

REPUBLICA DEL PERU

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA

BOLETIN No. 27

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE
ANDAHUAYLAS, ABANCAY Y COTABAMBAS

Por:

René Marocco



JUNIO 1975

Editado por el Instituto de Geología y Minería

LIMA - PERU

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA

BOLETIN N° 27

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE ANDAHUAYLAS, ABANCAY Y COTABAMBAS

Por

René Marocco



JUNIO 1975

Editado por el Instituto de Geología y Minería

LIMA - PERU

Gral. EP. JORGE FERNANDEZ MALDONADO S.
Ministro de Energía y Minas

ING. ELEODORO BELLIDO BRAVO
Director del Instituto de Geología y Minería

Contenido

INTRODUCCION	1
Ubicación y Extensión del área	1
Acceso	1
Base Topográfica	3
Trabajos de Campo	3
Estudios previos	3
Agradecimientos	3
FISIOGRAFIA	5
Geomorfología	5
1. Altas Mesetas	5
2. Cordillera Oriental	7
3. Los Valles	7
Clima – Vegetación	8
1. Zona de los Valles	8
2. Zona de Puna	9
ESTRATIGRAFIA	11
El Paleozoico	11
Permiano inferior y medio : Grupo Copacabana	11
Permiano medio y superior: Grupo Mitu	14
Sedimentación Marina del Mesozoico	17
Las calizas liásicas: Grupo Pucará.....	17
Jurásico superior – Neocomiano : Grupo Yura	19
Cretáceo medio y superior : Formación Ferrobamba	22
Sedimentación continental del Cretáceo superior-Terciario inferior: Capas Rojas	24
Sedimentación continental y Vulcanismo del Terciario medio y superior	27
Grupo Puno	27
Volcánico Tacaza	28
Depósitos recientes	29
Depósitos aluviales	29
Depósitos eluviales	29

Depósitos glaciares y fluvioglaciares	30
Rocas volcánicas	30
Rocas Plutónicas	31
Rocas plutónicas sintectónicas	31
Rocas plutónicas post-tectónicas	33
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	37
Tectónica de pliegues	37
1. Descripción general de los pliegues.....	37
2. Estructura de las Capas rojas del NE de la hoja de Cotabambas.....	38
Tectónica de Fallas	43
1. La Falla de Abancay	43
Las fallas NE-SW a NW-SE	45
3. Los juegos recientes y el levantamiento de los Andes	46
Cronología de los movimientos andinos	46
GEOLOGIA ECONOMICA	47
Yacimientos metálicos	47
1. Mineralizaciones no ferrosas.....	47
2. Los yacimientos de fierro	48
Yacimientos no-metálicos	49
CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFIA	53

INTRODUCCION

El estudio geológico de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas se realizó dentro del programa de levantamiento geológico sistemático del Perú, emprendido por el Servicio de Geología y Minería.

Ubicación y Extensión del área

Los tres cuadrángulos arriba mencionados forman una faja orientada del Oeste hacia el Este y comprendida dentro de las siguientes coordenadas :

Longitud	72° 00' - 73° 30'	Oeste
Latitud	13° 30' - 14° 00'	Sur

Tiene esta faja una superficie de 9,000 Km², aproximadamente (Fig. 1).

De acuerdo a la división política, los tres cuadrángulos estudiados abarcan partes de las provincias de Andahuaylas, Abancay, Aymaráes, Grau y Cotabambas del Departamento de Apurímac. El extremo NE del cuadrángulo de Cotabambas pertenece a la provincia de Anta del departamento de Cuzco.

Acceso

La Fig. 1, muestra las dos carreteras principales que cruzan la zona estudiada. La carretera Huancayo-Cuzco atraviesa del Oeste hacia el Este las hojas de Andahuaylas y Abancay siguiendo el valle del Río Pachachaca.

Carreteras secundarias y trochas parten de estas dos vías principales para dar acceso a pueblos o haciendas.

Base Topográfica

El mapa geológico a la escala de 1:100,000 ha sido elaborado utilizando una ampliación fotográfica de partes de las hojas al 1:200,000 de Andahuaylas, Abancay, Cotabambas, Chincheros, Curahuasi y Anta, publicadas por el Instituto Geográfico Militar.

Trabajos de Campo

El estudio de campo se realizó en varias etapas, de Noviembre de 1966 a Julio de 1969, empleándose un total de 164 días. El autor fue acompañado durante 49 días por el Ing. Mario del Pino L. y 80 días por el Ing. Hugo Ferro H., ambos geólogos del Servicio de Geología y Minería.

Estudios previos

Parte del área que nos ocupa ha sido estudiada por otros autores: Heim (1948); Newell, Chronic, Roberts (1953); Morales y Ocampo (1956). También nos fue muy útil el mapa geológico (inédito) levantado a lo largo de las carreteras Nazca-Abancay y Andahuaylas-Carahuasi por los Ings. Salvador Mendivil y S. Narváez (S.G.M.)

Agradecimientos

El autor agradece al Servicio de Geología y Minería del Ministerio de Energía y Minas que le dio los medios para realizar este estudio, y al Ministerio de Relaciones Exteriores de Francia y al O.R.S.T.O.M. (Office de la Recherche Scientifique et Technique OutreMer) que cubrieron los gastos de su estadía en el Perú.

Agradece también a los Ings. E. Bellido, Director del Servicio de Geología y Minería, por hacer posible la publicación de este trabajo; S. Mendivil, Jefe de la Oficina de Geología General del S.G.M. por la revisión y la crítica del mapa y del Informe; A. Pardo, por la determinación del material paleontológico; C. Cenzano y a todos los miembros del Laboratorio de Petrografía por la confección y el estudio de las secciones delgadas de rocas; Mario del Pino y H. Ferro por su valiosa ayuda tanto en el campo como en la Oficina; V. Pecho, por sus sugerencias; y a todos sus colegas peruanos, británicos y franceses del Servicio de Geología y Minería quienes ayudaron con sus críticas a la realización de este trabajo.

Geomorfología

Tres unidades geomorfológicas importantes pueden diferenciarse en los cuadrángulos estudiados (Fig. 2):

1. Altas Mesetas

Bajo el nombre de Altas Mesetas (Megard, 1968), se describe una zona de relieve suave truncada por una superficie de erosión que queda a una altura que varía de 4,200 a 4,700 m.s.n.m. Esta superficie de erosión es la “superficie Puna” descrita por Bowman (1916) y Mac Laughlin (1924).

La superficie Puna ha sido disectada por la erosión, esencialmente glaciaria; las huellas de las glaciaciones se observan por encima de los 3,500 m.s.n.m. (valles en U, depósitos morrénicos, etc.). Se puede distinguir por lo menos dos etapas de glaciaciones que posiblemente se correlacionen con las glaciaciones g1 y g2 del Centro del Perú (Dollfus, 1965). La sucesión de las fases glaciares se nota bien en las partes centrales de las hojas de Andahuaylas y Abancay, donde es frecuente observar valles glaciares y morrenas (g2), cortando estructuras glaciares más antiguas (g1). Esta disposición se nota en la laguna Antacocha (hoja Andahuaylas, 13° 46' y 73° 13').

Las variaciones litológicas determinan formas de relieve diferente. Los extensos afloramientos de calizas del Cretáceo medio (formación Ferrobamba) de la parte centro-Sur de la zona estudiada presentan huellas de erosión kárstica.

Así como en el Centro del Perú (Dollfus, 1965), notamos una fuerte disolución superficial (lapiez) pero poca acción erosiva en profundidad. Parece que factores climáticos y litológicos hacen que las aguas de escorrentía se saturen rápidamente y cuando se infiltran ya no tienen poder disolvente.



Las potentes cuarcitas del grupo Yura (Jurásico superior Cretáceo inferior), que afloran en los núcleos de anticlinales de gran radio de curvatura (hoja de Cotabambas), determinan zonas altas de relieve suave, debido a la casi horizontalidad de las capas en el eje anticlinal.

Las rocas intrusivas, generalmente granodioríticas, han resistido bien a la acción erosiva de la unidad “Altas Mesetas”. Muchas veces constituyen relieves residuales por encima de la superficie Puna (partes centrales de la hoja de Abancay por ejemplo).

2. Cordillera Oriental

Al Norte de la unidad Altas Mesetas y separada de ella por una zona de falla orientada Este-Oeste, queda la unidad “Cordillera Oriental” que corresponde a las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental del Sur del Perú.

La unidad Cordillera Oriental se diferencia de la precedente por su morfología, pues los relieves son muy agudos y ya no se notan colinas de formas suaves como en la unidad Altas Mesetas.

La morfología joven de la unidad Cordillera Oriental se debe al juego reciente de la zona de fallas E-W (Falla de Abancay). El levantamiento plio-Cuaternario de los Andes se realizó por intermedio de fallas de juego normal que cortaron la superficie Puna. En la región estudiada ciertas porciones de dicha superficie se levantaron más que otras. Las partes levantadas (Cordillera Oriental) sufrieron una reactivación de la erosión y se encuentran rejuvenecidas. La historia geológica muestra que, desde fines del Paleozoico, la Cordillera Oriental fue una zona móvil positiva y sufrió varias etapas de erosión seguidas de levantamiento.

3. Los Valles

Las unidades “Altas Mesetas” y “Cordillera Oriental” se encuentran disectadas por valles profundos y a menudo encañonados. Dentro de los valles de la región estudiada, los principales son los del Río Apurímac y de sus tributarios (Río Santo Tomás, Río Antilla, Río Pachachaca, Río Pincos, etc.). Todos presentan un encañonamiento importante (más de 1,000 m.) en ciertas partes de su recorrido. Los flancos muestran una fuerte pendiente y frecuentemente están cubiertos por mantos gruesos de aluviones.

La gran velocidad del agua indica que todavía los ríos no alcanzaron su perfil de equilibrio. En cuanto al río Apurímac, vemos que sus tributarios no han tenido el tiempo de regularizar su curso y tienen un nivel de base muy abrupto. Esto se traduce en el terreno por

una zona de rápidos en las cercanías de la confluencia. Ciertos valles muestran una exageración de este fenómeno: se trata de los valles colgados, cuyos mejores ejemplos son el valle de Curahuasi ($72^{\circ} 42' - 13^{\circ} 33'$) y el valle de Sahuinto (8 km al Sur de la ciudad de Abancay).

Al levantarse los Andes durante el Cuaternario, el nivel de base de los ríos quedó sobrealzado y empezó una erosión regresiva (Esta es la explicación del encañonamiento de los ríos que son antecedentes).

Clima - Vegetación

La región estudiada, así como la mayor parte de los Andes peruanos, tiene un clima caracterizado por la alternancia de una estación de lluvias (Diciembre a Marzo) y una estación seca (Abril a Noviembre).

La gran diferencia de altura entre una y otra zona (de 1,500 hasta 5,000 m.s.n.m.), hace que encontremos especies vegetales muy variadas, escalonadas en función de la altitud. El trabajo de Tosi (1960), nos permite hacer las siguientes subdivisiones :

1. Zona de los Valles

El “Bosque espinoso sub-tropical” ocupa el fondo de los ríos Apurímac, Pachachaca, Pampas. Esta unidad no recibe más de 250 a 500 mm. de lluvias anuales y su límite superior se halla alrededor de 2,200 m. La vegetación consiste en árboles pequeños muy esparcidos, entre los cuales crecen numerosas especies de cactáceas, bromeliáceas, monocotiledoneas y gramíneas. Los suelos son litosólicos.

Por ser la pendiente generalmente fuerte y por necesidad de riego, es posible cultivar en los terraplenes adyacentes al río. Se cultiva caña de azúcar y todas las frutas tropicales.

El “Bosque seco montano bajo” queda entre 2,200 y 3,300 metros de altura. Corresponde a la zona de mayor densidad de población, los principales centros poblados (Abancay y Andahuaylas) se encuentran en esta unidad. Recibe 500 a 1,000 mm. de precipitaciones anuales, pero debido a las temperaturas bastante bajas (entre 20° y 12° de promedio anual) y la poca evapotranspiración, el clima es relativamente húmedo. Por razón del sobrepastoreo y la explotación excesiva de la leña, la vegetación natural ha desaparecido. La vegetación actual consiste en gramíneas, arbustos y árboles (molle, sauce, eucalipto). Se nota gran abundancia de retamas, nopales y magueyes.

Los suelos, delgados en las laderas y relativamente profundos en las zonas planas, presentan buenas características para el cultivo de granos (maíz, trigo, cebada), hortalizas y alfalfa. Con una protección de los suelos contra la erosión (control del pastoreo) el “Bosque Seco montano bajo” podría ser muy productivo.

Entre 3,300 y 4,000 metros queda el “Bosque húmedo montano” que recibe de 500 a 1,000 mm. de lluvias anuales. No recibe más agua que el piso precedente, pero las temperaturas más bajas (12° a 6°) hacen que se encuentre reducido el potencial de evapotranspiración y el clima sea netamente húmedo.

Los suelos, relativamente profundos ((60 a 80 cm.), son algo ácidos. Cuando lo permite la morfología, el Bosque Húmedo montano es un buen productor de papa, oca, cebada, quinua, etc. Las gramíneas abundantes que crecen naturalmente, sobre todo en la parte alta de la unidad, permitirían la ganadería a gran escala si fuera el pastoreo dirigido.

2. Zona de Puna

La zona de Puna (de 4,200 a 5,000 m..s.n.m.) es el demonio del “Páramo muy húmedo sub-alpino” y de la “Tundra pluvial alpina”.

El “Páramo muy húmedo sub alpino” queda generalmente debajo de los 4,500 m. Recibe de 500 a 1,000 mm. de lluvia anual y está incluido entre las isotermas 6° y 3°, lo que da lugar a una evapotranspiración muy reducida. La vegetación natural es tupida y consiste de gramíneas altas: el ichu, que por sobrepastoreo se vuelve muy raro.

Encima de los 4,500 m. queda la “Tundra pluvial alpina” que recibe la misma cantidad de precipitaciones que el piso precedente (éstas caen a veces bajo forma de nieve o granizo). Las bajas temperaturas promedio anuales (0° a 3°), no permiten mucha evapotranspiración. La vegetación es muy rala y consiste de plantas pequeñas y de arbustos bajos.

La única posibilidad que ofrece la zona de Puna, en cuanto a la utilización del suelo, es la ganadería de ovinos y auquénidos. El pastoreo, a menudo excesivo, cada año va afectando a la vegetación con mayor intensidad.

ESTRATIGRAFIA

Dentro del área materia de este informe afloran terrenos sedimentarios cuya edad varía del Permiano inferior al Cuaternario. Debido a los abundantes depósitos superficiales recientes, a la tectónica y a las intrusiones, las relaciones entre las diferentes unidades son a veces difíciles de establecer en la zona estudiada, por cuyas razones se hará a menudo referencia a zonas vecinas donde estas relaciones se ven con mayor claridad.

