

REPUBLICA DEL PERU
Sector Energía y Minas
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

BOLETIN N° 52
Serie A : Carta Geológica Nacional

GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE CUZCO Y LIVITACA

Hojas : 28 - s y 29 - s

Por : Salvador Mendivil y David Dávila
Revisado por: Agapito Sánchez y Walter León, 1994

Lima - Perú
Diciembre, 1994

Geología de los Cuadrángulos de Cuzco y Livitaca

REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

BOLETIN N° 52
Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE
CUZCO Y LIVITACA**

Hojas : 28-s y 29-s

Por : Salvador Mendivil y David Dávila
Revisado por: Agapito Sánchez y Walther León, 1994

Lima-Perú
Diciembre, 1994

ING. DANIEL HOKAMA TOKASHIKI

Ministro de Energía y Minas

ING. AMADO YATACO MEDINA

Vice Ministro de Minas

ING. JUAN MENDOZA MARSANO

Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

ING. HUGO RIVERA MANTILLA

Director Técnico (e)

CONSEJO DIRECTIVO DEL INGEMMET

Ing. Juan Mendoza Marsano, Presidente

Ing. Walter Casquino Rey, Vice Presidente

Ing. Jaime Fernández-Concha Macías, Director

Ing. Mariano Iberico Miranda, Director

Ing. Walter Sánchez Espinoza, Director

Ing. Pedro Hugo Tumialán De La Cruz, Director

FUNCIONARIOS TECNICOS RESPONSABLES DE LA EDICION

Lng. Oscar Palacios Moncayo, Director General de Geología

Ing. Francisco Herrera Romero, Director de Información y Promoción

Ing. Agapito Sánchez Fernández, Director de Carta Geológica Nacional

PRIMERA EDICION, INGEMMET, 1994

Coordinación, Revisión y Edición

Dirección de Información y Promoción del INGEMMET

Impreso por:

Editorial Allamanda S.R.L.

Calle Allamanda 115, Surco, Telf. 365081

Lima-Perú

Contenido

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
Ubicación y extensión	3
Accesibilidad	4
Base topográfica	5
Trabajos de Campo	5
Trabajos anteriores	5
Agradecimientos	5
GEOMORFOLOGIA	9
HIDROGRAFIA	9
Clima 10	
Recursos Naturales	11
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	11
Faja Intracordillerana	11
Altas Cumbres	11
Arco Volcánico	13
Peneplanicies Andinas	13
Cuestas Andinas	15
Colinas	15
Flanco Disectado	15
Laderas de Valle	17
Cordillera Oriental	17
Ladera Cordillerana	17
Valles 17	
Valle Interandino	17
Valle Cañón	19
Otras Geoformas	19
Depósitos morrénicos y fluvioglaciares	19
Superficies de Erosión	20

LITOESTRATIGRAFIA	23
FORMACION URCOS	24
FORMACION CCATCA	25
GRUPO COPACABANA	27
FORMACION TINTA	27
FORMACION CHUQUICAHUANA.....	28
FORMACION SAN SALVADOR	29
FORMACION YAUCAT	30
GRUPO MITU	31
FORMACION PISAC	32
FORMACION PACHATUSAN	33
GRUPO MURCO	35
FORMACION HUINTUYO	35
FORMACION CHILLOROLLA	36
FORMACION HUAMBUTIO	38
FORMACION HUANCANE	39
FORMACION ARCURQUINA	40
GRUPO MOHO	43
FORMACIÓN ACOMAYO	43
FORMACION SANGARARA	44
FORMACION PUQUIN	46
GRUPO CHITAPAMPA	48
FORMACION LUCRE	48
FORMACION HUARO.....	49
FORMACION QUIRCAS	50
FORMACION YAURISQUE.....	51
FORMACION PUCUTO.....	52
GRUPO PUNO	55
FORMACION SANTA ANA	56
FORMACION PIRQUE	57
FORMACION COÑAMURO	58
FORMACION YANACOCCHA.....	59
FORMACION ALPABAMBA	60
FORMACION HUAYLLA	62
FORMACION PISQUICOCHA	62
FORMACION VILCARANI	65
DEPOSITOS MORRENICOS Y FLUVIOGLACIARES	65
FORMACION SAN SEBASTIAN	66
FORMACION RUMICOLCA	67
DEPOSITOS CLASTICOS RECIENTES	69

Depósitos aluviales	69
Depósitos Lacustres	70
Depósitos fluviales	70
Depósitos Coluviales	70
Depósitos de deslizamiento	71
Depósitos eluviales	71
ROCAS IGNEAS	73
UNIDADES PLUTONICAS	73
BATOLITO DE APURIMAC	73
PLUTON DE POMACANCHI	75
STOCK DE SACSAYHUAMAN	75
UNIDADES SUBVOLCANICAS	76
GEOTECTONICA	79
FASES TECTONICAS	81
ZONAS ESTRUCTURALES	84
GEOLOGIA ECONOMICA	89
YACIMIENTOS MINERALES METALICOS	89
Varina y Violeta	89
Agrominera Santa Alicia	90
Cruz Oscollo	90
Poderosa	91
Virgen de las Mercedes	92
Sol de Cobre Adolfo	92
Ana María	93
Katanga	93
Corazón de Santa Rosita	94
Calcita Azul-Quimbalate-Providencia D	94
Aurea 95	
Alcumbreira N° 2	95
Elsa 96	
Silvia I 97	
Carmelitana	98
Tres Amigos	98
Depósitos de Fierro	99
Depósitos de Oro	100
YACIMIENTOS NO METALICOS	100
Salinas San Sebastián	100

Salinas Occopata	101
Arcillas 101	
Carbón	102
Materiales de construcción	102
GEOHISTORIA	103
APENDICE PALEONTOLOGICO DE LOS CUADRANGULOS DELIVITACA Y CUZCO	107

RESUMEN

El área correspondiente a los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca forma parte de la Cordillera Occidental y Oriental, separadas ambas por el valle de Vilcanota, integrante de la vertiente del Atlántico, con una extensión superficial de 6,013 km²., aproximadamente.

El presente informe es una descripción e interpretación sobre la fisiografía, estratigrafía, estructuras, aspecto económico y reseña de la Geología Histórica.

Se han diferenciado 10 unidades geomorfológicas que se describirán posteriormente. Así mismo se interpretan 3 superficies de erosión: Puna, Macurani y Yauri.

La columna estratigráfica, predominantemente continental, comprende unidades desde el Neo-paleozoico hasta el Cuaternario, constituidas por rocas sedimentarias (marinas y continentales), ígneas (volcánicas, subvolcánicas y plutónicas) y metamórficas. Estratigráficamente se ha hecho la clasificación siguiente: Formación Urcos y Formación Ccata del Mesodevoniano; Grupo Copacabana del Neo-paleozoico; Grupo Mitu del Permo-triásico; Grupo Murco, Formación Huambutio y Formación Huancané del Cretáceo inferior; Formación Arcurquina y Grupo Moho del Cretáceo superior; Grupo Chitapampa del Santoniano-Paleoceno; Grupo Puno del Eoceno-Oligoceno; Formación Alpabamba, Formación Huaylla, Formación Pisquicocha y Formación Vilcarani del Neogeno; depósitos morrénicos, glaciofluviales, Formación San Sebastián y Formación Rumicolca del Cuaternario.

Referente a las unidades ígneas intrusivas, éstas han sido consideradas en plutónicas de gran amplitud en el cuadrángulo de Livitaca (Apurímac, Pomacanchi y Sacsayhuamán) y subvolcánicas (stocks, sills y diques).

En cuanto a la Geotectónica se ha distinguido: tectónica de profundidad, cobertura y superficie. En lo que a su comportamiento se refiere, se ha diferenciado un zócalo plástico, una zona de amortiguamiento, otra de transición incompetente y una de pliegues amplios y fallamiento o simplemente ondulación. Igualmente, se han reconocido las siguientes fases tectónicas: Eohercínica, Tardihercínica, Nevadiana, Titicaca, Peruana, Incaica, Quechua, Pliocénico, Pleistocénica y el levantamiento plio-cuaternario. Asimismo se describen los

afloramientos en las zonas siguientes: NE de Vilcanota, de Huatanay, del Sangarará-Pomacanchi, entre Huatanay-Vilcanota y Apurímac, entre Huancané-Livitaca y Apurímac y la zona Suroccidental.

En lo referente a la Geología Aplicada, se hace mención de las características muy general es de los yacimientos minerales, tanto metálicos como no metálicos; y finalmente, se describe en forma muy suscita la Geohistoria respectiva.

INTRODUCCION

El presente informe es el resultado de las observaciones de campo realizadas en el área correspondiente a los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, dentro de Programa de Levantamientos Geológicos de la Comisión de la Carta Geológica Nacional, cuyos propósitos son hacer las investigaciones inherentes a las diferentes disciplinas de las ciencias geológicas, con miras a la apreciación del potencial del suelo y subsuelo del territorio nacional.

Desde el punto de vista geológico, el área materia de este informe ha sido poco estudiada, razón por la que el presente trabajo toma la iniciativa de ampliar el marco del conocimiento geológico regional para esta parte del territorio peruano, quedando por ello consciente de que los logros obtenidos e interpretaciones efectuadas, son solamente de carácter general y algunas de ellas a título provisional, hasta que se disponga de mayores evidencias, así como un conocimiento más integral de esta parte del país, tan importante desde el punto de vista científico y aplicativo.

De todos modos, este informe y sus ilustraciones respectivas, luego de un enjuiciamiento adecuado, se espera que sirvan al menos como marcos referenciales para el estudio e interpretación de áreas vecinas, así como para la integración regional respectiva. Pero, fundamentalmente se encarece que las conclusiones y planteamientos sean confrontados y necesariamente ampliados con futuras investigaciones.

Ubicación y extensión

El área comprendida dentro de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca (escala 1:100,000), forma parte de las unidades geográficas conocidas como Cordillera Occidental y Oriental. Está delimitada por las siguientes coordenadas:

Longitud Oeste: 71° 30' - 72° 00'

Latitud Sur: 13° 30' - 14° 30'

En cuanto a la demarcación política del país, el área es integrante de las provincias de Chumbivilcas, Canas, Cuzco, Quispicanchis, Paucartambo, Calca, Paruro y Acomayo del Departamento del Cuzco, abarcando una superficie de 6,013 Km² aproximadamente.

Accesibilidad

Las vías disponibles, mediante las cuales es posible llegar a diferentes lugares del área indicada anteriormente, a partir de Lima y/o Arequipa, comprenden un aeropuerto, ferrocarril, carreteras, caminos de herradura y senderos peatonales, respecto a los cuales se tiene como aspectos principales los siguientes :

El transporte aéreo puede ser realizado mediante aviones a hélice o reactores, quedando el aeropuerto inmediato a la ciudad del Cuzco.

El ferrocarril es de trocha amplia y es parte de la red troncal sur del país (Matarani-Arequipa-Juliaca-Cuzco).

Existen varias carreteras afirmadas de uso permanente, así como numerosas trochas, algunas de las cuales solamente son utilizables temporalmente, pues se hacen intransitables durante las épocas de lluvias.

La principal carretera es la que conduce desde Juliaca (punto accesible desde las ciudades de Arequipa y Puno) al Cuzco pasando por Sicuani, Quiquijana, Urcos, Oropesa y San Jerónimo, entre otros, quedando dentro del área en referencia al tramo comprendido entre Tinta y la ciudad del Cuzco, a lo largo del valle del Vilcanota y del Huatanay. Constituye la vía troncal de la cual parten otras vías, así como trochas, tanto hacia el Este como al Oeste, tales como las que conducen a Yauri, Acomayo, Pisac y Paruro (Fig. N° 1).

Otra carretera que conduce al Cuzco, también no menor importante, es la que partiendo de la carretera Panamericana, cerca de Nazca, pasa por Puquio y Abancay antes de ingresar al Cuzco. Su uso es dificultoso y requiere el empleo de mayor tiempo.

Las trochas en su totalidad son de una sola vía y de tránsito limitado y temporal y algunas de ellas solamente para paso restringido.

Aparte de las vías anteriormente indicadas, el área se encuentra cubierta por una amplísima red de caminos de herradura, de uso frecuente y en gran parte son el único medio de transporte, gracias a los cuales es posible cubrir toda esta parte del territorio nacional, constituyendo el único medio de comunicación e intercambio comercial entre los múltiples caseríos existentes desprovistos de carreteras; porque de lo contrario, solamente queda el recurso de los senderos peatonales, muchos de los cuales están ya establecidos desde tiempos inmemorables, y otros han sido implantados por el mandato imperioso de la necesidad

de movilizarse. Muchos de ellos han sido destruidos en el transcurso del tiempo, otros están siendo abandonados.

Base topográfica

Los mapas topográficos que han sido utilizados como base para los trabajos de campo en la campaña entre 1960 y 1961 han sido levantados y publicados por el Servicio Geográfico del Ejército a la escala de 1:200,000, correspondiente a las hojas de Cuzco (13-i), Acomayo (14-i) y Yauri (16-h).

Posteriormente para la supervisión de campo y el cartografiado definitivo en los años 1985 y 1987, se emplearon los mapas topográficos de Cuzco (28-s) y Livitaca (29-s) a la escala 1:100,000 levantados y publicados por el Instituto Geográfico Nacional.

Trabajos de Campo

Todas las observaciones de campo fueron llevadas a cabo en dos etapas, una en el año 1960 y la otra en 1961. En la primera etapa acompañó al Ing. Salvador Mendivil el estudiante P. Touzet y en la segunda el Ing. Carlos Guevara y el estudiante Luis Vargas. La supervisión de los trabajos de campo la realizó el Ing. David Dávila, también en dos etapas, la primera entre Septiembre y Octubre de 1985 y la segunda entre Noviembre y Diciembre de 1987.

En los trabajos de campo se recolectaron muestras de rocas de las diferentes unidades litoestratigráficas, para la elaboración de secciones delgadas, de igual forma se recolectaron fósiles, los que fueron estudiados en el Departamento de Paleontología del INGEMMET.

Trabajos anteriores

No se tiene conocimiento que los primeros trabajos de estudios geológicos regionales hayan sido completos en el área de estudio, sino que fueron sobre materias específicas en el valle de Huatanay (Gregory H. E., 1916), en la parte NO del cuadrángulo del Cuzco (Newell N. D., Chronic J. y Roberts T.E., 1940) y en lugares próximos al cuadrángulo del Cuzco (Kalafatovich C., 1944-1957). Posteriormente Audebaud E. (1973), Marocco R. (1975), realizan el levantamiento geológico de los cuadrángulos de Ocongate, Sicuani, Andahuaylas, Abancay y Cotabambas que son aledaños al cuadrángulo del Cuzco, dentro del Programa de Levantamiento Geológico de la Carta Geológica Nacional.

