RESUMEN

Hasta la fecha se había reconocido en la Provincia de Tarapacá el Oxfordiano como Jurásico más alto; ahora se señala la presencia del Kimeridgiano y del Titónico inferior. El Yeso Principal parece todavía más joven del Sur a Norte.

El Titónico inferior entre Tarapacá y el Norte del Perú se depositó con facies regresivas durante el solevantamiento precursor de la Orogénesis Nevadiana; en las partes restantes de los Andes, el Titónico inferior se depositó con facies transgresiva correspondiente a la gran transgresión pacífica titónico-neocomiana. En estas partes no se han reconocido indicios de la Orogénesis Nevadiana: se verificaron más bien extensos movimientos epirogenéticos.

La Orogénesis Nevadiana se observa exclusivamente en las Provincias de Tarapacá y Antofagasta y en el Perú: parece que la parte central del Cratón Brasileño se hubiera desplazado hacia el SW, produciendo en sus extremos dos conjuntos de fallas con notable desplazamiento total horizontal según el sentido del movimiento del Cratón.

* Comunicación publicada con el permiso de la EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO, Santiago de Chile.

INTRODUCCION

Después de haber dado a conocer con el colega F. García A. (Cecioni y García, 1960) los resultados de nuestros levantamientos en el Norte Grande, los señores J. Alvarez B. y M. Marino P., geólogos de ENAP, colectaron varias faunas con amonites típicos del Titónico inferior en el área de Pampa Perdiz y de Huantajaya, inmediatamente hacia el oriente de Iquique.

Estos hallazgos permiten hoy adelantar bastante los conocimientos de la Geología de esta parte de Chile, y llegar a una hipótesis de trabajo, paleogeográfica, la cual representará una guía para los trabajos ulteriores que se efectúen en el Norte Grande.

A la presente nota se acompaña una lámina estructural, así como una lámina paleontológica. Los varios lugares geográficos mencionados en el texto, y que no aparecen en la lámina, podrán ser ubicados en los mapas publicados por los varios autores citados en la bibliografía.

Deseo agradecer públicamente a la Gerencia de la EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO, la cual permitió la presente publicación y para la cual trabajé en levantamientos geológicos en los años 1957-59 en el Norte Grande. Deseo agradecer además a los señores H. Fuenzalida V., F. García A. y C. Mordojovich K., con los cuales he tenido discusiones constructivas.

ARGOVIANO Y RAURACIANO

La fauna más alta del Jurásico, colectada en la Cordillera de la Costa de la Provincia de Tarapacá había indicado el más alto Oxfordiano y exactamente la zona del *transversarium* (Argoviano); en la Cordillera de los Andes, en la Quebrada Piscala y Maní, fué encontrada una faunula que examinada por el Sr. Tavera, parece indicar una edad algo más joven (Cecioni, y García, 1960).

Muy recientemente los Srs. J. Alvarez y M. Marino (ENAP), (inédito) descubrieron una nueva asociación faunística, la cual estudiada por el que suscribe, dió como resultado que en esta provincia existe también la zona bioestratigráfica del *bimammatum* (Rauraciano), si, como parece, el género *Planites* indica la mencionada zona, posiblemente en su parte basal, puesto que está asociado a las formas típicas del *transversarium*, como *Ochetoceras* y *Euaspidoceras*.

El género *Planites* hasta la fecha ha sido reconocido a unos pocos Kms. al S y al NW de Negreiros, en las lomas que dividen Pampa Perdiz de Pampa Pissis, y a 1.500 m. al N del vértice Huan-tajaya.

Planites es un género que se había encontrado antes en Cuba, México, Portugal, Europa Central y Occidental así como en Africa Oriental.

Los ejemplares están bien conservados y parecen pertenecer todos a la forma *Perisphinctes (Planites) cubanensis* O'Connell de la zona del *bimammatum* de Cuba y que tiene formas afines en Portugal en Europa Central y Occidental.

De notable interés es ahora mencionar que en el área de Negreiros, 400 mts. arriba de esta fauna, perteneciente a la zona del *bimammatum*, posiblemente parte inferior, se encuentra el Yeso Principal.

Este horizonte en la región de Mendoza está comprendido entre la zona del *transversarium* y la zona del *tenuilobatus* y localmente representa la zona del *bimammatum* (Stipanicić, 1951; Arkell, 1956). Más hacia el S en el Neuquén, parece algo más joven (Hoffstetter et al. 1957).

En Caracoles, Antofagasta, 20 mts. de anhidrita y yeso des-

cansan inmediatamente encima de la zona del *transversarium* (Harrington, 1957).

En el área de Negreiros entonces el Yeso Principal es sin duda del Kimeridgiano franco, considerando los 400 mts. de sedimentos que separan la fauna más alta conocida y el Yeso.

Es entonces muy posible que en Chile, generalizando, el Yeso Principal tenga una edad cada vez más joven de S hacia el N. Por esta razón es posible que la génesis del yeso esté ligada a la regresión que preludia a la Orogénesis Suprajurásica más bien que a barreras producidas por emisiones de porfiritas, considerando además que en los sedimentos del Jurásico alto escasean las porfiritas desde el Salar Grande hasta Camarones, área donde en Tarapacá ha sido reconocido el Yeso Principal.

Las faunas, antes mencionadas, de la Provincia de Tarapacá, proceden de la formación Huantajaya, establecida por el Sr. J. Alvarez (inérito) constituida predominantemente por lutitas muy oscuras con concreciones calcáreas y débiles manifestaciones de petróleo; su techo es desconocido y su base es el techo del Grupo Negreiros (Cecioni y García 1960) constituido por las formaciones Las Lajas, al techo, de cuarcitas y lutitas, y por la formación Cholita, calcárea.

