REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
DIRECCION DE GEOLOGIA

BOLETIN DE GEOLOGIA PUBLICACION ESPECIAL Nº 7

MEMORIA

SEGUNDO CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA

Caracas, Venezuela, 11 al 16 de Noviembre de 1973

TOMO II

EDITORIAL SUCRE
Caracas, 1976

ASPECTOS GENERALES DE LA ESTRATIGRAFIA DEL SUR DEL PERU

por: SALVADOR MENDÍVIL E.[1]

RESUMEN

La estratigrafía de la parte meridional del territorio peruano muestra en general características particulares con relación al resto del país, cuyo desciframiento integral es una meta a objeto de actualizar la Carta Geológica Nacional.

La información disponible aún es insuficiente para el conocimiento global definitivo de los fenómenos y unidades existentes; diversos lugares permanecen aún desconocidos y otros con referencias escasas. Por otra parte la carencia de fósiles y/o edades radiométricas impide establecer una cronoestratigrafía exacta; a menudo se han asignado edades posibles o tentativas sobre la base de correlaciones a juicio de los diferentes autores, especialmente en los depósitos continentales cretáceos o terciarios.

Las rocas más extensamente distribuidas son de origen continental, especialmente ígneas, entre las cuales predominan las volcánicas. Las unidades más antiguas constituyen el Complejo Basal de la Costa, pre-Paleozoico. En el Paleozoico se reconocen sedimentos marinos desde el Ordovícico hasta el Permico Inferior (Mississippiense: marino y continental) seguido por molasas del Permico Superior.

La sedimentación del Mesozoico se inicia en el Triásico Superior; no se reconocen sedimentos del Bajociense ni Batoniense. El Jurásico Superior y posiblemente el Neocomiense se caracterizan por oscilación de ambientes marinos a epicontinentales, cambiando a condiciones aeróbicas y agitadas en un medio marino somero y transgresivo desde el Aptiense hasta el Coniaciense. Luego tuvo lugar una regresión que duró hasta fines del Cretáceo, durante cuyo lapso hubo actividad volcánica y sólo sedimentación continental hacia el este.

En el Terciario la sedimentación marina (Eoceno superior-Mioceno superior) se restringió a la región costera actual, a diferencia de los depósitos continentales y volcánicos, extensamente distribuidos probablemente desde el Eoceno medio, por lo menos, hasta el Plioceno.

Durante el Cuaternario continuó la sedimentación continental y marina (representada por terrazas), y la acumulación de grandes cantidades de material volcánico cuya actividad continuó hasta el Reciente dando lugar a los picos de mayor altitud y a majestuosos volcanes.

ABSTRACT

The general stratigraphy of southern Perú shows peculiar characteristics as compared to the rest of the country, in the process at present of being studied as a whole for purposes of updating the National Geological Map.

1. Servicio de Geología y Minería, Lima, Perú.

The available information is still insufficient for a definite global knowledge of existing units and events; several areas are still unknown and references on others are scarce. In addition, the lack of fossils and/or isotopic data precludes setting up a precise chronology. Often tentative ages have been suggested on the basis of correlations following different authors, especially in Cretaceous or Tertiary continental deposits.

The most widespread units are of continental and mainly igneous origin, volcanics being dominant. The oldest rocks belong to the pre-Paleozoic Basal Coastal Complex. Within the Paleozoic, Ordovician to Early Permian marine sediments (the Mississippian is represented by marine and continental rocks) are followed by Late Permian molasses.

Mesozoic deposition begins in the Late Triassic — no Bajocian or Batonian sediments are known. The Late Jurassic, and possibly the Neocomian, are characterized by oscilating marine to epicontinental conditions, changing to transgressive shallow marine environments from the Aptian to the Coniacian, when a regression lasting until the end of the Cretaceous took place. During this period there was volcanic activity and only continental deposition to the east.

During the Tertiary, late Eocene to late Miocene marine deposition was restricted to the present-day coastal area, in contrast to the very widespread mid-Eocene (at least) to Pliocene continental and volcanic deposits.

Continental and marine (terrace) deposition continued in the Quaternary, as well as the accumulation of vast volumes of volcanic material, since volcanism remained active to Recent times, giving rise to the highest peaks and volcanoes.

INTRODUCCION

El presente trabajo reseña la estratigrafía de la parte meridional del territorio peruano a partir de los 14° de latitud S aproximadamente (Fig. 1), a los fines de su presentación ante el II Congreso Latino Americano de Geología (Caracas, Noviembre 1973). Es el resultado del análisis de todas las informaciones disponibles, en especial los últimos conocimientos confirmados con mayores evidencias, seleccionados por el suscrito sobre la base principalmente de sus propias observaciones en esta parte del país. Los conceptos expuestos, por lo tanto, corresponden en algunos casos a interpretaciones propias y/o unidades litológicas todavía no descritas en publicación, habiéndose omitido otras tal vez conocidas, por considerarse inapropiadas o indebidamente clasificadas. A fin de agilizar la descripción, en muchos casos la ubicación hace referencia sólo a los principales elementos morfo-estructurales de carácter regional (Fig. 2).

ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del territorio peruano meridional posee características peculiares en relación con la de otras partes del país, sin que haya un conocimiento integral detallado por permanecer aún áreas escasamente o nada conocidas en su geología.

Los depósitos litológicos son rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, cuya edad se extiende desde el Precámbrico hasta el Reciente (Fig. 3, 4 y 5). Por ahora resulta prematuro intentar conclusiones definitivas sobre los procesos vinculados en una u otra forma con las unidades litológicas existentes. La carencia de

fósiles y/o determinaciones radiométricas ha impedido definir una cronoestratigrafía exacta; las edades postuladas en muchos casos son incorrectas, como asimismo las interpretaciones derivadas de ellas, debido a que a veces son deducidas a partir de posibles correlaciones, equivalencias o emplazamiento en la secuencia estratigráfica y no dejan de ser meramente tentativas, especialmente en relación con los depósitos continentales cretáceos o terciarios.

Asimismo, afloramientos que se han descrito como intercalaciones lávicas o coladas volcánicas en realidad son rocas hipabisales, en algunos casos de proporciones considerables.

Los afloramientos continentales cubren mayor superficie; entre ellos las rocas volcánicas son las más extensas, predominando en la Cordillera Occidental donde conforman los picos más altos y grandes volcanes, e intercaladas con sedimentos a través de casi toda la columna geológica, aparentemente asociadas con movimientos de distensión persistentes. Los depósitos marinos con frecuencia contienen abundante fauna y/o flora fósil; no obstante, no siempre ha sido factible fecharlos con precisión. La sedimentación tuvo lugar en ambientes marinos neríticos y hasta costeros, a veces agitados, en medios oscilantes. Los sedimentos continentales son muy heterogéneos con frecuentes variaciones laterales y verticales sobre cortas distancias, depositados generalmente en un conjunto de cuencas poco extensas, aisladas o parcialmente comunicadas y sujetas a diferentes regímenes sedimentarios.

Para el mejor análisis de la estratigrafía del sur del Perú, cabe señalar que su cartografía geológica incluye a veces unidades inadecuadamente clasificadas y por ende inconvenientes, lo cual conduce a situaciones contradictorias. Esto se debe a que la clasificación ha obedecido indistintamente a criterios lito-, bio-, o cronoestratigráficos no siempre en forma independiente; unidades litoestratigráficas se han definido y cartografiado junto con otras basadas únicamente en el concepto de tiempo, dándoseles igual rango y aún considerándose como una sola unidad. Asimismo, se han introducido como unidades estratigráficas intervalos que más apropiadamente representan unidades biohistóricas; en otros casos, una clasificación bioestratigráfica con terminología y nomenclatura mal aplicadas y sin establecer estratotipos de unidad y/o de límite aparece como columna cronoestratigráfica; también, clasificaciones litoestratigráficas han sido afectadas por conceptos cronológicos.

Por otro lado, no existen perfiles-tipo, disponiéndose únicamente de algunos perfiles típicos, basados sobre inferencias deducidas de observaciones aisladas, o secciones esporádicas no siempre completas y/o representativas; es decir, las secciones-tipo estudiadas son muy escasas, y las secciones típicas son insuficientes.

Igualmente, la nomenclatura a menudo tiene categoría de informal; tal es el caso de las unidades que incluyen discordancias, o unidades de rango indebido (grupos divididos en miembros; grupos sin formaciones; grupos que realmente son supergrupos o subgrupos, etc.).

Lo dicho pone de manifiesto la preparación y adopción oficial indispensable y urgente de un Código de Clasificación, Terminología y Nomenclatura Estratigráfica para el territorio peruano, para lograr una terminología con bases uniformes y correctas.

A los fines de obtener una cartografía estratigráfica adecuada y útil, especialmente de los depósitos continentales sedimentarios y volcánicos del Terciario-Cuaternario, el suscrito ha adoptado criterios de clasificación que difieren en distinto grado, según el caso, de los de empleo común, motivado por las peculiaridades de los cuerpos de roca, semejanza de afloramientos, falta de especímenes paleontológicos, ocasionales determinaciones radiométricas de edades y bruscas variaciones laterales y verticales.

Dichos criterios comprenden la estratigrafía física (forma, dimensiones, relaciones espaciales, distribución, disposición, naturaleza, constitución y secuencia litológica normal) corroborada, según el caso, por el estudio de superficies de erosión (no necesariamente isócronas ni contemporáneas en sentido estricto), elementos texturales, estructurales, relación con fases magmáticas y/o mineralizaciones asociadas y la determinación de estratotipos.

El análisis de los aspectos indicados se ajusta a las condiciones de la unidad en estudio, tomando en cuenta el mayor número de evidencias disponibles.

En algunos casos, para corroborar conclusiones obtenidas o como único medio válido de clasificación, se practican zonaciones mineralógicas, determinación de elementos pesados y comparaciones litohistóricas.

Como puede apreciarse, este criterio conduce a una clasificación estratigráfica diferente de las convencionales, en "unidades litogenéticas morfo-estructurales", definidas como: "Cuerpo de estratos rocosos individualizado desde los puntos de vista litológico, ambiental y de los acontecimientos morfo-estructurales propios o delimitantes, que representa un intervalo estratigráfico entre dos elementos geológicos definidos y de amplia distribución, sin tomar necesariamente en cuenta en forma específica los factores temporales, paleontológicos y litológicos".

Sus elementos se designan como:

— Secuencias de unidad: que involucran fundamentalmente secciones típicas, porque no siempre es posible tener secciones-tipo, a través de toda la unidad en el lugar donde fueron descritas y designadas originalmente, con sus límites inferior y superior determinados por secuencias de límite o fenómenos geológicos conspicuos, pudiendo existir una sección más típica que otra.

— Secuencias de límite: seleccionadas en secuencias litológicas en lo posible continuas y favorables para la correlación a distancias considerables.

— Fenómenos geológicos de límite: todos aquellos que por su naturaleza e importancia regional constituyen elementos delimitantes definidos de identificación más o menos fácil. Entre ellos se mencionan los paleorelieves, discordancias (no intraformacionales), superficies de erosión y etapas de glaciación.