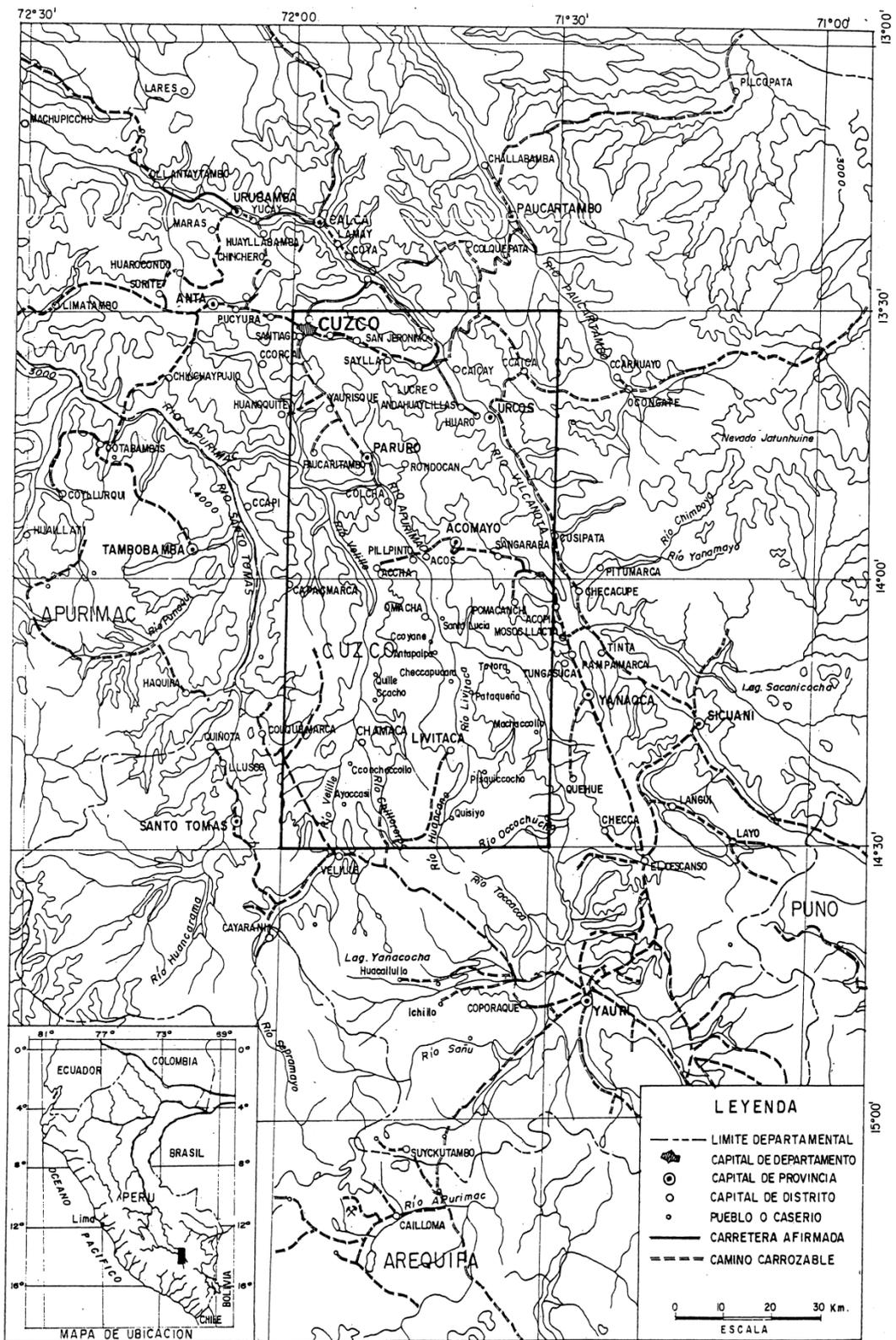
Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento a los Directivos del exServicio de Geología y Minería y exDirectivos del INGEMMET por la oportunidad que se les dió para el

levantamiento de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. Se agradece al Ing. Agapito Sánchez por las sugerencias y observaciones brindadas al presente trabajo y un reconocimiento póstumo a la Sra. Eva. Villavicencio, quien se encargó de las determinaciones paleontológicas.

Asimismo se agradece al egresado de geología Walther León Lecaros por su colaboración en la elaboración y redacción del informe final.

Se agradece también a las personas de los poblados de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca que de una u otra forma contribuyeron durante los estudios de campo.



GEOMORFOLOGIA

El área comprendida dentro de los límites de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, se halla ubicada en la cordillera de Los Andes, con una orientación típicamente andina, excepto cuando uno se aproxima al límite septentrional del cuadrángulo del Cuzco, donde se presenta una flexión que acentúa la dirección hacia el occidente, fenómeno que lo particulariza conjuntamente con su geografía y geología característica.

La superficie es heterogénea y accidentada, hallándose sus desniveles comprendidos entre los 2,400 m.s.n.m. en el valle Apurímac y 4,985 m.s.n.m. (señal Acoyac) que en conjunto ofrecen un panorama que puede dividirse desde el punto de vista geográfico en las siguientes unidades :

Faja Intracordillerana: Unidad geográfica que se ubica entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental. Posee una morfología agreste y a su vez con contraposición, también donde se hallan las partes más planas delimitadas por cadenas montañosas ó por profundas depresiones. En ella se encuentran las altitudes extremas ya indicadas.

Cordillera Oriental : Corresponde a sus partes más occidentales de este accidente geográfico y se presente al NE del cuadrángulo del Cuzco. Su topografía es más moderada en comparación con la anterior y sus altitudes extremas están comprendidas entre los 3,000 m.s.n.m. en el valle Vilcanota y 4,491 m.s...n.m., con la señal Acopia Grande.

Valles : Dentro de esta unidad se encuentran valles y quebradas cuyos tramos respectivos corresponden a los denominados “valles transversales” (Apurímac y Velille) y “valles longitudinales” (Vilcanota).

HIDROGRAFIA

El sistema hidrográfico de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, en su conjunto forman parte de la cuenca del Atlántico.

Se encuentra distribuido en las cuencas hidrográficas correspondientes a los ríos Vilcanota, Apurímac, Huatanay y la laguna de Pomacanchi (Fig. N° 2); siendo el río Apurímac

el que drena el 75% del área, corroborado por sus colectores principales que son los ríos Velille, Livitaca, Paruro y Molle Molle; el Huatanay lo hace con el 5% aproximadamente y el 20% restante el Vilcanota.

La cuenca de Pomacanchi, es una cuenca cerrada de reducida extensión, alimentada por caudales temporales que discurren a través de sus pequeñas quebradas por aguas de infiltración. Esta laguna desagua al río Vilcanota.

El drenaje presenta un control estructural-litológico, ya que la dirección de los principales ríos está en concordancia con el sistema preferencial de fallamientos, fracturamientos ó flexiones.

El tipo de avenamiento en el cuadrángulo de Livitaca es regular; en los lugares llanos presenta un diseño paralelo a subparalelo. Como caso especial, alrededor de la señal Quechua Grande, el drenaje es de tipo radial. En el cuadrángulo del Cuzco es algo compleja teniéndose diversos tipos de drenaje como paralelos, dendríticos, etc.

Clima

Debido a su posición geográfica y a la diversidad de relieve, los factores climáticos varían considerablemente de un sitio a otro y aún durante el día o la noche, con características propias tanto en las precipitaciones anuales, temperatura media anual y coeficiente de evapotranspiración.

Al respecto existen estudios con datos regionales, pero el aporte estadístico se considera insuficiente, y por tanto las conclusiones tendrían un carácter solamente referencial.

Al igual que en toda la sierra del Sur del Perú, en esta área las precipitaciones atmosféricas se producen en su mayoría en el verano austral, es decir, en el lapso comprendido de Diciembre a Marzo. Cabe anotar que durante estos últimos años han ocurrido notables variaciones, no sólo en cuanto a este tipo de fenómenos, sino en el clima en general, presentándose aún durante el invierno austral abundante granizada y aguaceros.

La temperatura es muy variable entre el día y la noche, siendo los meses de Junio y Julio los más fríos, llegando fuera de los valles aún por debajo de -6° centígrados durante la noche. Los terrales son comunes, así como las denominadas “heladas” que causan serios perjuicios a la agricultura.

Recursos Naturales

Los recursos aprovechables son variados y en cierto modo abundante, según las necesidades de la región y por lo tanto, la mayor parte de los pobladores se dedican al cultivo de productos de panllevar, a la ganadería y en escasa proporción a la pesca fluvial e industria maderera (eucaliptus).

Dentro de la industria, destaca la textil y la artesanía en cerámica y artículos de oro y plata. Respecto a la minería, prácticamente no existe ninguna actividad extractiva de minerales metálicos, explotándose únicamente sal común en Occopata, así como otros depósitos no metálicos relacionados con los materiales de construcción civil y alfarería.

La vegetación es muy variada, cultivándose tanto en los valles, no así en los demás lugares donde es natural y sirve como leña o forraje, motivando así el pastoreo, especialmente de ganado auquénido lanar, que es una de las principales actividades de la región con propensión hacia el incremento de la crianza de ganado vacuno.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

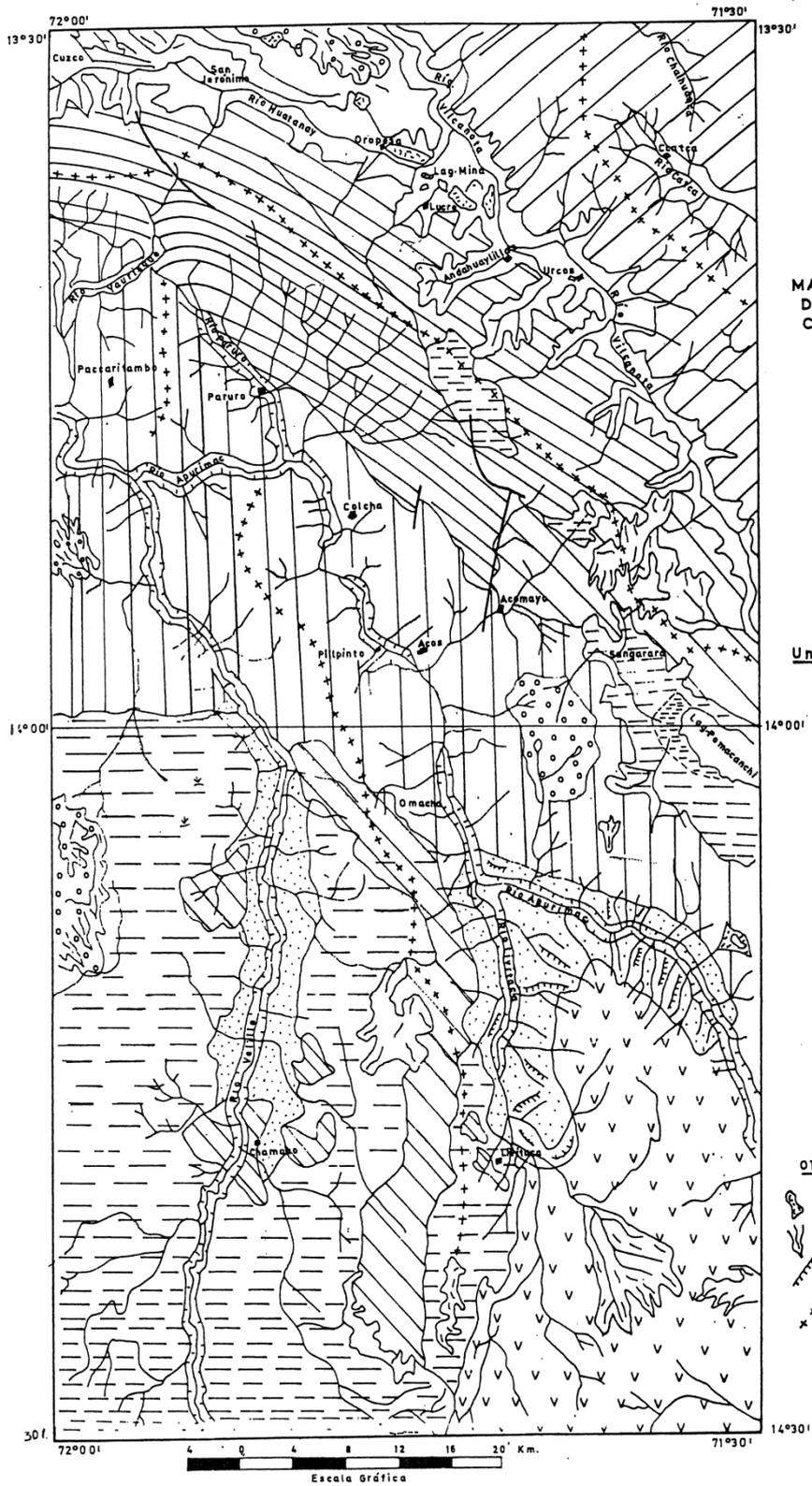
Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y ya desde el punto de vista geomorfológico, en tal área se han considerado diez unidades geomorfológicas principales que en sentido estricto están basadas sobre conceptos morfoestructurales y litológicos (Fig. N° 2).

Faja Intracordillerana

Altas Cumbres

Esta unidad se encuentra irregularmente distribuida en los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. Sus desniveles están comprendidos entre los 4,200 a 4,985 m.s.n.m.

Morfológicamente, se caracteriza por presentar colinas con pendientes pronunciadas y en algunos casos picos pronunciados.



MAPA GEOMORFOLÓGICO
DE LOS CUADRANGULOS
CUZCO Y LIVITACA
Escala -1:400,000

Fig. Nº 2

Unidades Geomorfológico

-  Altas Cumbres
-  Ladera Cordiller
-  Flanco Disectad
-  Colinas
-  Cuestas Andinas
-  Peniplanicies
-  Ladera de Valle
-  Arco Volcánico
-  Valle Interandin
-  Valle Cañón

OTRAS GEOFORMAS

-  Cuerpo Volcánico
-  Morrena
-  Escarpa
-  Divisoria de Aguas

Fig. N° 2

La glaciación cuaternaria es particularmente interesante en parte de los Andes, pues la mayoría de las porciones más elevadas han sido afectadas por la escaración, mientras que en las partes aledañas están cubiertas por depósitos morrénicos y principalmente por depósitos fluvio-glaciares, los que a su vez se encuentran parcialmente ocultos debajo de otros materiales clásticos.

Litológicamente, está conformada por calizas y areniscas de la Formación Arcurquina, Grupo Moho, Grupo Puno e intrusivos.

Arco Volcánico

Los límites de esta unidad se encuentran hacia el SE del cuadrángulo de Livitaca (parte sur de los ríos Apurímac y Livitaca), prolongándose hacia el cuadrángulo de Velille. Sus desniveles están comprendidos entre los 3,600 a 4,800 m.s.n.m. Esta unidad morfo-estructural está formada por una cadena de conos y domos volcánicos, erosionados por una intensa erosión glacial. En las partes altas se encuentran depósitos morrénicos, tanto laterales como frontales.

Litológicamente está compuesto por tobas brechoides y lavas de la formación Alpbamba y Huaylla.

Peneplanicies Andinas

Esta unidad geomorfológica se halla distribuida en diferentes áreas (margen izquierda del cuadrángulo de Livitaca, alrededores de las lagunas Pomacanchi, Quellhuacocha, Huaj Huacocha); conformando verdaderas peneplanicies de relieve moderadamente ondulado y, por tanto, espacios interfluviales suavemente convexos (Foto N° 1).

Su extensión es variable y sus contornos irregulares a consecuencia de las formas topográficas delimitantes representada por cadenas montañosas o pequeñas agrupaciones de cerros de diferente elevación (3,600 a 4,200 m.s.n.m.). Estas peneplanicies constituyen llanuras aluviales de origen tanto fluvial como lacustres o combinadas; debido al relleno parcial de cuencas, al menos temporalmente elevada. Por un anegamiento continuo de los ríos, riachuelos y lagunas, esta unidad posee un suelo hidromórfico denominado regionalmente “bofedal”.

Litológicamente está constituida por rocas intrusivas de las unidades Apurímac y Pomacanchi.



Foto N° 1 Nótese la geoforma de peneplanicies, formando relieves moderados y ondulados, donde se producen deslizamientos de tierras. Vista tomada al sur de Livitaca.



Foto N° 2 Unidad de cuevas andinas, conformada por las rocas del Grupo Chitapampa. Vista tomada al NE de Paruro, Cerro Pachar

Cuestas Andinas

Se denomina así la unidad geomorfológica por poseer un relieve escalonado a manera de cuestas, originado por rocas estratificadas resistentes a la erosión con una marcada inclinación e interrumpido por erosión fluvial. Los plegamientos y fallamientos particularizan a ésta unidad (Foto N° 2).

Sus límites están comprendidos paralelamente a los ríos Vilcanota y Paruro, desviando su rumbo hacia el Oeste, debido a la flexión de Yaurisque. Sus desniveles están comprendidos entre los 2,800 a 4,600 m.s.n.m.

Litológicamente está conformado por areniscas arcósicas y limolitas del Grupo Chitapampa.

Colinas

Morfológicamente ofrece un paisaje moderadamente agreste, constituyendo los lugares de mayor altitud (3,800 a 4,600 m.s.n.m.). Con frecuencia se han formado en esta unidad escarpas abruptas. También se puede apreciar un aspecto cárstico con superficie rugosa a áspera debido al diferente comportamiento frente a la meteorización. En muchos sectores se puede observar colinas suaves con moderados perfiles convexos debido a que están formados por calizas. La caverna de mayor amplitud regional, es la de Livitaca, con importancia espeleológica reconocida a nivel nacional (Foto N° 3).