Titónico Inferior

La fauna del Titónico inferior fué colectada en los últimos meses de 1958 en la zona del vértice trigonométrico Montecristo, Pampa Perdiz, por el Sr. M. Marino, y en la zona de Huantajaya por el Sr. J. Alvarez, ambos mientras efectuaban el levantamiento geológico a la escala 1:20.000 de la Cordillera de la Costa, inmediatamente al E de Iquique.

A 2 Km. hacia el W del vértice Montecristo se encuentra la fauna titónica de Pampa Perdiz mejor conservada; ejemplares bastante buenos fueron encontrados también al NW del mismo vértice (a 1.000 y a 4.500 mts) y a 1 km. al E.

En la zona de Huantajaya la fauna fué encontrada en varios puntos, con mayor frecuencia a unos 1.000/1.500 mts. al S o al SSW del vértice trigonométrico de Huantajaya, a unos 600 mts. hacia el E y a 4.200 mts. el SW del mismo vértice.

Las capas mantean generalmente hacia el NNW en la zona de

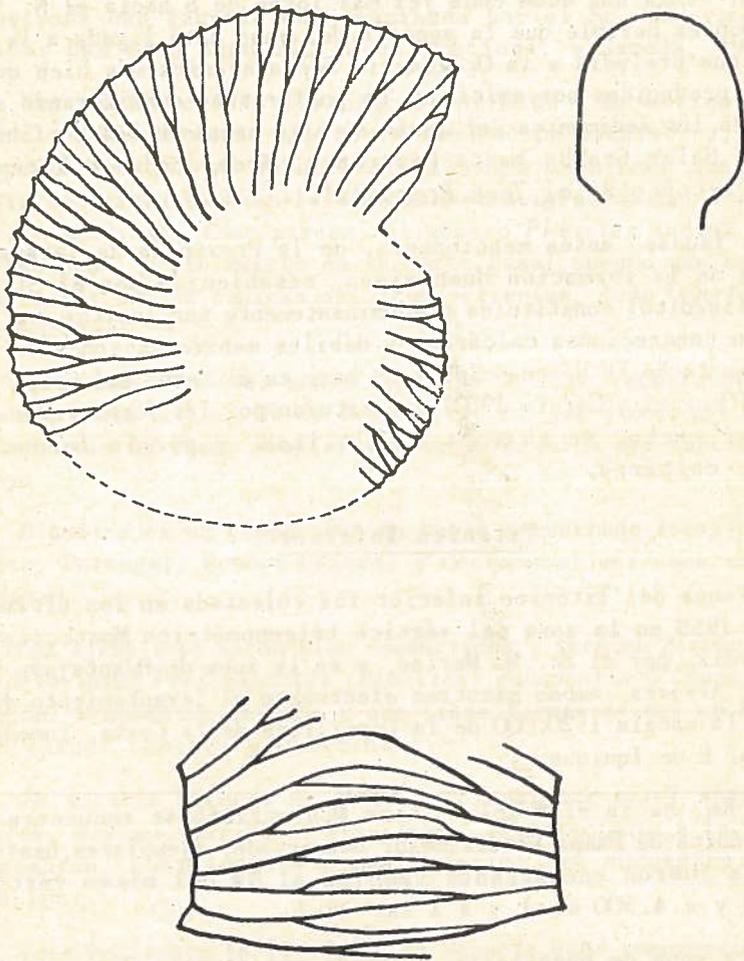


Fig. 1 - *Virgatosphinctes contiguus* (Catullo). Tamaño natural

Huantajaya y en la zona de Montecristo hacia el NW. Es bien desarrollado un sistema de fallas ortogonales más o menos N-S y E-W, siendo éstas últimas las más antiguas.

Los amonites, que constituyen la fauna del Titónico inferior de Pampa Perdiz y de Huantajaya, no presentan la línea de sutura; a pesar de esto, la disposición, frecuencia y curvatura de las costillas, además la sección transversal, permiten compararlos con formas conocidas.

Varios ejemplares muestran afinidades con el *Virgatosphinctes pseudolictor* (Choffat), (Indans, 1954), aunque las costillas de los ejemplares tarapaqueños se presentan más virgatoideas de los ejemplares mendocinos.

Otros ejemplares pueden ser referidos a la forma *Virgatosphinctes inaequicostatus* Indans (Indans, 1954), aunque las constricciones de los ejemplares tarapaqueños se presenten más marcadas. Una de las formas presenta un *Aptycus*.

La mayoría de los ejemplares tienen las características de *Virgatosphinctes contiguus* (Catullo) (Indans 1954; Knechtel *et al*, 1947, Fig. 4, p. 88). Una de estas formas presenta una más acentuada sinuosidad de las costillas; se puede sospechar que pueda representar una variedad y por esto ha sido representada en la Fig. 1 de esta nota.

Virgatosphinctes inaequicostatus Indans es una forma del Titónico inferior de Mendoza (Indans, 1954).

Virgatosphinctes pseudolictor (Choffat) se encuentra en el Titónico inferior de Mendoza y Neuquén, en el Titónico inferior de Jaguay, entre Cañete y San Juan, Perú, en el Titónico inferior de la zona mediterránea alpina (Indans, 1954; Rüegg, 1956).

Virgatosphinctes contiguus (Catullo), tiene la misma edad y distribución que la forma arriba mencionada; además ha sido encontrada entre Cabana y Aco, Ancash, Perú (Knechtel, 1957; Indans 1954).