— Estratoguías: son horizontes litológicos de fácil identificación, mayormente con poco grosor pero siempre extensos e indicativos de una determinada posición en una secuencia estratigráfica, pudiendo ser hasta una capa.

Precámbrico

Las rocas precámbricas afloran al este de la Cordillera Oriental y en la Cordillera de la Costa, aparte de pequeños remanentes en el área del Batolito Andino

y algunos lugares aledaños, como resultado del metamorfismo y tectogénesis de un conjunto volcánico sedimentario con plutones de composición mayormente ácida y en menor escala intermedia (basaltos, basaltos andesíticos, pelitas, grauvacas, materiales calcáreos, granitos, granodioritas y dioritas).

Los afloramientos orientales no están en el área cubierta por este estudio, aunque sí muy próximos; representan niveles superiores de la prolongación del Escudo brasileño, existiendo muy pocas referencias sobre ellos. Consisten en rocas metamórficas muy replegadas y falladas: gneises, filitas, cuarcitas y micaesquistos, de aspecto diferente al del Complejo Basal de la Costa y más jóvenes que la parte más baja de éste, según los datos disponibles hasta la fecha.

Las rocas precámbricas del Complejo Basal de la Costa consisten en ortogneis, paragneis, esquisos, filitas, migmatitas y anfibolitas, de coloración, textura y estructura muy variables de un lugar a otro, teniéndose en el primer caso matices negro a gris oscuro, verdosos o claros hasta diferentes tonos blanquecinos, rosados y rojizos. La textura grada de fina a muy gruesa y la estructura es complicada. Igualmente y según los lugares, se aprecia metamorfismo de intensidad variable.

En sitios aislados se encuentran intercalaciones de cuarcita, pizarras esquistosas y capas calcáreas que desaparecen gradualmente en profundidad, constituyendo zonas de transición muy claras y características. Las observaciones hechas, faltando análisis específicos, indican sólo que la parte inferior consiste esencialmente en ortogneises, la intermedia mayormente en paragneis, anfibolitas y esquistos, y la superior en pelitas, cuarcitas y capas calcáreas.

En este conjunto metamórfico es posible postular dos unidades cuyos contactos no están muy claros: en el área de Marcona una contiene fragmentos de la otra, y en base a las edades radiométricas proporcionadas por la misión inglesa (± 650 y ± 2.000 m.a.) habría que considerar por lo menos dos unidades dentro de este complejo metamórfico, que a su vez también corresponderían a dos orogenias, quedando la última de ellas limitada al Cámbrico como máximo (Daikaliense).

Este complejo metamórfico de la Costa está cubierto con gran discordancia angular por pequeños afloramientos del Devónico Inferior en los valles del Majes y del Tambo, los cuales representan las rocas conocidas más próximas en edad en esta parte occidental, y a su vez también son las más meridionales del país.

Paleozoico Inferior

Las unidades del Paleozoico Inferior se depositaron en una cuenca geosinclinal y conforman grandes extensiones en la Cordillera Oriental, donde constituyen el basamento. También se presentan en el Altiplano y en la región costera.

Los límites de la cuenca son muy irregulares debido al relieve precámbrico causante de notorias fluctuaciones en la línea de la costa, tanto por su moderado relieve como por sus oscilaciones, que dieron lugar a una notable reducción de grosor y cambio de facies de este a oeste.

El primer caso corresponde a la parte de mayor hundimiento de la cuenca, donde se han diferenciado tres unidades en el conjunto sedimentario, concordantes

entre sí y de ambientes marinos poco profundos pero de gran amplitud, desde el Cámbrico hasta el Devónico Medio, cuando se produjo una emersión al igual que durante el Ashgilliense y Silúrico Inferior.

Los depósitos más antiguos descansan sobre el basamento precámbrico; están compuestos por una alternancia de lutitas y lutitas pizarrosas, frecuentemente micáceas, con areniscas y cuarcitas, con volcánicas hacia la parte inferior. La base no siempre aflora, sobre todo en los afloramientos aislados del Altiplano. La unidad contiene horizontes fosilíferos indicativos de una edad ordovícica; sin embargo. algunos de los niveles inferiores, sobre todo los arenisco-cuarcíticos, se atribuyen al Cámbrico por su continuidad con afloramientos en territorio boliviano cercanos a la frontera, en los cuales se ha confirmado dicha edad. Por la ubicación de los horizontes fosilíferos y el persistente engrosamiento hacia el noroeste de los materiales infrayacentes, es poco probable que todo el conjunto litológico coresponda únicamente al Ordovícico. Este criterio tiene apoyo en la existencia de un conglomerado cuarcítico que MAROCO (1973) considera como conglomerado basal del Ordovícico (carretera Ollantaytambo-Quillabamba), el cual suprayace a un conjunto volcánico-sedimentario que representaría parte del Cámbrico en el Perú.

A estas rocas siguen lutitas mayormente negras con escasas areniscas del Arenigiense-Llanvirniense y posiblemente Llandeilliense, infrayacentes a su vez a un flysch atribuido al Caradociense por su facies y posición estratigráfica, similares a las de conjuntos que se consideran equivalentes (secuencia de areniscas psamíticas grises o negras intercaladas con lutitas negras, haciéndose casi completamente lutítica hacia el tope).

Siendo posible que dicho flysch sea Caradociense inferior, el Caradociense medio y superior estaría representado por una secuencia esencialmente cuarcítica con intercalaciones de lutitas negras, carbonosas, con un contenido faunístico característico (MAROCO y LAUBACHER, 1973).

El Ashgilliense se presume presente, sin evidencias que lo acrediten.

La unidad intermedia es fundamentalmente una alternancia de areniscas y lutitas con algunos horizontes de cuarcitas, cuyo contenido fosilífero indica una edad Devónico Inferior a Medio, y presenta la mayor extensión lateral, llegando a la zona altiplánica y aun hasta la faja costanera, aunque con ciertos cambios de facies. Este es el Grupo Cabanillas, cuya correlación y cartografía no son suficientemente satisfactorias, y cuyo tope aún no se ha establecido definitivamente.

Por otra parte, las referencias disponibles sobre la presencia de rocas del Silúrico han sido confirmadas recientemente por DÁVILA y PONCE DE LEÓN (1971) en depósitos de tillitas, y ratificadas posteriormente por los geólogos del ORSTOM, quedando aún por resolver la delimitación y distribución de la secuencia litológica completa. En las secuencias del Paleozoico del Altiplano (vecindades de Juliaca y Ayaviri), se han asignado unos niveles al Silúrico (LAUBACHER, 1973) sobre la base de los fósiles encontrados.

El Silúrico está representado por un horizonte tillítico (Formación Cancañiri), infrayacente a una secuencia de lutitas y areniscas (Valle del Inambari) y pizarras negras carbonosas con estratificación delgada, lutitas gris-oscuras alter-

nantes con lechos cuarzosos y algunos bancos de cuarcita hacia la parte media y el tope (Formación Ananea de LAUBACHER, 1973). La fauna recolectada en esta parte está mal preservada pero se atribuye al Silúrico por determinaciones hechas en la prolongación de sus afloramientos dentro de territorio boliviano.

El contacto entre el Silúrico y el Devónico es muy difícil de precisar, por [illegible] se consideran conjuntamente tanto en la descripción como en la carto[illegible] sabiendo casos donde se han representado únicamente como Devónico, y [illegible] donde se extienden hasta el Ordovícico.

La unidad superior, no siempre muy conspícua, es transicional con la intermedia; consiste en lutitas, limolitas y areniscas con cierta lenticularidad y estratificación cruzada. No es posible precisar su edad por falta de evidencia fosilífera, pero se considera comprendida en el Devónico Medio por su posición estratigráfica y por estar afectada por el tectonismo eo-hercínico.

En la faja costanera existen dos afloramientos pequeños de areniscas y lutitas alternas, uno de los cuales presenta conglomerados en la base. Se asignan al Devónico Inferior a Medio, pero posiblemente existan niveles más antiguos.

Paleozoico Superior

Dada su complejidad las unidades litológicas diferenciadas se han considerado únicamente dentro de la categoría de Grupo, que podrán subdividirse con estudios más detallados. Estas rocas descansan con discordancia angular sobre las unidades del Paleozoico Inferior (discordancia Eohercínica). Son de ambiente marino y continental, y afloran en la Cordillera Oriental, el Altiplano y la Cordillera de la Costa e inmediaciones.

La unidad inferior comprende secuencias litológicas marinas en su parte media y continentales en la base y en el tope, habiéndose reconocido ambas en la Cordillera Oriental y sólo las segundas en el Altiplano y la Costa. Aunque esta unidad suele denominarse Grupo Ambo, la aplicación indiscriminada del nombre puede resultar inexacta debido a sus facies distintas, discordancias y litología casi homogénea.

Las secuencias sedimentarias marinas, supuestamente ausentes en el país, se han ido encontrando en diferentes lugares desde hace relativamente poco tiempo. Son depósitos espesos de areniscas y lutitas negras con un contenido apreciable de braquiópodos, lamelibranquios, crinoideos y briozoarios que indican una edad Mississipiense. Los sedimentos continentales son una alternancia de areniscas, lutitas, conglomerados y esquistos carbonosos de coloración oscura con restos de plantas del Mississippiense; también se observa la presencia esporádica de tillitas. Regionalmente estas unidades son poco extensas, sobre todo los afloramientos occidentales.

Lo expuesto indicaría que, desde fines del Devónico Superior hasta comienzos del Pennsylvaniense, la sedimentación tuvo lugar, sin cambios ostensibles, en ambientes neríticos, parálicos o límnicos, y los contactos entre las diferentes unidades no son muy claros, a pesar de la diversidad de ambientes. En cambio, se aprecia una neta diferenciación litológica y tectónica con las unidades del Paleo-

zoico Inferior en la base y con las del Pennsylvaniense-Pérmico en el tope y en ambos casos los contactos son conspícuos.

La extensión y localización de estos afloramientos lenticulares podrían ser resultado, en algunos casos, de la sedimentación en un conjunto de cuencas orientadas norte-noroeste/sur-sureste, sometidas a procesos de subsidencias locales y/o remociones, que en última instancia produjeron la configuración actual de los contactos respectivos. A su vez, dichas cuencas posiblemente respondieron a una disminución en la amplitud de los ambientes marinos pre-mississippienses, que se restringieron en ciertos sitios, especialmente en lo que luego sería la Cordillera Oriental. Este modelo de cuencas alargadas explicaría las variaciones en el contacto basal, representado por discordancias paralelas en las zonas de cuenca y a veces discordancias angulares en mayor o menor grado fuera de ellas.

Los afloramientos occidentales reconocidos se presentan en el litoral o sus inmediaciones y consisten en areniscas y lutitas con lechos de carbón y abundante flora fósil. La secuencia litológica más meridional atribuida a este grupo contiene un conglomerado basal que pasa gradualmente a areniscas en alternancia con lutitas.