El Paleozoico

Los terrenos Paleozoicos ocupan la parte Noroeste de la región estudiada y pertenecen al Paleozoico superior que ha sido muy bien estudiado paleontológica y estratigráficamente por DUNBAR y NEWELL, CHRONIC y ROBERTS (1953). Corresponden a los grupos Copacabana (Permiano inferior y medio) y Mitu (Permiano medio y superior).

Permiano inferior y medio : Grupo Copacabana

El nombre de “Grupo Copacabana” fue dado por Dunbar y Newell (1946) y se refiere a una potente secuencia fosilífera, esencialmente calcárea, que aflora en toda la Cordillera del Centro y del Sur del Perú, y cuya localidad típica es la península de Copacabana (Lago Titicaca).

En el área estudiada el grupo Copacabana aflora en el extremo Norte de las hojas de Andahuaylas y Abancay, donde forma un núcleo de un gran anticlinal de eje WNW-ESE.

1. El grupo Copacabana está compuesto esencialmente por calizas y lutitas.

Las calizas ocupan las dos terceras partes inferiores de la serie y son de color blanquecino. Se presentan sea en bancos delgados de 5 a 20 cms. de espesor, o en bancos gruesos y macizos.

En regla general las calizas son detríticas con abundantes granos de cuarzo redondeados. Los restos de fósiles se encuentran en una cantidad tal, que en ciertos niveles de la serie la roca es casi una lumaquela. Estos fósiles (braquiópodos, corales briozoarios, foraminíferos) están siempre silicificados.

Hacia el tope de la serie calcárea (trocha a Huanipaca) se encontró 10 a 20 metros de calizas con nódulos.

El tercio superior del grupo Copacabana está compuesto aproximadamente por 700 metros de lutitas negras. En determinados niveles las lutitas están interestratificadas con numerosos bancos de areniscas finas y la serie toma el aspecto de “flysch”. Se ha separado en el mapa la serie lutítica superior del resto del grupo Copacabana para que se note el “overlap” del grupo Mitu (véase en la descripción del grupo Mitu).

Las lutitas contienen muchos restos vegetales, tales como helechos y cortezas de árboles (*Lepidodendron* sp.). Estos fósiles se pueden observar en la parte más alta de la trocha que va de la carretera Cuzco-Abancay al pueblo de Huanipaca (72° 53' - 13° 34'). En este sitio las lutitas fosilíferas alternan con bancos de cuarcitas y algunos horizontes carbonosos sin interés económico.

A continuación se describe una sección del grupo Copacabana medida por KALAFATOVICH, BENAVIDES y RODRIGUEZ en el Nevado Ampay (7 km al NNW de Abancay). Esta sección está mencionada en “Upper Paleozoic of Peru” Newell et al 1953).

Grupo Mitu

Discordancia erosional

Permiano inferior y medio, grupo Copacabana	Espesor en pies
26 - Calizas gris oscuras, macizas hacia abajo, lutitas hacia arriba sin fósiles	30
25 - Areniscas gris blanquecinas, finas formando barrancos	35
24 - Lutitas negras, poco laminadas, numerosas concreciones calcáreas ferruginosas sin fósiles	80
23 - Cubierto	26
22 - Calizas negras, densas sin fósiles	1
21 - Cubierto	8
20 - Calizas grises, de grano fino, dolomíticas, arcillosas hacia abajo	30
19 - Lutitas negras en bancos delgados, duras con concreciones no fosilíferas. Restos de <i>Lepidodendron</i> en la parte superior	68

18 - Lutitas negras en bancos delgados, duras, interbancos de calizas con gasterópodos mal conservados	90
17 - Lutitas negras a gris muy duras, mal estratificadas, a veces calcáreas, sin fósiles, formando escarpas en la parte alta del Nevado Ampay	2,000
16 - Calizas gris oscuras, vetas de calcita, fósiles (fusulinas, productus y gasterópodos)	65
15 - Calizas gris, interbancos de lutitas negras. Niveles silicificados fosilíferos a 380, 530, 765 y 820 pies de la base	860
14 - Calizas gris sin fósiles	50
13 - Calizas gris, corales y otros fósiles hacia la base	950
12 - Calizas gris blanquecinas, muy fosilíferas, Corales, briozoarios, fusulinas y braquiópodos a 40, 300, 435, 615 y 640 pies de la base	850
11 - Lutitas negras en bancos delgados	10
10 - Calizas gris con vetas de calcita y fósiles silicificados a 90 y 150 pies de la base	190
9 - Calizas gris, fósiles silicificados a 75, 85 y 115 pies de la base	215
8 - Lutitas negras con calizas dolomíticas verduzcas, fósiles en la parte media	30
7 - Calizas gris compactas, muy fosilíferas. Fósiles a 95 pies de la base	280
6 - Calizas gris oscuras, lutíticas, sin fósiles	80
5 - Calizas gris oscuras sin fósiles	25
4 - Calizas gris, macizas, fósiles a 30 pies de la base	35
3 - Calizas gris arenosas, alteración amarilla	25
2 - Calizas amarillas, lutíticas, con fósiles a 55 y 155 pies de la base	215
1 - Lutitas negras, base no expuesta	

Total del grosor expuesto del grupo Copacabana: 6,248 pies

2.- Edad y Correlación

Siendo el grupo Copacabana una de las unidades estratigráficas mejor conocidas desde el punto de vista paleontológico, resulta ocioso hacer una exposición acerca de su edad.

Según Newell et al. (1953), en la sección del Nevado Ampay se han reconocido las siguientes zonas fosilíferas (fusulinas) :

- Niveles 1 – 11: Zona a Silvaseptora
- Niveles 12 – 14: Zona a Tricites opimus
- Niveles 15 – 16: Zona a Pseudoschwagerina uddeni
- Nivele 17 – 26: Zona a Parafusulina

La zona a Silvaseptora es la zona más baja en el Wolfcampiano; la zona a Tricites opimus es del Wolfcampiano; Pseudoschwagerina uddeni indica el Wolfcampiano superior; la zona a Parafusulina, la más alta del grupo Copacabana, indica la parte inferior del Permiano medio (Leonardiano). El grupo Copacabana tiene pues una edad Permiano inferior a medio (Wolfcampiano-Leonardiano inferior).

Las calizas y lutitas del grupo Copacabana de la región estudiada se correlacionan con el grupo Copacabana conocido en la Cordillera de los Andes Peruano-bolivianos.

3.- Ambiente de sedimentación

La presencia de fósiles en el grupo Copacabana, tales como corales y braquiópodos, sugiere un ambiente deposicional nerítico de aguas calientes para las dos terceras partes del grupo. La parte superior compuesta de lutitas con restos vegetales continentales, corresponde a un ambiente parálico.

Permiano medio y superior: Grupo Mitu

El nombre de grupo Mitu, fue utilizado por primera vez en 1924 por MAC LAUGHLIN para describir en el Perú Central una secuencia de capas rojas y de volcánicos yacentes sobre las calizas y lutitas del Permiano inferior y medio.

En la región estudiada, el grupo Mitu corresponde a una potente serie (más de 3,000 metros) de depósitos continentales rojos que descansan en discordancia angular, pero en “Overlap” sobre el grupo Copacabana. Efectivamente, mientras que en las faldas del Nevado Ampay (NW de la ciudad de Abancay) el grupo Mitu descansa sobre las lutitas superiores del grupo Copacabana, más al Oeste, en el cerro Picchu (13° 27' y 73° 10'), la base del grupo Mitu descansa sobre niveles más inferiores del grupo Copacabana. Este “Overlap” sugiere movimientos verticales (Juego de fallas normales) después del Leonardiano; estos movimientos serían contemporáneos de la fase tardiherciniana conocida en el Sur del país (AUDEBAUD y LAUBACHER, 1969).

Las relaciones del grupo Mitu con las formaciones más recientes no se ven, ya que el contacto es siempre fallado dentro de los límites de la zona estudiada. Sin embargo, con lo que se conoce de la Geología de las zonas vecinas (Cuzco por ejemplo) podemos afirmar que el grupo Mitu infrayace concordantemente al Mesozoico.

1.- Litología.-El grupo Mitu está constituido por areniscas y lutitas rojas, arcosas, conglomerados, algunos horizontes de evaporitas y escasas intercalaciones volcánicas. En su conjunto esta unidad tiene un color rojo ladrillo.

Las areniscas se presentan en bancos, variando de 0.5 a 5 metros de grosor. La pátina es rojiza y rojo, gris o verde el corte fresco. El grano varía de grueso a fino, predominando las areniscas de grano mediano a fino. Las figuras de estratificación cruzada son muy frecuentes.

Las lutitas se encuentran intercaladas entre los bancos de areniscas. Pueden constituir capas de más de 5 metros de espesor. Son poco endurecidas y se transforman en barro bajo la acción del agua (Mitu = barro en Quechua).

Los conglomerados son abundantes en la parte inferior del grupo Mitu (conglomerado basal), donde se puede notar un grosor de 30 a 100 metros. También se encuentran intercalaciones conglomerádicas en todos los niveles de la unidad. Los elementos generalmente son bien redondeados y están compuestos de areniscas, rocas volcánicas, lutitas. El tamaño varía de 0.5 a 5 cm. de diámetro. La matriz es arenosa roja o gris.

Las evaporitas forman lentes, a veces, muy importantes, ubicados generalmente en la parte inferior del grupo. Consisten esencialmente de yeso y anhidrita asociados con sal (CLNa). Buenos afloramientos de evaporitas existen en la Hda. Toxama (hoja de Andahuaylas, 13° 31' y 73° 26'), donde varios horizontes de yeso blanco a rojizo, de 2 a 3 metros de espesor, alternan con sedimentos continentales. Fuera del límite Norte de la hoja de Abancay, en la confluencia de los ríos Pachachaca y Apurímac, queda la mina de sal de Carquiqui, donde se explota una capa de sal de 5 metros de potencia. Esta sal es parte de un complejo evaporítico intercalado dentro del grupo Mitu.

A continuación se transcribe la sección medida por NEWELL, CHRONIC y ROBERTS (1953) en el Cerro Pcchu (NE de la hoja de Andahuaylas), pero con algunas modificaciones :

Jurásico

- Calizas con intercalaciones de lutitas negras alteradas e intruídas por un batolito granodiorítico. Varios centenares de pies de grosor; afloran en las cercanías de la Hda. Pincos..... 100 – 200 m.
- Falla

Permiano : Grupo Mitu

- Capas Rojas : Areniscas arcóscas, lutitas arenosas. Conglomerados compuestos esencialmente de cantos de calizas y andesitas. El

- conjunto forma una estructura homoclinal. Aglomerados volcánicos a la base. Serie expuesta entre la Hda. Pincos y el Cerro Pichu 10,000 p.
- Conglomerados compuestos de cantos provenientes de la serie infrayacente de lutitas negras y calizas (grupo Copacabana). Cemento arenoso rojo. Expuesto en la falda del Cerro Picchu 100 p.
- Total grupo Mitu : 10,100 p.

Dentro de los límites de los tres cuadrángulos estudiados no se ha encontrado las enormes acumulaciones de andesitas tales como las que se hallan en la región de Sicuani (AUDEBAUD, 1968). En la hoja de Abancay existen andesitas en la parte superior del grupo Mitu expuesto en el flanco Sur del Nevado Ampay; son dos bancos de 80 a 100 metros de grosor. En la hoja de Andahuaylas se presentan, hacia la base del grupo, unos bancos de 10 a 20 metros de brechas volcánicas de composición andesítica. Sin embargo, al Norte de la zona estudiada, en la Cordillera Oriental (o de Vilcabamba), el grupo Mitu es esencialmente volcánico (Von BRAUN, 1967).

Este hecho indica una mayor movilidad de la Cordillera Oriental durante el Permiano superior, es decir después de la orogénesis hercinianas.

En la sección medida en el Cerro Picchu, la potencia del grupo Mitu (3,630 metros aproximadamente) es un grosor parcial, ya que nunca se ve dentro de los límites de la región estudiada la parte superior, porque su contacto con las formaciones más recientes es siempre fallado. Con lo que se conoce del grupo Mitu del resto del Sur del Perú, es posible presumir que su grosor total sea de 4,000 metros en la zona estudiada.

2.- Edad y Correlación.-Por la ausencia de fósiles, la edad del grupo Mitu sólo se puede inferir considerando sus relaciones estratigráficas con las otras unidades.

El grupo Mitu sobreyace en concordancia al Permiano medio y está cubierto concordantemente por el Mesozoico (Trias-Lias). Por estas razones atribuimos al grupo Mitu una edad Permiana superior, con posibilidad que llegue al Trias.

El grupo Mitu de la región estudiada se correlaciona con el grupo Mitu de las otras regiones del Perú.

3.- Ambiente de sedimentación.-El grupo Mitu proviene de la deposición en cuencas continentales (aéreas, lacustres, fluviales) de los productos de la erosión de las zonas emergidas después del levantamiento medio (post-Copacabana).

El color rojo sugiere que durante su deposición reinaba un clima caracterizado por una estación lluviosa (menos de 1 metro de precipitaciones) y una estación seca; el promedio anual de temperatura debía de ser de 20° C aproximadamente.

Sedimentación Marina del Mesozoico

Durante el Mesozoico se individualizaba una cuenca de sedimentación marina, a menudo llamada geosinclinal andino (STEINMANN, 1929), conocida desde el Norte del Perú hasta el paralelo de Abancay, donde termina en forma de golfo gigantesco. Efectivamente, hacia el Este las facies mesozoicas se vuelven lagunares o continentales, salvo dos delgadas intercalaciones marinas; una neocomiana y conocida, solamente en la región del Lago Titicaca (calizas Sipin de NEWELL, 1949) y la otra albiano-cenomaniana (calizas Ayavacas del mismo autor) que existe desde la zona estudiada hasta más allá de la frontera boliviana. En nuestra área este “geosinclinal” mesozoico era limitado al Norte por la Cordillera Oriental emergida y hacia el Oeste y el Sur, es decir, hacia el actual Océano Pacífico el mar era abierto (Ver Fig. 3).

Las fallas responsables de la subsidencia del Paleozoico superior controlaron también la subsidencia mesozoica.

La transgresión marina mesozoica que empieza en el Carniano en el Centro del país (MEGARD, 1967), parece que alcanzó la región estudiada solamente a principios de Lias depositando calizas (grupo Pucará), lutitas y cuarcitas del Jurásico-Neocomiano (grupo Yura) y calizas del Cretáceo medio y superior (Formación Ferrobamba). La Fig. 3 muestra la disposición de las facies marinas y continentales del Mesozoico en el Centro y Sur del Perú.