Litológicamente está conformada por rocas calcáreas y clásticas de la Formación Arcurquina y el Grupo Moho.

Flanco Disectado

Representa la topografía más abrupta y contrastada de toda el área, cuyas diferencias de altitud han dado lugar a la presencia de valles y quebradas, que se diferencian con las partes más altas. También se puede apreciar un paisaje característico por colinas pequeñas, con valles amplios y de poco fondo que drenan hacia los valles principales. Las cumbres conforman crestas agudas y dentadas, singularizando esta unidad (Foto N° 4).

Litológicamente está constituida por conglomerados, areniscas y limolitas del Grupo Puno.



Foto N° 3 Típica geoforma de colinas de moderados perfiles convexos. Vista tomada en los alrededores del pueblo de Livitaca



Foto N° 4 Vista tomada al NO de Acomayo, nótese la geoforma del flanco disectado conformada por las rocas del Grupo Puno

Laderas de Valle

La distribución de esta unidad se presenta en tres áreas. La primera entre la confluencia de los ríos Apurímac y Livitaca, la segunda en el río Velille (cuadrángulo de Livitaca) y la tercera a lo largo del río Huatanay. Sus desniveles están comprendidos entre los 2,800 a 3,800 m.s.n.m.

Morfológicamente se caracteriza por presentar pendientes moderadas a pronunciadas. Entre la unión de los ríos Apurímac y Livitaca se observa laderas escarpadas con chorreras casi verticales, que están distribuidos en torno de un drenaje radial. En el río Velille (cuadrángulo de Livitaca), estas laderas conforman una ruptura de pendiente de peneplanicies a un fondo de valle. En el río Huatanay estas laderas poseen pendientes poco pronunciadas conformando la “Depresión del Cuzco”, en donde se desarrolla mayormente la agricultura (Foto N° 5).

Cordillera Oriental

Ladera Cordillerana

Se ha considerado bajo esta denominación a toda la unidad morfológica ubicada en el extremo NE del cuadrángulo del Cuzco; la cual conforma un conjunto topográfico diferente a las anteriores citadas. Se caracteriza por la pendiente de su ladera que son medianamente pronunciadas, perfiles asimétricos, quebradas profundas. En conjunto, tiene una inclinación promedio hacia el Norte – Noreste, debido al nivel de base mucho más bajo hacia el oriente que al occidente, la mayor resistencia a la remoción de algunas rocas metamórficas y las precipitaciones que se van haciendo más abundantes hacia el Este. También se observa una agrupación de colinas bajas de apreciable uniformidad. Se producen en esta unidad grandes deslizamientos de tierras.

Litológicamente está constituida por rocas metamórficas, pizarras y cuarcitas de la formación Urcos y Ccatca.

Valles

Valle Interandino

Se ha denominado así al valle Vilcanota y constituye una unidad geomórfica que separa dos unidades geográficas.



Foto N° 5 Vista tomada en el valle de Huatanay, mostrando la unidad de ladera de valle, donde se puede apreciar una intensa erosión en cárcavas.



Foto N° 6 Valle cañón formado por la intensa erosión de fondo del río Apurímac. Vista tomada en el paso de Livitaca a Yanaoca

Dicho valle puede ser considerado como el más característico e importante. Posee una pendiente promedio de 6% y, en su mayor parte, conforma un valle amplio con fondo más o menos plano y con cierto encajonamiento, solamente en algunos tramos cortos. Los flancos tienen una moderada inclinación con perfil asimétrico y en algunas partes son convexas.

Su orientación general es NO-SE, con inflexiones bien marcadas debido a controles estructurales. Esta unidad corta rocas paleozoicas y mesozoicas.

Valle Cañón

Estos valles forman parte de los valles más importantes del área y constituyen formas negativas por donde discurren caudales de la cuenca del Atlántico. Constituyen valles profundos y encañonados, como del Apurímac, Velille y Livitaca.

Sus perfiles transversales casi siempre son simétricos con gran pendiente y sinuosidades o con marcadas inflexiones, debido a controles litológicos y estructurales. Esta unidad corta a diversas unidades rocosas (Foto N° 6).

Otras Geoformas

Depósitos morrénicos y fluvioglaciares

Los restos de glaciaciones cuaternarias han sido encontrados hasta los 3,000 m.s.n.m., aunque el mayor porcentaje se halla por encima de los 4,000 m. de altitud.

Los depósitos de morrenas están compuestos por fragmentos de diferentes dimensiones, dispuestos generalmente en una matriz areno-limo-arcillosa cuya naturaleza de dichos elementos varía de un lugar a otro según la roca madre, presentándose morrenas laterales, frontales y de fondo.

Los depósitos fluvioglaciares provienen de la remoción de las morrenas conformado por gravillas finas, arenas y limos; cuyo paso a los depósitos morrénicos es casi imperceptible.

Cuerpos Volcánicos: Morfológicamente esta unidad conforma volcanes pequeños con hornitos esporádicos en sus faldas o contiguos a ellas, y derrames de amplitud reducida y en posición horizontal, reflejado, en este último caso, la pendiente morfológica de la superficie pre-existente sobre la cual se acomodaron, siendo por tanto su morfología y delimitación espacial una consecuencia del control que ejerció la actividad volcánica.

Este conjunto de modelado volcánico se presentan en los valles del Vilcanota y especialmente del Huatanay y entre ambos.

Litológicamente está constituido por coladas principalmente de naturaleza traquiandesítica basáltica porfírica.

Superficies de Erosión

Dentro del modelaje actual ofrecido por la superficie general correspondiente a los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, según los fenómenos observados y las interpretaciones hechas, se han reconocido 3 superficies de erosión; aparte de las debidas a las actividades más modernas que continúan hasta el presente.

Superficie Puna.- Descrita por Bowman (1916) y posteriormente también por Mac Laughlin (1924), es una superficie truncada reconocible sólo por sus remanentes, los cuales varían promedialmente entre los 4,750 a 4,300 m.s.n.m.

Esta superficie ha sido afectada por una intensa acción remosiva, que inicialmente fue en su mayor parte de tipo erosivo y posteriormente la escaración jugó un papel muy importante; habiendo sido la litología la que condicionó el relieve en ambos casos, supeditados por cierto, a las características estructurales.

Se le ha interpretado como una penillanura, suavemente ondulada, provista de colinas suaves y valles amplios de fondo bastante plano, levemente inclinado. Ello debido a que las cimas de varias cumbres en conjunto corresponden a una superficie relativamente plana, bien definidas y con inclinaciones al N-NE en forma integral.

Esta Superficie Puna se le asume formada después del plegamiento de la Formación Alpbamba y del emplazamiento de los plutones. Se supone que el proceso más activo durante la conformación de esta superficie, ha tenido lugar durante el Mioceno y tal vez aproximadamente en el Neomioceno.

Superficie Macuruni: Igualmente, como lo anterior en el cuadrángulo de Livitaca, y sobre todo en su cuadrante SE, se presenta una superficie labrada en rocas volcánicas y sedimentarias del Cenozoico, a la que se le ha denominado provisionalmente Superficie Macuruni, por ser en este cerro y sus inmediaciones el lugar donde se le ha encontrado mejor expuesta hasta el momento, dentro del área correspondiente al cuadrángulo de Livitaca, hallándose a una altitud de 4,600 m. aproximadamente.

Esta superficie está suavemente ondulada. Se halla afectada por pequeños valles y tiene una inclinación general hacia el N-NE. Durante la evolución de ésta superficie tuvo

lugar una intensa actividad volcánica piroclástica que modificó sustancialmente el proceso degradacional, rellenando muchas de las depresiones existentes y alternando en general el relieve.

Superficie Yauri: Se ha optado esta denominación por ser en Yauri donde se le encuentra mejor expuesta tanto en sus características como en su amplitud, pese a que se halla fuera del área materia de este estudio.

Esta superficie levemente ondulada, está conformada por colinas bajas de flancos suaves y valles amplios de poca altura y fondo plano que al igual que las anteriores, también se halla mejor representada en el cuadrángulo de Livitaca. Sus altitudes son variables, pero en conjunto pueden ser consideradas con una inclinación general en sentido E-NE.

Por último, como resultado de la continuación remociva, después de los episodios ya aludidos, se tiene un conjunto de superficies de erosión muy numerosas y variadas, tanto en su aspecto genético como sus particularidades morfológicas, que por su extensión, en algunos casos restringida, obligan a agruparlas tratando de seguir, solamente los aspectos relevantes como indicadores de los límites en los diferentes episodios. Durante este lapso, también, el volcanismo reciente ha tenido una intervención importante en el modelado mediante la acumulación de sus depósitos, que en realidad es un hecho agradable y singenético, cual, a su vez, ha dado lugar a nuevos patrones remocivos, como es el caso del volcánico Rumicolca.

LITOSTRATIGRAFIA

En los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, las rocas aflorantes se han agrupado en unidades litoestratigráficas, conformando la columna estratigráfica compuesta cuya descripción resumida se muestra en la figura N° 3.

Las diversas unidades mencionadas en el presente informe se han agrupado principalmente de acuerdo al criterio de clasificación litoestratigráfica, teniendo como base la Guía Estratigráfica Internacional (1976) y el Código Estratigráfico de Norteamérica (1982), además se ha considerado el Criterio de Clasificación Lito-morfoestructural (1984) como una variante de la litoestratigrafía, cuya aplicación en secuencias continentales es adecuada.

La columna estratigráfica compuesta es una de las más representativas desde el punto de vista regional, aunque no se tiene unidades del Triásico y del Carbonífero.

Las rocas más antiguas corresponden a pizarras y cuarcitas del siluro-devoniano, diferenciándose las formaciones Urcos y Ccatca. Suprayaciendo en discordancia angular se tiene los carbonatos del Pérmico descritos como el Grupo Copacabana, los que son cubiertos en discordancia por las molasas y volcánicos del Grupo Mitu considerados del Permo-Triásico.

El Mesozoico se caracteriza porque las diversas unidades se han acumulado en posición de traslape con ambiente de sedimentación oscilante de marino somero a continental, habiéndose diferenciado dos series de unidades, una asociada a la cuenca de Arequipa donde se tiene al Grupo Murco y a la Formación Arcurquina y la otra ligada al altiplano donde se tiene: la Formación Huambutío, Formación Huancané y al Grupo Moho. Terminando el Mesozoico en franco ambiente continental se tiene al Grupo Chitapampa donde se han diferenciado tres unidades con la categoría de formación y en contacto pseudo concordante a angular por sectores, se tiene areniscas conglomerádicas, areniscas y lutitas agrupadas en dos unidades más, constituyendo cronoestratigráficamente el paso del Cretáceo al Cenozoico.

El Cenozoico se pone de manifiesto por las acumulaciones continentales del Grupo Puno, donde se han diferenciado las formaciones Acomayo, Pirque, Coñamuro y Yanacochoa

que están cubiertas en discordancia angular por la formación Alpbamba, a la cual le sobreyace en discordancia la Formación Huaylla, suprayaciendo con igual relación se encuentra las formaciones Pisquicocha y Vilcarani. Finalmente los depósitos de cobertura del Cuaternario se han agrupado de acuerdo a su origen, morfología y material, diferenciándose los depósitos morrénicos y glaciofluviales; en la parte superior se tiene a las formaciones San Sebastián y Rumicolca, terminando toda la secuencia se tiene los depósitos aluvionales, de deslizamiento, coluviales y fluviales.

FORMACION URCOS

Mendivil S. (1978) designó como Formación Urcos a los afloramientos pizarrosos del pueblo de Urcos hacia el Este, que se extienden en forma continua en el extremo NE del cuadrángulo del Cuzco y que se prolonga conspicuamente dentro de los cuadrángulos de Calca y Sicuani, constituyendo la margen derecha del valle del Vilcanota. Se ha recogido como localidad típica los afloramientos que parten del pueblo de donde deriva su nombre hacia Ocongate, cuyas magníficas exposiciones a lo largo de la carretera justifican la denominación y categoría estratigráfica propuesta.

Esta unidad ofrece topografía peculiar ya que sus exposiciones están afectadas por eluviación intensa propiciando abundante suelo que a su vez tienen un comportamiento geodinámico superficial característico, ocasionando con frecuencia y asociado a épocas pluviales, fenómenos de reptación, deslizamiento, solifluxión de flujos arcillo-lodoso, chorreras. El desarrollo morfológico de esta unidad lo tipifica conformando depresiones de poca altura y fondo plano, colinas bajas moderadamente curvada, hacia las partes altas se tiene planicies de poco o irregular desarrollo, aunque ocasionalmente destacan promontorios abruptos que resaltan dentro del medio.

La litología está representada por pizarras, pizarras lutáceas, esquistos pizarrosos, cuarcitas y arenas cuarcíticas, de ésta variedad litológica las pizarras son las predominantes, alcanzando un 80%, constituye la litología característica que a su vez controla la morfología.

Las pizarras son azul negruzcas con pátina gris azulada, la estratificación es delgada a mediana, la presencia de constituyentes finos algo deleznable así como la abundancia de micas permite clasificarlos como pizarras lutáceas o pizarras esquistas.

Intercaladas y con distribución irregular tanto vertical como lateralmente, se tiene cuarcitas o areniscas cuarcíticas de color pardo amarillento a blanco, la granulometría va de fino a medio y el espesor va de 10 cm. a 100 cm., predominando los de 10 cm., aunque ocasionalmente se tiene niveles de hasta 50 m.

Columna Litoestratigráfica Compuesta de los Cuadrángulos de CUZCO Y LIVITACA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITEST.	ÓRG. CUZCO	LITOLÓGIA	DESCRIPCION	
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Dep. deslizamiento morrenas, fluvio-glacial.	200			
		Pleistoceno	Formación Rumicatas	200		Disc. erosional Lavas andesíticas a traquiandesíticas	
			Formación San Sebastián	200		Disc. erosional Depósitos de gravas, arenas, flujos de barras, limos y arcillas.	
			Dep. morrénicos y fluvio-glaciares	200		Disc. erosional Sedimentos morrénicos y fluvio-glaciares	
		Neógeno	Plioceno	Formación Vilcarani	100		Disc. erosional Tobas andesíticas, dacíticas rojizo salmón
				Formación Pisquicocha	180		Sedimentos lacustrinos constituido por areniscas limolitas conglomerados y tobas
			Mioceno	Formación Huaylla	200		Disc. ang. Lavas andesíticas andesíticos-dacíticos y riolíticos, de textura porfírica de color gris oscuro.
				Formación Alpabamba	500		Disc. ang. Distribución irregular de lavas y brechas volcánicas de naturaleza mayormente andesítica.
					Formación Yanacocha	500	
		Paleógeno	Oligoceno	Formación Cañamuro	3000		Secuencia fundamentalmente conglomerádica con coloración rojiza a gris, amarillenta a verdosa.
	Formación Pirque			3000		Secuencia monótona de limolitas, areniscas, areniscas conglomerádicas y microconglomerados hacia el tope, Presenta una coloración blanco marfil.	
	Formación Santa Ana			3000		Disc. ang. Secuencia de areniscas conglomerados, limolitas, argilitas, piroclásticos con coloraciones rojizas marrones y grises.	
	Paleoceno		Formación Pucuta	1000		Conglomerados con componentes calcáreos y areniscas.	
			Formación Yaurisque	800		Areniscas conglomerádicas de coloración clara.	
	Eoceno		Formación Quircas	1200		Areniscas arcóicas de coloración rojo ladrillo a amarillo rojizo.	
			Formación Huaro	1000		Limolitas y arcillitas intercaladas entre las areniscas.	
			Formación Lucre	1000		Limolitas arcillitas gris verdosas a verde olivo con niveles de areniscas con alto grado de consistencia	
			Formación Puquín	300		Intercalaciones de areniscas, limolitas y arcillitas de coloración verdosa.	
			Formación Sangarara	100		Secuencia monótona de areniscas limolitas arcillitas de color marrón chocolate a verdoso.	
		Formación Acomayo	500		Disc. ang. Areniscas cuarzosas de grano fino con niveles arcillitas rojas.		
Formación Arcurquina		350		Calizas, calizas areniscosas gris con niveles limolíticas y arcillitas rojas			
Mesozoico	Cretácico	Formación Huancañé	200		Limolitas arcillitas y niveles de areniscas de tonalidades rojizas.		
		Formación Huambutía	200		Calizas gris oscuras a azuladas. Calizas, dolomías margas gris claras. Calizas gris oscuras a amarillentas.		
		Formación Chiltorolla	1000		Areniscas cuarcíicas rojizas a rosado blanquecina conglomerados hacia la base		
		Formación Huintuyo	500		Areniscas cuarzosas blanquecinas y limolitas rojizas		
		Formación B	500		Secuencia alternada de areniscas, areniscas cuarcíicas, limolitas y arcillitas, con coloraciones gris a blanquecina.		
	Jurásico	Formación Pachatusán	750		Limolitas y arcillitas gris a rojizas con niveles de arenisca.		
		Formación Pisac	350		Areniscas cuarzosas blanquecinas con limolitas.		
		Formación Yauca	300		Disc. ang. Lavas, tobas y brechas con niveles de conglomerados, areniscas y limolitas rojizas.		
		Formación San Salvador	500		Conglomerados areniscas y limolitas con tonalidades rojizas.		
		Formación Chuquichuano	100		Disc. ang. Calizas gris en estratos tabulares. Areniscas Calcáreas rojizas.		
Paleozoico	Devónico	Formación Catca	1000		Secuencia monótona de calizas claro, azulina a negruzcas silicificadas y dolomitizadas, se encuentran niveles de lutitas.		
		Formación Urcos	1000		Alternancia de calizas, lutitas y algunos niveles areniscosos.		
		Formación Urcos	1000		Areniscas cuarzosas de colores claros, Disc. ang.		