La unidad intermedia agrupa dos conjuntos litológicos comúnmente considerados como independientes, pero que no siempre pueden separarse en esta parte del territorio peruano por sus relaciones generalmente gradacionales o poco definidas, por lo cual los contactos indicados son arbitrarios (grupos Tarma y Copacabana).

Dadas las circunstancias, también esta unidad, ya sea como dos grupos o uno solo, se está considerando como más simple de lo que realmente es, y más aún tomando en cuenta los afloramientos aislados, no siempre ubicables dentro de la secuencia estratigráfica pese a su contenido fosilífero.

En la Cordillera Oriental, los afloramientos asignados al Grupo Tarma en general son menos extensos que los del Grupo Copacabana, que alcanzan la zona sub-andina; cabe señalar que a veces no están debidamente identificados o se asignan sin las evidencias adecuadas. El Grupo Tarma es una alternancia de calizas, lutitas y areniscas con estratificación delgada o mediana, que se hacen progresivamente más calcáreas hasta constituir el Grupo Copacabana con sus caracteres litológicos y faunales típicos; el primero corresponde al Pennsylvaniano Medio y Superior y el último al Pérmico Inferior a Medio.

El Grupo Tarma varía localmente en la proporción, alternancia, matices y volumen de sus elementos constitutivos. Los horizontes guías establecidos para su delimitación superior sólo tienen valor local y siempre son arbitrarios. El Grupo Copacabana propiamente dicho se caracteriza por el predominio de bancos calcáreos, que a veces se presentan solos; las calizas siempre son muy silicificadas y dolomitizadas, con coloración variada y localmente contienen capas o lentes de cherts. Ciertos bancos de caliza dolomítica exhiben una estructura peculiar, determinada por el entrelazado íntimo de capas, placas irregulares o venillas, apreciables únicamente por diferencias de color. Intercalados con los bancos calcáreos suelen presentarse esquistos y areniscas en capas delgadas y en pequeña proporción; hacia el tope aparecen materiales detríticos rojos que se incrementan gradualmente.

Estos depósitos contienen abundante fauna fósil de braquiópodos, briozoarios, crinoideos, fragmentos de esponjiarios, etc., silificados y generalmente bien preservados, que indican una edad Pérmico Inferior a Medio y representan las fases finales de la transgresión marina iniciada en el Pennsylvaniano.

Los afloramientos occidentales consisten fundamentalmente en calizas intercaladas con areniscas, limolitas, lutitas y localmente capas conglomeráticas, hallándose en las primeras abundantes braquiópodos, corales, crinoideos, briozoarios, gasterópodos y fusulínidos indicativos del Pennsylvaniense Medio y Superior; estos afloramientos difieren de los anteriores tanto en sus características litológicas, como en la fauna fósil que corresponde a la parte inferior del Grupo Tarma.

La unidad superior, de origen continental, representa la parte más alta del Paleozoico y cubre grandes extensiones, en muchos casos con un espesor considerable (Grupo Mitu). En general su distribución es similar a la de la unidad anterior pero con marcada variación litológica, tanto vertical como lateral. Es angularmente discordante (aunque no siempre muy marcada) sobre las otras unidades del Paleozoico Superior (discordancia tardi-hercínica).

Consiste esencialmente en conglomerados, areniscas y volcánicas, afectados frecuentemente por abundantes intrusiones hipabisales; en general constituye una molasa post-tectónica continental. Los conglomerados tienen matriz arcósica y llegan a ser hasta brechosos, con muchos elementos cubiertos por barniz del desierto; las areniscas frecuentemente son grauvacas y en algunos casos muestran grietas de disecación; las volcánicas son lávicas o piroclásticas de composición intermedia; localmente también se encuentran espilitas. La coloración generalmente es rojiza y la mayor parte de los materiales indican poco transporte, llegando a constituir brechas o escombros de talud. La estratificación varía localmente, con cambios bruscos sobre cortas distancias. No se han hallado fósiles; se atribuye al Pérmico Superior sin descartarse la posibilidad de que por lo menos localmente pueda extenderse a los comienzos del Triásico.

La textura es más sefítica en la Cordillera Oriental que en la de la Costa, donde la estratificación está mejor definida y en capas más delgadas, los depósitos volcánicos están ausentes y en cambio la secuencia contiene limolitas y lutitas, además de los sedimentos ya citados.

Triásico-Jurásico

La sedimentación mesozoica corresponde al inicio del mal llamado "Geosinclinal Andino" en esta parte del territorio peruano, habiéndose intentado hasta identificar las zonas mio- y eugeosinclinal, sin que se observen en ellas la naturaleza y características necesarias (MENDIVIL y BELLIDO, 1970).

Los depósitos conforman una espesa secuencia litológica de facies generalmente sedimentario-volcánica. Hay marcado predominio de las volcánicas hacia el occidente y de calcáreas hacia el oriente.

Los sedimentos meridionales más antiguos dentro de estos sistemas se atribuyen al Triásico Superior sin las evidencias necesarias, pudiendo quizás corresponder al Jurásico Inferior (pre-Sinemuriense). Estas unidades se han denominado Yamayo y Machani.

El Grupo Yamayo consiste en areniscas, cuarcitas, limolitas y lutitas de facies litoral a continental, con intercalaciones de horizontes volcánicos. La Formación Machani es una alternancia de areniscas, limolitas, lutitas y conglomerados con restos de fauna y flora fósil mal preservadas.

En la zona de Querobamba, Andahuaylas, Abancay y Paras extensos afloramientos de calizas constituyen las rocas mesozoicas más antiguas de esa región, correspondientes al Triásico Superior-Liásico, y forman parte del denominado Grupo Pucará.

En la parte occidental los depósitos más antiguos de este lapso, con edad precisa, corresponden al Sinemuriense y constituyen las formaciones Chocolate y Pelado, originadas por una transgresión marina de cierta importancia, con sedimentación en ambientes relativamente poco profundos y hasta orilleros. Los afloramientos más septentrionales se hallan en el área de Chile, llegando a inmediaciones del litoral.

La Formación Chocolate consiste mayormente en rocas volcánicas: brechas, aglomerados, flujos y tobas, con las que se intercalan areniscas, lutitas, calizas y lentes calcáreos arrecifales en formaciones definidas separadas, que constituyen una unidad con rango de grupo. Localmente existe un conglomerado basal.

Los gruesos flujos, mayormente andesíticos, descritos como Formación Junerata muy bien pueden corresponder a los niveles inferiores de la Formación Chocolate y por lo tanto ser del Sinemuriense. Inmediatamente por encima existe una alternancia de lutitas, limolitas y calizas fosilíferas, cuya fauna indica una edad que abarca desde el Sinemuriense hasta el Toarciense inferior, la cual también se asigna a la Formación Chocolate ya aludida; la unidad ha sido descrita como Formación Pelado.

El Jurásico Medio está representado por sedimentos de ambiente poco profundo, localmente algo agitado y con corrientes. Esta unidad, que en algunos lugares suprayace con discordancia erosional a la Formación Chocolate, consiste en calizas que alternan con areniscas coquiníferas, areniscas cuarcíticas con ligera estratificación cruzada, cuarcitas, limolitas y lutitas esporádicamente bituminosas (Formación Socosani). También existen afloramientos con intercalaciones volcánicas y en general, al igual que los depósitos del Sinemuriense, se restringen a las partes más occidentales de la cadena andina, con una edad que abarca desde el Toarciense superior hasta el Bajociense medio. Asimismo, por la disposición de sus elementos litológicos y sus cambios laterales o falta de relaciones directas entre ellos, debe considerarse como más de una formación.

El Jurásico Superior comienza en el Caloviense, porque en esta parte, al igual que en el resto del país, no se han identificado depósitos del Batoniense; en lo que respecta a los del Jurásico Superior, éstos se presentan mayormente en la parte occidental de Los Andes, cuyos casos de mayor internamiento llegan hasta el Altiplano sin alcanzar la Cordillera Oriental; esto es, si se comprueba la edad cretácea de los depósitos post-Lagunillas y pre-Huancané.

Los depósitos conocidos como Grupo Lagunillas comprenden lutitas, calizas y cuarcitas que pasan transitoriamente a capas rojas. Lo más importante de esta unidad es que en la parte inferior se han encontrado fósiles del Caloviense, pero en general toda esta secuencia segunda requiere ser delimitada y reclasificada.

Los afloramientos más occidentales en la parte meridional corresponden a un conjunto de areniscas y lutitas fosilíferas intercaladas con bancos gruesos de brechas y flujos andesíticos y materiales piroclásticos del Caloviense (Formación Guaneros). Las rocas volcánicas frecuentemente predominan y a veces constituyen los únicos afloramientos.

Hacia el norte y este dicha secuencia litológica se torna fundamentalmente sedimentaria, presentándose muchas veces sin contenido volcánico. La litología consiste en areniscas, limolitas, lutitas, cuarcitas, calizas y horizontes esporádicos de rocas volcánicas de tipo lávico o piroclástico (Grupo Yura: miembros Puente, Cachios y Labra - y Lagunillas). El Grupo Yura, tal como se le considera, conforma realmente un Supergrupo.

La parte inferior es Caloviense, pero la sedimentación prosiguió sin conocerse su verdadera edad hasta los niveles del Titoniense, asignándose los niveles superiores al Berriasiense. Aunque en ciertos lugares existen horizontes con abundante fauna y flora fósil, no se han llegado a precisar los límites de edad de estos depósitos y menos aún de todos los miembros, cuyas características llenan los requisitos de formaciones, por lo menos desde el punto de vista litoestratigráfico.

Las características de esta secuencia litológica indican que la sedimentación tuvo lugar en un ambiente marino muy nerítico y oscilante.

Una situación diferente se presenta en el área del Macizo de Querobomba, donde el Caloviense está representado por dos unidades: una lutítico-areniscosa (Formación Huacaña) infrayacente a otra calcárea con gran espesor (Calizas de Payra), que corresponde a un evidente cambio de facies. Dicha facies calcárea se extiende hasta el Titoniense; hacia el oeste los depósitos se hacen cada vez más calcáreos, y se presentan intercalaciones volcánicas, en menor volumen que al sur pero con mayor persistencia (áreas de Parinacochas y Acarí, valle de los ríos Grande y Yauca).

Cretáceo Inferior y Medio

Los sedimentos depositados durante este lapso exhiben características muy peculiares con relación a los demás del Mesozoico, sobre todo las unidades calcáreas expuestas en la zona andina que corresponden a un ambiente de sedimentación marina de poca profundidad.

El Neocomiense inferior, representado en las zonas de Tarata, Omate, Carunas, Arequipa, Acomayo, Santo Tomás, Chalhuanca, Parinacochas, Nazca, etc., está constituido por calizas arrecifales con gran contenido fosilífero; aún así no ha sido posible hacer determinaciones precisas debido en gran parte al mal estado de preservación. Intercaladas con dichas calizas se presentan lutitas, limolitas y areniscas cuarcíticas (Miembro Gramadal del Grupo Yura), cuyo conjunto en general tiene espesores reducidos; su edad posiblemente corresponda al Berriasiense. Este miembro también muestra condiciones de formación y sería más apropiado considerarla como el nivel tope-superior del Grupo.