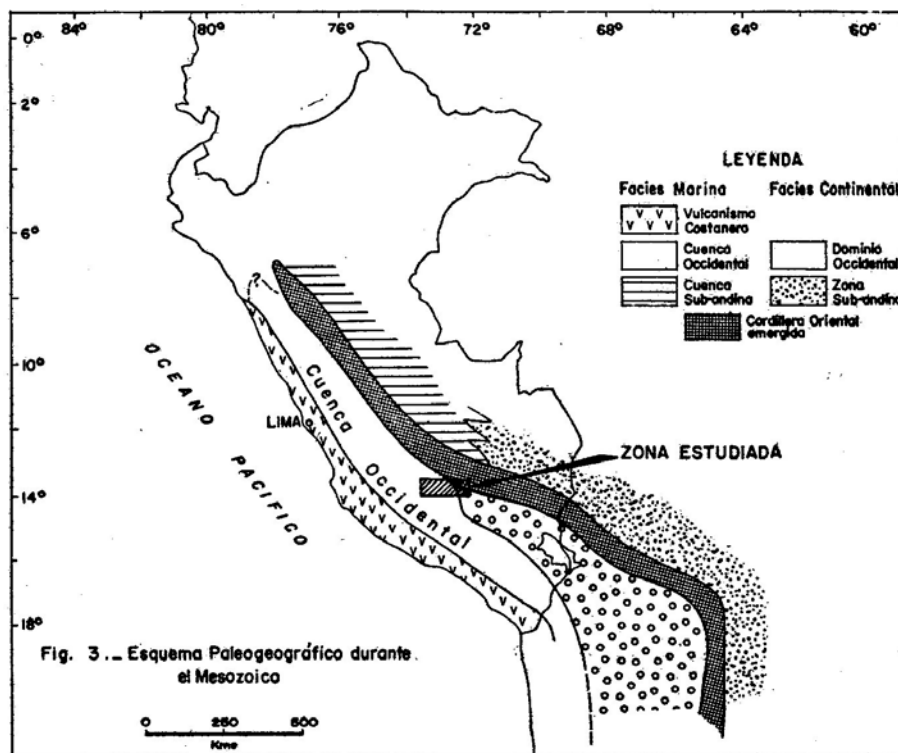
Las calizas liásicas: Grupo Pucará

En el Perú Central, MAC LAUGHLIN (1924), dio el nombre de grupo Pucará a una potente serie calcárea de edad Trias superior-Lias. En las hojas estudiadas aquí hemos denominado grupo Pucará a una serie esencialmente calcárea (hoja de Andahuaylas), que se incrementa con evaporitas hacia el Este (hoja de Abancay) y desaparece completamente en la región del Cuzco.

A pesar de las dificultades encontradas para establecer las relaciones del grupo Pucará dentro de los límites del área estudiada, solamente merced a observaciones en zonas vecinas, se sabe que el grupo Pucará descansa concordantemente sobre el Permiano superior (grupo Mitu) e infrayace concordantemente al Jurásico-Neocomiano (grupo Yura).

1. Litología

La composición litológica del grupo Pucará varía del Oeste hacia el Este. Mientras que en la hoja de Andahuaylas es esencialmente calcáreo, con algunas intercalaciones de evaporitas, a partir de la ciudad de Abancay dichas evaporitas son más y más abundantes.



Las calizas se presentan sea macizas o en bancos bien estratificados variando de 50 cm. a 1 m. de grosor. El color de alteración es gris blanquecino, el corte fresco es oscuro (gris, negro). Estas calizas son generalmente detríticas y contienen numerosos pedazos de fósiles (conchas de lamelibranquios, crinoideos) como puede verse a lo largo de la carretera Abancay-Cotahuasi. Son a menudo bituminosas y de olor fétido.

En casi todos los niveles se encuentran cherts alargados en el sentido de la estratificación.

Cerca de Curahuasi ($72^{\circ} 42'$ y $13^{\circ} 33'$, hoja de Abancay), se han reconocido bancos de calizas brechoides con matriz y elementos de la misma composición calcárea. Esta facies proviene del resbalamiento del lodo calcáreo todavía no consolidado en la cuenca de sedimentación, lo cual indica la inestabilidad de la cuenca ligada al movimiento de las fallas de subsidencia.

Entre los bancos de calizas se intercalan capas de lutitas oscuras, laminadas y generalmente endurecidas.

Las evaporitas se encuentran sobre todo en la parte Este del área estudiada, donde pueden alcanzar grosores de varios centenares de metros (Curahuasi, Mollepata). Se presentan intercaladas y están casi siempre asociadas a calizas dolomíticas muy bituminosas y sedimentos continentales rojos (arcillas, areniscas, conglomerados).

Estas evaporitas están constituidas esencialmente por yeso y anhidrita asociados a Sal Común (Cl Na) a menudo explotados (72° 39' y 13° 33', Mollepata).

No conociéndose la base del grupo Pucará, en el lugar donde se le ha encontrado con mayor exposición (Andahuaylas) se ha inferido que puede alcanzar los 1,000 metros. Hacia el Este va adelgazándose hasta desaparecer completamente en la zona de Mollepata-Cuzco.

2. Edad y Correlación.-En varios puntos de la región estudiada (Andahuaylas, Carahuasi) se encontraron fósiles, pero por su mal estado de conservación no se ha podido precisar su determinación, habiéndose obtenido únicamente los resultados siguientes :

- Braquiópodos : Terebrátula
- Crinoideos : Pentacrinus
- Lamelibranquios : Pecten, Ostreas

Sin embargo, en base a lo que se conoce del grupo Pucará de otras regiones del país, admitimos una edad liásica para el de la zona estudiada y se le correlaciona con el grupo Chocolate (Arequipa). Hacia el Sureste (región Cuzco-Lago Titicaca) no hay depósitos Liásicos marinos o continentales.

3. Ambiente de Sedimentación – Paleogeografía

La disposición de las facies del Lias evoca un dominio marino que terminaba en el área de Abancay, bordeado (entre Abancay y Cuzco) por lagunas costaneras donde reinaba una intensa evaporación.

Reaparece el Liásico marino solamente en la región de Arequipa, donde está constituido por calizas arrecifales intercaladas con derrames de andesita: es el grupo Chocolate (JENKS 1948; BENAVIDES; 1962). La región entre Cuzco y Bolivia era emergida. La gran extensión del vulcanismo Tercio-Cuaternalio de la Cordillera Occidental no permite apreciar si el geosinclinal andino fue simplemente desplazado hacia el Sur a partir del Cuzco, o si la cuenca de Arequipa era independiente. El autor opina a favor de la primera hipótesis.

Jurásico superior - Neocomiano : Grupo Yura

No se conocen depósitos sedimentarios entre el Lias superior y el Caloviano. Esta laguna puede hacer pensar en que existieron movimientos nevadianos, pero no se nota discordancia angular entre el Lias y el Caloviano. Puede ser que aquellos movimientos, señalados por RUEGG en la zona de Nazca (1956), se hayan manifestado en nuestra área por movimientos verticales.

El mar invade de nuevo la zona estudiada y durante el Caloviano se deposita una serie lutítica en la base y cuarcítica hacia el tope con 2,500 m. de espesor aproximadamente. Denominamos grupo Yura a esta unidad por las analogías litológicas y paleontológicas que tiene con el grupo Yura de Arequipa (JENKS, 1948; BENAVIDES, 1962). Dicho grupo Yura está cubierto en concordancia por las calizas del Cretáceo medio (formación Ferrobamba, Fig. 4), encontrándose buenos afloramientos en la carretera Andahuaylas – Santa María de Chismo y en la trocha a Huancarama (hoja de Andahuaylas), en los valles de los ríos Apurímac, Matara, Pachachaca (hoja de Abancay) y en las alturas al Sur de Cotabambas (hoja de Cotabambas).

1. Litología

El grupo Yura está compuesto aproximadamente de 1,500 m. de lutitas negras en la parte inferior y de 1,000 metros de cuarcitas en la parte superior.

Las lutitas son negras, a menudo carbonosas, bien estratificadas y contienen restos vegetales. Se encuentran intercaladas en bancos de areniscas finas que nunca pasan de 1 metro de grosor. También existen intercalaciones de calizas negras bituminosas (trocha a Huancarama, 73° 07' - 13° 39').

Las cuarcitas son macizas y forman barrancos muy abruptos (valle del río Pachachaca). La pátina es generalmente rojiza a gris amarillento y el corte fresco varía de rosado a gris. Se presentan en bancos de 0.5 a 5 metros de grosor, a veces intercaladas con horizontes muy delgados de lutitas. El grano es generalmente fino y es muy frecuente la estratificación cruzada. También se han notado algunas intercalaciones calcáreas pero no muy gruesas (0.5 a 1 metro).

2.- Edad y correlación.-Excepto algunos lamelibranquios (ostreas, grifeas) en mal estado de conservación, no se han encontrado fósiles típicos en el grupo Yura de la zona estudiada.

Sin embargo en “Upper Paleozoic of Perú” (NEWELL, et. Al. 1953) p. 20, se menciona que en Chalhuanca (fuera del límite Sur de la hoja de Andahuaylas) se encontró en las lutitas negras inferiores *Posidonomya escuttiana* Douglas que indica el Caloviano.

Por otra parte, Gerth (1915), en un banco de caliza intercalada con las cuarcitas superiores (puente de Cuniac, hoja de Abancay, 72° 34' y 13° 34') encontró *Exogyra coultoni*, indicadora del Neocomiano.

En el Centro del Perú, donde hay una laguna del Malm, el grupo Goyllarisquiza del Cretáceo inferior es equivalente a la parte superior del grupo Yura.

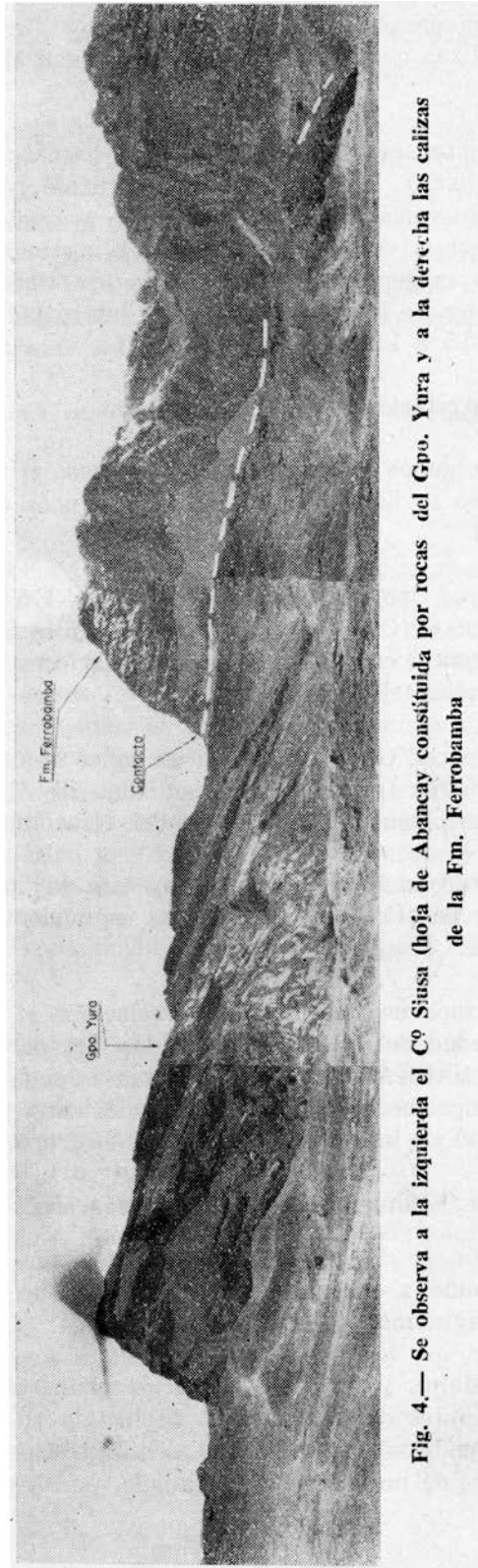


Fig. 4.— Se observa a la izquierda el Cº Siusa (hoja de Abancay constituida por rocas del Gpo. Yura y a la derecha las calizas de la Fm. Ferrobamba

Hacia la zona de Arequipa se correlaciona el grupo Yura de nuestra área con la unidad del mismo nombre descrita por JENKS (1948), BENAVIDES (1962), VARGAS (1970), etc. Hacia la zona Cuzco-Lago Titicaca, las cuarcitas superiores de Yura se correlacionan con el grupo Huancané (NEWELL, 1949), y la parte inferior con el grupo Lagunillas.

3. Ambiente de Sedimentación – Paleogeografía

La sucesión de dos secuencias diferentes, una lutítica y la otra cuarcítica, corresponde a dos aspectos correlativos de la cuenca de sedimentación, que imaginamos de la siguiente manera :

- Durante el Malm, y quizás durante los primeros tiempos neocomianos, dentro de los límites del mar liásico se instala una cuenca de sedimentación parálisis donde se depositan sedimentos terrígenos finos (lutitas). El continente emergido no estaba muy alejado, pero este período correspondía a un estado de equilibrio morfológico del continente, explicándose así la ausencia de sedimentos detríticos gruesos en los aportes.
- A principios del Neocomiano el continente emergido siguió levantándose probablemente por juego de fallas normales, y al interrumpirse el equilibrio morfológico se reactivó la erosión, llegando al mar aportes detríticos que constituyeron el material de las cuarcitas superiores del grupo Yura.

Cretáceo medio y superior : Formación Ferrobamba

Bajo el nombre de la formación Ferrobamba (JENKS, inédito) describimos una potente serie de 600 a 700 metros de calizas, frecuentemente fosilíferas, que descansan concordantemente sobre el grupo Yura.

La formación aflora en los tres cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas.

1. Litología

La parte basal de la formación Ferrobamba está compuesta de 20 a 100 metros de areniscas y arcillas rojas continentales, correspondientes a una emersión de la región después del Neocomiano. Este nivel continental varía de espesor del Oeste (20-30 metros) al Este (80-100 metros) del área estudiada. Fuera de los límites Este y Sur del cuadrángulo de Cotabambas, estos depósitos pueden alcanzar varios centenares de metros de espesor (V. Pecho, comunicación oral).

Encima de las arcillas y areniscas rojas viene una potente serie monótona de calizas con pátina gris blanquecina y en corte fresco son grises, negros y pardas o amarillas. Estas calizas se presentan bien estratificadas, en bancos de 0.5 a 2 metros de espesor. Su estratificación muy nítida es un buen criterio de diferenciación con el grupo Pucará, cuyas calizas generalmente son macizas.