Fig. N° 3

Dada las características litológicas así como la presencia de trilobites y moluscos de ambiente de sedimentación se asume que fue marino de profundidades someras propia de ambientes pelágicos, y en un medio reductor evidenciando por la coloración negruzca que se traduce en la matriz carbonosa de las pizarras.

Esta secuencia sedimentaria se encuentra muy fracturada y replegada, la esquistosidad es bien marcada, habiéndose diferenciado hasta 3 direcciones, lo que ha ocasionado en las cuarcitas diversidad de diaclasas y rompimiento lateral de los estratos produciendo “boundinage” pero de gran magnitud, además la esquistosidad origina una disyunción en “lápicos” característica en los esquistos pizarrosos. También muchas de las fracturas han dado lugar al emplazamiento de numerosas vetillas de cuarzo, cuya orientación general es transversal a la tendencia de la estratificación, quedando la posibilidad de que algunas rocas sean auríferas.

Las relaciones estratigráficas de esta unidad en el área de estudio están dadas por su base desconocida, ya sea por falla o no afloramiento; pero en el norte, en la cordillera de Vilcabamba, Marocco R. (1978) reporta que ésta secuencia sobreyace concordantemente con la Formación Zapla del Siluriano medio; mientras que el techo pasa concordante y gradualmente de las pizarras de la Formación Urcos a cuarcitas y pizarras de la Formación Ccatca.

El espesor de esta unidad es desconocido, por la naturaleza estructural, aunque es posible indicar que sobrepasa los 1,000 metros.

Edad y correlación : En las cercanías de Huaylla-Huaylla situada a 2.5 km al este de Quiquijana, en las pizarras negruzcas se han encontrado los siguientes fósiles: Tentaculitis sp. y el torax y pigidium de un trilobite deformado que corresponde al genero Phacops, los cuales fueron estudiados por Eva Villavicencio, dando un rango de edad del Siluro-Devoniano, lo que concuerda cronoestratigráficamente con la secuencia de la cordillera de Vilcabamba.

A la Formación Urcos se le correlaciona con la Formación Ananea (Laubacher, 1978) de la cordillera oriental de Puno, y con la serie Siluro-aluminosa (Marocco, 1978) de la cordillera de Vilcabamba, con parte del Grupo Cabanillas (Newell, 1949) del lago Titicaca así como la Formación Chagrapí (Klinck B. et. at., 1981) de los alrededores de Juliaca.

FORMACION CCATCA

Mendivil S. (1978) denominó así a una secuencia de areniscas y limolitas que afloran en forma continua y conspicua en la gran parte nororiental del cuadrángulo del Cuzco, al Este del pueblo de Ccatca, con gran propagación hacia los cuadrángulos de Calca, Ocongate y

Pillcopata. Los afloramientos aledaños al pueblo homónimo se han considerado como la localidad típica porque las condiciones topográficas permiten mejor exposición de sus diferentes niveles y por relaciones estratigráficas.

Esta unidad presenta una topografía similar a la anterior pero con variantes propias que lo tipifican, así se observa procesos de aluviación que originan fenómenos geodinámicos tales como reptaciones, deslizamientos, solifluxión, pero la magnitud y abundancia de estos fenómenos es menor respecto a la unidad anterior, la morfología se caracteriza por presentar depresiones con fondo plano y flancos escarpados, así como la abundancia de colinas irregulares controladas por la litología y la presencia con distribución irregular de promontorios que resaltan el paisaje.

La litología que caracteriza a esta unidad la conforman areniscas, areniscas cuarcíticas, limolitas, limolitas pizarrosas y lutitas, predominando las areniscas de grano mediano.

Las areniscas son de grano fino, ocasionalmente grueso con colores claros a gris verdoso en estratos muy conspicuos que van de 10 cm. a 10 m. a mayores. Poseen estratificación sesgada de pequeña magnitud pero bien definidas, así también como estratificación gradual, las areniscas cuarcíticas son similares en litología a las areniscas, diferenciándose por su magnífica consistencia.

Las limolitas son gris oscuras a gris verdosas a amarillentas, gradacionalmente suelen pasar a areniscas muy finas, se les encuentra en estratos de 10 cm. a más delgados, en ciertas partes son micáceas. Las lutitas son gris oscuras algo micáceas en partes y hacia la parte superior son netamente micáceas, tipificándose como limolitas micáceas, algunos niveles principalmente hacia la base adquieren la denominación de limolitas pizarrosas.

En cuanto al ambiente de sedimentación se presume que fue similar al de la formación anterior pero con mayor incremento de aportes terrígenos, aunque la asociación litológica y las pocas estructuras sedimentarias observadas hacen que se le pueda asociar aproximadamente a ambientes turbidíticos.

El contacto con la unidad infrayacente es concordante, que se diferencia por el cambio litológico y por la diferencia morfológica dando por resultado una epigrafiya irregular comparada con la unidad infrayacente; mientras que el contacto con la unidad suprayacente en el área de estudio no se observa pero al sur por las inmediaciones de Sicuani, las rocas equivalentes en edad son cubiertas en discordancia por el Grupo Ambo del Missisipiano.

El espesor de esta unidad no se ha precisado, pero se asume que sobrepasa los 1000 m.

Edad y Correlación.- Restos fosilíferos no se han encontrado pero en la base a la edad y posición estratigráfica de las unidades infra y suprayacentes se le considera del Devoniano.

A la Formación Ccatca se le correlaciona con la parte superior del Grupo Cabanillas (Newell, 1949) del lago Titicaca, con la Formación Lampa (Klinck et. al., 1986) de los alrededores de Juliaca.

GRUPO COPACABANA

Douglas J.A. (1914) en la península de Copacabana del lago Titicaca menciona una secuencia de calizas con fósiles y gredas amarillas y negras, atribuyéndole al Carbonífero superior, en 1936 Cabrera La Rosa A. y Petersen G. la dan la categoría de Formación posteriormente Newell (1946) define y describe esta unidad elevando a la categoría de Grupo, consignándolo al Pérmico inferior, seguidamente Newell, N., Chronic J. y Robert T. (1953) realiza un amplio estudio paleontológico, diferenciando cuatro zonas en base a fusulínidos: Zona Silvaseptora, Zona Triticitis opimus, Zona Peudoschwagerina uddeni y Zona Parafusulina. Estudios posteriores amplían las comparaciones regionales pero no realizan diferenciaciones litoestratigráficas. Mendivil S. (1978) separa dos formaciones: Chuquicahuana y San Salvador. Haciendo un análisis de los pocos datos litoestratigráficos publicados así como los datos de campo del área del Vilcanota es posible separar cuatro formaciones con lo cual se justifica estratigráficamente la categoría de Grupo.

Esta secuencia calcárea sólo aflora en el cuadrángulo del Cuzco en pequeñas áreas y dentro del valle del Vilcanota, prolongándose y con mayores afloramientos hacia los cuadrángulos de Calca por el norte y de Ocongate y Sicuani al sur.

En base a la litología, asociación litológica, etc., se han diferenciado cuatro formaciones, las que se describirán seguidamente.

FORMACION TINTA

Dávila D. (1987) denomina Formación Tinta a la secuencia basal esencialmente areniscosa que aflora fuera del área de estudio habiéndose considerado la localidad típica en los alrededores del pueblo de Tinta y se le describe en el presente informe con el propósito de uniformizar y actualizar la estratigrafía regional. También aflora al norte de Pisac, constituyendo los niveles aflorantes más inferiores del área.

En cuanto a su morfología ofrece escarpas más o menos pronunciadas aunque en términos generales la pendientes es indicativa de la presencia de este tipo de roca.

Litológicamente está constituido por areniscas cuarzosas de colores claros, los granos son de tamaño medio a fino, predominando el grano medio a grueso, en los alrededores de Piscac predominan las areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en estratos algo tabulares y con estratificación sesgada, también se observa niveles lutáceos; mientras que en las vecindades de Tinta consta de areniscas intercaladas con lutitas, las areniscas son gris verdosas a algo rojizas de grano fino a grueso, subangular con estratificación sesgada, con mala clasificación, mientras que las lutitas son grises algo laminadas y micáceas.

En cuanto al ambiente de sedimentación, la intercalación clástica de gruesos y finos indicaría aportes asociados a áreas cercanas a la costa, aunque con la presencia de rocas metamórficas que darían aporte de sedimentos micáceos.

El substrato pre-Formación Tinta constituye la transgresión marina Permo-Carbonífera que en el área del Cuzco se inicia con sedimentación clástica mediante el contacto discordante sobre rocas del Paleozoico inferior; mientras que el contacto superior es concordante con la Formación San Salvador.

El espesor de esta unidad es variado dado que inicia el relleno de la cuenca sedimentaria, por lo que se considera de forma lenticular, alcanza un máximo espesor de 50 metros.

Edad y Correlación.- Del estudio de campo efectuado no se ha recolectado muestras fosilíferas, tampoco reporta Newell et. al. (1953). En base a la posición estratigráfica, puesto que la unidad superior es fosilífera considerada del Wolfcampiano medio, por lo que esta unidad puede caer en el Wolfcampiano inferior; aunque cabe la posibilidad que esta secuencia areniscosa sea parte del Grupo Tarma. Dada la naturaleza de los estudios realizados a la fecha, no es posible hacer comparaciones estratigráficas.

FORMACION CHUQUICAHUANA

Mendivil S. (1978) denominó Formación Chuquicahuana al conjunto litológico que aflora en las inmediaciones de la localidad homónima situada en los alrededores de la esquina sureste del cuadrángulo del Cuzco, justo en el fondo del valle de Vilcanota, cuya amplitud de exposición se encuentra hacia Sicuani por los flancos del río Vilcanota pasando por las localidades de Accobamba, Checacupe, Combopata, Tinta y más hacia el sur. Los afloramientos más conspicuos se encuentran por las inmediaciones de San Salvador hacia Pisac.

Litológicamente está constituido por una alternancia de calizas, lutitas y algunos niveles areniscosos.

Las calizas se presentan en estratos de 1 a 3 m. o algo más, irregularmente son nodulosas aunque mayoritariamente son limolíticas hasta areniscosas, de color pardo que se torna ocre por meteorización.

Las lutitas son gris azuladas a verdosas, ligeramente areniscosas y en capas delgadas, algunas son laminadas, las areniscas se intercalan dentro del conjunto variando de limolíticas a calcáreas.

El proceso de sedimentación encaja dentro del modelo de plataforma continental carbonatada con fuerte aporte de clásticos de grano pequeño y por la continuidad del afloramiento y tipo de estratificación sugiere que la cuenca tuvo fondo no muy accidentado dentro de la sedimentación micrítica, haciéndose más carbonatado hacia la parte superior.

Las relaciones estratigráficas de la Formación Chuquicahuana son concordantes tanto en la base como en el techo con las formaciones Tinta y San Salvador respectivamente, aunque por áreas la base cubre al Paleozoico inferior y el techo por erosión es cubierto por el Grupo Mitu.

El espesor en San Salvador como en Chuquicahuana es alrededor de los 100 metros adquiriendo mayor grosor hacia Tinta.

Edad y Correlación: Newell et. al. (1953) en base a fusulínidos diferenció cuatro zonas, por los fósiles encontrados que son los siguientes: Zona de *Silvaseptora*; parte basal del Wolfcampiano, Zona de *Triticites opimus*: Wolfcampiano medio, Zona de *Pseudoschwagerina uddeni*: Wolfcampiano superior y Zona de *Parafusulina*: Leonardiano inferior, se asume que esta unidad abarca parte, ambas o una, según el área, de la zona de *Triticites opimus* o *Silvaseptora*; por lo tanto la edad abarcaría del Wolfcampiano medio con posibilidades de llegar al inferior.

El estado actual a nivel litoestratigráfico no es posible efectuar comparaciones estratigráficas con certeza.

FORMACION SAN SALVADOR

Mendivil S. (1978) designó como Formación San Salvador a la secuencia calcárea que aflora con su mejor exposición a inmediaciones del pueblo homónimo y próximo al límite septentrional del cuadrángulo del Cuzco. También se le observa por los alrededores de Chuquicahuana.

Morfológicamente forma escarpas más pronunciadas que la unidad inferior resaltando el paisaje.

Litológicamente se caracteriza por la abundancia homogénea y monótona de calizas y en pequeñas proporción se tiene lutitas.

Las calizas con fractura fresca tienen coloración que varía de gris clara a crema, marrón, azulinas hasta negruzcas. Casi siempre se presentan muy silicificadas y dolomitizadas; los estratos van de 3 m. hasta 15 m., llegando a formar estratos continuos hasta de 300 m. de grosor con abundantes nódulos de sílice y gran contenido de braquiopodos, briozoarios y fusulínidos. Por alteración presentan superficies ásperas, debido generalmente a crestas muy agudas de naturaleza silíceas que se disponen paralelamente o simplemente resaltan como mogotes por su forma nodular, especialmente en las partes superiores de esta unidad.

Los niveles lutáceos son escasos y poseen coloración marrón a bituminosa que en algunos niveles se intercalan con calizas.

La acumulación abundante de calizas con presencia de sílice y dolomías así como la existencia de lutitas bituminosas, sugiere un ambiente de plataforma estable con tranquilidad de aguas, con abundante oxigenación y de profundidades muy someras, la marcada abundancia de fósiles puede representar algunos arrecifes.

El contacto inferior y superior con la Formación Chuquicahuana y Yaucat es concordante. El espesor en San Salvador llega a los 400 m., mientras que en el C° Pihuarque en las vecindades de Chuquicahuana tiene un grosor de 500 m.

Edad y Correlación: Dentro de esta unidad se han encontrado la mayor cantidad de fósiles, que según los descritos por Newell et. al. (1953) y con los fósiles recolectados en el presente estudio como: Lagénidos, Textularios y Triticites, puede asignársele a la zona de Triticites opimus, que representa al Wolfcampiano medio. Las comparaciones litoestratigráficas son un poco dudosas; aunque como primera aproximación podrían correlacionarse con los niveles 12 al 16 de la sección medida en el C° Ampay por Newell et. al. (1953).

FORMACION YAUCAT

Davila D. (1987) denomina Formación Yaucat a la secuencia superior del Grupo Copacabana que se caracteriza por su coloración rojiza que aflora en las inmediaciones del poblado de Yaucat, situado aproximadamente a 5 km de Chuquicahuana, también se le observa al Este de Cusipata.

Morfológicamente constituye colinas algo abruptas que generalmente se encuentran cubiertas por suelo dando lugar a geoformas redondeadas, terminan hacia la parte superior con una escarpa producida por el último nivel calcáreo del Grupo Copacabana.