Los datos paleontológicos indican, sin duda, el Titónico inferior para los lugares tarapaqueños arriba mencionados. En el área de Huantajaya, J. Alvarez ha medido 100 mts. de sedimentos con *Virgatosphinctes*; litológicamente están constituidos por lutitas calcáreas, margas y calizas negras, con muy pequeñas intercalaciones de brechas porfiríticas. Arriba la serie es

visible por unos 200 mts. más; son sedimentos litológicamente idénticos a los anteriores, pero aquí tienen vetillas de yeso. Debajo de la zona faunística con *Virgatosphinctes* hay 100 mts. de sedimentos en continuidad de sedimentación, prevalecientemente constituídos como los anteriores, cuyas lutitas sin embargo a veces se ponen verdosas y, hacia la base, rojizas.

Porfiritas y brechas porfiríticas, de poco espesor, rojizas y verdes, integran la serie en varios niveles. Vetillas de yeso y cloruro de sodio dominan hacia la base por un espesor de 300 mts; sin embargo, el espesor de cada vetilla de evaporita generalmente no pasa de un centímetro. En la parte basal de esta serie ha sido encontrado un molde de *Perisphinctes*, posiblemente *Arisphinctes*, el cual indicaría el Oxfordiano. Los sedimentos arriba mencionados constituyen la formación Huantájaya en su lugar típico.

En el área de Montecristo, la misma fauna del Titónico inferior se encuentra en sedimentos que tienen las mismas características litológicas que los de Huantajaya y pertenecen a la misma formación. Desgraciadamente en Montecristo las fallas son más numerosas, así que es imposible establecer una serie estratigráfica continua a menos que se intente una reconstrucción por partes, con correlaciones litológicas, las cuales siempre podrían ser objeto de discusión.

Al SE de Negreiros, en la Oficina Josefina, se encuentran sedimentos que hasta la fecha no se han podido correlacionar litológicamente con otras formaciones conocidas en la Provincia de Tarapacá. Estos sedimentos han sido descritos por el Sr. M. Marino bajo el nombre de formación Josefina. Tienen flora y fauna. Esta última está pésimamente conservada y no proporciona seguridad en la determinación cronológica. La flora tiene una marcada afinidad con la flora valanginiano - hauteriviana del Perú (Huayanca, Mina St. Rosa, et cétera). A pesar de esto, no conociéndose la distribución vertical de estas formas, se podría sospechar que la flora pueda representar un piso inmediatamente más bajo, es decir el Titoniano. Los sedimentos son más altos que el Yeso Principal, pero no se puede decir si existe una discordancia angular entre los dos.

De lo expuesto anteriormente resulta que los sedimentos del Titónico inferior paleontológicamente bien comprobados, se encuentran en la parte alta de la serie sedimentaria jurásica y constituyen localmente la secuencia inferior Dogger-Malm. En la zona de Pampa Perdiz faltan sedimentos cretáceos; éstos se encuentran

90 Km. hacia el N, en el cerro Atajaña, y forman la secuencia superior del Mesozoico, de edad neocomiana (Cecioni y García, 1960).

La formación Josefina, si no es más joven del Titónico, plantea un problema de primera importancia, científica y económica, en lo que se refiere a la edad de la intrusión de la Diorita Andina; efectivamente la formación Josefina ha sido atravesada por esta roca ígnea y parcialmente metamorfoseada. Si la formación Josefina es neocomiana tendríamos una segunda intrusión de Diorita Andina, posteriormente a la que cortó el Titónico, y que sirve de apoyo a los sedimentos cretáceos, a los cuales proporcionó los rodados (Cecioni y García, 1960). Admitiendo esta segunda posibilidad tendríamos localmente también otra Diorita Andina correlacionable a la que en la Provincia de Atacama corta la serie neocomiana.

El Titónico en los Andes

Discordancias, comprobadas o presuntas, o hiatus han sido mencionados de vez en cuando en el contacto Jurásico-Cretáceo de los Andes.

Quien quiera conocer más detalles, podrá consultar la literatura citada. Ahora es menester coordinar los datos más importantes relativos al Titónico marino comprobado paleontológicamente en los Andes.

En Colombia Oriental el Titónico marino con *Virgatospinctes* descansa concordantemente arriba de un potente conglomerado basal transgresivo. En Venezuela se presenta la misma formación posiblemente aquí algo más joven. (Groeber, 1952); el Jurásico marino no ha sido todavía comprobado (Schwarck Anglada et al., 1956).

En Ecuador oriental el Titónico-neocomiano está representado por formaciones continentales, Hollín y Chapiza; ésta última discordante arriba del Lias (Hoffstetter, 1956).

También en el Perú la mayoría de los afloramientos referidos al Titónico son continentales, sin embargo unos cuantos de estos tienen facies marina, son fosilíferos y a veces encierran *Virgatospinctes*. En el norte del Perú entre Cretáceo y Jurásico a veces se puede apreciar una cierta angularidad y todos los datos en nuestro poder indican que el Titónico se encuentra debajo de la discordancia o hiatus producidos por la Orogénesis Suprajurásica, que tiene que ser la Nevadiana.

El Wealdiano (Neocomiano) entre el Río Jequetepeque y Río Santa, Perú, está discordante sobre lutitas titónicas (Belinda y Simons, 1957, p. 34). Más hacia el S la formación Carhuáz, marina, cuya edad está comprendida entre fines del Valanginiano y el Aptiano, está discordante encima del Valanginiano marino, representado por la formación Santa (Belinda y Simons 1957, p. 34-35; Rivera, 1956, p. 21) y consecuentemente el Titónico tendría que estar debajo de la discordancia. De notable interés es mencionar que la fauna de lamelibranquios es muy semejante arriba y debajo de la discordancia.