Las calizas Ferrobamba son detríticas y contienen numerosos granos de cuarzo redondeados y abundantes fragmentos de fósiles. Los restos orgánicos están generalmente silicificados y la alteración meteórica ataca menos a los detritos que a la matriz calcárea, razón por la que presentan, casi siempre, una superficie rugosa.

En ciertos niveles se observan alternancias irregulares de caliza y dolomitas. La dolomita constituye zonas deprimidas por haber sido atacada más intensamente por la alteración meteórica.

En todos los niveles se observan alternancias irregulares de calizas y dolomitas. La dolomita constituye zonas deprimidas por haber sido atacada más intensamente por la alteración meteórica.

En todos los niveles abundan cherts negros o marrones, alargados paralelamente a la estratificación.

Los bancos de calizas están, a veces, intercalados con unos centímetros de lutitas negras o grises.

2.- Edad y correlación.-Las calizas de la formación Ferrobamba contienen numerosos fósiles, particularmente en el cerro Siusa (hoja de Abancay, 72° 40' y 13° 49') y en los cerros al Sur del caserío de Queñahuaran (hoja de Andahuaylas, 73° 23' y 13° 52'). El Ing. A. Pardo, estudió la fauna recolectada y se ha hecho las determinaciones siguientes :

Lamelibranchios : Exogyra boussingaulti
 Exogyra mermeti
 Pecten (Neitheia) texanus
 Ostrea sp.
 Lophospira sp.
 Toucasia sp.

Gasterópodos : Turitella sp.

Equinoideos: Pseudodiadema rotulare

En conjunto esta fauna indica el Aptiano-Cenomaniano. Sin embargo la formación Ferrobamba está cubierta en concordancia con las Capas Rojas del Maestrichtiano-Eoceno, y se sabe por consideraciones regionales que el retiro del mar que siguió a la depositación de

las calizas Ferrobamba es Senoniano. Por estas razones consideramos que las calizas Ferrobamba son de edad Aptiano-Turoniano.

La formación Ferrobamba se correlaciona con las formaciones Inca, Chulec, Pariatambo y Jumasha del Centro del Perú.

Hacia la región del Cuzco-Lago Titicaca, se correlaciona con la formación Yuncaypata (Kalafatovich, 1957) y más al Sureste con el grupo Moho (Newell, 1949).

Las calizas Arcurquina de la región de Arequipa (JENKS, 1948) son el equivalente de las calizas Ferrobamba.

3. Ambiente de Sedimentación – Paleogeografía

Las calizas de la formación Ferrobamba corresponden a un depósito de mar nerítico con influencia continental. Los fósiles encontrados hacen pensar en un ambiente de arrecifes.

El mar del Cretáceo medio terminaba en la zona del Cuzco por lagunas costaneras, donde reinaba una intensa evaporación que dio lugar a las evaporitas de la formación Yuncaypata.

Sedimentación continental del Cretáceo superior-Terciario inferior: Capas Rojas

En las postrimerías del Senoniano el mar se retiró de la mayor parte del territorio peruano. Esta emersión marca el fin de la historia marina de los Andes Peruanos y es consecuencia de la “fase peruana” (Steinmann, 1929), primera manifestación de la tectónica andina. A diferencia de otras regiones del país, donde se traduce por pliegues, en la zona estudiada la fase peruana está solamente marcada por un levantamiento.

La emersión del Senoniano ha sido seguida por la depositación de una potente serie de “Capas Rojas” cuyo grosor puede pasar de los 2,000 metros, los cuales descansan concordantemente sobre las calizas del Cretáceo medio (Formación Ferrobamba).

Los principales afloramientos de Capas Rojas se encuentran en las hojas de Cotabambas y Abancay. Queda la posibilidad de que lo considerado como Capas Rojas en la hoja de Abancay, corresponda al grupo Puno (Oligoceno), ya que no se encontraron pruebas paleontológicas. Sin embargo, por su litología y su concordancia con las calizas Ferrobamba (SE de la hoja de Andahuaylas), las asignamos a la formación Capas Rojas.

1 Litología

Las Capas Rojas están compuestas por alternancias irregulares de areniscas y arcillas rojas intercaladas con algunos bancos de conglomerados. El conjunto de la serie tiene un color rojizo ladrillo con algunos niveles verdes.

Las Areniscas se presentan en bancos de 0.10 a 2 metros. Son de grano fino a mediano, muy ricas en cuarzo (Los granitos de cuarzo presentan a menudo un desgaste “eólico”) y con rodados alargados (1 a 2 cm) de arcillas rojas.

Es frecuente notar en las areniscas una gradación en el tamaño del grano. La parte inferior del banco es de grano más grueso que la parte superior (graded bedding). Además, mientras que el contacto inferior de la arenisca es neto, con frecuentes paleocanales, el contacto superior es gradacional y pasa a menudo progresivamente a las arcillas. Esto indica una depositación que se realizó de la siguiente manera; al llegar una corriente brusca de agua cargada de arena, primero se depositó la fracción más gruesa, luego la corriente se calmó y siguió la depositación gradual de las partículas en suspensión en el agua, hasta que llegó otra corriente y empezó otro ciclo.

Las arcillas y lutitas rojas se presentan, formando pequeños interbancos entre las capas de arenisca, o en bancos que pueden alcanzar varias decenas de metros de espesor.

Los conglomerados no son muy abundantes y forman capas mayormente lenticulares, cuyo espesor varía de 1 a 10 metros. Los elementos son redondeados y corresponden a cuarcitas, lutitas endurecidas y areniscas, con un tamaño que varía de 1 a 5 cm. de diámetro. La matriz es arenosa y color rojizo.

En la parte sur de la hoja de Abancay y particularmente en la zona de Circa (13° 53' y 72° 55'), las “Capas Rojas” tienen un color uniformemente verduzco y el conjunto de las formaciones se encuentra endurecido como consecuencia de la intrusión del batolito granodiorítico, que la ha metamorfizado por contacto.

Las evaporitas en las Capas Rojas consisten de yeso y sal común, hallándose intercalaciones de varias decenas de metros de espesor. Los mejores afloramientos están expuestos en la hoja de Cotabambas, 10 km al Norte del pueblo de Huanquite (13° 36' y 72° 03'). Fuera del límite Oeste de la hoja de Andahuaylas, en la localidad de Huancaray, la sal común de las Capas Rojas se explota industrialmente. Como lo veremos en el capítulo “Geología Estructural”, las evaporitas son responsables de la tectónica caótica de la parte NW de la hoja de Cotabambas.

2.- Edad y correlación.-La sedimentación continental que dio origen a las Capas Rojas empezó después de la “fase peruana” de edad Senoniana. Por eso Megard (1968) atribuye una edad Santoniana a la base de la unidad.

En la ciudad de Zuco (1 km afuera de la esquina NE de la hoja de Cotabambas), en sedimentos que son la continuación de las Capas Rojas de la región estudiada hemos encontrado oogonios de carofitas. La determinación de estos fósiles (Señora Dalmayrac, Lima; Pr. Grambast, Montpellier, Francia) indicó la presencia de *Porochara* sp. cuya edad varía del Maestrichtiano al Eoceno medio.

La sedimentación de las Capas Rojas se terminó con la “fase incaica” Steinman, 1929) que plegó la zona estudiada probablemente en el Eoceno superior.

Por estas razones atribuimos a la formación Capas Rojas de la región estudiada una edad Santoniano-Eoceno medio o superior. La relativa indeterminación de la edad de tope de la unidad, viene de que no se conoce con precisión la edad de la fase incaica. De todas maneras las Capas Rojas no pueden ser más jóvenes que el Eoceno superior, ya que el grupo Puno que descansa en discordancia angular sobre las Capas Rojas pertenece al Oligoceno.

Las Capas Rojas estudiadas se correlacionan con la formación Casapalca del Centro del Perú y forman la terminación septentrional del inmenso afloramiento de esta unidad que sigue, casi sin interrupción; sobre más de 400 km desde Bolivia hasta nuestra zona. La facies muy monótona de la serie no nos permitió realizar las diferenciaciones establecidas por Newell (1949) en el Lago Titicaca (formaciones Cotacucho, Vilquechico, Muñani).

3. Ambiente de sedimentación (1)²

Durante los 20 a 30 millones de años que duró la depositación de las Capas Rojas, los relieves debidos a la fase peruana se erosionaron y los detritos originados se depositaron en cuencas locales ubicadas al pie de las montañas.

En los piedemontes los detritos sufrieron un transporte aéreo (granos de cuarzo “eólicos”) pero, el agua desempeñó el papel principal en la depositación de las Capas Rojas (figuras de sedimentación acuática, desgaste típicamente fluviátil de los cantos rodados, etc).

Los ríos que transportaban los detritos depositaron una parte de su contenido a lo largo de sus lechos. Los frecuentes cambios de curso de dichos ríos hacían superponer terrazas de ríos diferentes, llegando así estos depósitos aluviales a cubrir ininterrumpidamente extensas zonas. Pero, la mayoría de la depositación se realizaba en cuencas lacustres de poca profundidad. Sólo un estudio sedimentológico detallado permitiría determinar con precisión cuáles partes de las Capas Rojas corresponden a depósitos de ríos (sedimentación cruzada), a depósitos de deltas lacustres (sedimentación oblicua) o a depósitos lacustres (sedimentación horizontal).

Algunas observaciones de figuras de corrientes, hacen pensar que los lugares que alimentaban la sedimentación de las Capas Rojas se encontraban al Norte (Cordillera Oriental) y también, en parte, al Sur.

Durante el Cretáceo terminal-Terciario inferior debió reinar un clima caracterizado por la alternancia de una estación seca, durante la cual se realizaba el transporte eólico, y una estación húmeda, con fuertes lluvias que provocaban brascas crecientes del caudal de los ríos y cambios de lechos repentinos.

Sedimentación continental y Vulcanismo del Terciario medio y superior

Grupo Puno

El Grupo Puno (Cabrera La Rosa y Petersen, 1936; Newell, 1949), corresponde a una serie clástica posterior a la fase tectónica incaica, por esto descansa en discordancia angular sobre la formación Capas Rojas u otras unidades sedimentarias mesozoicas.

En el área estudiada el grupo Puno aflora esencialmente en la parte SE de la hoja de Cotabambas, donde se le ve descansando discordantemente sobre las Capas Rojas y las calizas del Cretáceo medio (Form. Ferrobamba). El conjunto tiene un color rojizo.

El grupo Puno, por su naturaleza, no permite conocer su grosor, es por ello que solamente en forma estimativa se le atribuye más de 1,000 metros.

1. Litología.-El grupo Puno es esencialmente conglomerádico. En la parte inferior encontramos aproximadamente 1,000 metros de conglomerados en bancos de 5 a 10 metros de grosor, intercalados con arcillas rojas y areniscas rojas.

La parte superior está casi únicamente compuesta de conglomerados en bancos de 5 a 20 metros de grosor.

A diferencia de los conglomerados de las Capas Rojas, los del grupo Puno se caracterizan por el poco transporte y la mala clasificación de los elementos, los cuales son angulosos y de tamaño muy variable, con una composición heterogénea: cuarcitas y areniscas rojas principalmente. La matriz es arenosa, de grano generalmente grueso.

2.- Edad y correlación.-No se encontraron fósiles dentro de los límites de la zona estudiada. Sin embargo, tiene el mismo significado geológico que en el sitio donde fue defi-

nido (Lago Titicaca): es una molasa post-tectónica, posterior a la fase de plegamiento del Eoceno superior.

El Dr. Mattauer encontró en el grupo Puno del Lago Titicaca oogonios de carofitas indicativas de una edad oligocena (Chanove, Mattauer, Megard, 1969). Es la edad que admitimos provisionalmente para el grupo Puno de nuestra área.

Al grupo Puno de nuestra área lo correlacionamos con las unidades del mismo nombre que se han descrito en el Sur del Perú.

Hacia el Centro y el Norte del Perú donde el conjunto estratigráfico terciario está todavía mal conocido, puede ser que al grupo Puno se le correlacione con partes de las series volcánicas descritas bajo los nombres de Volcánico Calipuy (Cossío, 1964) o Astobamba y Heru (Megard, 1968).

Volcánico Tacaza

Descansando discordantemente sobre las Capas Rojas del Cretáceo terminal – Terciario inferior, en la hoja de Cotabambas encontramos una potente serie de 1500 a 2000 metros de rocas volcánicas piroclásticas intercaladas con algunos bancos de conglomerados.

Damos el nombre de “Volcánico Tacaza” a esta serie por su posición estratigráfica idéntica a la del volcánico Tacaza del Lago Titicaca (Newell, 1949).

Los piroclásticos corresponden a tufos e ignimbritas. Se presentan en bancos de 1 a 20 metros de grosor. El corte fresco es gris, blanco y rosado y el color de alteración es gris violáceo. La composición varía de riolítica a andesítica.

Los conglomerados afloran, sobre todo, en la parte Norte de la hoja de Cotabambas, a lo largo de la carretera Anta-Chinchaipiquio, presentándose en bancos de 1 a 5 metros de grosor. Los elementos son de areniscas rojas, rocas volcánicas y granodiorita. El tamaño de los rodados varía de 1 cm. a 20 cm. de diámetro. La matriz es gruesa, arcósica y a veces tufácea.

Edad y correlación.– El Volcánico Tacaza descansan con discordancia angular sobre las Capas Rojas, lo que indica una edad post-fase Eoceno superior. Está suavemente plegado, lo que hace pensar que experimentó la última fase de plegamiento andino durante el Plioceno (fase Quechua de Steinmann).

Lamentablemente no se conoce las relaciones de esta serie piroclástica con el grupo Puno, sin embargo, pensamos que, es posterior al grupo Puno mientras que en las

intercalaciones conglomerádicas del Volcánico Tacaza encontramos rodados de dicho plutón. Por ello, al Volcánico Tacaza le atribuimos provisionalmente una edad post-Oligoceno (Mioceno-Plioceno inferior?).

El volcánico Tacaza del cuadrángulo de Cotabambas se correlaciona con las unidades del mismo nombre descritas en el Sur del Perú, particularmente en la cuenca del Lago Titicaca (Newell, 1949) y en la Cordillera Oriental (Boletines del S.G.M.)

Depósitos recientes

Los depósitos recientes son de cuatro tipos :

- depósitos aluviales
- depósitos eluviales
- depósitos glaciares y fluvio-glaciares
- productos del volcanismo reciente

Depósitos aluviales

Tienen buenas exposiciones a lo largo de los grandes ríos: Apurímac, Chumbao, Pachachaca, etc. Consisten de conos aluviales y terrazas. A lo largo del río Apurímac se puede ver buenos ejemplos de conos aluviales originados por riachuelos que desembocan en ambas orillas del mencionado río. También, asociadas a estos conos aluviales, frecuentemente se encuentran depósitos de terrazas.