Los constituyentes de la Formación Yaucat son en su mayoría clásticos rojos hacia la base y calizas hacia el tope. Los clásticos constan de areniscas rojas calcáreas de grano fino a medio, con estratificación laminar y en estratos delgados; también existen lutitas rojas que se intercalan con las areniscas; las areniscas son compactas sin estratificación definida en estratos de 2 m. a más. Hacia la parte superior se tiene 50 m. a más de calizas grises, en estratos delgados a tabulares con presencia de fósiles.

Al norte de San Salvador se tiene una intercalación de lutitas rojo ladrillo, limolitas con capas delgadas de caliza y niveles yesíferos, también se observan niveles de areniscas y calizas dolomíticas con abundantes nódulos de chert.

La litología y la presencia de materiales clásticos de coloración rojiza, indicarían que la cuenca empezó a emerger lentamente produciendo áreas positivas o muy someras sujetas a fuerte oxidación, ocurriendo aportes detríticos que conformarían el inicio de un marcado cambio litológico. Terminando la secuencia se tiene calizas marinas con fósiles que vendrían a representar el último ingreso del mar Pérmico y a la vez representa el último nivel marino del Paleozoico superior para dar paso a un neto ambiente continental.

La Formación Yaucat sobreyace concordante a la Formación Chuquicahuana; mientras que el techo es cubierto en discordancia erosional, levemente angular por el Grupo Mitu.

El espesor de esta unidad es irregular dada la naturaleza y tipo de depositación, varían entre 50 y 300 m., el mayor espesor se observa en Yaucat.

Edad y correlación: En el último nivel de calizas se ha recolectado fósiles, que según Eva Villavicencio se tiene los siguientes: *Triticites aff. patulus* DUMBAR & NEWELL, *Eoparafusulina sp.*, secciones de ostracodos, gasterópodos, briozoarios, *Rhombopora sp.* y secciones de espinas de equinoideos; característicos del Pérmico y por la posición estratigráfica se la consideraría del Leonardiano.

Se le compara con la parte superior del Grupo Copacabana descrita por Laubacher (1978) al norte del lago Titicaca, donde se manifiestan secuencias rojas debajo del Mitu con grosores mayores de 500 metros.

GRUPO MITU

Se ha tomado la terminología introducida por Mc Laughlin D. H. (1924), quien descubrió bajo dicho nombre en el Perú central a una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos que cubren en discordancia al Grupo Copacabana y son cubiertos en discordancia por el Grupo Pucará cuya base es asignada al Ladiniano (Laubacher, 1974) en la cordillera oriental y al Noriano (Megard, 1978) en la cordillera occidental. Mientras que al sureste del

Perú, Newell et. al. (1953) usa idéntico término para los sedimentos molásicos post-Grupo Copacabana y están cubiertos por las areniscas Huancané del Cretáceo inferior, asignándole una edad Permo-Triásico por comparación con la unidad típica del centro del Perú. Seguidamente Marocco R. (1978) en la cordillera de Vilcabamba distingue regionalmente dos facies, una sedimentaria y otra volcánica, sin asignarle categoría estratigráfica; pero Gregory (1916), Kalafatovich (1967), Gabelman (1964), Mendívil (1978) y Carlotto V. et. al. (1988) efectúan divisiones formaciones que se discutirán en la unidad respectiva.

Los afloramientos de esta unidad están restringidos a ambos flancos del valle del río Vilcanota, abarcando desde Sicuani, pasando por Chuquicahuana, San Salvador, Pisac y continúa hacia el norte; esto sugiere un control estructural para las rocas del Paleozoico superior.

Tomando en cuenta la litología, posición y secuencia estratigráfica, así como los trabajos citados se ha efectuado la siguiente división litoestratigráfica separando dos formaciones, siguiendo la nomenclatura propuesta por Gabelman J. y Jordan (1984) y Gregory (1916), aunque la definición litológica varía.

FORMACION PISAC

Nombre designado por Gabelman J. y Jordan V. (1984) a la secuencia de capas rojas de excelente exposición en la parte baja de los flancos del valle del Vilcanota, cuyo mejor afloramiento se encuentra al oeste de la villa de Pisac, formando el núcleo del pliegue anticlinal, cuyo eje es paralelo al valle del río Vilcanota desde Pisac hasta las cercanías de Huambutio en la confluencia de los ríos Huatanay y Vilcanota.

La Formación Pisac forma escarpas abruptas con abundantes conos deyectivos que cubren las partes bajas.

Litológicamente está constituida por conglomerados, areniscas y limolitas, todas con tonalidades rojizas. Los conglomerados constan de fragmentos bien redondeados, con algunos niveles angulosos, correspondientes a cuarcitas, calizas con fusulínidos, andesitas englobadas por una matriz areno-feldespática o arcillosa. Estos estratos son gruesos y contienen intercalaciones lenticulares de arcosas rojas con ligera estratificación sesgada; el tamaño de los fragmentos es variable, sus rangos en tamaño van de 10 a 20 cm., aunque esporádicamente se tiene tamaños que llegan a 50 cm., ocasionalmente se ha encontrado huellas de ventifacto. Los estratos conglomerádicos alcanzan grosores de 2 a 3 m. con estratonomía creciente, pero la granulometría es variable, se pueden distinguir algunos niveles que tienen las características de flujos de barro.

Las areniscas son rojizas pardas o color chocolate, su composición es feldespática, de grano grueso a medio, bien compactas, algunas con cemento calcáreo, se presentan en estratos de 10 a 15 cm. con estratificación tabular o algo laminar y sesgada en pequeña escala; también se observan abundantes grietas de desecación, hacia el techo de los estratos de limolitas o areniscas asociadas con lodolitas finas. Es notoria la presencia de estructuras tipo canales y biselamientos que corresponden a depósitos de ambientes de abanicos de deyección.

Las limolitas son rojas a rojo ladrillo, generalmente laminares y deleznales, distribuidas irregularmente en la sección vertical predominando hacia la base.

El ambiente de sedimentación es continental relacionado al desarrollo de abanicos de pie de monte y acumulaciones lagunares.

La base de esta unidad sobreyace discordantemente con franca superficie de erosión a las calizas del Grupo Copacabana; mientras que el techo es concordante con la Formación Pachatusán que se inicia con la aparición de elementos volcánicos.

El espesor de la Formación Pisac es aproximadamente 200 metros, aumentando hasta 500 metros en los alrededores de Parcalles.

Edad y correlación: En la formación Pisac no se han encontrado fósiles, razón por la cual la datación se efectúa mediante comparación con las unidades infra y suprayacentes, dado que el tope del Grupo Copacabana llega hasta el Leonardiano; a la presente unidad se le considera del Permiano superior pudiendo llegar hasta el Triásico inferior. La Formación Pisac se le correlaciona con la base del Grupo Mitu o la unidad clástica del Grupo Mitu descrita en otras latitudes de la Cordillera de los Andes.

FORMACION PACHATUSAN

Gregory H. (1916) asigna a la secuencia de conglomerados, volcánicos y areniscas rojas que forman las partes altas de los cerros Pachatusán con el término de “Pachatusa” (término quechua); seguidamente Newell N., Chronic J. y Roberts J. (1953) usan el nombre de la Formación Pachatusán y la correlaciona con el Grupo Mitu del Perú central. De acuerdo a los términos publicados por la Carta Topográfica Nacional a escala 1:100,000 y en concordancia con Gregory H. (1916) y Mendivil S. (1978) se toma como nombre la denominación de Formación Pachatusán. La localidad típica de esta unidad la constituye las partes altas de los cerros Pachatusán y Huypun, cuya continuación hacia el sur forma el flanco derecho del río Vilcanota hasta las cercanías de Urcos.

Su morfología que es el reflejo de su constitución litológica estructural, se caracteriza por relieves abruptos, con pendientes pronunciadas, resistentes a la erosión y abundancia de farallones; la superficie muestra irregularidad pronunciada dando un aspecto uniforme con desarrollo de pequeños peñones intransitables cuyo origen es controlado por el fracturamiento.

La constitución litológica de esta unidad comprende lavas, tobas y brechas; las dos últimas, en algunos casos son depositadas, la textura es muy variable y por tramos se aprecian numerosas marmitas con niveles de conglomerados, areniscas, limolitas rojizas y capas lenticulares de yeso y caliza. Las rocas que caracterizan a la Formación Pachatusan son los volcánicos cuya composición ácida y básica constituye una interrogante desde el punto de vista del volcánico – tectónico.

Las lavas son de color pardo rojizo con estructura fluidal muy marcada, de naturaleza andesítica porfírica a afírica con fenocristales de plagioclasa, algunos niveles lávicos son de fuerte coloración verdosa, producto de la alteración hidrotermal y con mineralización de cobre. También se observa niveles lávicos de composición básica según Audebau (1973) en los cuadrángulos de Sicuani y Ocongate, se les clasifica como espilitas. Además se tiene niveles de volcanismo ácido representado por tobas, ignimbritas de composición dacítica a riolítica con estructura fluidal visible en bandas milimétricas lenticulares y blanquesinas, intercalando a los volcánicos en distribución irregular, se tienen conglomerados, areniscas y limolitas de constitución y composición semejante a las rocas de la Formación Pisac.

El ambiente de sedimentación de esta secuencia estuvo controlado por la actividad volcánica que se desarrolló en un marco tectono-magmático relacionado con la presencia de fallas que tenían movimiento vertical dando origen a grabens y horst que gobernaban la actividad volcánica y originaban molasas rojas que se acumulaban en forma de conos deyectivos de pie de monte, como depósitos lagunares y desérticos en un ambiente de sedimentación continental.

La base de la Formación Pachatusán es concordante con la Formación Pisac; mientras que el techo es cubierto en discordancia por las areniscas Huancané del Cretáceo inferior. El espesor de esta unidad es variable dada la naturaleza litológica, estimándose entre 500 a 1000 metros.

Edad y correlación: Ante la carencia de fósiles, la determinación de la edad se infiere en base a las relaciones estratigráficas, teniendo en cuenta que la base sobreyace a la Formación Pisac y el techo solo por conjeturas regionales se le considera debajo del Grupo Pucará. Por lo que la edad abarcaría desde fines del Pérmico hasta el Eotriásico. El Grupo Mitu tiene amplia propagación a todo lo largo de la de la Cordillera de los Andes peruanos, también se le observa en la faja costanera surperuana, así la Formación Pachatusán es correlacionable con el Grupo Iscay descrito por Klinck y otros (1993) en el cuadrángulo de Juliaca, con las vulcanitas del Grupo Mitu del Perú central Megard F. (1979).

GRUPO MURCO

Al noreste de Arequipa Jenks W. (1948) define como Formación Murco a los sedimentos clásticos abigarrados pero mayormente rojizos que en posición estratigráfica están sobre el Grupo Yura y debajo de la Formación Arcurquina, seguidamente Benavides V. (1962), Vargas L. (1970) y Vicente J. C. (1979) amplían los estudios; en el cuadrángulo de Caylloma Dávila D. (1988) separa cuatro miembros, pero en Abancay Pecho V. (1981) usa el término de Formación Mara para los sedimentos rojizos que afloran en los alrededores del pueblo de Mara, con posición estratigráfica idéntica a la Formación Murco. Mientras que Mendivil S. (1978) eleva a la categoría de Grupo separando dos formaciones para el área de Livitaca; estas dos formaciones del Grupo Murco son: Huintuyo y Chillorolla, esto conlleva a redefinir estratigráficamente al presente grupo, tema que no se analizará, pero de los datos disponibles u observados en el campo tanto en Arequipa, Caylloma, Abancay, Livitaca y Cuzco se puede asumir que existen los requisitos indispensables para efectuar la recategorización propuesta.

FORMACION HUINTUYO

Dávila D. (1987) emplea el nombre de Huintuyo para esta formación porque hacia el Este del pueblo homónimo se observan los afloramientos más representativos de la secuencia inferior del Grupo Murco. La Formación Huintuyo se encuentra sólo en el cuadrángulo de Livitaca.

Morfológicamente la parte superior de la secuencia conforma lomadas suaves; mientras que la parte inferior son colinas algo abruptas, aunque su forma es predominantemente suave, en concordancia con la diferencia litológica.

Se han separado dos miembros; diferenciables por sus características litológicas.

Miembro A: Se encuentra en la margen izquierda del río Livitaca, litológicamente consta de intercalaciones de areniscas con limolitas o lutitas. Las areniscas son cuarzosas blanquesinas en estratos de 10 a 20 cm., aunque se presentan niveles mayores de 1 metro que resaltan en el paisaje, la granulometría es media en promedio; la estratificación es plana observándose cierta laminación y en los estratos gruesos se tiene estratificación sesgada. Las limolitas o lutitas son de color gris claro a oscuro, algunos niveles se les puede clasificar como lutitas carbonosas, otras como lutitas areniscosas; la estratificación es muy delgada, algo laminar o ondulante.

Miembro B: Esta unidad se encuentra sobre el miembro A. Litológicamente se caracteriza por la presencia de limolitas o lutitas gris a rojiza con niveles de areniscas. Las lutitas o limolitas son grises, amarillentas, rojizas a marrón oscuro; la estratificación es delgada

a laminar, algunos estratos presentan variaciones a limolitas areniscosas o areniscas limosas pero la extensión horizontal es lenticular, esto se muestra en los niveles rojizos; mientras que los otros son constantes en litología. Las areniscas ocurren irregularmente en estratos de 10 a 20 cm. a menores, la composición es cuarzo-feldespática.

El ambiente de sedimentación de las pocas observaciones y de la descripción litológica se puede colegir que pudo ser parálico a mixto y la presencia de niveles con restos de plantas sugiere ambientes continentales quizás pantanosos, ello correspondería mayormente al Miembro A, sin embargo el Miembro B representa un cambio rotundo por la presencia de capas rojas, que podrían asociarse a ambientes lagunares de fuerte oxidación.

Las relaciones estratigráficas de la Formación Huintuyo hacia la base no se observa mientras que el techo es concordante con la Formación Chillorolla y se pone de manifiesto con la predominancia de areniscas cuarzosas blanquecinas con algunos niveles pelíticos grises.

El espesor aproximado de la Formación Huintuyo es de 500 metros, de los cuales la mayor parte corresponde al Miembro A.

Edad y correlación: En los afloramientos observados no se han encontrado elementos paleontológicos diagnósticos, por su posición estratigráfica asume como acumulada durante el Cretáceo inferior, posiblemente durante el Albiano.

FORMACION CHILLOROLLA

Mendivil S. (1978) designó como Formación Chillorolla a sedimentos arenisco-lutáceos que afloran en las inmediaciones del caserío de Chillorolla situado en la trocha que va hacia la mina Katanga, y localizado a pocos metros del extremo Sur del cuadrángulo de Livitaca, ubicado en el cuadrángulo de Velille. Los afloramientos se encuentran justo alrededor de la localidad típica hacia la mina Katanga, un segundo gran afloramiento se encuentra al norte de Livitaca partiendo del cerro Vicuña hacia el norte hasta la parte alta de Antapallpa, otros afloramientos se encuentran al Este de Livitaca en el cerro Sihuinta y un último afloramiento aunque de reducida extensión, se tiene al Este de Huambutio en el cuadrángulo del Cuzco.

La morfología característica de la Formación Chillorolla incluye lomadas y colinas algo pronunciadas con algunos niveles agrestes debido a la presencia de estratos areniscosos bien cementados de alta dureza.

La litología consiste de una secuencia alternada de areniscas, areniscas cuarcíticas, limolitas y lutitas con estratificación conspicua.

Las areniscas son grises a blanquecinas, constituyen estratos medianos a gruesos; la granulometría es medio a fina aunque muy raras veces se presentan areniscas conglomerádicas en estratos gruesos. Las areniscas generalmente presentan estratificación sesgada, marcas de oleaje, ondulitas, estratificación diagonal, biselaje. Las areniscas cuarcíticas se caracterizan por su marcada dureza, coherencia, debido al cementante silíceo.

Las limolitas son marrones y ocurren en capas delgadas a medianas.

Las lutitas son oscuras a negras ocasionalmente abigarradas, algo carbonosas y con restos de vegetales, poseen buen estratificación en capas delgadas a laminares.