En la parte central del Perú oriental la formación arenosa, neocomiana, parcialmente marina, de Agua Caliente se presenta claramente discordante sobre el Jurásico superior (Rüegg, 1956; Katz, 1959; Cecioni y García, 1960).

Rüegg (1956) sospecha que las capas con *Virgatosphinctes* del Titónico inferior, perteneciente a la formación Jaguay, están separadas por una discordancia angular de las capas de la formación Río Grande, jurásica, localmente constituida por porfiritas diabásico-basáltica y brechas volcánicas varicolares. Esta discordancia por lo tanto es presunta.

Otra discordancia es visible en el Perú en la zona de Arequipa entre las formaciones Murco y la Caliza de Arcurquina; en la primera no se encontraron fósiles; en la segunda no se clasificaron; la más alta ha sido referida provisoriamente al Albiano medio (Belinda y Simons, 1957; Rivera 1956).

En Lagunillas, Perú, 100 kms. al NE de Arequipa, el Jurásico presenta el Caloviano con *Reineckeia* como término más alto. (Newell 1949, pp. 45, 47, 48, 88, Pl. 11, fig. 2) proporciona una buena descripción, acompañada de una foto de la discordancia angular entre el Jurásico (formación Lagunillas, caloviana) y los Conglomerados Saracocha, los cuales pasan hacia arriba a los bancos de Ayavacas, con *Knemiceras* del Cretáceo inferior (Groeber, 1952).

En la Provincia de Antofagasta la sedimentación marina mesozoica empieza con el Hettangiano, demostrado por la presencia de dos formas de *Psiloceras* y sigue hasta el Oxfordiano comprendido, o más exactamente, no más arriba de la zona del *transversarium* (Leanza, 1947; Arkell, 1956; Harrington, 1957). Estos sedimentos se encuentran debajo de una discordancia angular, debido a una orogénesis que ha sido correlacionada con la Nevadiana (Cecioni y

y García 1960). El Kimeridgiano y el Titónico señalados en Cerros Bayos (Biesse, 1957) no están comprobados paleontológicamente; los estudios de terreno y de laboratorio efectuados recientemente en esta zona, indican que las capas más altas fosilíferas pertenecen también aquí como en Caracoles a la zona del *transversarium*. Arriba de estos sedimentos se encuentra con marcada discordancia angular una serie continental (Conglomerados de Purilactis de Caleta Coloso), a la cual sigue, hacia arriba, una formación marina calcárea neocomiano-aptiana, la Caliza del Way (Cecioni y García 1960; Groeber, 1952).

En la parte atacameña de la Cordillera de los Andes se han observado hasta la fecha dos series estratigráficas que indican continuidad de sedimentación entre el Jurásico y el Cretáceo. La más septentrional ha sido observada por el suscrito, unidamente a los Señores F. García A., M. Marino P., y C. Mordojevich K., geólogos de ENAP, en el área de Pedernales, donde se puede seguir la serie Sinemuriano-Dogger-Malm-Titónico-Neocomiano, con amonites, con aparente concordancia. También en el oriente de la Provincia de Aconcagua, en el Cajón de San José se han reconocido 600 mts. de caliza valanginiana concordantemente arriba del Yeso Principal (Corvalán, 1959).

Más hacia el S de la Provincia de Atacama se observa una continuidad de sedimentación desde el Titónico inferior con conglomerados basales y *Virgatospinctes*, hasta todo el Neocomiano en general, así como se puso en evidencia en las áreas de Santiago y Mendoza (Groeber, 1952; Corvalán, 1956). Con excepción de los sedimentos liásicos, con amonites, del Chubut, cubiertos con discordancia angular por pórfidos cuarcíferos, en Patagonia la sedimentación marina empieza en el Titónico inferior documentado por unos pocos *Virgatospinctes* mal conservados y sigue hasta el Oligoceno con una discordancia y un hiatus respectivamente en el Cretáceo medio y en la base del Terciario (Hoffstetter *et al.*, 1957).

Estos datos ponen en manifiesto que las reconstrucciones paleográficas de Weeks (1948) y Gerth (1955) son demasiado generalizadas.

Orogénesis Suprajurásica

Las capas más jóvenes pertenecientes a la secuencia inferior Dogger-Malm y que fueron afectadas por la Orogénesis Suprajurásica

en la Provincia de Tarapacá son del Titónico inferior. Después de la orogénesis se ha tenido la intrusión de la Diorita Andina, erosión y luego depositación de los sedimentos continentales de la Formación Blanco, arenosa.

En Antofagasta, la Orogénesis Suprajurásica afectó a los sedimentos jurásicos, cuya fauna más alta, hasta la fecha encontrada, indica a la fauni-zona del *transversarium*, es decir, el Argoviano; en la misma provincia sigue la intrusión de la Diorita andina, erosión y luego depositación de sedimentos continentales (formación Caleta Coloso, Conglomerados de Purilactos, Lutita del Pular), a los cuales sigue una ingreñión marina; se deposita así la Caliza del Way, cuya fauna indica el Neocomiano-Aptiano y en parte es más j6ven que la formaci6n Blanco.

Los cuerpos intrusivos de la Diorita Andina fueron puestos al descubierto por la erosión en un per6odo tard6o de la sedimentaci6n neocomiana, continental, en la Provincia de Antofagasta; efectivamente los rodados de la Diorita Andina se encuentran solamente en la parte alta de las formaciones conglomerádicas de Purilactis y Caleta Coloso. Sin embargo, en la Provincia de Tarapacá, la formacion Atajaña tiene rodados de Diorita Andina desde su base. Se puede entonces formular las siguientes dos hip6tesis de trabajo: que en esta 6ltima provincia los cuerpos intrusivos de Diorita Andina alcanzaron un nivel topográfico mäs alto o que la erosión pre-Atajaña aquí fué mucho mäs intensa que en la Provincia de Antofagasta.