Por encima de estos sedimentos, con un contacto muy nítido, se presenta el miembro superior del Grupo Yura, denominado Hualhuani. El otro contacto es gradacional y muchas veces indefinido. Dicha unidad se atribuye en general al

Neocomiense inferior, sin haberse podido precisar más por la carencia de elementos fosilíferos adecuados. Está constituida por areniscas cuarcíticas de grano fino, en bancos gruesos y eventualmente delgados, con frecuente estratificación cruzada, que hacia el este se intercalan con horizontes de areniscas, limolitas y lutitas carbonosas con abundante flora fósil. También en esa dirección aumenta sustancialmente el espesor, quedando los afloramientos de la localidad típica entre los más reducidos, y el cambio hacia un ambiente continental se hace más manifiesto.

El Neocomiense superior-Aptiense probablemente esté representado por el conjunto litológico que continuó depositándose en forma gradacional después del Miembro Hualhuani. Consiste en lutitas abigarradas con intercalaciones de areniscas, en partes algo conglomeráticas, que forman bancos gruesos con estratificación cruzada. Hacia los niveles superiores la unidad se vuelve más arenisca y contiene capas de caliza y yeso intercaladas (Formación Murco). Los afloramientos más característicos se hallan en el área de Arequipa, habiéndosele reconocido también en diferentes lugares algo alejados, tanto hacia el norte como al este-noroeste. Se les atribuye un origen en aguas marinas muy someras con la intervención de intensos procesos oxidantes.

El Miembro Hualhuani representa una buena unidad de límites; sus particularidades permiten considerarlo como formación y constituir otro Grupo conjuntamente con la Formación Murco.

Al comenzar el Albiense tuvo lugar una transgresión marina que duró hasta el Coniaciense, debido a la cual, principalmente en el área de Arequipa y Omate (Moquegua) se presentan calizas en capas medianas y gruesas que en los niveles superiores contienen intercalaciones de margas, areniscas y conglomerados calcáreos, acompañados de venillas de calcita y yeso, así como chert en capas lenticulares. Algunas capas calcáreas contienen abundantes nódulos y concreciones (Formación Arcurquina).

Afloramientos con características similares también se presentan hacia el nortenoroeste (Parinacochas, Nazca, etc.), con abundante contenido fosilífero, pero con relaciones estratigráficas menos definidas; tal es el caso de las calizas expuestas en el cerro Portachuelo, que exhiben cambios en la estratificación y también materiales volcánicos y grauvacas.

En la localidad tipo y áreas vecinas, dicha formación muestra contacto inferior gradacional con la Formación Murco; en la parte superior se presentan localmente unos depósitos discontinuos e irregulares circunscritos al núcleo de un sinclinal, compuestos por acumulaciones yesíferas con capas delgadas de lodolitas y lutitas en contacto directo de falla con rocas del Terciario (Formación Chilcana).

Dentro del conjunto sedimentario las calizas albienses se presentan más plegadas, debido a su incompetencia y a la naturaleza de las rocas infra-y suprayacentes en secuencia normal, dándose el caso de algunas secciones con horizontes repetidos dos o más veces.

En la cuenca del Lago Titicaca, Valle del Vilcanota, Cuzco y diferentes lugares del Departamento de Apurimac, el Cretáceo Inferior y Medio, aunque con algunas diferencias exhibe cualidades que le dan cierto grado de similitud litológica y una secuencia muy similar, evidenciando en todo caso cambios laterales de

facies. Asimismo, se percibe una marcada variación desde las inmediaciones del lago mencionado hacia el norte, noroeste y oeste, hasta la zona de influencia delimitada por elementos morfoestructurales, las cuales confinaron cuencas mudables, ocasionando particularidades locales en el espacio albergante de los depósitos y en la naturaleza y distribución de los mismos.

Dichos elementos morfoestructurales adquieren gran significación desde el Liásico en las áreas de Santa Ana, Querobamba, Andahuaylas, Abancay, Cuzco, Paruro y hacia el sur, y su intervención dio lugar a un patente cambio de facies o confinamiento de cuencas. Un aspecto del caso anterior ocurre con el cambio dentro del alineamiento casi coincidente con parte del curso del valle del Apurimac, evidenciado especialmente por los niveles calcáreos, y en cierto modo, los areniscocuarcíticos que se hallan debajo de las anteriores.

La sedimentación se inició directamente sobre rocas del Paleozoico, con calizas en capas delgadas intercaladas con lutitas y areniscas, que en conjunto alcanzan un espesor muy reducido; sus afloramientos discontinuos son muy restringidos (Formación Sipin). Con las mismas características de distribución y en conformidad, aparecen hacia la parte superior lutitas con areniscas calcáreas y lechos delgados de calizas fosilíferas, pero sin valor cronológico (Formación Muni), por lo cual la edad de estas dos unidades es prácticamente desconocida, aunque probablemente correspondan al Cretáceo Inferior.

Aunque en algunos lugares la Formación Muni cambia gradualmente a un conjunto de areniscas y cuarcitas de coloración generalmente rojiza, con intercalaciones de lutitas o limolitas, en otros la base de esta unidad no es visible (Formación Huancané).

En varios lugares al noroeste, oeste y suroeste dicha unidad continúa con características muy similares, pero paulatinamente cambia a facies salobres y litorales en paso gradacional a una unidad cuarcítica. A ésta se atribuyen afloramientos del área de Huambutio (Valle del Vilcanota), cuyos horizontes lutíticos poseen abundante flora fósil representativa del Cretáceo Inferior. Dichas lutitas se hallan entre bancos gruesos de cuarcitas que pasan hacia arriba a capas areniscosas de diferente textura y diagenización. Poseen frecuente estratificación cruzada, correspondiendo algunos niveles a un ambiente eólico, lo cual junto con las abundantes grietas de disecación, indica la fluctuación de los ambientes sedimentarios que llegaron a ser temporalmente semicontinentales y hasta continentales (Formación Huancané). Por hallarse tales depósitos por debajo de niveles calcáreos del Albiense, se asignan tentativamente al Neocomiense superior-Aptiense, lo cual parece muy probable si se hacen equivalencias con las unidades occidentales.

Afloramientos similares a los de Huambutio, pero de mayor espesor y sin la unidad superior, se aprecian en la áreas de Palca y Tarata (Formación Chachacumane).

A comienzos del Albiense la transgresión aludida depositó una espesa secuencia de calizas y margas en capas medianas a delgadas y con estratificación muy conspícua, con las cuales alternan lutitas y limolitas. Dichas capas calcáreas muy fosilíferas afloran especialmente en las áreas de Chuquibambilla, Santo Tomás y Livitaca (Departamento de Cuzco y Apurimac), mostrando gran semejanza con la

Formación Arcurquina y una edad similar, puesto que en la base la fauna es Albiense y en la parte superior Turoniense.

Más al este las rocas calcáreas son menos persistentes; varios horizontes exhiben un tipo de plegamiento muy original que las individualiza y hace inconfundibles con cualquier otro tipo de rocas aún a distancia (Calizas de Ayavacas). Esto probablemente se deba a oscilaciones del fondo de la cubeta que dieron lugar a deslizamientos submarinos en ambientes poco profundos y agitados, por lo cual no existe ordenamiento ni patrón definido, siendo más bien toda la conformación caótica.

Estas calizas en parte dolomíticas, margosas y brechoides del Cenomaniense están separadas por capas de limolitas y lutitas rojas verdosas u oscuras y en conjunto se presentan dentro de sedimentos muy variados (Grupo Moho). La parte inferior muestra en general una coloración rojiza intensa y consiste en una alternancia de areniscas, limolitas, lutitas abigarradas y areniscas cuarcíticas, en ocasiones acompañadas de capas y vetillas de yeso. La parte superior es una secuencia con bruscas variaciones laterales, lo que hace pensar que en las postrimerías del ambiente de la región debieron quedar varias cuencas aisladas, en las que se produjo sedimentación con características particulares en cada caso.

Lo dicho corresponde a la regresión marina del Cenomaniense-Turoniense, a partir de la cual hubo emersión y ya no volvió a producirse sedimentación marina en esta parte oriental del territorio sur peruano. La litología, en términos generales, corresponde a una alternancia monótona de lutitas y limolitas con horizontes cuarcíticos, calcáreos y pizarrosos que varía lateralmente por el predominio de uno u otro elemento litológico y por su coloración, que en conjunto suele ser rojiza o gris oscura y hasta negruzca. En algunos casos las capas son notoriamente lenticulares o también exhiben estratificación cruzada.

Cretáceo Superior - Terciario Inferior

La sedimentación de estas épocas presenta aspectos muy especiales dentro de la estratigrafía del Sur del Perú, y estuvo acompañada por una importante actividad volcánica.

A partir del Turoniense, las aguas marinas regresivas se fueron circunscribiendo hacia el oeste. Sus últimos vestigios son pequeños remanentes calcáreos en el área de Carumas, cuya abundante fauna fósil permite atribuirlos a las postrimerías del Cretáceo, pudiendo ser del Daniense o tal vez algo más jóvenes (Calizas Carunas).

Inmediatamente después comenzó un movimiento orogénico que dio por terminada la sedimentación marina en el área correspondiente a la actual faja andina, iniciándose un ambiente netamente continental en el que se depositaron unidades sedimentario-volcánicas de amplia distribución.

Por debajo de las calizas señaladas y suprayacente a otras del Albiense-Turoniense con contactos de leve discordancia erosional, se presenta una espesa acumulación de depósitos volcánicos constituidos por andesitas, dacitas, brechas y piroclásticas, con bruscos cambios laterales y una notoria lenticularidad local. También

se intercalan horizontes de areniscas, limos y arcilas, sobre todo hacia la parte inferior (Volcánico Matalaque).

Los sedimentos continentales del Cretáceo Superior afloran ampliamente distribuidos en la cuenta del Titicaca, a lo largo de los valles del Vilcanota, Apurimac, Velille y Santo Tomás, áreas del Cuzco, Cotabambas, Acomayo, etc. En varios de sus horizontes estratigráficos y en lugares distantes entre sí se han encontrado charofitas que indican Cretáceo Superior, pero los niveles superiores indudablemente llegan hasta el Terciario.

Dichos sedimentos varían gradualmente hacia el norte-noroeste, pero en todo caso siempre muestran características que permiten identificarlos, aunque en varios lugares se consideran como una sola unidad descrita como "Capas Rojas" y no siempre se dan elementos de juicio suficientes para precisar su verdadero ambiente sedimentario. Hacia el oeste son marinos (Formación Seraj).