De acuerdo al tipo y secuencia litológica la depositación corresponde al tipo nerítico y mejor aún parálico con un perfil cercano al equilibrio, tanto de su nivel de base de depositación como el nivel de base de erosión facilitada por el aporte detrítico con marcadas oscilaciones aunque relativamente de muy corta duración.

La base de la Formación Chillorolla está en concordancia con la Formación Huintuyo, la que es diferenciada por la predominancia de areniscas blanquecinas sobre pelitas abigarradas; mientras que el techo es cubierto por la Formación Arcurquina, estas relaciones citadas se observan en el cuadrángulo de Livitaca, pero en el cuadrángulo del Cuzco el afloramiento observado al Este de Huambutio sobreyace a la Formación Huambutio y es cubierto por la Formación Huancané; estas relaciones nos indicarían posiciones de traslape propios de la unión de dos medios de depositación, uno procedente de la cuenca de Arequipa y el otro procedente de las altiplanicies Cuzco-Puno que estarían asociados a ambientes continentales a ribereños.

Un afloramiento que reviste particularidades especiales, debido fundamentalmente a sus relaciones estratigráficas superiores es el que se halla al Este de Huambutio pese a su exposición reducida. Allí está constituida por areniscas cuarcíticas y cuarcitas en estratos gruesos con intercalaciones de lutitas oscuras y negras carbonosas y con apreciable cantidad de flora fósil. Su importancia radica en que es el mejor lugar para establecer las relaciones con la Formación Huancané, es decir entre dos cuencas y con ambientes sedimentarios diferentes, este continental y el otro parálico. Por lo dicho Huambutio representa la parte marginal de la Formación Chillorolla y a la vez es la mejor data da (Mendívil S., 1978).

No habiéndose medido el espesor de la Formación Chillorolla se estima que puede sobrepasar los 1,000 metros.

Edad y correlación: En el presente trabajo no se ha colectado macrofauna pero Doubinger J. y Marocco R., (1976) reportan microflora weeldienne al este de Huambutio que por la asociación con la microflora de unidades australianas se le asigna la unidad del

Cretáceo inferior, pero los mismos autores resaltan que difiere notablemente de la flora de la misma edad de las cuencas afro-brasileñas situadas en el borde del Atlántico.

Las comparaciones estratigráficas del Grupo Murco permiten afirmar que sus dos formaciones son una extensión lateral de la formación homónima descrita en el sur del Perú; correlacionable con la Formación Mara descrita por Pecho V. (1981) en Apurímac, correspondiente a la Formación Huintuyo.

FORMACION HUAMPUTIO

Dávila D. (1987) denomina Formación Huambutio a la serie de clásticos que afloran en los alrededores de Huambutio, cuyos constituyentes litológicos son areniscas cuarzosas, limolitas rojizas, y yeso que presentan fuerte grado de incoherencia, lo que ocasiona un modelado característico con abundancia de suelos y fenómenos de deslizamiento, chorreras, cárcavas, etc., dando por resultado geoformas redondeadas con superficie suave y drenaje abundante, paralelo y dendrítico típico de tierras malas.

Sus afloramientos han sido reconocidos a lo largo del valle del Vilcanota constituyendo una faja paralela al Vilcanota que va del sur de Urcos pasando por Huambutio hacia el norte.

La litología observada consiste de areniscas cuarzosas, limolitas rojizas, yeso.

Las areniscas son blanquecinas con alto porcentaje de cuarzo, deleznable, sacaroidea, en estratos de 10 a 20 cm. con estratificación laminar a oblicua; el tamaño del grano va de medio a grueso predominando los de grano medio.

Las limolitas son rojizas de grano fino con estratificación laminar paralela, se observa dentro de la secuencia limosa niveles de areniscas limolíticas a limolitas areniscosas de forma lenticular, distribuidos irregularmente. Los niveles yesíferos se asocian a las limolitas adquiriendo formas irregulares con engrosamientos locales facilitando su extracción.

Dada las características litológicas así como su asociación al ambiente de sedimentación estaría relacionado a eventos oscilantes en medio mixto donde el avance y retroceso marino marcaría la sucesión litológica pero con un eutatismo lento y tranquilo formando lagunas o pantanos del tipo sabka.

Las relaciones estratigráficas no están bien definidas por la propia naturaleza litológica, además porque presentan fuerte fracturamiento, ocasionando diversidad de bloques, esta unidad cubre en clara discordancia angular al Grupo Mito (Formación Pisac) y a la Formación urcos, mientras que el techo es cubierto aparentemente por la Formación Chillorolla o

Huancané. Dada su naturaleza lito-estructural es espesor de esta unidad se estima en unos 200 metros o algo menos.

Edad y correlación: No habiéndose encontrado evidencias paleontológicas se le asigna por asociación regional litológica al Cretáceo inferior.

FORMACION HUANCANE

La Formación Huancané fue establecida por Cabrera, La Rosa y Petersen (1936) y posteriormente ratificada por Newell N. (1945) y Heim (1947) en los alrededores del lago Titicaca; mientras que en las inmediaciones de Cuzco fue conocida localmente con el nombre de Formación Bambanuso Gregory H. (1916) y Gabelman J. y Jordan (1964), pero la consideraban del Cenozoico; posteriores estudios Mendivil S. (1977), Córdova E. (1986) y Carlotto et al. (1988) la describen como Formación Huancané. Se ha diferenciado y agrupado con la misma denominación al conjunto sedimentario que se considera la prolongación hacia el norte de la misma unidad, aunque con ciertas variantes en sus relaciones estratigráficas y especialmente en sus niveles litológicos; es decir se admite tal designación mayormente por necesidad de empleo regional. Sus afloramientos sólo han sido reconocidos a lo largo del valle del Vilcanota cuyos ejemplos más conspicuos se encuentran, uno al Este de Caicay y el otro al Este del Ttio situado a 7 km al norte de Quisquijane. Morfológicamente se caracteriza porque ofrece un modelado agreste, con frecuentes escarpas abruptas y aristas agudas.

La litología observada consiste fundamentalmente de areniscas cuarcíticas con niveles de conglomerados hacia la base; mientras que al techo se aprecia la presencia de limolitas o lutitas, en términos generales se tiene granulometría y estratonomía decreciente.

Las areniscas se presentan en estratos de 30 cm., 1 m. hasta 4 m. con coloración rojiza, rosada a blanquecina con tamaño de grano grueso a fino con marcada estratificación sesgada, en algunos granos se aprecia el efecto del eolismo, también se tiene estratificación diagonal y torrencial, así como frecuentes cuerpos lenticulares.

Las areniscas cuarzosas presentan características similares a las areniscas tan sólo el cementante está bien desarrollado y consta de sílice.

Los conglomerados se aprecian hacia la base y ostentan una incipiente estratificación sesgada, los estratos son poco definidos, integrándose a las areniscas, con geometría lenticular y cierto orden de sus elementos en sentido paralelo a la estratificación general; también se observan imbricaciones que indican flujos de corriente. Los fragmentos están redondeados y constan de cuarzo, cuarcita, areniscas y volcánicos del Grupo Mitu con tamaños de 1 cm. a 10 cm., la matriz es arenosa y el cemento es silíceo.

Las limolitas o lutitas, generalmente se hallan en capas delgadas, lenticulares e incluidas dentro de la secuencia de areniscas.

Las características litológicas así como las estructuras sedimentarias permiten asignarle un ambiente de sedimentación fluvial, eólico a playero con un relieve de aporte suave y una mayor acción eólica como agente modelador del relieve y medio de transporte.

Las relaciones estratigráficas revisten importancia por tratarse del encuentro de facies nerítico-parálico-lagunares con facies continentales en su parte basal y facies playeras con influencia continental oscilante y/o progresivo en el techo, es decir que estratigráficamente en sentido vertical, se trata de una zona de transición (Mendivil S., 1978) teniendo en cuenta la situación regional, parece que se trata de un estado combinado, donde el avance de por lo menos ciertos niveles del Grupo Murco, sería inicialmente progresivo hacia el Este y después regresivo hacia el Oeste en los niveles superiores. Así se explicaría el contacto tipo “traslape” de las unidades superiores con respecto al Grupo Murco y la Formación Huancané. Por tanto la Formación Huancané se presenta sobre la Formación Chillorolla en Huanbutio, pero puede haber otros lugares donde posicionalmente este debajo, sin que ello, significa una infrayacencia total, sino solamente un cambio lateral de facies, donde finalmente las facies Huancané continuaron acumulándose aún después que la otra unidad hubiera terminado, según lo indicado el contacto superior también sería del tipo “traslape” con el Grupo Moho y la Formación Arcurquina.

El grosor de la Formación Huancané alcanza algo más de 200 metros, adelgazándose hacia el Oeste y aumentando de grosor hacia el SE.

Edad y correlación: No habiéndose encontrado restos de fósiles, la edad de esta formación según su posición estratigráfica, sobreyace a la Formación Chillorolla que en este lugar probablemente sea del Valanginiano-Hauteriviano y subyace al Grupo Moho del Cenomaniano, lo que permite asumir para la Formación Huancané un lapso de depositación comprendido entre el Hauteriviano y Albiano-Cenomaniano, pudiendo encontrar el tope menos antiguo hacia el occidente. Así mismo la base puede ser más antigua hacia el oriente. En cuanto a las comparaciones, regionalmente se le correlaciona en parte con el Grupo Goyllarisquizga del centro del país.

FORMACION ARCURQUINA

Esta denominación fue establecida por Jenks W. (1948) y ratificada por Benavides V. (1962) para la secuencia calcárea que sobreyace a los clásticos Murco al noroeste de Arequipa, pero por Abancay Marocco R. (1975) y Pecho V. (1981) emplean el término Ferrobamba para la secuencia calcárea de posición estratigráfica similar a la Formación

Arcurquina. Posteriormente Mendivil S. (1978) usa el término de Arcurquina diferenciando tres miembros para el área de Livitaca, pero aclara que esta unidad debe ser reclasificada, puesto que puede ser dividida en varias unidades con la categoría de formación e integrantes de un grupo, no habiéndose efectuado tal modificación porque no se han realizado las observaciones correspondientes. En el área de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca se han incluido a todos los afloramientos calcáreos del Cretáceo en una sola unidad litoestratigráfica, que por su igualdad litológica y similar secuencia estratigráfica; se le considera como la prolongación lateral de la Formación Arcurquina, razón por la cual se mantiene dicha denominación.

Los afloramientos cartografiados se hallan al oeste del valle de Apurímac más exactamente al Oeste de la línea conformada por los pueblos de Livitaca, Omacha y Accha, formando cuerpos alargados y unitarios de gran extensión o de reducida área. Los principales y más representativos afloramientos se encuentran en la mina Katanga hacia el norte pasando por la señal Tiyuno y continúa hasta las cercanías de Accha. Todos los afloramientos citados están rodeados en su mayor parte por el Batolito de Abancay, razón por la cual las calizas se encuentran recristalizadas aunque hay área en las que se observa la roca fresca como al norte de Capacmarca, o cuando están colindando en rocas sedimentarias. Morfológicamente, ofrece un paisaje más agreste que las rocas colindantes, constituyendo los lugares de mayor altitud en el área, con frecuencia se han formado escarpas abruptas y aristas agudas controladas por las capas de estratificación, también se puede apreciar superficies cársticas de aspecto rugoso debido a la acción de la meteorización que ha formado dolinas, cavernas, siendo la caverna de mayor amplitud aquella ubicada en las inmediaciones de Livitaca, con importancia espeleológica reconocida a nivel nacional.

La Formación Arcurquina es una secuencia calcárea de calizas gris a gris oscuras, dolomías en capas medianas, margas y lutitas en porcentaje reducido, constituyendo conjuntos afines que se caracterizan por su composición, textura y secuencia, razones por las cuales Mendivil S. (1978) diferenció tres unidades con categoría de miembros las cuales seguidamente se describen:

Miembro A: Constituido por una gruesa secuencia de calizas grises, oscuras, pardas y amarillentas, con pátina gris-blanquecina o amarillo-rosada, la estratificación es definida en capas gruesas hasta de 2 metros, cuyas comisuras son muy conspicuas, fácilmente observables a gran distancia, hecho que se considera como característica no solo de esta unidad, sino de toda la formación.

En algunos lugares, como en Capacmarca, ocurren algunas intercalaciones de lutitas gris oscuras hasta negras, cuyo conjunto laminar forma estratos delgados, generalmente de 2 a 5 cm., raras veces pasan del citado espesor, con frecuencia las lutitas varían a limolitas y viceversa. También existen estratos de margas, y/o calizas margosas marrón grisáceas. Asimismo en algunos lugares se ha observado bandeamiento dentro de las calizas. Hacia la

parte superior, la estratificación es más delgada mientras que hacia la base se tiene estratos con abundantes nódulos.

Miembro B: Consiste de calizas, dolomías y margas gris claras, en capas medianas a gruesas, algo brechoides con abundantes nódulos de chert de forma irregular, generalmente aplanados, alargados o dispuestos paralelamente a la estratificación, por meteorización el chert destaca nítidamente dentro del resto de la superficie de cada capa, formando salientes alargadas, pero en detalle tiene forma irregular. También se presentan lutitas y limolitas con cierto incremento hacia la parte superior, intercalándose indistintamente con las margas; generalmente muestra una estratificación más delgada que la unidad anterior y por estar dolomitizada o en parte ser verdaderas dolomías ofrecen paisajes ruiformes.

Miembro C: Está compuesto por calizas gris oscuras en parte azuladas, calizas margosas y margas en estratos gruesos con estratificación bien definida, esta unidad no siempre se encuentra debido a la acción erosiva actual.

En cuanto al ambiente de sedimentación de la Formación Arcurquina dada las características litológicas, texturales y consideraciones regionales cae dentro del ambiente nerítico, tal vez localmente con influencia parálica.

La Formación Arcurquina presenta relaciones estratigráficas propias para el área, ya que su posición espacio-temporal constituye un cambio litológico en sentido ecuatorial, así se tiene que en el área de Livitaca cubre a la Formación Chillorolla en contacto normal; mientras que el techo se presenta descubierto, conformando los picos más elevados; estas relaciones son puntuales pero observando el contacto regional tanto la base como el techo representan contactos tipo “traslape”, es decir que hacia el este llega a estar dentro del Grupo Moho a manera de lengua constituyendo la Formación Arcurquina sólo por el miembro B y hacia el oeste la Formación Arcurquina consta de los tres miembros citados. En cuanto al espesor dada la conformación litológica-estructural se estima en unos 350 metros, disminuyendo hacia el Este.

Edad y correlación: Por las relaciones estratigráficas regionales y tomando en cuenta la fauna reportada en localidades aledañas, ya que en el presente estudio no se ha encontrado fósiles se adopta dichas conclusiones y por tanto se le asume desde el Albiano hasta el Coniaciano, pero de acuerdo a las relaciones estratigráficas indicadas, la edad varía en ambos contactos hacia el oriente restringiéndose al Cenomaniano. La Formación Arcurquina se correlaciona con las unidades calcáreas del centro y norte del Perú, tales como Chulec, Pariatambo, Pullucana, Quilquiñán y Cajamarca; a la vez es equivalente del Grupo Moho.

GRUPO MOHO

Para el área del Cuzco, Gregory H. (1916) introduce el término de calizas Yucay para los calcáreos, Kalafatovich V. (1957) propone el nombre de Formación Yuncaypata diferenciando tres tipos de calizas e incluye capas rojas. Gabelman J. y Jordan V. (1964) emplearon el término de Formación Yuncaypata diferenciando 2 miembros de calizas: Sacsayhuaman para el superior y Cachimayoc para el inferior; seguidamente Cordova E. y Mercado E. (1983), Carlotto V., Candia F. y Marocco R. (1988) usan la denominación de Formación Yuncaypata, diferenciando tres unidades; mientras que para el área de Puno y Sicuani Newell N. (1945), Heim A. (1947), Audebaud E. (1973) y Klinck B. et al. (1991) emplean el término Moho con la categoría de Grupo o Formación. Dada la diversidad terminológica empleada para la secuencia discutida y considerando que presenta relaciones estratigráficas similares se ha agrupado bajo la denominación de Grupo Moho al conjunto de sedimentitas con litología muy variada y con estructura muy complicada y caótica. Los afloramientos predominan al norte del Cuzco, en ambas márgenes del río Yaurisque y continúa hacia Paccaritambo, también se encuentra en Mayubamba al sur y norte, así como de Acomayo a Colcha y hacia Sangarara continuando hacia la laguna de Pomacocha, estos afloramientos constituyen los lugares más conspicuos y representativos del Grupo Moho.