La consecuencia es que en el norte de Chile, en el intervalo Titónico medio-Neocomiano inferior hubo la Orogénesis Suprajurásica, la intrusi6n de la Diorita Andina, la erosión pre-Atajaña-Coloso y la sedimentaci6n de potentes dep6sitos continentales, en una amplia cuenca continental que ha sido nombrada *Pre-Pampa del Tamarugal*.

Es sorpresivo que en un lapso tan corto se haya tenido acontecimientos tan variados. La misma impresi6n tuvieron Tagliaferro y Anderson (Arkell, 1956) estudiando detenidamente la Sierra Nevada. Allá las rocas mäs j6venes plegadas por la Orogénesis Nevadiana son del Kimeridgiano inferior y probablemente del medio; las capas, prevalentemente arcillosas, depositadas discordantemente después de la orogénesis, presentan amonites del Titónico medio a 360 mts. arriba del plano de discordancia.

La Orogénesis Suprajurásica en el Norte de Chile se verificó

probablemente con un cierto atraso en relación a la Orogénesis Nevadiana en su lugar típico. Aquí hay depósitos continentales rojos, fluviales y lacustrinos (formación Morrison-Colorado, Utah, Wyoming, Montana, New Mexico-Arizona) que se depositaron durante la regresión que se verificó antes de la Orogénesis Nevadiana. En Chile existen sedimentos muy semejantes a los de la formación Morrison y que indican la misma facies y el mismo episodio regresivo pre-Orogénesis Nevadiana. Podemos citar: 1º) la formación Huatacondo (Galli, 1957, enmendada por García, 1958), la cual descansa concordantemente sobre el Jurásico marino y está cubierta discordantemente por una formación conglomerádica correlacionada a la formación Atajaña (formación Cerro Empexa; Galli, 1957; García, 1958). Esta formación tiene en común con la formación Morrison la edad, unas unidades litológicas y restos de reptiles gigantes. 2º) la formación Salina de Purilactis de Brügger (Hoffstetter *et al.*, 1957), cubierta con probable discordancia angular por los Conglomerados Purilactis o Conglomerados Caletá Coloso y atravesada por la Diorita Andina. 3º) la formación Quebrada Morado de Antofagasta, la cual recuerda litológicamente la formación Salina de Purilactis sin tener el yeso. La formación Quebrada Morado de Antofagasta descansa sobre los depósitos marinos jurásicos de Cerritos Bayos y Caracoles y tiene arriba con discordancia angular los Conglomerados Coloso-Purilactis.

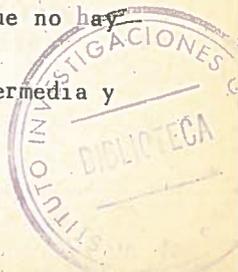
Ensayo de interpretación Cinemática

Si dejamos de un lado las relaciones dudosas entre el Titónico y la formación Río Grande en Jaguay, Perú, se observa que en el borde pacífico de América Meridional con rumbo NW, así como en la parte inmediatamente algo más al S, el Titónico es regresivo, ha sido afectado por la Orogénesis Suprajurásica y pertenece a la secuencia inferior Dogger-Malm.

Al N y al S del área antes mencionada, el borde pacífico y los Andes tienen rumbo aproximadamente NS; aquí el Titónico es transgresivo y pertenece a la secuencia superior del Neocomiano. Este movimiento pertenece a la gran transgresión pacífica titónico-neocomiana.

Stille (1940) y Heldberg (1942) extendieron a todos los Andes la Orogénesis Nevadiana, mientras que Arkell (1956) afirmó que no hay pruebas de ésta en Sud-América.

Parece entonces que tenemos que tomar una actitud intermedia y



reconocer que la Orogénesis Suprajurásica, correlacionable con la Nevadiana, afectó la Cordillera de los Andes sólo en su trecho dirigido NW-SE, es decir, todo el Perú, más secciones del Ecuador y de Chile.

El área arriba mencionada, afectada por la Orogénesis Nevadiana, se presentaba, en el Titónico inferior, en fase regresiva, de solevantamiento, mientras que las restantes aéreas de los Andes estaban afectadas por un hundimiento que determinó la ingresión titónica, con evidente paralelismo en los acontecimientos entre Patagonia y Venezuela.

Todos los datos conocidos hasta la fecha indican que en el borde pacífico de Sud-América, al límite Jurásico-Cretáceo, se puede aplicar la Ley de Haug (1900), la cual pone en evidencia que las transgresiones sobre las áreas continentales se compensan con regresiones en los geosinclinales y vice-versa.