La litología consiste en areniscas arcósicas y cuarcíferas rosadas, rojas o verdosas, que alternan con lutitas de diferente coloración, a veces yesíferas (Grupo Cotacucho); lutitas, limolitas y areniscas finas de color gris o verdoso, localmente con lechos de cuarcita (Formación Vilquechico); y areniscas arcósicas rojas o amarillo rojizo, que hacia la parte superior se hacen conglomeráticas y aún se intercalan niveles de conglomerados con elementos que progresivamente van aumentando de tamaño (Formación Muñani).

Terciario

Los depósitos terciarios se iniciaron con la sedimentación de los productos de una gran remoción seguida de actividad volcánica, que originaron una enorme acumulación sedimentaria-volcánica de ambiente continental, desde la Cordillera de la Costa hacia el oriente con excepción de parte de la faja costanera; ésta estuvo sometida a movimientos oscilatorios tanto emersivos como subsidentes vinculados a sistema de fallamientos en bloques, que dieron lugar a cuencas marinas aisladas o intercomunicadas.

Los primeros depósitos terciarios de la faja Costanera, probablemente del Eoceno medio-superior o tal vez un poco más antiguos (Grupo Esbilla), están constituidos por conglomerados infrayacentes a un conjunto alternante de areniscas, lutitas y arcillas con abundantes capitas y venillas de yeso, con tonalidades grises, marrones y rojizas, que a su vez infrayacen otros conglomerados (Conglomerados Urarqui, Formación Caracharma y Conglomerado Tinajas).

Dichas unidades conglomeráticas en muchos casos parecen ser producto de conos de escombros, por lo cual su composición varía según el sitio, reflejando transporte reducido por la similitud con las rocas infrayacentes o aledañas (Valles del Ocoña y del Siguas e inmediaciones de Ilabaya). Se estipula el hecho de incluir dentro de este Grupo a la parte inferior del Grupo Moquegua, tomando en cuenta los niveles correspondientes según los afloramientos. Por otro lado, la Formación Sotillo viene a ser la prolongación lateral de la Formación Caracharoa.

Por encima del grupo anterior de origen continental, yacen con leve discordancia erosional areniscas, limolitas, diatomitas, tobas redepositadas y lentes conglomeráticos de ambiente marino muy somero y agitado, pertenecientes al Eoceno

superior y pudiendo llegar tal vez hasta el Oligoceno (Formación Cejas). La sección-tipo aflora en la quebrada Pescadores.

Sedimentos en parte lateralmente equivalentes de la unidad anterior afloran en el litoral directamente por encima de rocas pre-terciarias; consisten en una alternancia de areniscas, areniscas calcáreas, calizas, lutitas, margas, diatomitas y lentes de conglomerados (Formación Paracas). Esta unidad, como la precedente, exhibe en conjunto una coloración blanquecina y blanco-amarillenta, conteniendo ambas abundante material fosilífero. También requieren delimitación adecuada y pueden dividirse en dos o más miembros.

Discordantemente por encima de rocas del Paleozoico o más antiguas se presentan otros sedimentos marinos, expuestos en el flanco occidental de la Cordillera de la Costa desde la ribera marina hasta unos 16 Kms. tierra adentro. Su contacto superior es una leve discordancia erosional y su litología corresponde a un ambiente muy nerítico, con indicios de acarreo por corrientes durante procesos sedimentarios rápidos. Consisten en capas subhorizontales de areniscas blanquecinas, grises o amarillentas de grano fino a grueso, con intercalaciones de areniscas, areniscas arcósicas, limolitas, lutitas y arcillas de color claro, amarillento, amarillo rojizo o verde oliva y areniscas calcáreas con algunos horizontes de calizas bioclásticas puras o arenosas, conglomerados y coquinas (Formación Camaná). Los estratos normalmente delgados suelen presentarse en bancos muy espesos y algunos niveles exhiben estratificación cruzada. En base a su gran contenido fosilífero, estos sedimentos se atribuyen al Oligoceno superior-Mioceno inferior, habiéndose diferenciado hasta cuatro miembros (Pano, Corralones, Cerrillos y Bandurrias).

De edad posterior a éstos se conoce una serie de depósitos sin relación directa entre sí, presentándose algunos únicamente en el litoral (formaciones Pisco, Huamaní y Candia) y otros en las peniplanicies costaneras entre la Cordillera de la Costa y el Batolito Andino (Formación Platanal). En general, todo parece indicar que estos sedimentos se originaron en un ambiente marino muy somero, bastante agitado y con procesos rápidos de sendimentación. La litología consiste en areniscas, areniscas arcillosas, areniscas tobáceas, tobas redepositadas y en determinados casos, niveles lutíticos, calcáreos y de diatomita. En base a la gran cantidad de fósiles recolectados, su edad corresponde al Mioceno superior; representan las últimas manifestaciones terciarias de ambiente marino en la región y dentro del conjunto existen varias unidades aún indiferenciadas.

En forma aparentemente concordante y sólo en las peniplanicies costaneras, hay testigos que indican el cambio de ambiente marino a continental; presentan una litología muy variable tanto vertical como lateralmente, en capas horizontales o ligeramente inclinadas, a excepción de algunos lugares de las laderas batolíticas, donde hay casos de mayor inclinación. Su origen continental ha sido determinado, pero se desconoce su edad precisa atribuyéndose tentativamente al Plioceno inferior a medio y habiéndose considerado tres miembros (Formación Cuno-Cuno). La parte inferior es un conjunto de areniscas gris verdosas, arcillas marrones y amarillentas, areniscas tobáceas gris amarillentas y niveles de chert y calcáreo-arenosos con restos de flora fósil muy mal preservados hacia la base; en la parte media se presentan areniscas grises rojizas y blanquecinas, intercaladas con areniscas tobáceas y lapillíticas; en la parte superior, con mayor distribución que las inferiores, existen conglomerados medianos a gruesos en una matriz areno-tobácea con algunos

horizontes arenosos, areniscas de grano medio a grueso, tobas redepositadas, lapillis y ocasionalmente tobas compactas blanco amarillentas. El contacto superior es una discordancia erosional con un conjunto volcánico-sedimentario muy típico (Formación Sencca). La parte superior del Grupo Moquegua queda incluida dentro de esta formación, debiendo tenerse presente el nivel que le corresponde según el afloramiento que se considere.

Hacia el oriente y a partir del Batolito Andino, aflora un conjunto sedimentario-volcánico, suprayacente con discordancia angular a rocas que se extienden hasta los comienzos del Terciario, integrado por una litología muy diversificada y con amplias variaciones laterales y verticales; la mayoría de las divisiones que se han hecho en sus afloramientos tienen carácter muy local. Las características de estos depósitos probablemente se deban a haberse formado en cuencas separadas o tal vez parcialmente conectadas, bajo condiciones y procesos sedimentarios diferentes, sometidos en varios casos a la influencia de actividades volcánicas. La litología consiste en conglomerados, areniscas, limolitas, arcillas, tobas redepositadas, calizas lacustres, ignimbritas, tobas riolítico-riodacíticas, brechas y lavas de naturaleza intermedia. Este vasto conjunto litológico se atribuye al Eoceno-Oligoceno, sin conocerse la edad exacta de sus niveles fosilíferos debido al tipo de especímenes y a su estado de preservación, salvo algunos niveles superiores donde se han encontrado charofitas del Oligoceno. En general los afloramientos de esta unidad se han descrito bajo la denominación de Grupo Puno y Formación Huanca, quedando por resolver su estratigrafía con estudios de detalle.

Sobre la unidad anterior y en discordancia angular yace un conjunto volcánico-sedimentario del Mioceno, expuesto extensamente en diferentes lugares de todos los departamentos del Sur del país, presentándose generalmente en bancos gruesos y con distintas coloraciones (Grupo Tacaza). La parte inferior es una distribución irregular de lavas, brechas de flujo, aglomerados y tobas de textura variada y composición mayormente andesítica y en menor grado dacítica, riodacítica y riolítica. También se intercalan conglomerados, areniscas, lutitas y capas calcáreas de espesor y amplitud variables. Se han diferenciado varias formaciones y/o miembros, pero de valor sólo local en la mayoría de los casos o inadecuadamente delimitados.

La parte media es una alternancia de bancos gruesos de tobas riolíticas, riodacíticas y dacíticas con textura, compactación y coloración variables, predominando los matices blanquecinos, grises y rojizos. También aparecen ignimbritas y abundantes inclusiones e intercalaciones, mayormente lenticulares, de conglomerados, areniscas gruesas a medianas y en menor cantidad arenas y arcillas. Esta y la Formación Sencca constituyen dos unidades guías de gran importancia (estratos guías). La Formación Huaylillas, que corresponde a parte de esta unidad, requiere una revisión para ser delimitada y probablemente redefinida.

La parte superior es esencialmente una unidad lávica que incluye localmente tobas, aglomerados y brechas, sobre todo en acumulaciones lenticulares. La secuencia no siempre se presenta completa, pero suele adquirir espesores importantes y las coladas son casi exclusivamente andesíticas con textura porfiroide.

En discordancia erosional, o a veces angular, sobre las unidades del Mioceno se encuentran depósitos lacustres ampliamente distribuidos, cuya litología variable está constituida por una intercalación de areniscas, limolitas, conglomerados, bre-

chas, lapillis, tobas redepositadas y algunos bancos de lavas, calizas, diatomitas y tobas riolíticas (Formación Meura). Las capas, normalmente bien estratificadas en posición horizontal o con muy poco ángulo, suelen ofrecer algunos casos lenticulares o con estratificación cruzada. De manera general, por lo menos localmente, es posible indicar que estos depósitos contienen gran proporción de materiales volcánicos, los cuales llegan a predominar hacia la parte superior, teniendo todo el conjunto una coloración blanquecina, amarillenta y rara vez oscura. Estos depósitos se atribuyen al Plioceno inferior a medio.

Con afloramientos de amplia extensión, aunque con espesor relativamente delgado, existe un conjunto volcánico-sedimentario (Formación Sencca) que constituye un magnífico "estrato guía". Esta unidad ingresa desde el territorio boliviano y se prolonga hasta la Cordillera de la Costa hallándose de preferencia en partes relativamente planas y depresiones o valles. Su contacto inferior es muy variable; frecuentemente se halla en discordancia erosional con respecto a la unidad anterior y también en algunos casos angular, aunque muy localmente. Consiste en materiales volcánicos con intercalaciones de sedimentos lenticulares; esencialmente son tobas riolíticas, dellenítica y riodacíticas con variaciones laterales y verticales de textura, estructura, compactación, tipo y tamaño de las inclusiones y una coloración predominantemente blanca grisácea y en menor grado rojiza o amarillenta.

Entre los niveles tobáceos en varios lugares se presentan lentes de aglomerados, lapillis, conglomerados, arenas y arcillas. Esta unidad corresponde al Plioceno medio a superior.

Terciario Superior - Cuaternario

Existen depósitos que se suponen formados a fines del Terciario, pero que también posiblemente se extiendan al Cuaternario, o que puedan ser únicamente del Pleistoceno. Dicha unidad muestra gran similitud con la del Plioceno inferior a medio (Formación Maure); en cuanto a su origen, parece ser también continuación del mismo ambiente, interrumpido por la actividad volcánica pero bajo condiciones que permitieron mantener casi idénticos procesos sedimentarios aunque abarcando mayores extensiones en algunos lugares.