Los aluviones están compuestos por guijarros más o menos redondeados según la distancia del transporte. Los cantos están envueltos en una matriz de arena y limo. El tamaño de los elementos varía según los lugares. Los conos pueden presentar cantos de gran tamaño llegando hasta dos metros de diámetro (cono aluvial en la desembocadura de la Quebrada Alluninca en el río Matara, hoja de Abancay). Sin embargo, alejándose del cono se ve la variación de los guijarros hacia un tamaño mucho más pequeño y se aprecia a la vez una mejor clasificación.

Depósitos eluviales

Los depósitos eluviales cubren grandes extensiones en los flancos de los valles principales: cercanías de la ciudad de Abancay, flancos del río Apurímac, etc.

Los productos eluviales, bajo la acción del agua, se pueden movilizar y formar “Huaycos”, tal como se puede apreciar en el corte de la carretera Abancay-Andahuaylas al

pie del nevado Ampay donde se presenta una sucesión de varias etapas de huaycos, cuyos flujos de barro (cantos angulosos de tamaño muy variable, envuelto en una matriz areno-arcillosa) muestran en su parte superior un paleosuelo de 20 a 50 cm. de espesor y de color rojizo.

Algunas veces los depósitos eluviales alcanzan un espesor de varios centenares de metros. Estos depósitos son bastante antiguos, ya que en ciertos lugares constituyen la parte inferior de los valles (Incluimos dentro de los depósitos eluviales los conos de escombros).

Depósitos glaciares y fluvioglaciares

Todas las partes altas de la zona estudiada tienen huellas de la acción de los glaciares (morrenas y las huellas dejadas en las rocas).

Las morrenas laterales forman crestas a veces muy altas y muy largas bordeando los valles glaciares. Están compuestas por bloques bastante angulosos envueltos en una matriz arenosa. Tales morrenas se pueden observar en las faldas del Nevado Ampay, al Sur de Lambrama (hoja de Abancay) y al Sur de Andahuaylas, donde se presentan crestas con más de 10 km de longitud.

Las morrenas de fondo son mucho menos espectaculares y se encuentran cubriendo los fondos de los valles glaciares.

Los depósitos fluvio-glaciares que se hallan aguas debajo de los valles glaciares son estratificados y generalmente conglomerádicos.

Rocas volcánicas

La actividad volcánica reciente tiene como testigos afloramientos de tufos blancos o rosados, blandos y livianos y con frecuente disyunción columnar.

Los mejores afloramientos de este volcánico quedan en la hoja de Andahuaylas (alrededores de la ciudad de Andahuaylas) pero se le conoce también en la hoja de Abancay (Saihuite 13° 33' - 72° 48') y en la hoja de Cotabambas.

La roca corresponde a una ignimbrita y constituye un manto que rellenó a los valles (Andahuaylas) o cubrió las faldas de los cerros, fosilizándolas. La potencia total de estas ignimbritas nunca pasa los 20 metros.

Las localidades de los afloramientos de ignimbritas en las zonas de fallas, sugiere una relación con una actividad orogénica, seguramente epirogénica (distensión) y contemporánea con alguna fase del levantamiento de los Andes.

Estas ignimbritas deben ser bastante recientes, ya que rellenan valles jóvenes y cubren terrazas aluviales, correlacionándoseles con los volcanes recientes de las regiones de Cuzco (Oropesa) o de Sicuani (Volcán Quimsachata).

Rocas Plutónicas

Según el mapa geológico adjunto se tiene que las rocas plutónicas ocupan casi el 50% del área estudiada. Están constituidas por un batolito alargado y orientado de Oeste a Este con una longitud de casi 150 km. coincidente a la vez con el rumbo general de los Andes de esta zona.

Dichos productos plutónicos han sido divididos en dos conjuntos distintos, según criterios cronológicos y petrográficos :

- el macizo sintectónico de Abancay, de composición esencialmente diorítica.
- el gran batolito post-tectónico E-W de composición esencialmente granodiorítica.

Rocas plutónicas sintectónicas

Siguiendo la carretera que une Abancay con Andahuaylas, después de pasar el puente sobre el río Pachachaca, se entra en una zona donde afloran rocas de aspecto neisoide muy tectonizadas, con numerosos espejos de fallas.

1. Descripción del macizo

Se trata de un macizo de aproximadamente 150 km² que intruye a la serie mesozoica. Al Norte está limitado por la falla de Abancay, al Este y al Oeste está cortado por la granodiorita post-tectónica. (Fig. 5).

En la primera etapa del trabajo de campo, estas rocas por la orientación de los minerales (debida a dos esquistosidades superpuestas) y por una aparente alternancia de “bancos” de composición diferente, habían sido consideradas como rocas metamórficas del Pre-cambriano. Un trabajo de campo más detallado y el estudio microscópico de las muestras de las rocas indicó que se trataba de una intrusión sintectónica. Además se descartó completamente dicha hipótesis (Precambriano) al constatar que esta intrusión cortaba y metamorfizaba a la secuencia sedimentaria mesozoica.

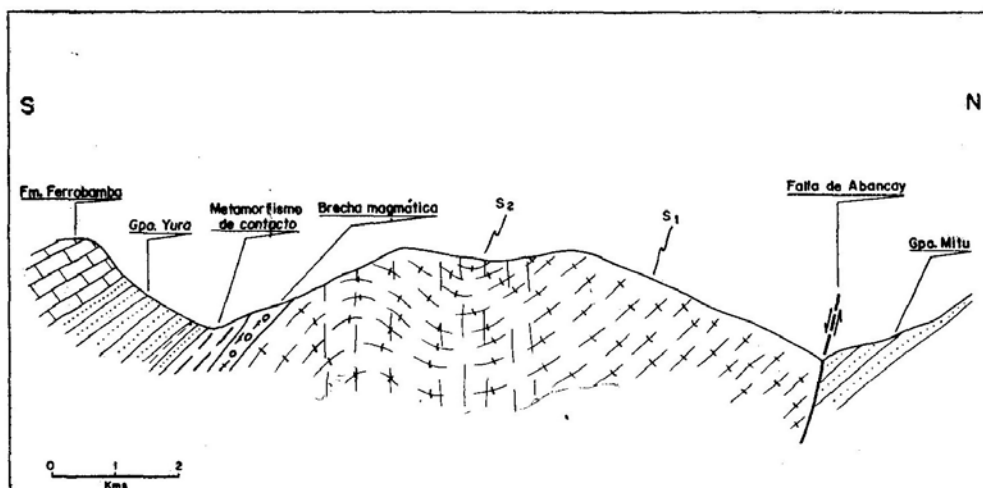


Fig. 5 - Corte esquemático del intrusivo sintectónico.

Otros afloramientos, de esta roca intrusiva sintectónica, han sido observados en la región de Curahuasi, pero por su tamaño reducido no es posible indicarlos en el mapa respectivo.

El estudio microscópico revela que la facies más común de este macizo es una diorita cuarcítica. Las plagioclasas varían de la Oligoclasa al Labrador, pero la andesina es la más frecuente. (35-50% de An).

Muy a menudo se presentan las plagioclasas damouritizadas, rotas y hasta plegadas. La ortosa está siempre presente, pero en proporción variable y la macla de Carlsbad es frecuente. El cuarzo es intersticial y siempre menos abundante que los feldespatos. Los minerales máficos que materializan, al ojo, la reorientación de las rocas corresponden esencialmente a hornblenda verde y en menor proporción a biotita. Los minerales opacos son relativamente abundantes, y con frecuencia provienen de la alteración de los minerales máficos.

Este intrusivo sintectónico está cortado por productos aplíticos y pegmatíticos más ácidos. (Fig. 6).

2. Modo de emplazamiento

El carácter sintectónico del emplazamiento está comprobado por las siguientes observaciones :

Las estructuras de flujo de la cuarzodiorita corresponden a una esquistosidad primaria de rumbo variable (N 40° W a N 60° W) y con buzamiento general hacia el SW.

Las rocas de metamorfismo de contacto que se presentan solamente sobre algunas decenas de metros, poseen apariencia de micaesquistos y cuarcitas (corresponden al grupo Yura) teniendo como foliación la esquistosidad primaria.

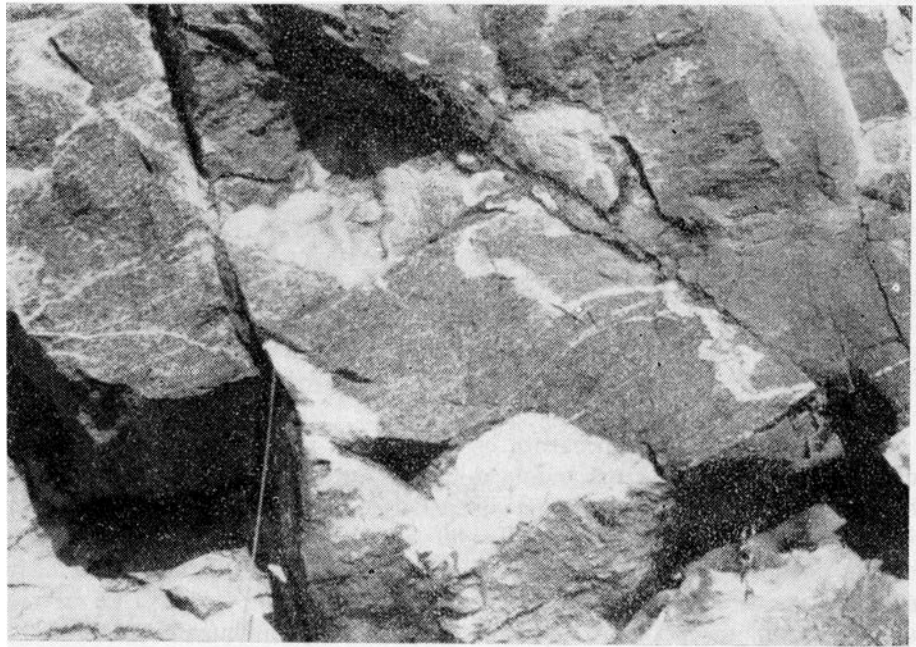


Fig. 6.— Filones aplíticos plegados en el macizo sintectónico.

Después que se emplazó y durante su enfriamiento el intrusivo sintectónico, fue afectado por una segunda fase de deformación que plegó la primera esquistosidad con pliegues amplios. Esta segunda fase está acompañada de una esquistosidad secundaria (ver Fig. 5).

3.- Edad.-Como al intrusivo sintectónico de Abancay lo relacionamos con las fases tectónicas andinas, es probable que su emplazamiento tenga una edad Eocena.

Rocas plutónicas post-tectónicas

Los productos plutónicos post-tectónicos constituyen un gran batolito alargado en una dirección Este-Oeste por una longitud de casi 150 km. Su afloramiento es continuo desde el borde Este del cuadrángulo de Cotabambas hasta la ciudad de Andahuaylas. Las exposiciones aisladas que aparecen en el borde Sur de la región estudiada son apófisis del batolito.

1. Descripción de la roca

Macroscópicamente la roca se presenta bastante leucócrata, debido a la gran proporción de minerales blancos (plagioclasas, ortoclasas y cuarzo en menor proporción). Numerosas manchas negras (hornblenda y algunas biotitas) destacan sobre el aspecto blanco de

la roca. No se nota ninguna orientación de los minerales, lo que constituye un buen criterio de diferenciación con el intrusivo sintectónico. En ciertas partes, y sobre todo en su bordura, el macizo contiene enclavas de dioritas de grano fino, últimos testigos de una primera fase de intrusión más básica.

Muy a menudo se presenta este intrusivo muy diaclasado, a tal punto que en ciertos lugares mirándolo de lejos, se le puede confundir con rocas estratificadas. Es el caso de los alrededores de Payanja (13° 50' y 72° 43' hoja de Abancay), donde la roca intrusiva es tá cortada por un sistema de diaclasas paralelas de dirección N 155° y casi verticales. También se observa esta particularidad en la zona de Marjune (13° 52' - 72° 44' hoja de Abancay) donde las diaclasas tienen una dirección N 130° y un buzamiento de 30° hacia el SW.

El estudio microscópico indica que la facies más común corresponde a una granodiorita leucócrata de grano grueso a mediano, con hornblenda y biotita. El porcentaje mineralógico comúnmente encontrado es el siguiente :

Plagioclasas	40%
Ortosa	30%
Cuarzo	20%
Hornblenda verde	8%
Biotita, Magnetita, etc.	2%

Las plagioclasas presentan a veces la macla Albite-Carlsbad y raramente son zoneadas. La composición varía desde 25% hasta 50% de anortita, es decir, de la Oligoclasa al Labrador. La Andesina (3-50% An) es la más frecuente. La ortosa se presenta en cristales grandes y muestra a menudo una intensa damouritización. El cuarzo es intersticial y en proporción menor que los feldespatos. Los minerales ferromagnesianos están representados esencialmente por la hornblenda verde en grandes cristales con los brotes muy corroídos. La alteración es clorita, epidota, así como la exudación de hierro, bajo forma de magnetita son fenómenos frecuentes. La biotita es rara.

El batolito granodiorítico post-tectónico está atravesado por numerosos filones, testigos de las últimas fases de diferenciación magmática. Se pueden clasificar estos filones en dos grupos.

- los filones de microgranitos y de pegmatita
- los filones de roca volcánica o hipovolcánica

Los microgranitos afloran bajo forma de filones, pero sobre todo de “stocks” de dimensiones variables. (Por falta de tiempo no se puede diferenciar cartográficamente tales “stocks”). Se les puede encontrar en la hoja de Abancay en el lugar denominado Kesari (13° 59' y 72° 54') y también al Sur de Curahuasi. Al microscopio se ve una pasta microgranular compuesta por pequeños granos de cuarzo estrechamente imbricados uno con otro. Dentro

de esta matriz destacan cristales más grandes de ortosa damouritizada que presentan, a veces, la macla de Carlsbad y también se notan unas plagioclasas. Grandes cristales de cuarzo muy corroídos “flotan” dentro de esta matriz, así como unos cristales de clorita con inclusiones alineadas de hierro.

Los filones de pegmatita son raros y solamente se ha podido observar uno en la hoja de Abancay (valle del río Pachachaca, muy cerca del contacto Grupo Yura-intrusivo sintectónico). Esta pegmatita aparece muy fresca sin huellas de tectonismo. Al microscopio se ven únicamente grandes cristales de cuarzo y de feldespato potásico, que a menudo presentan una asociación gráfica.