No hay duda que solevantamientos parciales tienen que haberse producido también antes en el Geosinclinal Andino jurásico (Muñoz Cristi, 1956), si algunos sedimentos de este período tienen la facies de Flysch orogénico como se puso en evidencia en el Caloviano del Perú meridional (Belinda *et al.*, 1957, p. 76) y en el Bajociano y Caloviano de Tarapacá, cuyas psamitas presentan "convolute bedding" y pliegues de deslizamiento (Cecioni y García, 1960).-

Algunas brechas porfiríticas intercaladas en los sedimentos marinos jurásicos de esta provincia pueden ser interpretadas como depósitos piroclásticos submarinos; otras tienen que ser interpretadas como depósitos de corrientes de turbidez (olistostromas), por la presencia de unos rodados bastante desgastados, constituidos por caliza Jurásica (olistolitos), como se puede observar entre Punta Sarmenia y Punta Santiago al S de Iquique. Además los bancos conglomerádicos de la Formación Caleta Ligate en Camarones, de poco espesor, muy extensos y con elementos bien ordenados según el tamaño, recuerdan algunos sedimentos sinorogénicos análogos, generados por corrientes de turbidez, en el Apenin Septentrional. Desde luego, no siempre es fácil o posible establecer si una brecha porfirítica es un sedimento piroclástico o un olistostroma; ambos tienen muchas estructuras en común, como disposición caótica, pliegues de arrastre en la base *et cétera*. Muchos más estudios petrográficos y de terreno tienen que ser llevados a cabo.

Los depósitos Jurásicos que indican una relativa tranquilidad

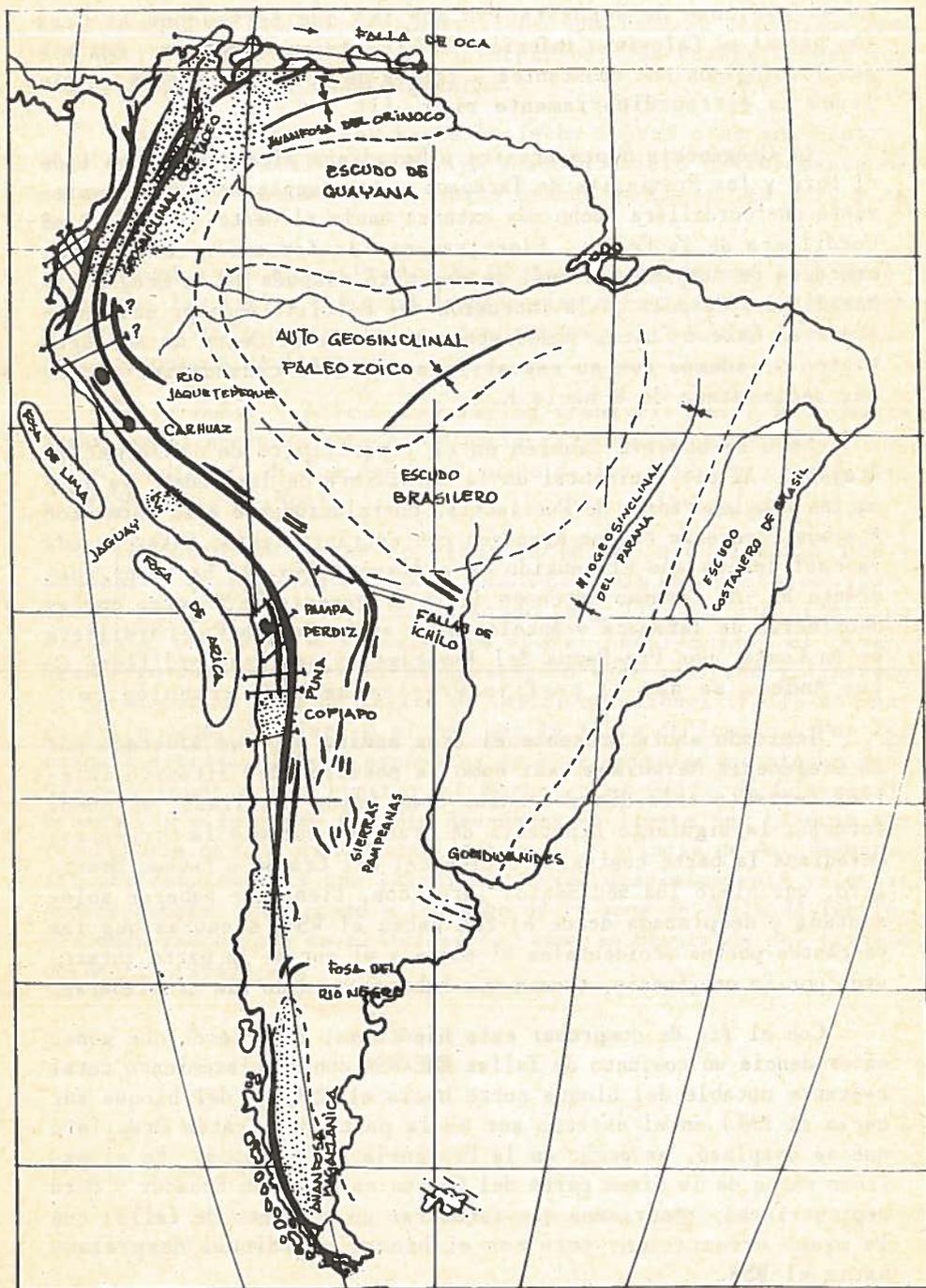


Fig. 2 - Estructura generalizada de Sud América

- Titiánico debajo de la discordancia Nevadiana
- Titiánico arriba de la discordancia nevadiana

en el ambiente de depositación son los que pertenecen al Lias (en parte) al Caloviano inferior y al Oxfordiano superior. Los tipos litológicos son constantes a través de notables espesores y la fauna es extraordinariamente rica. (1)

La Orogénesis Suprajurásica o Nevadiana afectó entonces todo el Perú y las Provincias de Tarapacá y Antofagasta en Chile, solevantó una cordillera mucho más extensa hacia el Oeste que la actual Cordillera de la Costa. Efectivamente la formación continental cretácea de Atajaña, la cual se depositó después de la Orogénesis Nevadiana y después de la intrusión del Batolito Andino, está presente en Caleta Chica, inmediatamente hacia el Oeste de su lugar típico y, además con su estratificación intercruzada indica que fué sedimentada de W hacia E.