Estos sedimentos yacen con leve discordancia sobre la Formación Sencca y están constituidos por una intercalación de areniscas, limolitas, arcillas, diatomitas, conglomerados y piroclásticas, que se presenten en capas horizontales o con muy poca inclinación y con un espesor general variable ostensiblemente de un lugar a otro (Formación Capillune).

Cuaternario

Los depósitos cuaternarios cubren indistintamente extensas zonas y son de naturaleza volcánica y sedimentaria.

Las acumulaciones volcánicas afloran preferentemente en las peniplanicies andinas, el Altiplano y en la Cordillera Occidental, siendo en este tramo meridional donde se presentan en mayor abundancia con respecto al resto del país.

Se trata de acumulaciones volcánicas post-orogénicas constituidas por lavas, brechas de flujos, aglomerados, lapillis y tobas de naturaleza principalmente ande-

sítica y traquiandesítica en extensas capas horizontales, levemente inclinadas, o con pendientes que reflejan la superficie sobre la que se emplazaron, o constituyen con frecuencia majestuosos aparatos volcánicos por lo general del tipo "estratovolcanes". De estos volcanes, unos están extinguidos y otros se hallan en "estado decadente", ubicados en el "Arco volcánico del Barroso". Dentro de estas rocas volcánicas se han separado varias unidades, tratando en lo posible de que tengan un valor regional.

Los depósitos post-Capillune y anteriores a la última glaciación del Pleistoceno se han considerado en una unidad denominada Grupo Barroso, en el cual se diferencian las formaciones Chila, Purupurina y Barroso, ésta última con dos miembros. Dicho grupo se atribuye al Pleistoceno y se recomienda tomar el nombre como provisional hasta que se defina una localidad más típica evitándose así el desacuerdo actual con las normas estratigráficas en cuanto a la designación de las unidades clasificadas. Frecuentemente se ha tratado de llamar a esta unidad Volcánico Sillapaca o Volcánico Chachani, pero por definición cada uno de ellos constituye en realidad más de un supergrupo, y en ningún caso se ha hecho una delimitación valedera. Por tanto, de ser indispensable su aplicación, previamente debe hacerse la redefinición y delimitación.

Los últimos eventos volcánicos de importancia ocurrieron posiblemente a fines del Pleistoceno, continuando en menor escala durante los comienzos de la época Reciente y muy esporádicamente aun en tiempos históricos. Sus productos son flujos andesíticos y piroclásticos, tales como los que se hallan en la parte superior de los volcanes Misti y Ubimas (Formación Misti), los pequeños volcanes de lavas porfiroides (Formación Paucarani), o los derrames y volcanes de naturaleza basáltica en el valle de Vilcaonta y en la margen izquierda del río Huatanay (Formación Quimsachata), y el numeroso conjunto de volcancitos que se presentan en mayor agrupación en el área de Andahua.

También, y como última manifestación volcánica conocida, se tienen los depósitos de cenizas blanquecinas, que con muy poco espesor cubren áreas más o menos extensas dentro de los Departamentos de Arequipa y Moquegua. Dichas cenizas se acumularon debido a una erupción explosiva del volcán Huaynaputina en el año 1600.

Los sedimentos cuaternarios consisten en general en materiales clásticos sueltos o poco diagenizados, de composición, textura y espesor muy variables, formados en ambientes marinos y continentales. Los depósitos marinos se hallan en diferentes lugares del borde litoral, conformando las denominadas "terrazas marinas" del Pleistoceno. Estas se encuentran escalonadas aproximadamente hasta los 300 metros de altitud y consisten en conglomerados, areniscas calcáreas, arenas y bancos de coquina.

La faja costanera, desde las estribaciones occidentales de Los Andes, está cubierta por un manto muy persistente de conglomerados y gravas con algunas intercalaciones de arenas y arcillas. Estos materiales aluviales se atribuyen al Pleistoceno y corresponden en su mayor parte a depósitos piemontinos.

En varios lugares de la zona andina se presentan flujos de barro del Pleistoceno, especialmente vinculados con las áreas volcánicas. Constituyen acumulaciones caóticas de color generalmente gris claro, integradas por conglomerados, arenis-

cas, arcillas, lapillis y tobas redepositadas. Posteriormente a tales flujos de barro se depositaron alternamente conglomerados, areniscas, arenas, aglomerados, lapillis y tobas (Formación Acequia Alta), en diferentes lugares próximos a las áreas volcánicas. Estos afloramientos generalmente tienen espesor y extensión reducidos y no siempre se distinguen fácilmente de otros depósitos muy similares, presentes sobre todo en las inmediaciones de la cadena volcánica denominada "Arco volcánico del Barroso".

En las partes altas de Los Andes y en la región altiplánica existen con cierta frecuencia acumulaciones de morrenas y depósitos fluvio-glaciares, no habiéndose establecido las etapas de glaciación, sobre todo en la Cordillera Occidental, donde parece que no se han producido glaciaciones importantes. Asimismo, la actividad glaciar actual se debe fundamentalmente a glaciares de montaña, glaciares de pie de monte y calotas glaciarias.

Cubriendo gran parte de las planicies, como también los lechos y laderas de los valles y quebradas, se observan las acumulaciones clásticas más modernas, formando en el primer caso "llanuras aluviales" y en los otros frecuentemente terrazas fluviales y aluviales, aparte de los conos de deyección, coluvios, etc.

Finalmente, las acumulaciones de origen eólico se encuentran de manera especial en la faja costanera y sobre todo en sus peniplanicies, donde conforman numerosas dunas y barkhanas.

REFERENCIAS

AUDEBAUD, E. (1970). *Geología de los cuadrángulos de Sicuani y Ocongate.* Ser. Geol. y Min., Bol. Nº 25, Lima.

BELLIDO, E. (1969). *Sinopsis de la geología del Perú.* Serv. Geol. y Min. Lima, Bol. Nº 22.

———— y NARVAEZ, S. (1960). *Geología del cuadrángulo de Atico.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Vol. I, Nº 2.

———— y GUEVARA, C. (1963). *Geología de los cuadrángulos de Punta de Bombón y Clemesí.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Vol. II, Nº 5.

BENAVIDES, C. V. (1962). *Estratigrafía pre-terciaria de la ciudad de Arequipa.* Soc. Geol. Perú, Tomo 38.

CALDAS, J. (1973). *Mapas geológicos de San Juan, Acarí y Yauca.* Serv. Geol. y Min., Lima, Inéditos.

DAVILA, J. J. y PONCE DE LEON, V. (1971). *Sección del río Inambari en la faja subandina del Perú y la presencia de sedimentitas de la Formación Cancañiri (Zapla) del Silúrico.* Rev. Téc. Petrol. Fis. Bolivia.

GARCIA, W. (1968). *Geología de los cuadrángulos de Mollendo y La Joya.* Serv. Geol. y Min., Lima, Bol. Nº 19.

GUEVARA, R. C. (1969). *Geología del cuadrángulo de Characato.* Serv. Geol. y Min., Lima, Bol. Nº 23.

———— (1973). *Mapa geológico de Querobamba.* Serv. Geol. y Min., Lima, inédito.

GUIZADO, J. (1968). *Geología del cuadrángulo de Aplao.* Serv. Geol. y Min., Lima, Bol. Nº 20.

JAEN, H. (1965). *Geología del cudrángulo de Tarata:* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 11.

———— y ORTIZ, G. (1963). *Geología de los cuadrángulos de La Yarada y Tacna.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 6.

JENKS, W. F. (1948). *Geología de la hoja de Arequipa.* Inst. Geol. del Perú, Bol. Nº 9.

———— y GOLDICH, S. S. (1956). *Rhyolitic tuff flows in Southern Peru.* Jour. Geol., Vol. 64.

KALAFATOVICH, C. (1957). *Edad de las calizas de la Formación Yuncaypata.* Soc. Geol. del Perú, Tomo 32.

LAUBACHER, G. (1973). *Estudio geológico preliminar de la Cordillera Oriental - Bloque C.* Misión del O.R.S.T.O.M. en colaboración con el S.G.M.

MAROCCO, R. (1973). *Estudio geológico preliminar de la Cordillera Oriental; Bloque D.* Misión del O.R.S.T.O.M. en colaboración con el S.G.M.

———— y DEL PINO, M. (1966). *Geología del cuadrángulo de Ichuña.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 14.

MENDIVIL, S. (1965). *Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 10.

———— (1965). *Geología del Volcán Misti.* Inédito.

———— (1967). *El Sillar en Arequipa.* Inédito.

———— (1970). *Estratigrafía terciaria de la faja costanera del Sur del Perú.* I Congreso Latino-Americano de Geología, inédito.

———— y BELLIDO, E. (1970). *Algunos aspectos del Mapa Tectónico del Perú.* I Congreso Latino-Americano de Geología, inédito.

———— y CASTILLO, W. (1960). *Geología del cuadrángulo de Ocoña.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Vol. 1, Nº 3.

NARVAEZ, S. (1964). *Geología de los cuadrángulos del Ilo y Locumba.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 7.

NEWELL, N. D. (1949). *Geology of the Lake Titicaca region, Peru and Bolivia.* Geol. Soc. America, Memoir 36.

———— (1956). *Reconocimiento geológico de la región Pisco-Nazca.* Soc. Geol. del Perú, Tomo 30.

———— CHORONIC, B. J. & ROBERTS, T. G. (1953). *Upper Paleozoic of Peru.* Geol. Soc. America, Memoir 58.

OLCHAUSKI, E. (1973). *Mapas geológicos de Chala, Cháparra, Jaqui y Cora-Cora.* Serv. Geol. y Min., Lima, inédito.

PECHO, V. y MORALES, G. (1969). *Geología de los cuadrángulos de Camaná y La Yesera.* Serv. de Geol. y Min., Lima, Bol. Nº 21.

PETERSON, G. (1954). *Informe preliminar sobre la geología de la faja costanera del Departamento de Ica.* Bol. Téc. Empresa Petrol. Fiscal Nº 1.

RIVERA, R. (1957). *Moluscos fósiles de la Formación Paracas, Departamento de Ica.* Soc. Geol. del Perú, Tomo 32.

RUEGG, W. (1952). *The Camana Formation and its bearing on the Andean post-orogenic uplift.* Bull. Assoc. Suisse Geol. et Ing. du Petrole, Vol. 19, Nº 57.