Los filones del segundo grupo se presentan como diques de rocas melanócratas, de composición generalmente andesítica. Se nota una particular abundancia de minerales ferromagnesianos (biotita esencialmente) y de plagioclasas. Se puede asimilar estos filones a lamprófiros.

El alargamiento EW del batolito granodiorítico y su paralelismo con la zona de falla EW de Abancay, sugiere un emplazamiento en relación con zonas de debilidad de la corteza, las que fueron aprovechadas por el magma para su ascensión.

El batolito está afectado por un sistema de fallas NS a NE-SW, que corresponden, tal vez, a la fase de distensión que siguió a la última compresión andina (Plioceno).

2. Metamorfismo de contacto

El Metamorfismo de contacto producido por el batolito es muy diferente según los lugares y la aureola varía de 0 a unos kilómetros.

Las Capas Rojas sufren un endurecimiento, adquieren un color verdusco y a veces desaparece la estratificación, tal como se puede apreciar en el valle del río Pachachaca y alrededores de Circa (hoja de Abancay), así como al Sur de Chinchapuquio (hoja de Cotabambas).

Cuando la granodiorita intruye a las calizas del Cretáceo medio y superior (Formación Ferrobamba), se forma “skarn” en el cual se encuentran yacimientos explotables de magnetita. El yacimiento de Huancabamba (13° 44' y 73° 22' hoja de Andahuaylas) es el más importante de los reconocidos en el área estudiada.

3. Edad del batolito granodiorítico

El carácter post-tectónico del batolito granodiorítico está comprobado por la falta de orientación tectónica de la roca, y por el hecho de que la intrusión corta francamente las estructuras andinas de la fase paroximal (fase incaica del Eoceno superior).

En la parte oriental de la zona estudiada, la granodiorita atraviesa las moladas rojas del Oligoceno (Grupo Puno) y se encuentra como rodados en los conglomerados intercalados con el volcánico Mio-Plioceno (Volcánico Tacaza). Por estas razones atribuimos una edad miocena al batolito granodiorítico.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los mapas geológicos correspondientes y el esquema estructural (Fig. 7) indican que dos grandes rasgos estructurales orientados E-W destacan en la zona estudiada :

- Zonas de fallas (aproximadamente E-W) en la parte septentrional : la falla de Abancay.
- Pliegues generalmente con orientación E-W a una y otra parte de la zona de fallas.

Todas las estructuras de nuestra zona pertenecen al ciclo orogénico andino y se han originado desde el Terciario inferior hasta el Terciario superior (Fig. 7).

Tectónica de pliegues

1. Descripción general de los pliegues

Los pliegues E-W que pasan localmente (esquina SE de la hoja de Abancay por ejemplo) a pliegues SE-NW, son los mejores representados en la zona estudiada y corresponden a anticlinales concéntricos, simétricos o ligeramente acostados hacia el Norte (corte estructural C-C') y excepcionalmente hacia el Sur (hoja de Andahuaylas, corte estructural A-A'; Capas Rojas del NE de la hoja de Cotabambas). Todas las estructuras pertenecen al nivel estructural superior (estructuras de gravedad en las Capas Rojas de la hoja de Cotabambas) y al nivel estructural medio (pliegues concéntricos). Nunca se ha observado esquistosidad.

Los anticlinales son generalmente amplios, incluyendo en su núcleo a las cuarcitas del grupo Yura (Neocomiano). Así como lo indican los tres cortes estructurales, los anticlinales corresponden a estructuras de varios kilómetros de amplitud y constituyen verdaderos anticlinorios con pliegues anexos de amplitud hectométrica.

Los sinclinales están constituidos generalmente por calizas del Cretáceo medio y superior (Form. Ferrobamba). La litología de estas calizas y su estratificación delgada, han permitido, al momento del plegamiento, que se formen pliegues disarmónicos que a veces son

muy complicados tal como se presentan al Sur de Cotabambas, donde se observa amontonamiento de pliegues y hasta torsiones de los ejes (hoja de Cotabambas, 15 km al Oeste de Tambobamba, Fig. 8).

En la parte Norte de la zona estudiada (hoja de Andahuaylas y Abancay) notamos una gran estructura anticlinal EW en los terrenos del Paleozoico superior. En el núcleo de este anticlinal afloran las calizas del Permiano inferior y medio (Grupo Copacabana) cubiertas por las molasas rojas del Permiano medio y superior (Grupo Mitu). Este anticlinal muy sencillo, de plano axial vertical, es simétrico y termina hacia el Este contra un conjunto de fallas orientadas NS y NE-SW. En esta zona aparecen anticlinorios que se hacen más complicados al formar el Nevado Ampay (corte B-B'). Al chocar contra las fallas N-S y NE-SW, los ejes de los pliegues se tuercen hasta tomar un rumbo NW-SE y se hunden hacia el SE.

La complicación tectónica del Nevado Ampay, así como el buzamiento axial, se debe probablemente a la proximidad de las fallas NS y NE-SW que han podido comportarse como fallas de juego vertical (compartimiento Oeste levantado); el buzamiento de los ejes de pliegues, puede ser interpretado como pliegues de arrastre.

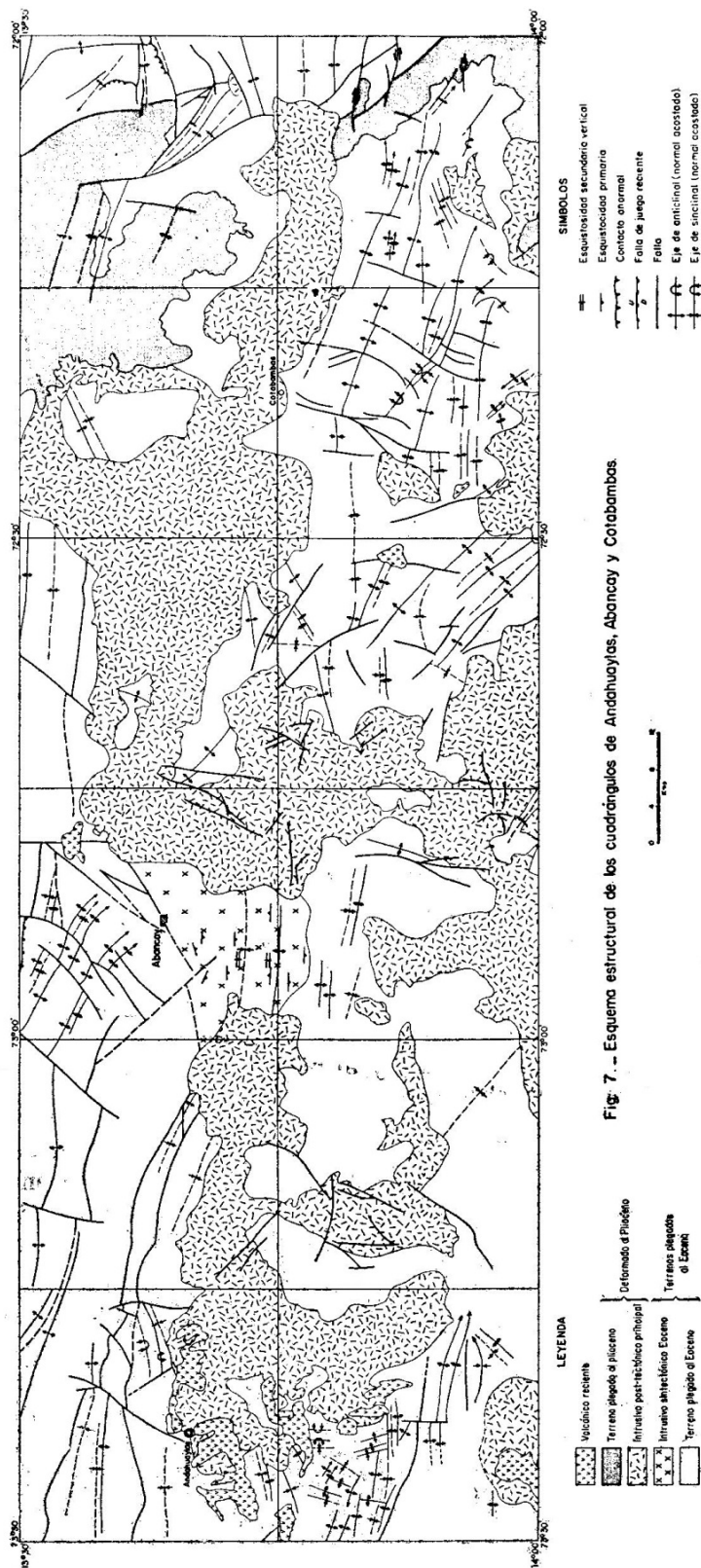
En cuanto al cambio de rumbo de las estructuras, este corresponde a un fenómeno de escala regional, ligado probablemente a una gran fractura N-S, al nivel del meridiano 72° 30' y de la cual hablaremos al tratar la "Tectónica por fallas".

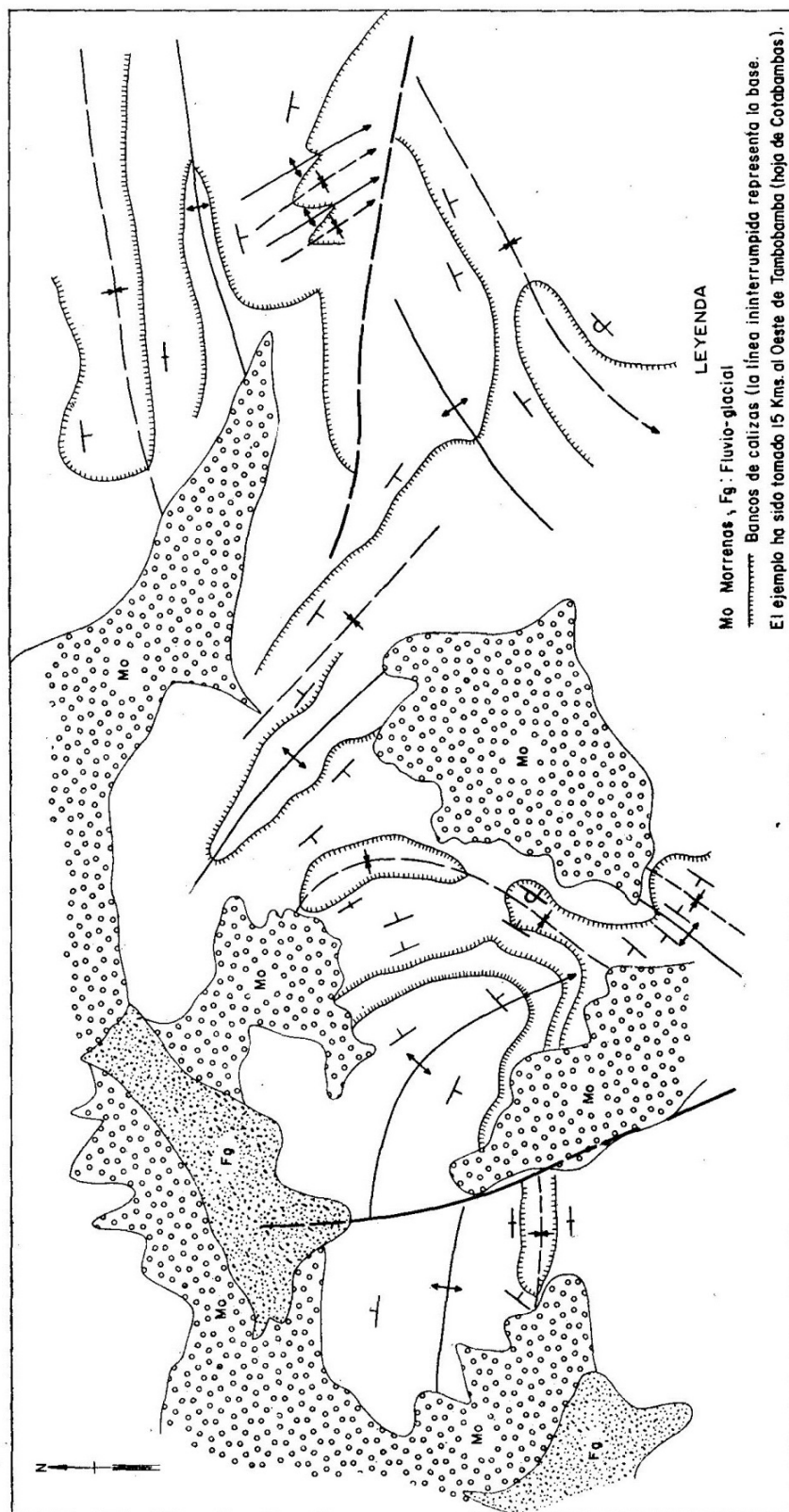
También se observaron pliegues N-S, generalmente imposibles de representar en los mapas, por la escala y que se materializan por buzamientos axiales de los pliegues E-W. (Sur de Andahuaylas por ejemplo). Estos pliegues N-S están localizados preferencialmente a las zonas de fallas E-W, lo que hace pensar en que la cobertura tuvo una reacción de plegamiento a causa de un juego horizontal de las grandes fallas.

Los pliegues que acabamos de indicar, no solamente afectan al conjunto estratigráfico hasta las Capas Rojas del Cretáceo superior-Terciario inferior, sino todavía se nota unos pliegues E-W en las molasas oligocenas del grupo Puno y en las vulcanitas del Mio-Plioceno, cuyos buzamientos sobrepasan raramente los 25° y los ejes de los pliegues son mucho más espaciados.

2. Estructura de las Capas rojas del NE de la hoja de Cotabambas

La esquina NE de la zona estudiada presenta varias particularidades estructurales debidas a varios factores.