Esto se observa también en el lugar típico de la formación Atajaña. Al pie occidental de la Cordillera de los Andes, la formación conglomerádica de Purilactis, correlacionable a la formación Atajaña, presenta bancos arenosos con estratificación intercruzada la cual indica que el sentido de sedimentación fué hacia el cuadrante W. Al término entonces de la Orogenesis Nevadiana, en las Provincias de Tarapacá y Antofagasta, se tenía una Pre-Cordillera de la Costa, una Pre-Pampa del Tamarugal y una Pre-Cordillera de los Andes; se usa el prefijo *Pre-* en sentido cronológico.

Teniendo ahora presente el área andina que fué afectada por la Orogénesis Nevadiana, así como la posición del Titónico inferior respecto a la discordancia, como hemos detallado, se puede formular la siguiente hipótesis de trabajo: durante la Orogénesis Nevadiana la parte central y occidental del Cratón o Escudo Brasileiro, que plegó los sedimentos jurásicos, tiene que haberse solevantada y desplazada desde el ENE hacia el WSW, mientras que las restantes partes occidentales al norte y al sur de la parte interesada por la orogénesis, tienen que haberse hundido sin trasladarse.

Con el fin de comprobar esta hipótesis, tendríamos que poner en evidencia un conjunto de fallas ENE-WSW con desplazamiento total bastante notable del bloque norte hacia el WSW, (o del bloque sur hacia el ENE) en el extremo sur de la parte del Cratón Brasileiro que se desplazó, es decir en la Provincia de Tarapacá. En el extremo norte de la misma parte del Cratón es decir en Ecuador y Perú septentrional, tendríamos que encontrar un conjunto de fallas con la misma orientación, pero con el bloque meridional desplazado hacia el WSW.

Semejantes fallas nevadianas tienen que haberse reactivado con los últimos sollevamientos cuaternarios, los cuales tienen que haber complicado el cuadro general.

Los datos examinados hasta la fecha apoyan o no son contrarios a esta hipótesis de trabajo y serán objeto posiblemente de estudios más detenidos en el Norte Grande de Chile, en Perú y en Bolivia.

Sabemos que en la Provincia de Atacama están muy poco desarrolladas las fallas E-W, con desplazamiento horizontal (Seegerstrom y Parker, 1960); estas fallas, contrariamente, son muy frecuentes en la Provincia de Tarapacá.

Entre Huara y Arica, las fallas transversales E-W de Huara toman rumbos decididamente NE-SW hacia el Norte, al mismo tiempo que en la Cordillera de los Andes el rumbo de los pliegues pasa de N-S a NW-SE hacia el Norte.

Independientemente de estos estudios, que el autor dió a conocer a la EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO en Agosto de 1959, el Sr. Emile Rod (1960), en el mismo mes, llega a una hipótesis bastante semejante a la expuesta ahora, considerando el Cratón Brasileiro desplazado en el mismo sentido aquí indicado y limitado al Norte por la zona de fallas de Caribe meridional (Falla de Oca, de Avila y de El Pilar) y al Sur por la falla de Ichilo. Por las razones estratigráficas expuestas en este estudio, el bloque desplazado tendría que limitar al Norte en el Golfo de Gueyaquil, Ecuador, y a lo largo del Río Amazonas; el límite Sur tendría que encontrarse en una área imprecisada de la Provincia de Antofagasta, sin por esto excluir que talvez el máximo desplazamiento relativo podría haberse verificado a lo largo de la zona de falla de Ichilo, sin duda reactivada en el Terciario; como se desprende del trabajo de Newell (1949).-

ABSTRACT

Heretefore Oxfordian was recognized as late Upper Jurassic in the Province of Tarapaca; presently, the presence of Kimeridgian and early Tithonian is pointed out. Yeso Principal (Main Gypsum) seems still younger from south to north.

Early Tithonian, between Tarapaca and northern Perú, was deposited with regressive facies during the preceding uplift of the Nevadian orogeny at the remaining parts of los Andes, early Tithonian was deposited with transgressive facies corresponding to the wide Pacific tithonian-neocomian transgression. No evidence of Nevadian orogeny has been observed in these areas; rather extensive epirogenetic movements took place.

Nevadian orogeny is exclusively observed at the Province of Tarapaca and Antofagasta and in Peru; it seems that the central part of the Brazilian craton has been displaced southwestward, causing two systems of faults at his edges with striking total offset according to the course of the craton movement.

RESUME

Jusqu'aujourd'hui on avait reconnu a la Province de Tarapaca l'Oxfordien comme Jurassique terminal; maintenant on signale la presence du Kimmeridgien et du Tithonique inferieur. Le Yeso Principal (Gypse Principal) semble plus jeune vers le Nord.

Le Tithonique inferieur entre Tarapaca et le Nord du Pérou s'est déposé avec facies régressive pendant le soulèvement précurseur de l'Orogenese Nevadienne; ailleurs, dans les Andes, le Tithonique inferieur se dépose en facies transgressive correspondant a la grande transgression pacifique tithonique-neocomienne. A ces endroits on n'a pas reconnu des indices de l'Orogenese Nevadienne; on a verifié plutôt des mouvements epirogeniques très étendus.

L'Orogenese Nevadienne est observée exclusivement dans les Provinces de Tarapaca et d'Antofagasta et au Pérou; il paraît que la zone centrale du Craton Brésilien se serait déplacée vers le SW, en produisant vers ses limites deux systèmes de failles avec un considérable déplacement total horizontal suivant le sens du déplacement du Craton.