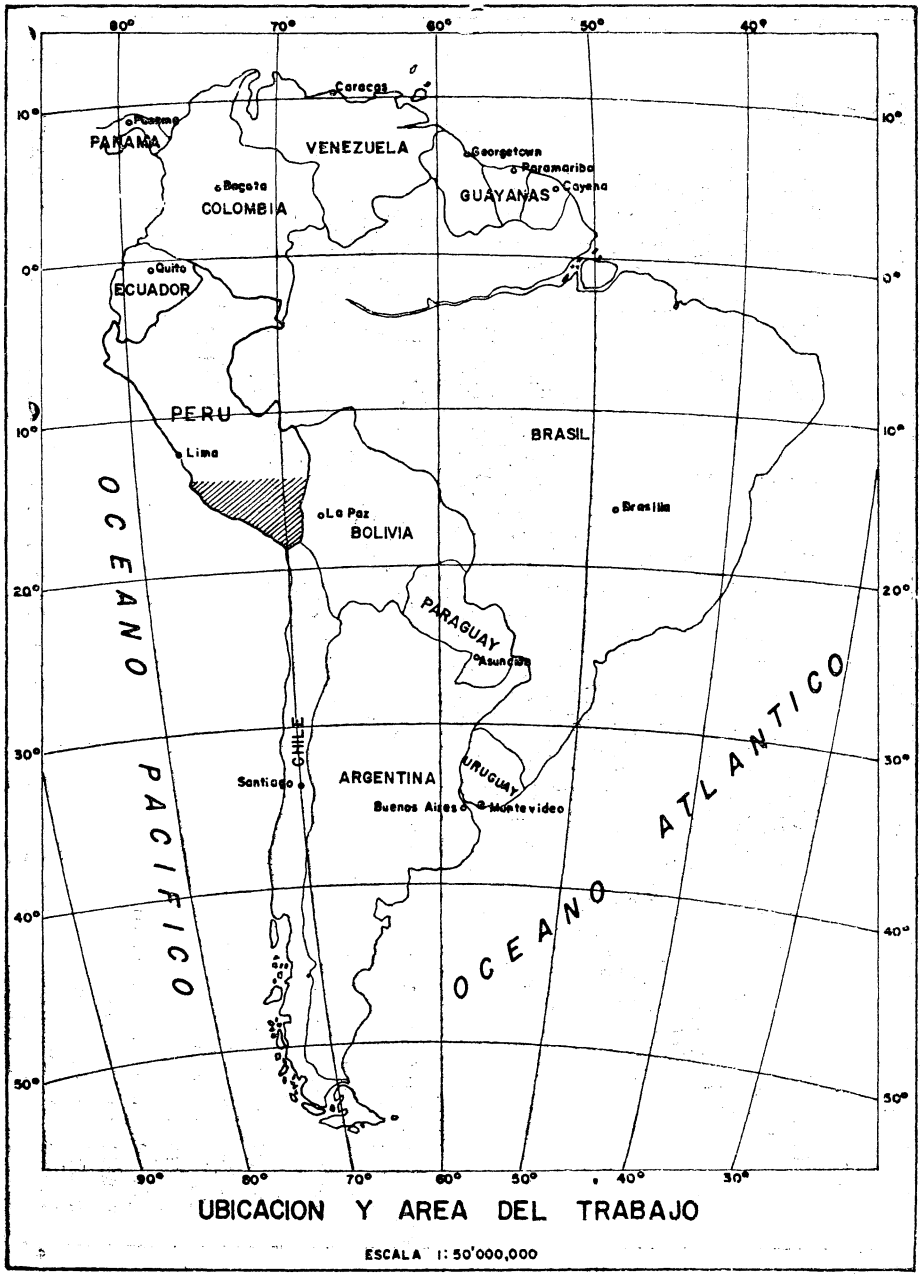
———— (1953). *Geología de la bahía de Pisco, hundimiento y ascenso del litoral y la posición tectónica de la Cordillera de la Costa.* Soc. Geol. del Perú, Tomo 26.

———— (1962). *Rasgos morfológicos geológicos intramarinos y sus contrapartes en el suelo continental peruano.* Soc. Geol. del Perú, Tomo 38.

VARGAS, L. (1970). *Geología del cuadrángulo de Arequipa.* Serv. Geol. y Min., Lima, Bol. Nº 24.

WILSON, J. J. (1963). *Geología del cuadrángulo de Huaylillas.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Bol. Nº 6.

———— y GARCIA, W. (1962). *Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca.* Com. Carta Geol. Nac., Lima, Vol. II, Nº 4.


80°
70°
60°
50°
40°
10°
0°
10°
20°
30°
40°
50°
Caracas
Panama
PANAMA
VENEZUELA
Georgetown
Paramaribo
Cayena
GUAYANAS
Bogota
COLOMBIA
Quito
ECUADOR
PERU
Lima
BRASIL
Brasilia
La Paz
BOLIVIA
PARAGUAY
Asuncion
OCEANO PACIFICO
CHILE
Santiago
ARGENTINA
URUGUAY
Buenos Aires
Montevideo
OCEANO ATLANTICO
90°
80°
70°
60°
50°
40°
30°
UBICACION Y AREA DEL TRABAJO
ESCALA 1: 50'000,000

BOLIVIA
CHILE
OCEANO PACIFICO
L° TITICACA
ABANCAY
MOQUEGUA
TACNA
PUNO
Elementos Geográficos Morfo-estructurales
Faja litoral
Cordillera de la Costa
Peniplanicie Costanera
Cordillera Occidental
Arco del Barroso
Volcán y área de volcanes
Peniplanicie andina
Altiplano
Valle y depresión intermedia
Valle transversal
Cordillera Oriental
Faja Subandina.
ESCALA 1: 5'000,000
Salvador Mendivil E.
Lima 1973.

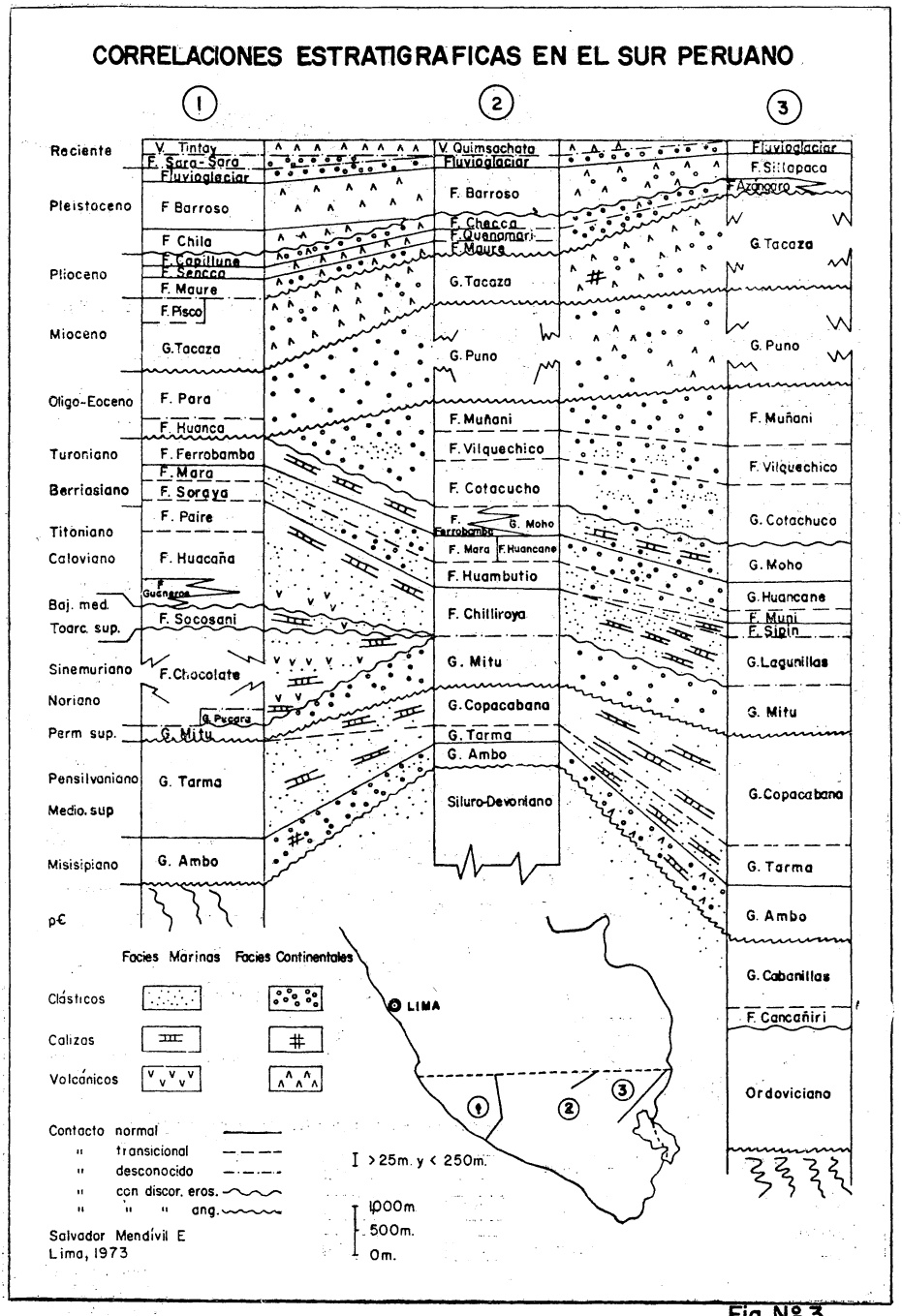

CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS EN EL SUR PERUANO
1
2
3
Reciente
Pleistoceno
Plioceno
Mioceno
Oligo-Eoceno
Turoniano
Berriasiano
Titoniano
Caloviano
Baj. med.
Toarc. sup.
Sinemuriano
Noriano
Perm sup.
Pensilvaniano
Medio. sup
Misisipiano
p€
V. Tintay
F. Sara-Sara
Fluvioglaciar
F Barroso
F Chila
F. Capillune
F. Sencca
F. Maure
F. Pisco
G.Tacaza
F. Para
F. Huanca
F. Ferrobamba
F. Mara
F. Sorgya
F. Paire
F. Huacaña
F. Gucnacos
F. Socosani
F.Chocolate
G. Pucara
G. Mitu
G. Tarma
G. Ambo
V. Quimsachata
Fluvioglaciar
F. Barroso
F. Checca
F. Quenomari
F. Maure
G.Tacaza
G. Puno
F. Muñani
F. Vilquechico
F. Cotacucho
F. Ferrobamba
G. Moho
F. Mara
F. Huancane
F. Huambutio
F. Chilliroya
G. Mitu
G. Copacabana
G. Tarma
G. Ambo
Siluro-Devoniano
Fluvioglaciar
F.Sillapaca
F.Azogaro
G.Tacaza
G. Puno
F. Muñani
F. Vilquechico
G. Cotachuco
G. Moho
G. Huancane
F. Muni
F. Sipin
G.Lagunillas
G. Mitu
G.Copacabana
G. Tarma
G. Ambo
G. Cabanillas
F. Cancañiri
Ordoviciano
Facies Marinas
Facies Continentales
Clásticos
Calizas
Volcánicos
Contacto normal
" transicional
" desconocido
" con discor. eros.
" " " ang.
Salvador Mendivil E
Lima, 1973
LIMA
1
2
3
I >25m. y < 250m.
1000m
500m.
0m.