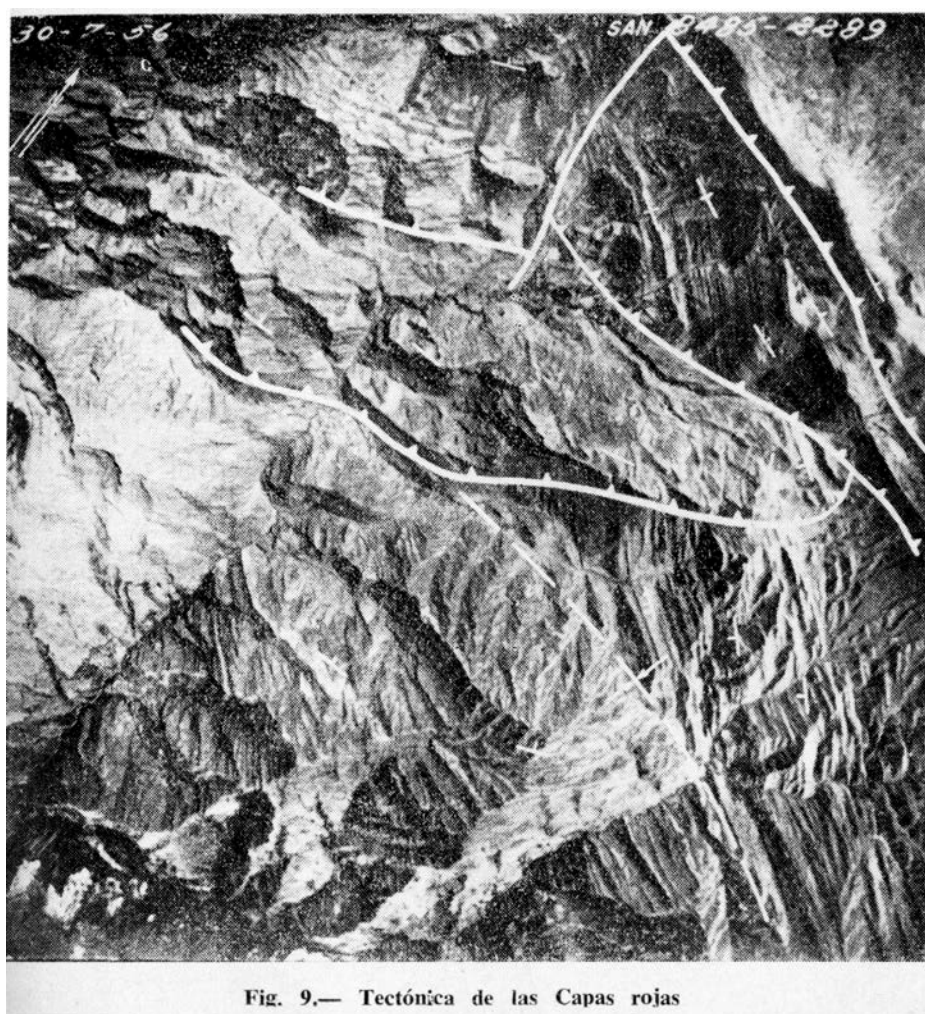


Fig. 9.— Tectónica de las Capas rojas

Esta zona es donde las estructuras andinas pasan de rumbo E-W a NW-SE por intermedio de grandes fallas de juego complejo. Entre cada falla las estructuras tienen un rumbo diferente.

Sin embargo, el rasgo más sobresaliente está constituido por las estructuras de las Capas rojas del Cretáceo superior-Eoceno. La Fig. 9 y el mapa geológico respectivo muestran la presencia de estructuras cabalgantes intraformacionales. Son placas del grosor variable (100 a 500 metros) que cabalgan una sobre otra mediante contactos anormales, buzando de 15° a 20° hacia el Norte (a veces siguen por más de 6 km).

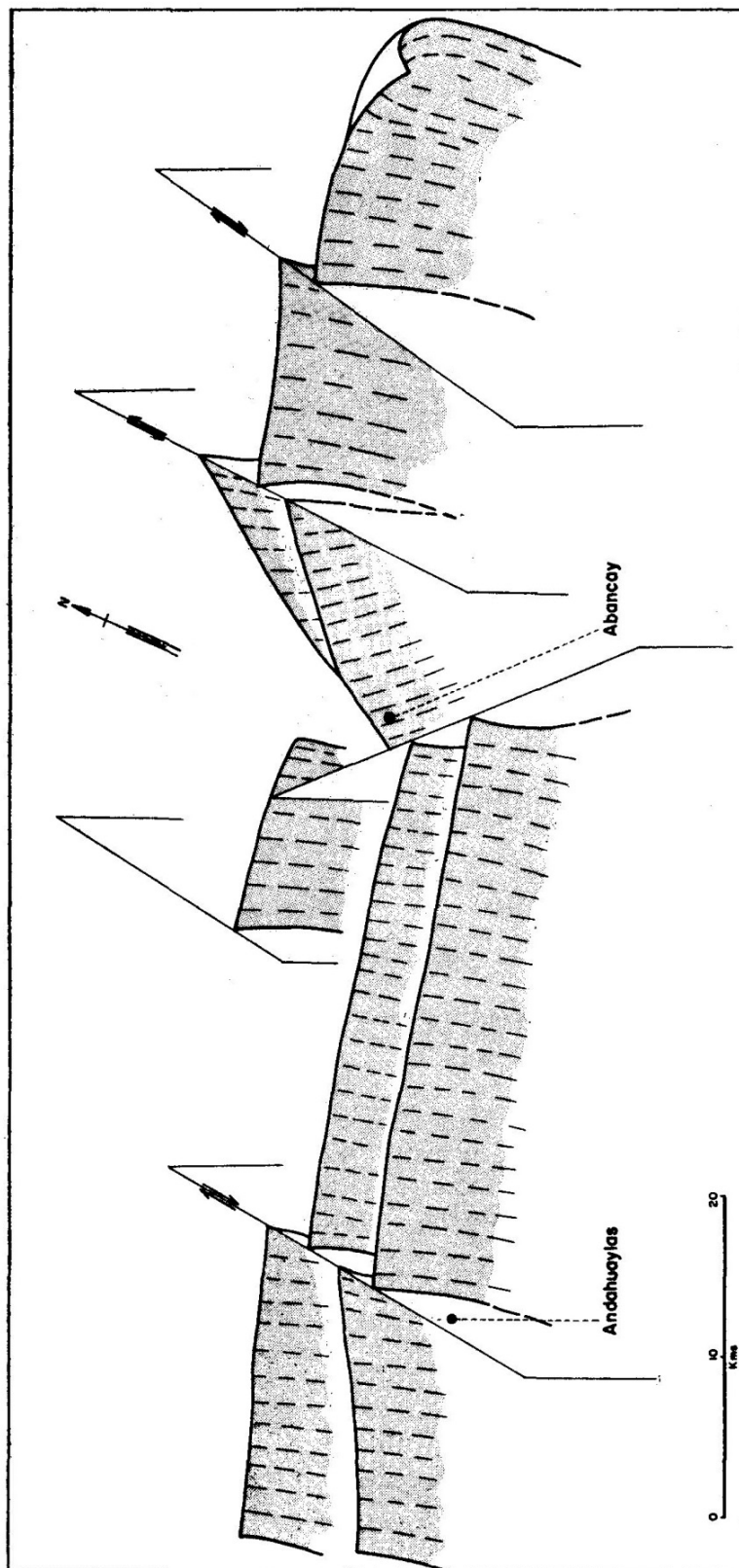


Fig. 10.- Vista simplificada en el espacio de la zona de fallas de Abancay.

La parte inferior de las placas cabalgantes muestra, a veces, un desgaste basal, pero lo más frecuente es que los contactos anormales sean subparalelos a la estratificación, lo que hace difícil su identificación. La presencia de yeso en los contactos anormales, el desgaste basal y el acostamiento hacia el Sur, hacen pensar en una tectónica de gravedad o por lo menos muy superficial. Estas estructuras pueden ser relacionadas con la denudación del “Horst” del Cuzco, quizás anteriormente a la fase tectónica del Eoceno superior (Marocco, 1970). En dicho caso la amplitud de los cabalgamientos alcanzaría de 5 a 6 km, aunque en el terreno lo que se ha observado no sobrepasa de uno a dos kilómetros.

Tectónica de Fallas

1• La Falla de Abancay

Desde el Lago Titicaca hasta nuestra región, la Cordillera Oriental está limitada en su borde Oeste por una zona de fallas paralelas a la estructuras andinas. Su rumbo es NW-SE del lago Titicaca hasta el Cuzco y E-W en la zona estudiada (Norte de las hojas de Andahuaylas y Abancay). Más al Norte esta zona de falla sigue hacia el Perú Central.

Tanto el mapa geológico respectivo como la figura 10 muestran el aspecto de la zona de fallas, esto es, compleja o compuesta por varias fallas, o constituida de una sola fractura como en la región de Abancay (Fig. 11).

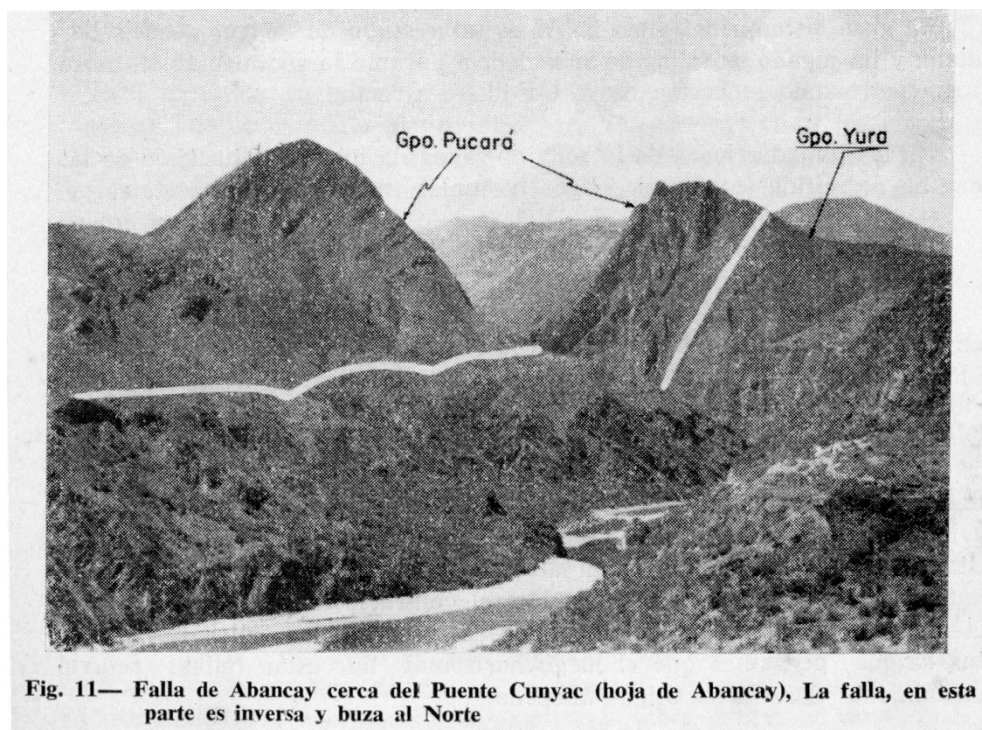


Fig. 11— Falla de Abancay cerca del Puente Cunyac (hoja de Abancay), La falla, en esta parte es inversa y buza al Norte

Existen basculamientos superficiales locales del plano de falla, tal como el caso que se presenta a unos kilómetros al Este del Puente Cunyac sobre el río Apurímac (hoja de Abancay 13° 30' y 72° 35') donde la falla de Abancay se pone inversa (Fig. 12). La falla adquiere un buzamiento hacia el Norte (mientras que el buzamiento general de la zona de fallas es hacia el Sur) y pone a las calizas y evaporitas del Lias (grupo Pucará) sobre las cuarcitas del Neocomiano (grupo Yura). Fallas N-S recortan la zona de falla de Abancay.

En la carretera Abancay-Cuzco entre Curahuasi y Puente Cunyac (13° 33' y 72° 40', hoja de Abancay) se ha observado una esquistosidad de rumbo N 40° buzando hacia el SW con 60°. Afecta a las rocas del grupo Yura y ya que está localizada en la zona de fallas, pensamos que ha sido originada al momento de juego inverso de dicha falla (véase Fig. 12).

El gran sistema de fallas E-W es un vestigio de la tectogénesis herciniana y ha jugado en fallas de subsidencia durante la sedimentación mesozoica, controlando emersión de la Cordillera Oriental.

En las inmediaciones de la zona de fallas, la intensa trituración de las rocas ha permitido establecer juegos normales, inversos y horizontales.

El juego inverso es esencialmente contemporáneo de los pliegues E-W.



Fig. 12.— Esquistosidad de bordura de la falla de Abancay. Nótese la difracción de la esquistosidad vertical en las cuarcitas y oblicua en las lutitas.

El juego horizontal, observable a la escala del afloramiento, lo es también a la escala de los mapas geológicos adjuntos. La localización frecuente de los pliegues N-S en la bordura e la zona de fallas E-W, y sobre todo la torsión de las estructuras al contacto con la zona de fallas, atestiguan el juego horizontal. El movimiento es sinistral, tal como lo sugiere la torsión de las capas (con valor de pliegues de arrastre) que se ofrecen en la parte NE de la zona estudiada donde las Capas rojas de rumbo Norte, en las inmediaciones de la falla, toman un rumbo WNW-ESE. Los terrenos hasta el Oligoceno incluido, están afectados por estas fallas y particularmente por los juego horizontales. Por el contrario las granodioritas post tectónicas, de edad probablemente Miocena, recortan las fallas E-W. Por estas razones pensamos que el juego horizontal de estas fallas, ocurrió esencialmente durante el Oligo-Mioceno.

La zona de fallas de Abancay tuvo un juego de tipo normal en varias épocas: primero durante la sedimentación mesozoica se levantó el compartimiento Norte (Cordillera Oriental) mientras que se hundía el del Sur (Cuenca marina de sedimentación), después del último plegamiento andino (Plioceno) y también durante el levantamiento Plio-Cuaternario de los Andes.

Las fallas NE-SW a NW-SE

Fallas con un rumbo que varía de NE-SW a NW-SE y que han jugado a menudo en desgarre, recortan los ejes de los pliegues, desplazándolos y a veces torciéndolos. Algunas de estas fallas cortan al batolito granodiorítico post-tectónico y hasta las vulcanitas del Mio-Plioceno, tal es el caso que se puede ver al Este de la hoja de Cotabambas, en el contacto de las calizas de Ferrobamba. (Cretáceo medio y superior) con las vulcanitas del Mio-Plioceno, lo que sugiere un salto de más de 1,600 metros.

Estas fallas NE-SW y NW-SE podrían ser fracturas conjugadas, correspondientes a la expresión superficial de zonas de debilidad de la corteza y orientadas en sentido NS. Pensamos que al nivel del meridiano $72^{\circ} 30'$ podría existir una gran fractura N-S que habría jugado horizontalmente en el sentido dextral, explicándose así la torsión de los ejes de las estructuras hacia el SE entre los meridianos $73^{\circ} 00'$ y $72^{\circ} 30'$. En esta zona sólo las calizas Ferrobamba conservan estructuras E-W.

Este cruce de estructuras, podría interpretarse imaginando que durante el Terciario medio la gran fractura (hipotética) N-S ha jugado horizontalmente torciendo los ejes de la fase Eoceno superior, luego la segunda fase andina (Plioceno) de rumbo E-W habría podido reorientar las estructuras torcidas, sobre todo en las calizas Ferrobamba por cuestión de competencia con respecto a las cuarcitas infrayacentes.