BIBLIOGRAFIA

- ARKELL, W. J., 1956, Jurassic geology of the World. *Hafner Publ. Co.* New York.
- BELLINDO, B. E., SIMONS, S. F., 1957, Memoria explicativa del Mapa geológico del Perú, *Bol. Soc. Geol. del Perú*, T. 31, Lima.
- BIESE, W. A., 1957, Der Jura von Cerritos Bayos-Calama, República de Chile, Provincia de Antofagasta. *Geol. Jb.* Bd. 12, Hannover.
- CECIONI, G. y GARCIA, A.F., 1960. Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa de Tarapacá. *Bol. N° 6 Instituto de Investigaciones Geológicas*, Santiago de Chile.
- CORVALAN, D.J., 1956, Uber marine sediments des Tithon und Neocon der Gegend von Santiago, *Geol. Rundschau* Bd. 45, M.3, Stuttgart.
- CORVALAN, D.J., 1959, El Titoniano de Río Leña, Prov. de O'Higgins. *Bol. N° 3, Instituto de Investigaciones Geológicas*, Santiago de Chile.
- GALLI, C., 1957, Las formaciones geológicas en el Borde Occidental de la Puna de Atacama, Sector de Pica, Tarapacá. *"Minerales" Rev. Inst. Ing. de Minas de Chile* año XII, N° 56 Santiago de Chile.
- GARCIA, A.F., 1958, Informe geológico del área Huatacondo-Chacarilla, Cordillera de los Andes, Tarapacá. ENAP *Inédito*.
- GERTH, H., 1955, Bau der Sudamerikanischen Kordillere, *Gebrüder Borntraeger-Berlin*.
- GROEBER, P., 1952, "Mesozoico" - Geografía de la República Argentina, Gaea, Editorial Coni, Buenos Aires.
- HARRINGTON, M., 1957, Stratigraphic Sections, *Inédito*.
- HELDEBERG, H. D., 1942, Mesozoic Stratigraphy of Northern South America, *Eight Am. Sci. Congress, Proc.*, vol. IX, (fide Newell H.D., 1949).
- HGFFSTETTER, R., 1956, "Ecuador" *Lexique Stratigraphique International*, vol. V fasc. 5a, Paris.
- HOFFSTETTER, R., FUENZALIDA, H., CECIONI, G., 1957, "Chile" *Lexique Stratigraphique International*, Vol. V, fasc. 7, Paris.
- INDANS, J., 1954, Eine Ammonitenfauna aus dem Untertithon der argentinischen Kordillera in Süd Mendoza. *Palaeontographica* Bd. 105, Abt. A, Stuttgart.
- JAWORSKI, E., 1940, Oxfordian-Ammoniten von Cuba. *Neu. Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. 33*. Abt. B
- KATZ, M.R., 1959, Zur Geologie des paläozoikums in den südöstlichen anden von Perú. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 52, N° 2.
- KNECHTEL, M.M., RICHARDS, E.F., RATHBUN, M.V., 1947, Mesozoic fossils of the Peruvian Andes. *The J. Hopkins University Studies in Geology*. N° 15, Baltimore.
- RIVERA, R., 1956, "Peru" *Lexique Stratigraphique International*. Vol. 5.,

- fasc. 5b., Paris.
- ROD, E., 1960, Strike-slip fault of continental importance in Bolivia. Geological Notes in *Bull. Am. Ass. Petroleum Geologists*. vol. 44, Nº 1, Tulsa.
- RUEGG, W., 1956, Geologie zwischen Cañete-San Juan 13°00' -15°24' Süd Perú. *Geol. Rundschau*, Bd. 45, H. 3 Stuttgart.-
- RUEGG, W., 1956 a) Geología y petróleo en la faja subandina peruana. *XX. Congr. Inter. Symposium sobre yacimientos de petróleo y gas*, t. 4. Mexico.
- SCHWARCK ANGLADE A. et al., 1956, "Venezuela" - *Lexique Stratigraphique International* Vol. V, fasc. 3, Paris.
- SEGERSTROM, K. y PARKER, R. L., 1960, Geología del Cuadrángulo Cerrillos Prov. de Atacama, Chile. Vol. I, Nº 2, *Instituto de Investigaciones Geológicas*. Santiago de Chile.
- STILLE, H., 1940, Einführung in den Bau Amerikas. Berlin (*fide* Newell M. D., 1949).
- STIPANICIC, P. N., 1951, Sobre la presencia del Oxfordense superior en el Arroyo de la Manga (Provincia de Mendoza). *Rev. Asoc., Geol. Arg.* T. VI, Nº 4. Buenos Aires.
- THOMAS, M. 1956, Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de la Ligua y la Cuesta de Barriga. *Bul. Nº 2 Instituto de Investigaciones Geológicas*. Santiago de Chile.-
- WEEKS, L. A., 1948, Paleogeography of South America. *Bull. Geol. Soc. of Am.* vol. 59 March.-

- (1) Más hacia el S, en la Provincia de Aconcagua, se encuentra la formación Los Molles (Hoffstetter *et al.*, 1957) que ha sido levantada recientemente por el autor y los alumnos del IV Año de esta Escuela. Se ha podido reconocer que la formación Los Molles, liásica, está constituida por cuatro miembros, de los cuales el más bajo, arenoso, y el que sigue arriba, arcilloso, tienen facies típica de shelf. Arriba hay Flysch Negro cubierto concordantemente por areniscas de tipo "macigno". Estos dos miembros superiores indican claramente que el Geosinclinal Andino fué afectado localmente por deformaciones orogénicas de notable envergadura.-