Fig. Nº 3

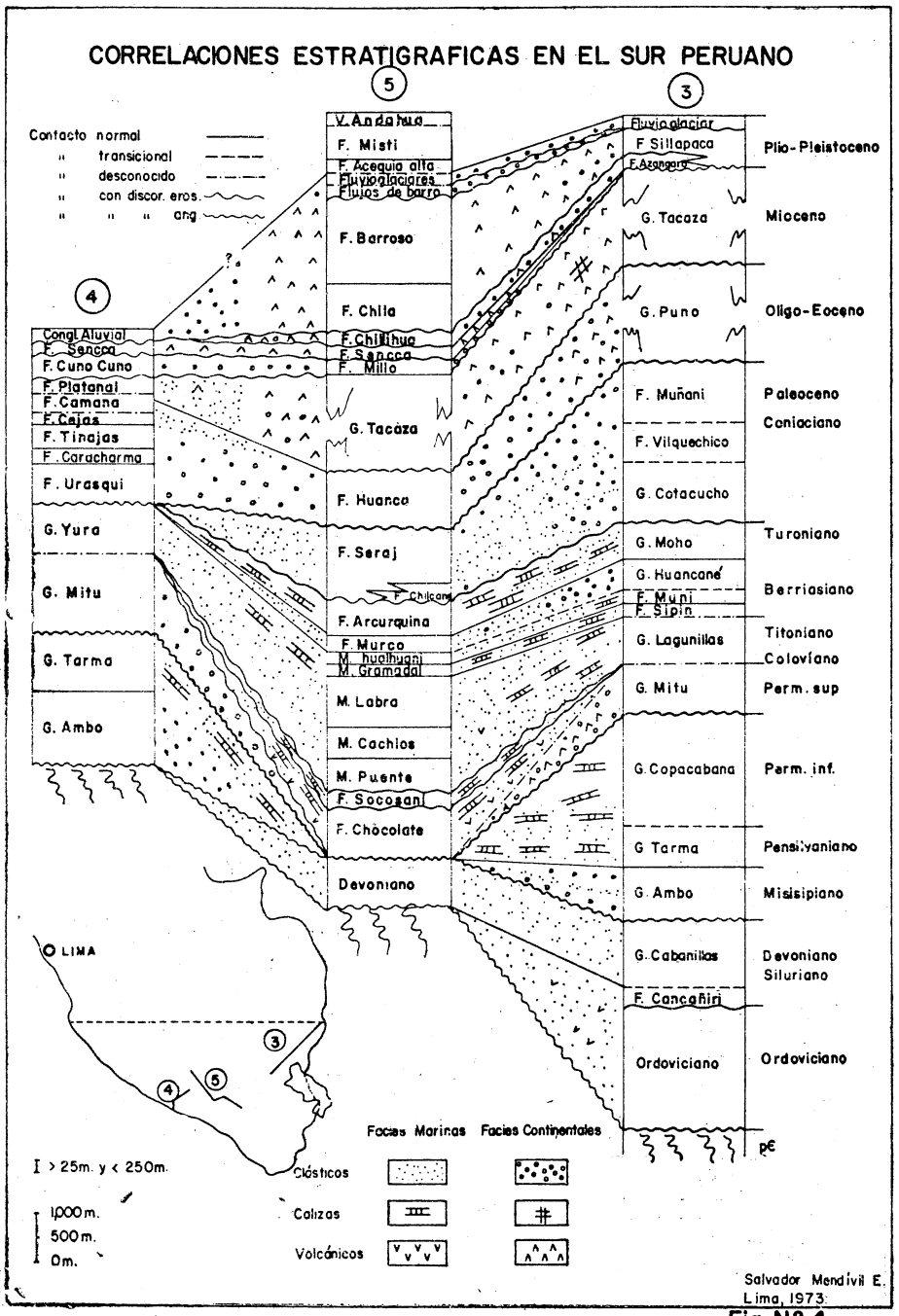

CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS EN EL SUR PERUANO
5
3
4
Contacto normal
" transicional
" desconocido
" con discor. eros.
" " " ang
V. Andahua
F. Misti
F. Aceguia alta
Fluvioglaciares
Flujos de barro
F. Barroso
F. Chila
F. Chilihua
F. Sencca
F. Millo
G. Tacaza
F. Huanca
F. Seraj
F. Chilcani
F. Arcurquina
F. Murco
M. Hualhuani
M. Gramadal
M. Labra
M. Cachios
M. Puente
F. Socosani
F. Chocolate
Devoniano
Congl. Aluvial
F. Sencca
F. Cuno Cuno
F. Platanal
F. Camana
F. Cajas
F. Tinajas
F. Caracharma
F. Urasqui
G. Yura
G. Mitu
G. Tarma
G. Ambo
Fluvioglaciar
F. Sillapaca
F. Azangaro
G. Tacaza
G. Puno
F. Muñani
F. Vilquechico
G. Cotacucho
G. Moho
G. Huancané
F. Muni
F. Sipin
G. Lagunillas
G. Mitu
G. Copacabana
G. Tarma
G. Ambo
G. Cabanillas
F. Cancañiri
Ordoviciano
Plio-Pleistoceno
Mioceno
Oligo-Eoceno
Paleoceno
Coniaciano
Turoniano
Berriasiano
Titoniano
Colovíano
Perm. sup
Perm. inf.
Pensilvaniano
Misisipiano
Devoniano
Siluriano
Ordoviciano
pЄ
LIMA
Facies Marinas
Facies Continentales
Clásticos
Calizas
Volcánicos
I > 25m. y < 250m.
1,000m.
500m.
0m.
Salvador Mendivil E.
Lima, 1973

Fig. Nº 4

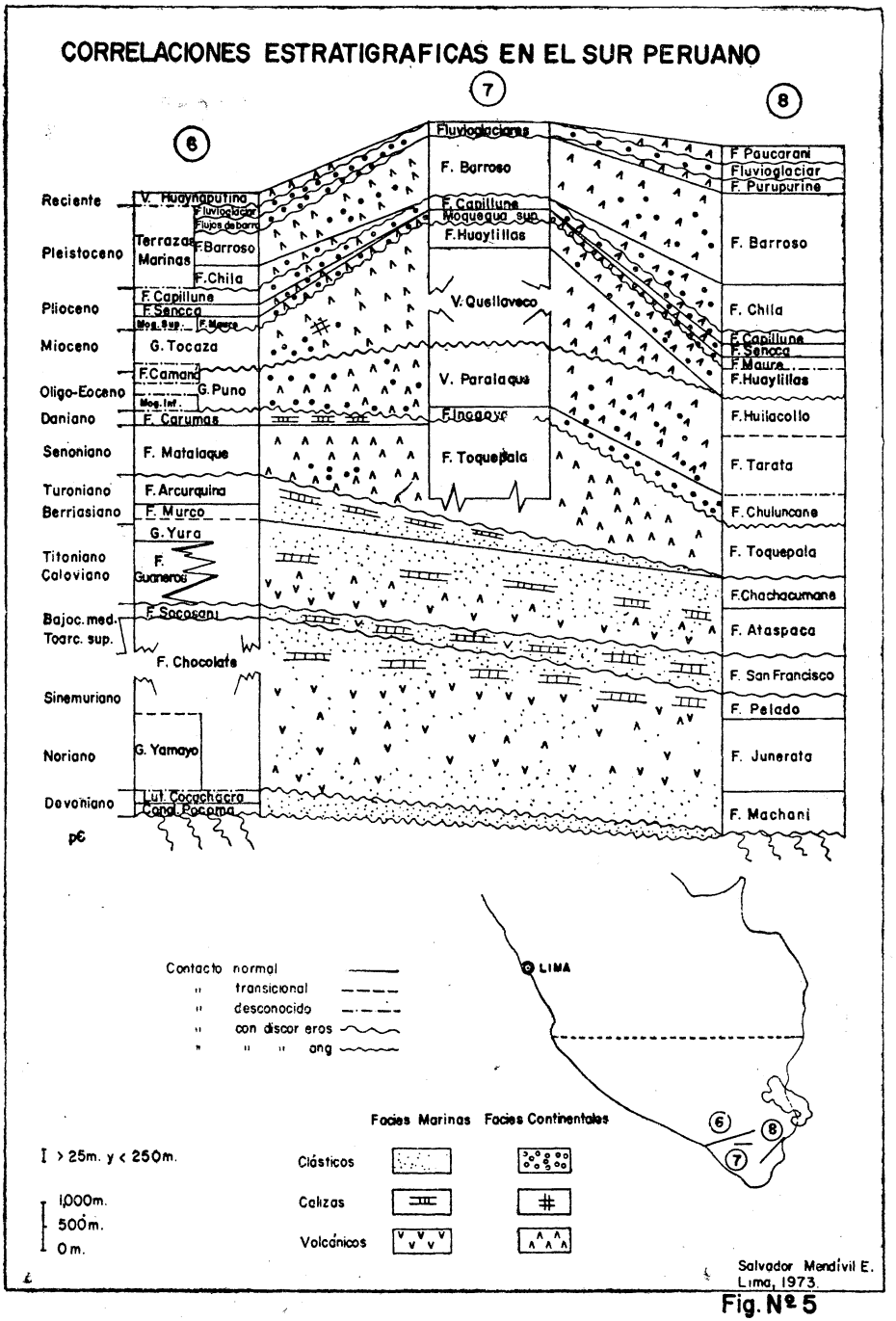

CORRELACIONES ESTRATIGRAFICAS EN EL SUR PERUANO
6
7
8
Reciente
Pleistoceno
Plioceno
Mioceno
Oligo-Eoceno
Daniano
Senoniano
Turoniano
Berriasiano
Titoniano
Caloviano
Bajoc. med.
Toarc. sup.
Sinemuriano
Noriano
Devoniano
pE
V. Huaynaputina
Terrazas Marinas
F. Barroso
F. Chila
F. Capillune
F. Senoca
G. Tocaza
F. Camana
G. Puno
F. Carumas
F. Matalaque
F. Arcurquina
F. Murco
G. Yura
F. Guaneros
F. Sacosani
F. Chocolate
G. Yamayo
Lut. Cocachacra
Carb. Pocoma
Fluvioglaciares
F. Barroso
F. Capillune
Moquegua sup.
F. Huaylillas
V. Quellaveco
V. Paralaque
F. Incapuyo
F. Toquepala
F. Paucarani
Fluvioglaciar
F. Purupurine
F. Barroso
F. Chila
F. Capillune
F. Senoca
F. Maure
F. Huaylillas
F. Huilacollo
F. Tarata
F. Chuluncane
F. Toquepala
F. Chachacumane
F. Ataspaca
F. San Francisco
F. Pelado
F. Junerata
F. Machani
Contacto normal
" transicional
" desconocido
" con discordancia angular
LIMA
Facies Marinas
Facies Continentales
I > 25m. y < 250m.
1,000m.
500m.
0m.
Clásticos
Calizas
Volcánicos
Salvador Mendivil E.
Lima, 1973.

Fig. Nº 5