3. Los juegos recientes y el levantamiento de los Andes

Numerosas fallas han participado en el levantamiento de los Andes que empezó durante el Terciario y siguió durante el Cuaternario, hecho que es atestiguado por el profundo encañonamiento reciente de los valles. La parte fallada EW del Norte de la zona ha jugado en falla normal durante el Cuaternario; el compartimento Norte, con sus relieves más agudos, altos y jóvenes que los del compartimento Sur, ha experimentado un levantamiento mayor.

El juego de la zona de falla todavía continúa actualmente. Los sismos, que son frecuentes en esta región, siempre son superficiales (5 a 10 km de profundidad) y sus epicentros se alinean sobre esta zona de falla.

También se observaron saltos de 2 a 3 metros en las morrenas a lo largo de la falla E-W que limita, al Norte, el Nevado Ampay (Hoja de Abancay). Esta falla actual tiene un rumbo de N 50° E a N 60° E (compartimento Norte en surrección).

Cronología de los movimientos andinos

El estudio estratigráfico y estructural efectuado, nos permite ubicar en el tiempo a los eventos tectónicos andinos, así:

En la zona estudiada se manifiestan solamente dos de las tres fases de compresión andina definidas por Steinman, (1929). Efectivamente, la fase “peruana”, intrasenoniana, se traduce solamente por la emersión de la región sin dar lugar a una discordancia angular entre el Cretáceo marino y las Capas Rojas del Cretáceo superior – Terciario inferior.

La fase “incaica” que habría tenido lugar durante el Eoceno medio o superior (Megard, 1967) corresponde a la fase principal. Se traduce por pliegues de eje EW, por movimientos inversos a lo largo de las fallas del mismo rumbo y por emplazamiento del stock sintectónico de Abancay. Desde el punto de vista estratigráfico, dio lugar a la única discordancia angular neta de la región, haciendo descansar el Oligoceno sobre el conjunto plegado Mesozoico-Capas Rojas.

La fase “Quechua”, responsable de pliegues amplios EW que se observa en el Oligoceno y el Mio-Plioceno, es probablemente de edad Pliocena.

GEOLOGIA ECONOMICA

Por diferentes motivos no fue posible realizar un estudio detallado de los recursos económicos de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas y por ello solamente trataremos de presentar los caracteres generales de los yacimientos metálicos y no-metálicos.

Yacimientos metálicos

Todas las mineralizaciones encontradas en la zona estudiada son del tipo metasomático de contacto, y ocurren en los lugares donde la granodiorita post-tectónica penetra en las calizas del Cretáceo medio y superior (Form. Ferrobamba). Atribuimos pues una edad Mio-Plioceno a las mineralizaciones.

1. Mineralizaciones no ferrosas

En la hoja de Andahuaylas (13° 34' - 72° 13') existe un yacimiento cuprífero no explotado, conocido con el nombre de "Prospecto Landa". Se trata de lentes mineralizados y alargados paralelamente a la estratificación (areniscas rojas del grupo Mitu). Los minerales son: cobre nativo, chalcosita, malaquita, brochantita, etc.). Posiblemente estemos en presencia de un yacimiento sedimentario contemporáneo de la depositación del grupo Mitu. Un estudio detallado del Prospecto Landa existe en el "Plan regional de desarrollo del Sur del Perú" volumen II, pp. 4-44.

En la hoja de Abancay, la única mina en explotación es la de Azulcocha, de poca importancia económica. Queda a 22 km al SE de Curahuasi.

Otro lugar mineralizado es el encontrado en los alrededores del pueblo de Circa (SW del cuadrángulo de Abancay), donde hay por lo menos tres lentes mineralizados en las calizas del Cretáceo medio y superior en contacto con la granodiorita. Son lentes de 4 a 5 metros de espesor, sub-paralelos a la estratificación. La mineralización es de cobre

(Chalcopyrita, Bornita, Pirita, Covelita); la ganga está constituida de Oligisto, Magnetita y Siderita (véase, Fig. 13).

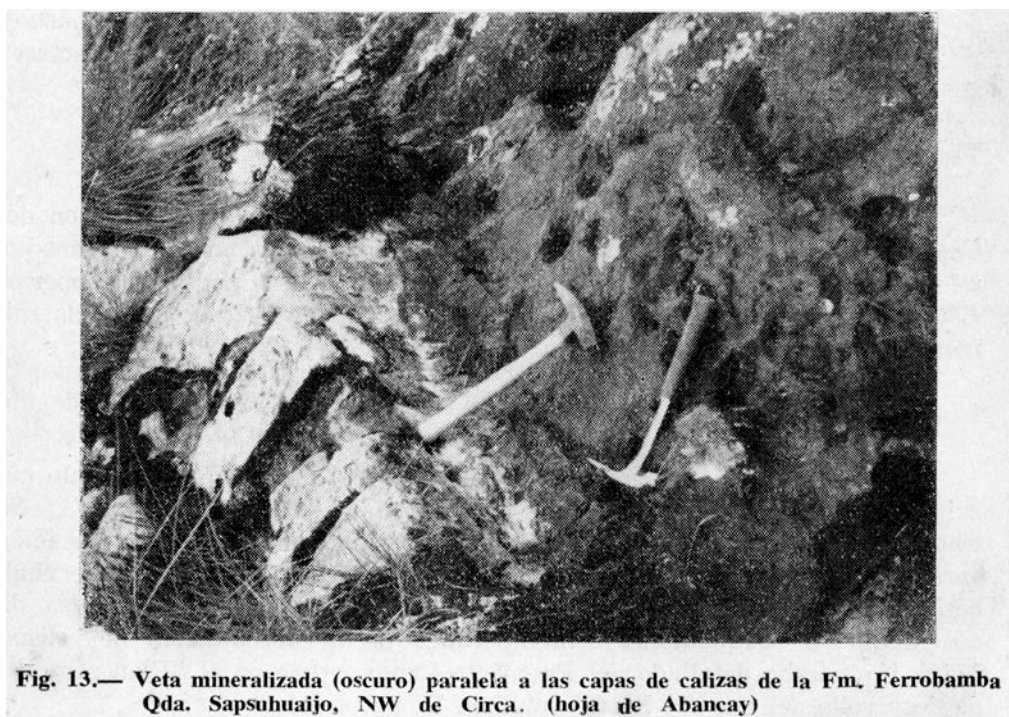
2. Los yacimientos de fierro

Constituyen el recurso económico más importante de la zona estudiada. Se conocen yacimientos de fierro en varias partes del área mapeada y siempre quedan en el contacto granodiorita-Formación Ferrobamba. El yacimiento más importante es el de Huancabamba (hoja de Andahuaylas).

El cuerpo mineralizado de Huancabamba presenta un afloramiento de 3 km de largo con un ancho de 1.5 km pero éste debe ser mayor, pues el borde Oeste del afloramiento se encuentra escondido debajo de los eluviones de la Pampa de Huancabamba. Faltan estudios detallados para determinar con más precisión las dimensiones del yacimiento y es posible que el depósito se profundice de 150 a 200 metros.

El estudio minerográfico realizado por el Ing. L. de Montreuil, muestra que la mineralización consiste de :

- Magnetita Fe^2O^4 , es el mineral más abundante
- Hematita Fe^2O^3 , mineral secundario, abundante



- Goethita HFeO^2 , formando agregados irregulares. Proviene de la progresiva oxidación y sustitución de la magnetita.
- Pirita FeS^2 , forma raras inclusiones anhedrales en la magnetita y la goethita.

En primera aproximación se puede evaluar el cubicaje en más de 500 millones de metros cúbicos.

Yacimientos no-metálicos

Los yacimientos no metálicos corresponden esencialmente a depósitos de evaporitas (sal y yeso).

Las evaporitas son abundantes en el grupo Mitu, el grupo Pucará y en las Capas Rojas.

Las dos principales minas de sal común (ClNa) se encuentran fuera de los límites de nuestra zona :

- La mina Huancaray, a 3 km del límite Oeste de la hoja de Andahuaylas.
- La mina de Carquique, ubicada a 4 km de límite Norte de la hoja de Abancay.

Dentro de los límites de nuestra zona se conocen varios yacimientos explotados esporádicamente por los pastores, esencialmente en la hoja de Abancay, en el fondo del río Apurímac (entre Curahuasi y puente Cunyac). Se trata de evaporitas del grupo Pucará.

También se han reconocido afloramientos de Carbón dentro del grupo Copacabana, tal como el que aflora en la carretera Abancay-Huanipaca, en el sitio de coordenadas $72^\circ 52' - 13^\circ 33'$ (hoja de Abancay). Se trata de una capa de 50 cm. a 1 m. de grosor. No es de interés económico.

El carbón del grupo Yura se encuentra en capas de 10 a 30 cm. intercaladas con cuarcitas. Este carbón se presenta en la carretera de Huancarama (hoja de Abancay). Las capas delgadas y lenticulares no presentan interés económico.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión al estudio de los tres cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas, consideramos oportuno mencionar el problema que plantea la génesis de la “Deflexión de Abancay”. ¿Porqué entre Cuzco y Andahuaylas, o sea sobre 200 km aproximadamente, la Cordillera de los Andes peruanos toman un rumbo orográfico y estructural EW?. El estado actual de nuestros conocimientos sólo nos permite emitir hipótesis.

Los primeros resultados de los estudios que el autor ha emprendido en la Cordillera Oriental (Cordillera de Vilcabamba), muestra la existencia de cadenas plegadas precambrianas y hercinianas de rumbo parecido (EW a N 120°). Los terrenos plegados durante el ciclo tectónico andino (Terciario) quizás se amoldaron sobre este núcleo antiguo.

Sin embargo, es curioso notar que en el Océano Pacífico a la altura de la deflexión de Abancay existe una gran estructura submarina orientada NE-SW: la “Dorsal de Nazca” (Ruegg, 1962).

No podemos descartar la hipótesis de que dicha Dorsal de Nazca con 2,000 km de largo y elevándose 4,000 metros encima de los fondos oceánicos, haya podido desempeñar un papel importante en la génesis de la Deflexión de Abancay. Durante el Cretáceo y el Terciario dicha Dorsal ha podido ser una estructura que separaba dos zonas de corteza oceánica con velocidad de expansión diferentes. En esta hipótesis, una mayor velocidad hacia el Sur de tal Dorsal, habría podido provocar la torsión de la Cordillera de los Andes a la altura de Abancay.

Lamentablemente, salvo su topografía, no se sabe nada acerca de la Dorsal de Nazca y hasta que sus particularidades litológicas, magnéticas, sísmicas, etc. no estén conocidas, toda hipótesis sobre las posibles relaciones entre dicha Dorsal de Nazca y la Deflexión de Abancay será solamente especulativa.

BIBLIOGRAFIA

- AUDEBAUD, E. (1967). Etude géologique de la région Sicuani – Ocongate (Cordillere Orientale de Sud Peruvien). These the 3° Cycle Fac. Sc. Grenoble (Francia).
- AUDEBAUD, E. Y LAUBACHER, G. (1969) Sur une discordance tardihercynienne dans la Cordillere Orientale de Sud du Pérou C.R. Acad. Sc. Paris. T. 269, pp. 2163 – 2166.
- BENAVIDES, V. (1962). Estratigrafía Pre-Terciaria de la región de Arequipa, Bol. Soc. Geol. del Perú. T. 38, pp. 5 - 63.
- BELLIDO, E. (1969). Sinopsis de la Geología del Perú. Bol. N° 22. Servicio de Geología y Minería del Perú.
- DEBELMAS, J. y TROTTEREAU, G. (1964) Essai sur les grands traits structuraux et l'évolution des Andes du Pérou. Rev. Geogr. Phys. et Géol: Dyn (2), VI. fase. 4, pp. 259 – 268.
- DOLLFUS O. (1965). Les Andes Centrales du Pérou et leur pi-mont. Trav: Instituto Francés de Estudios Andinos. Lima. T.X. 404 p.
- GERTH, H. (1955). Geologie von sud Amerika Gebruder Barntraeger, Berlín.
- HAM. C.K. y HERRERA, L.J. (1963). Role of sub andean fault system in tectonics of eastern Peru and Ecuador. En Backbone of the Americas, editora Childs O.E.: y BEEBE B.W., Amer. Assoc. Petrol. Geol., Memoir s, pp. 47 – 61.
- HEIM, A. (1948) Geología de los ríos Apurímac y Urubamba, Inst. Geológico del Perú, Bol. 10
- JENKS, W. F. (1948) Geología de la hoja de Arequipa al 1/200,000. Bol. Inst. Geol. del Perú, N° 9.
- KALAFATOVICH, v. (1957) Edad de las calizas de la formación Yucaupata – Cuzco, Bol. Soc. Geol. del Perú. T. 32.

- MAROCCO, R. (1971) Etude geologique de la chaine Andine au niveau de la Deflexión d' Abancay (Pérou). Cahiers ORSTOM série Geologie III, 1, pp. 45 – 58.
- MAROCCO, R. (1971) Tectonique de gravité dans les Couches Rouges de la región de Cuzco (Sud du Pérou). Reuve de Photointerpretación (71-5).
- MEGARD, F. (1967) Commentaire d' une coupe schématique á travers les Andes Centrales du Pérou. Rev. Geogr. Phys. et Géol, Dyn, Vol. IX, fasc. 4, pp. 335 – 346.
- MEGARD, F. (1968). Geología del cuadrángulo de Huancayo. Bol. 18 – Servicio de Geología y Minería del Perú.
- MORALES, G y OCAMPO, A. (1956) Geología general y estratigrafía de la provincia de Andahuaylas. Bol. Soc. Geol. Perú. T. 30, pp. 253 – 260.
- NEWELL, N.D. (1949) Geology of the Lake Titicaca region Perú-Bolivia. Geol. Soc. America Memoir 36.
- NEWELL, N.D. CHRONIC, J. y ROBERTS, T.G. (1953). Upper Paleozoic of Perú. Geol. Soc. America Memoir 58.
- RUEGG, W. (1957). Geologie swischen Cañete-San Juan 13° - 15° 24' Sudperu. Geol. Rdsch 45 (3) pp. 775 – 959.
- RUEGG, W. (1962). Rasgos morfológicos-geológicos intramarinos y sus contrapartes en el suelo continental peruano – Bol. Soc. Geol. del Perú. T. 38, N° 3.
- STEINMANN, G. (1929). Geologie von Perú. Heidelberg
- TAYPE, P.V. (1966). Deslizamiento de Quellacacca y Quebrada Honda. Carretera Abancay-Cuzco. Tesis Bachiller U.N.M.S.M. Lima-Perú.
- WILSON, J.J. (1963). Cretaceous stratigraphy of the Central Andes of Perú. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 47 (1), pp. 1-34'.