Teniendo en cuenta, principalmente la litología, asociación litológica, morfología y estructura se pueden diferenciar tres formaciones: Acomayo, Sangarara y Puquín.

FORMACIÓN ACOMAYO

Dávila D. (1987) denomina Formación Acomayo a una secuencia de limolitas, lutitas, arcillitas con tonalidades rojizas, yeso y areniscas tabulares de grano fino a medio, cuyo afloramiento se observa al Este del pueblo de Acomayo, estratigráficamente constituye la unidad basal del Grupo Moho, sus ocurrencias quedan restringidas al cuadrángulo del Cuzco, se le observa en su localidad típica, en Acos y en ambas márgenes del río Yaurisque.

Morfológicamente, se caracteriza por la abundancia de deslizamientos, chorreras, flujos de lodo, etc., con geformas redondeadas sin cambios rápidos de la pendiente pero con incremento continuo; el abundante suelo que genera no permite observar la estratificación en forma constante.

La Formación Acomayo litológicamente consta de una secuencia roja intensa a rojo ladrillo de limolitas, limoarcillas, intercaladas con areniscas tabulares a laminares de grano fino a medio en estratos de 10 cm.; con frecuencia se observa impregnaciones de sal, capas o vetillas de yeso, la sucesión litológica es monótona predominando las pelitas sobre las psefitas, la estratificación es delgada, plana-paralela.

Dada las características antes citadas, esta unidad representaría un episodio lagunar que progresivamente era invadido por la transgresión marina de carácter oscilante.

Las relaciones estratigráficas de la Formación Acomayo constituyen un tema discutido por la propia naturaleza litológica y de afloramientos de esta unidad, ya que la base no se observa, está cortada por falla o cortada por intrusivos, en otras áreas cubre a las areniscas de la Formación Huancané en contacto transicional, pero si se analiza regionalmente el tipo de contacto es de “traslape”, mientras que el paso a la unidad superior está dado por el elemento morfo-litológico, o sea el paso de clásticos y calcáreos de aspecto morfológico-caótico. Las fotos N° 8 y 11 muestran el contacto de la unidad basal del Grupo Moho con el Grupo Puno. El espesor se ha estimado en 500 metros.

Edad y correlación: Al no encontrar fósiles dentro de la Formación Acomayo, la edad se asume a su equivalencia con la Formación Arcurquina depositada durante el Albiano-Cenomaniano. La Formación Acomayo se le compara con la serie Santa Bárbara (Audebaud E., 1967), con la base del Grupo Moho del Lago Titicaca (Newell N., 1949).

FORMACION SANGARARA

Dávila D. (1987) asigna el nombre de Formación Sangarará a una secuencia clástica con facies carbonatadas distribuidas caótica y aisladamente, su más conspicuo afloramiento se ubica al norte del pueblo de Sangarará. Esta unidad también ocurre al norte del Cuzco en los alrededores de Sacsayhuamán, por Paccaritambo, al Este de Colcha, al norte de la laguna de Pomacanchi, así como a 6 Km al sur de la misma laguna.

Su morfología se caracteriza por colinas suaves de aspecto irregular debido a las calizas, las que destacan formando elementos caprichosamente replegados que han adoptado posiciones y orientación desordenada (Fotos N° 7-9); resultando como escarpas, farallones, protuberancias, o repisas, dando una apariencia impresionante a primera vista.

Las rocas que forman esta unidad son limolitas y arcilitas rojas, calizas grises de grano fino, calizas areniscosas gris clara de grano fino. Esta secuencia calcárea se encuentra bioturbada y con presencia de estromatolitos.

La secuencia clástica carbonatada correspondería a ambientes de plataforma interna donde la parte inferior de la unidad indicaría una transgresión mientras que la parte superior sería regresiva.



Foto N° 7 Calizas estratificadas, ligeramente plegadas de la Formación Sangarará. Vista tomada cerca del caserío de Ccosipmarca



Foto N° 8 Contacto entre el Grupo Moho y el Grupo Puno. Véase al fondo el pueblo de Acomayo. Vista tomada mirando al NO del poblado de Sangarará.

Sus relaciones estratigráficas están dadas por sobreyacer concordantemente a la Formación Acomayo e infrayacer en igual posición a la Formación Puquín.

Edad y correlación: La Formación Sangarará es correlacionable con la Formación Yuncaypata y las Calizas Ayavacas asignadas al rango crono-estratigráfico Cenomaniano-Turoniano.

FORMACION PUQUIN

Dávila D. (1987) ha descrito una secuencia areniscosa seguida de arcilita rojas y verduscas, cuyos afloramientos más típicos se encuentran en la quebrada Puquín (Cuzco).

Los afloramientos de esta unidad se extienden en la parte NO de la hoja del Cuzco, conformando el núcleo del anticlinal fallado, que forma parte de la flexión de Yaurisque.

La base de la Formación Puquín es concordante con la Formación Sangarará mientras el tope está cubierto en discordancia angular por la Formación Lucre.

Los componentes litológicos de la Formación Puquín son areniscas cuarzosas de grano fino con niveles de arcilitas rojas a verdes. Las areniscas cuarzosas, lateralmente, pueden pasar a cuarcitas en estratos delgados de color blanquecino, que en algunos casos conforman farallones que destacan dentro de las rocas circundantes. También se encuentran capas de margas y brechas calcáreas. Hacia la parte media se tiene también areniscas cuarzosas de grano fino con arcilitas negras a rojiza. En la parte superior de esta unidad se encuentran arcilitas y limolitas rojas con niveles de calizas y nódulos calcáreos, capas lenticulares de yeso, pero en volumen muy reducido, además se encuentra areniscas con arcilitas amarillentas.

Se considera que esta unidad se depositó en lagunas con poco suministro de corrientes de agua, de estado oscilante, las que se colmataron y dieron origen a la precipitación de las evaporitas; pero su textura promedial refleja ya el inicio de una regresión.

El grosor de la Formación Puquín se estima entre 200 a 300 metros.

Edad y correlación: Durante el estudio no se han encontrado elementos paleontológicos datables, por lo que se asume tentativamente que la Formación Puquín se ha acumulado durante el Cretáceo superior, posiblemente durante el Campaniano Maestrichtiano inferior. Se le correlaciona con la base del Grupo Cotacucho.



Foto N° 9 Nótese bloques grandes de las calizas de la Formación Sangarará en el poblado de Pachachaca (cerca de Acomayo - Sangarará). Vista tomada mirando al NE.



Foto N° 10 Hacia el fondo véase la secuencia clásica de la formación Lucre. Nótese también al Volcánico Rumicolca. Vista tomada muy cerca a Lucre.

GRUPO CHITAPAMPA

Este conjunto litológico ha sido objeto de estudios anteriores por varios autores, quienes lo han clasificado en distinta forma, asignándoles diferentes posiciones y contactos dentro de la columna geológica regional (Gregory 1916, Kalafatovicch 1957, Newell 1953, Marocco 1978). Mendívil S. (1978) propuso la denominación de Supergrupo Chitapampa, en donde incluye un Grupo y dos formaciones, Noblet Ch. (1985) establece 10 secuencias de cuarto orden en las capas rojas de Sicuani, Córdova E. (1986) sugiere denominar a las capas rojas del Cuzco como Grupo San Jerónimo, el cual se compone de tres formaciones: Kayra, Soncco y Punacancha; posteriormente Dávila D. (1987) adopta la nomenclatura de Grupo Chitapampa, diferenciando cinco formaciones: Lucre, Huaro, Quircas, Yaurisque y Púcutu.

El contacto superior está dado por una discordancia angular con el Grupo Puno. Mientras que el contacto inferior (este) también es de "traslape", con las unidades subyacentes regresivas, hacia el occidente, que a su vez también han sido afectados por agentes remocivos, en mayor o en menor grado, según el lugar que se analice. En tal sentido solo se considera un contacto con discordancia erosional, aunque puedan haber casos de contactos angulares. Además, esto representa el final de la transgresión Albiano-Cenomaniano. Asimismo, como ya se ha indicado al tratar sobre la Formación Arcurquina y el Grupo Moho, el tipo de estructuras y contactos, así como los depósitos de esta unidad, demuestran la actuación de la fase Titicaca.

FORMACION LUCRE

Dávila D. (1987) define a la base del Grupo Chitapampa tomando como localidad típica a la Quebrada Lucre, ubicado a la margen izquierda del río Vilcanota. También se le ha reconocido en el flanco izquierdo del valle de Huatanay y del río Vilcanota. Pasa con magníficas exposiciones a los cuadrángulos de Calca y Cotabambas.

La morfología de la Formación Lucre se caracteriza por un paisaje accidentado con sus partes altas agudas y los flancos de los valles abruptos, debido a la naturaleza de sus constituyentes litológicos que en varios lugares, constituyen un conjunto promedio de mayor dureza que las otras unidades (Fotos N° 10 y 13).

Sus relaciones estratigráficas están determinadas por la discordancia erosional a la cual se hizo referencia al hablar del Grupo en su base, en tanto el tope subyacen concordantemente a la formación Huaro.

Litológicamente existe cierta variación lateral, así como también en su secuencia y especialmente en el grosor de la estratificación. Está compuesta por un conjunto monótono de areniscas, limolitas y arcilitas.

Las areniscas son de color marrón oscuro, verdosas de colores claros; en estratos que llegan a sobrepasar hasta los 5 m. Algunos de ellos poseen un bandeamiento constituido por bandas marrones hacia el tope y base con niveles verdosos al centro. También se encuentran areniscas verdosas de grano fino que lateralmente pasan a limolitas. Las areniscas son esencialmente arcósicas y cuarzosas. Con cierta frecuencia las areniscas poseen una estructura gradacional, al punto que cuando la intercalación de areniscas-arcilita es persistente al paso progresivo desde las areniscas de grano grueso hasta la arcilita. También se ha observado estructuras de canal y estratificación sesgada.

También las limolitas son de color marrón oscuro en estratos gruesos.

El ambiente de sedimentación puede ser interpretado como efectuado primordialmente en cuencas lacustres de poca profundidad aunado con los depósitos fluviales relacionado a ríos divagantes en superficies maduras, y también con la ocurrencia de conos deyectivos.

La estratificación gradada puede ser la consecuencia de un flujo rítmico en forma de corrientes de turbidez; o en los casos más reducidos, posiblemente, la causa puede haber sido la simple disminución de la corriente por mengua del caudal o aumento de carga.

El espesor de esta unidad se estima que sobrepasa los 1,000 m. de espesor.

Edad y correlación: Referente a la edad de estos depósitos sólo se puede indicar que son del Neocretáceo, tomando en cuenta sus relaciones estratigráficas. Pero teniendo presente el tipo de contacto inferior, y sabiendo que la regresión es post-cenomaniana, se le asigna una edad Maestrichtiana. Se le correlaciona con parte de la Formación Casapalca del centro del país y con parte del Grupo Cotacucho en el Sur del Perú.

FORMACION HUARO

Esta unidad ha sido establecida por Dávila D. (1987), tomando como localidad típica a la quebrada Huaro, ubicada a la margen izquierda del río Vilcanota (hoja del Cuzco).

Sus afloramientos son continuos sugiriendo una disposición paralela a lo largo de los cerros Bateyayoc, Japacpuquio, Ichuloma.

La topografía que identifica a la Formación Huaro es accidentada, con quebradas que muestran laderas escarpadas y con cumbres de cerros afilados.

Esta unidad se encuentra sobreyaciendo concordantemente a la Formación Lucre e infrayace en igual posición a la Formación Quircas.

La Formación Huaro está constituida por intercalaciones de areniscas, limolitas, arcilitas y microconglomerados.

Son areniscas de coloración verdusca y en ella se puede apreciar venillas de calcita.

Las arcilitas o en algunos casos limolitas arciliticas, son casi siempre marrones y laminares, formando estratos delgados que se intercalan indistintamente tanto entre las areniscas como en las limolitas. Ocasionalmente se encuentran depósitos lenticulares de yeso muy pequeños.

El espesor de esta unidad se le calcula alrededor de los 1,000 metros.

El ambiente de sedimentación puede ser interpretado en condiciones muy análogas para la formación Lucre.

Edad y correlación: En cuanto a la edad, solamente por sus relaciones estratigráficas es posible adjudicarla al Neocretáceo, se le asigna al Maestrichtiano. Se le correlaciona con parte de la Formación Casapalca del centro del país y con la Formación Vilquechico en el sur del Perú.

FORMACION QUIRCAS

La Formación Quircas ha sido definida por Dávila D. (1987), para describir a una secuencia continental de rocas clásticas, que afloran alrededor del pueblo de Quircas.

Los afloramientos de ésta unidad se han reconocido en las partes altas del cuadrángulo del Cuzco, en la divisoria de aguas entre los ríos Vilcanota y Yaurisque.

Caracteriza a la Formación Quircas un paisaje menos agreste que las dos unidades anteriores, definido por colinas cóncavas con cumbres subredondeadas; sin embargo entre las inmediaciones de los cerros Janjar y Huamanmarca posee una topografía accidentada debido a controles estructurales.

La posición estratigráfica de esta unidad es que se encuentra sobreyaciendo en forma concordante a la Formación Huaro e infrayace en ligera concordancia angular a la formación Yaurisque.

Sus componentes litológicos areniscas, arcilitas, limolitas y algunos lechos cuarcíticos y calcáreos.

Las areniscas y limolits son grises y verdosas en capas medianas a gruesas con un alto grado de consistencia.

Las arcilitas y limolitas, son las rocas más abundantes y poseen una coloración gris verdosa a verde olivo, existiendo también algunos niveles marrones hasta abigarrados. Asimismo, se aprecia un incremento gradual del tamaño de los granos, llegando a encontrarse una textura gruesa en algunas partes y aún areniscas conglomerádicas y conglomerados finos lenticulares.

Se ha encontrado algunos lechos cuarcíticos de colores claros y capas delgadas de calizas de coloración oscura.

El espesor de esta unidad se ha estimado en algo más de 1,200 metros.

Las características de las rocas que conforman esta unidad sugieren un ambiente de sedimentación tranquilo.

Edad y correlación: Por sus relaciones estratigráficas se le asigna al Maestrichtiano con posibilidad que llegue al Devoniano. Se le correlaciona con parte de la Formación Casapalca del centro del país y con la Formación Vilquechico.

FORMACION YAURISQUE

La Formación Yaurisque ha sido definida por su ocurrencia en el pueblo de Yaurisque, en el cuadrángulo del Cuzco. Sus afloramientos van con un rumbo NO-SE en forma continua en la hoja del Cuzco.

Se le reconoce por que genera paisajes heterogéneos, que van desde colinas suaves a laderas escarpadas que terminan en quebradas profundas.

Esta unidad sobreyace en ligera discordancia angular a la Formación Quicas, no obstante en otros lugares se ha observado concordante con la Formación Quircas. El tope de esta unidad se halla cubierta en forma concordante por la Formación Pucuto.

Su litología está dada por areniscas, limolitas y arcilitas, conformando una secuencia monótona.

Las areniscas, generalmente son arcósicas, de grano medio hasta grano grueso, con un color rojo ladrillo brillante o amarillo rojizo en capas gruesas. Hacia la base suelen observarse estructuras de canal, estratificación sesgada y gradual en cuanto a los estratos y algo gradadas en conjunto, aunque en muchos casos el cambio es brusco.

Las arcilitas se presentan intercaladas entre las areniscas y limolitas constituyendo capas gruesas en secuencias que pueden tener varias decenas de metros. Cuando las arcilitas

son abundantes y llegan a ser hasta mayoritarios en el afloramiento, este ofrece un aspecto muy particular en su topografía, suelos y su coloración se presenta con tonos más intensos del rojo ladrillo en su conjunto.

El grosor de esta unidad se ha estimado en más de 800 metros.

Edad y correlación: La Formación Yaurisque significa el paso cronoestratigráfico el Cretáceo superior – Paleogeno. Al estar sobreyaciendo sobre una unidad asignada al Maestrichtiano – Daniano y haber sido afectado por un tectonismo y remoción de carácter regional, que en Arequipa es anterior a la Formación Huanca y en Ocoña anterior al meso-eoceno, por tanto el tectonismo y la remoción han necesitado un tiempo relativamente largo, que se supone abarque desde el Meso-eoceno hasta el Paleoceno y no más. De acuerdo a las conjeturas anteriores, se le puede asignar, con bastante validez, una edad que comienza desde parte del Daniano y se prolongue hasta al Eopaleoceno. Se le correlaciona con parte de la Formación Casapalca del centro del país y con la parte basal de la Formación Muñani en los alrededores del Lago Titicaca.

FORMACION PUCUTO

Dávila D. (1987) ha designado como Formación Pucuto a un afloramiento continuo que se encuentra en los alrededores del pueblo homónimo.

Esta unidad, que es la parte superior del Grupo Chitapampa, también es reconocida en el cerro Llacta Orjo y las laderas del cerro Llactacucho, donde está conformando la parte superior de un sinclinal, cuya topografía es muy similar a la de la Formación Yaurisque, siendo quizás el paisaje más suave.

Su litología está dada esencialmente por areniscas y conglomerados.

Las areniscas conglomerádicas poseen elementos de arcilitas; sus granos son subangulosos a algo redondeados. Son de coloración clara.

Los microconglomerados están constituidos por los mismos elementos indicados anteriormente, pero en una matriz areniscosa de grano medio. En algunos casos la superficie muestra oquedades al haber sido removidos los elementos arcilíticos.

Los conglomerados adquieren notoria importancia, al extremo de llegar a ser uno de los medios más prácticos de identificar a algunos afloramientos de esta unidad. Sus elementos mayormente son calcáreos, areniscosos y cuarcíticos con algo de volcánicos. La textura, en términos generales, es creciente hacia el tope, pero lateralmente muestra fluctuaciones, conformando generalmente depósitos lenticulares. El incremento del tamaño de sus elemen-



Foto N° 11 | Areniscas tobáceas con niveles conglomerádicos y pelíticos de la base del Grupo Chitapampa. Vista tomada al NE de Paruro - Cerro Pachar



Foto N° 12 | Véase hacia el fondo la secuencia conglomerádica con niveles areniscosos bastante arcósica y niveles pelíticos del Grupo Puno. Vista tomada hacia el Sur del Cerro Negrojasa - Río Apurímac.



Foto N° 13 Véase el contacto entre el Grupo Moho y el Grupo Puno en las cercanías de Corma pampa. Vista tomada mirando al NE



Foto N° 14

Conglomerados polimícticos con matriz areniscosa muy compacta y en estratos medianos correspondientes al Grupo Puno. Margen izquierda del río Paruro, Paruro.

tos es muy evidente. En algunos sitios el contacto con la unidad superior es entre dos conglomerados, razón por la que en determinadas ocasiones su delucidación entraña dificultades.

El ambiente de sedimentación se le concibe, en términos generales, como un estado básico similar al indicado para la Formación Lucre, pero con una inestabilidad mayor, a la vez que los cambios fueron más bruscos. La progresividad de textura en sentido vertical, sería la consecuencia de un incremento gradacional del nivel de base erosional regional con variantes locales, pero siempre en sentido positivo. Tal estado provocó el inicio de un rejuvenecimiento del drenaje con aumento del caudal de las corrientes. Debe señalarse que el ambiente de sedimentación fue similar para las formaciones Yaurisque y Pucuto.

El grosor de la Formación Pucuto se ha estimado en algo más de 1,000 metros.

Edad y correlación: De acuerdo a las mismas consideraciones cronoestratigráficas para la Formación Yaurisque, la Formación Pucuto se le asigna al Paleoceno. Se le correlaciona con la Formación Casapalca del centro del país y con la parte superior de la Formación Muñani.

GRUPO PUNO

Esta unidad originalmente fue establecida por Cabrera La Rosa y Petersen (1936), en los alrededores del Lago Titicaca, posteriormente la estudiaron Newell (1945) y Heim (1947). En los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca se ha adoptado la misma denominación, para un conjunto litológico que se considera como la prolongación lateral del Grupo Puno en la localidad típica.

Los depósitos inmediatamente posteriores al Grupo Chitapampa o incluidos entre dos discordancias angulares, que por definición sobreyacen con discordancia angular al Grupo Chitapampa y subyacen con discordancia angular a la Formación Alfabamba, forman parte del Grupo Puno.

Las variaciones litológicas y texturales de esta unidad de ambiente continental son notables de un lugar a otro y puede ser el resultado de una depositación en cuencas intramontañosas separadas o parcialmente conectadas, sometidas a la influencia de diferentes condiciones, medios y tipos de transporte, diversidades de las rocas madre y de los procesos de sedimentación. Esto también sería la razón por la cual sus afloramientos se presentan con solución de continuidad, aparte de los casos donde realmente sea la consecuencia de fenómenos de remoción.

Otros de los factores que han incidido en las características texturales y estructurales de las rocas es la frecuente y notable inestabilidad de la cuenca, corroborado por una alternancia y cambios climáticos muy marcados.

También otro hecho no menos importante, es el inicio de la actividad volcánica, tanto lávica como piroclástica, constituyendo las primeras manifestaciones de un creciente vulcanismo que posteriormente dió lugar a la Formación Alfabamba y otras unidades, debido a ello, es que el Grupo Puno en varios lugares está representada por una enorme acumulación sedimentario-volcánica. De otro lado, algunas partes de esta unidad corresponden a conos aluviales con una estratificación lenticular muy definida y perceptible redondeamiento y selección de los clastos, que en muchos casos permite diferencias las facies proximales y distales, y raras veces su coalescencia lateral.

En conjunto pueden ser considerados los depósitos de este Grupo Puno como molasa continentales, que se depositaron en una disposición anárquica en áreas deprimidas de la Cadena Andina en proceso de surgimiento.

La naturaleza indicada de este grupo, no permite conocer su verdadero grosor, por ello solamente en forma estimada se presume que sea del orden de los 3,000 a 5,000 metros, debiendo tener presente que no existe una exposición de la unidad completa, y resulta inapropiado agregar los grosores parciales que representan variaciones laterales.

El Grupo Puno en el área de Cuzco y Livitaca ha sido dividido en cuatro formaciones: Santa Ana, Pirque, Coñamuro y Yanacocha.

FORMACION SANTA ANA

Esta unidad corresponde a la parte inferior de la secuencia estratigráfica que se ha considerado como Grupo Puno. Mendivil S. (1878) ha tomado como localidad típica a los afloramientos que se hallan en las inmediaciones del pueblo homónimo, de donde también deriva el nombre.

Morfológicamente, ofrece un paisaje variado de acuerdo a su constitución, predominancia de algunos de sus elementos por lo que se puede apreciar desde colinas bajas con perfiles convexos y valles amplios de fondos planos, hasta lugares escarpados, promontorios y farallones.

Sus relaciones estratigráficas están dadas por una discordancia angular en la base, sobreyaciendo al Grupo Chitapampa, sus contactos en el techo es concordante con la Formación Pirque.

Sus componentes son areniscas, conglomerados, limoarcilitas, arcilitas y piroclastitas, cuyas características texturales y estructurales varían notablemente de un lugar a otro.

Las areniscas generalmente arcósicas, son blanquecinas, grises, marrones y rojizas, de grano grueso a medio, con una estratificación no muy bien definida y en estratos que llegan a 5 o más metros de espesor. Mayormente, conforman secuencias gruesas entre las que se intercalan limolitas y limoarcilitas. En ciertos niveles las areniscas son tobáceas, así como también localmente ofrecen coloraciones verdosas. En general, son muy cuarcíferas.

Las limolitas son marrones a rojo ladrillo, constituyen estratos medianos y con una estratificación definida, constituyendo capas delgadas que se intercalan entre las areniscas.

Las limoarcilitas también son marrones a rojo ladrillo, pero casi siempre con tonalidades más intensas y en capas de grosor muy variable.

Los conglomerados varían desde finos hasta gruesos, con elementos de cuarcitas, areniscas, limolitas, calizas y volcánicos. La coloración es similar a aquella de las areniscas pero casi siempre con tonos más bajos. Poseen una matriz arcósica o limo areniscosa y en parte limoarcilítica. Los clastos tienen un alto grado de redondeamiento en determinados niveles, pero mayormente subredondeados, o hasta angulares llegando a conformar verdaderas brechas. También suele encontrarse ventifactos y muchos elementos con barniz del desierto.

Las características anotadas corresponden a una sedimentación en un medio oscilante, con aportes desde superficies con relieves relativamente notables sometidos predominantemente a una remoción de tipo desértica.

FORMACION PIRQUE

Esta unidad es parte del Grupo Puno y Mendivil S. (1978) la ha individualizado tomando como localidad típica a los afloramientos que se hallan en el pueblo homónimo y sus inmediaciones al SE de Paruro. Se han reconocido varios afloramientos que, aunque son muy extensos, destacan nítidamente dentro del área. Esta unidad ha sido encontrada dentro del cuadrángulo del Cuzco.

Su relieve es una superficie accidentada, con sus áreas e interfluviales algo agudas y a manera de gradines correspondientes a las distintas capas.

Respecto a sus relaciones estratigráficas, concordantemente sobre la Formación Santa Ana y subyace, también concordantemente, a la Formación Coñamuro. Con frecuencia los afloramientos lateralmente suelen terminar en cuña y con cierto incremento en el tamaño de los granos. Asimismo, el tope se hace gradualmente conglomerádico.

La Formación Pirque es una secuencia muy monótona, de limolitas, areniscas, areniscas conglomerádicas y hacia el tope conglomerados finos. El color es blanco marfil muy uniforme y la estratificación es bien marcada predominando las capas delgadas a medianas.

El grosor es alrededor de los 1000 metros, presentándose casos con algo más.

Esta unidad significa un cambio notorio en el ambiente de sedimentación en la región, pues presenta un estado apreciable de prolongada selección durante el transporte, que a su vez ha intervenido desde mayores distancias para acumular su carga en cuencas lagunares aisladas y poco profundas, con aguas relativamente tranquilas. Más o menos a partir del terciario superior, las condiciones de sedimentación comenzaron a tener variaciones cada vez más intensas pero progresivamente, hasta constituirse el ambiente apropiado para la depositación de la unidad conglomerádica suprayacente.

FORMACION COÑAMURO

El conjunto litológico individualizado con esta denominación, forma parte del Grupo Puno, habiendo Mendivil S. (1978) señalado como localidad típica los afloramientos del cerro homónimo y sus inmediaciones. Dicho cerro se encuentra al oriente de Santa Lucía, que a su vez se halla en el flanco derecho del valle del Apurímac frente a Omacha, en el área correspondiente al cuadrángulo de Livitaca.

La morfología de esta unidad ofrece un paisaje muy característico por acción hidráulica como eólica, debido a lo cual tiene configuraciones muy variadas y caprichosas, resaltando entre ellas las que semejan anfiteatros o estados ruiniformes. Un aspecto especial es el que ofrece el valle del Apurímac en las partes en que ha sido labrado sobre esta unidad, resaltando sus encañonamientos y superficies ásperas por el lavado de la matriz.

Sus relaciones estratigráficas son concordantes tanto en la base como en el techo con la Formación Pirque y Formación Yanacocha.

La Formación Coñamuro es fundamentalmente conglomerádica, con una coloración mayormente rojiza, pero por tramos se presenta gris, amarillenta o algo verdosa.

Estos conglomerados son muy heterogéneos y escasamente clasificados con una matriz areno-limosa o arcósica, hasta tobácea, con elementos generalmente subangulosos, habiendo algunos lugares donde predominan los angulosos, sea dentro del conjunto o solamente dentro de determinados niveles. Estos componentes en algunos casos tienen hasta más de un metro de diámetro, presentando pátina desértica con cierta frecuencia y algunos de ellos

ventifactos. La composición de los clastos es cuarcítica, areniscosa, calcárea, diorítica, granodiorítica y andesítica. La estratificación es gruesa y frecuentemente poco marcada. Los conglomerados están poco o moderadamente diagenizados.

También, se han encontrado tobas blanquecinas a rosadas en capas gruesas entre la secuencia conglomerádica, pero formando capas lenticulares. En algunas partes estas tobas varían hasta convertirse en aglomerados.

La textura y morfología de los clastos indica una fuente de aprovisionamiento muy próxima, ello se sustenta con el carácter polimíctico de los conglomerados sin mayor selección evidente, volviendo a condiciones aún más intensas que aquellas que prevalecieron durante la sedimentación de la Formación Santa Ana; es decir con oscilaciones de parámetros más amplios y bruscos, en mayor relieve y un acentuamiento de la remoción de tipo desértica.

FORMACION YANACOCCHA

Mendivil S. (1978) señala a esta unidad como integrante de la parte superior del Grupo Puno y constituye la parte superior de él, representando un fiel reflejo del inicio de un ambiente muy diferente y que pasaría a convertirse en una actividad volcánica fundamental.

Se señala como localidad típica, los afloramientos que se hallan al Oeste Suroeste del pueblo de Pomacanchi, habiéndose tomado el nombre del cerro homónimo, con magníficas exposiciones a lo largo del camino de herradura que conduce a la laguna Yanacocha.

Las mejores exposiciones que han sido reconocidas se halla en los cerros Huanacunca, Jatuñan, Torre Moco, en las inmediaciones de Huaricucho y en el valle de Paruro.

Dada la consistencia de su litología y especialmente la dureza de sus capas lávicas, esta unidad posee un relieve contrastado, puesto que en unas partes forma escarpas, en otras lomadas de perfiles regulares o crestas agudas, promontorios y farallones.

Referente a sus relaciones estratigráficas, solamente han sido observados en su base ya que no se ha encontrado el contacto superior por estar expuesta directamente. Sobreyace a la Formación Coñamuro y el cambio es gradual, señalándose el cambio en el lugar de desaparición de los conglomerados y el comienzo continuo de las capas arenisco-limo-arcílicas que prevalecen en la parte inferior de la unidad.

Desde el punto de vista litológico, esta unidad la integran limoarcillas, limolitas, arenicas y derrames volcánicos.

Las arcilitas son de colores variados, estratificación laminar y conforman capas delgadas que alternan con las limolitas y/o areniscas.

Las limolitas y areniscas son rojizas con una estratificación bien marcada y mayormente en capas medianas, formando secuencias gruesas entre las que se intercalan los derrames volcánicos.

Las lavas son andesíticas gris oscuras a rojizas, en estratos medianos y gruesos, con progresivo aumento hacia los niveles superiores hasta que llegan a ser predominantes.

El grosor completo de esta unidad es desconocido por no haberse encontrado el contacto superior, atribuyéndosele aproximadamente no menos de 400 metros.

Esta unidad parece haberse depositado en un ambiente algo estable, durante el cual se iban produciendo las emisiones volcánicas pero sin interrumpir el proceso sedimentario sin causar variantes en sus mecanismos hasta que se intensificaron los movimientos tectónicos que dieron lugar al segundo plegamiento observado en el área y con menos intensidad que el anterior. Como consecuencia el área se levantó y se inició una nueva fase de remoción intensa, cuyo paleorelieve queda apreciable en la discordancia angular existente entre la Formación Alpbamba y el Grupo Puno.

Edad y correlación del Grupo Puno: Durante el estudio no se ha encontrado elementos paleontológicos para una posible datación del Grupo Puno, debiéndose añadir que la edad de esta unidad es incierta, dándole diversos autores rangos cronoestratigráficos que van del Cretáceo superior – Mioceno. Klinck y otros (1991) señalan que las rocas del Grupo Puno dentro del tramo NO-SE en el Altiplano son de edad Oligoeno-Mioceno? Al Norte de Bolivia, Everden y otros (1977) reportan una edad K-Ar de rango 9,1 a 38 m.a. para el Grupo Corocoro, esta última edad podría corresponder al equivalente lateral del Grupo Puno. De acuerdo a estas implicancias se considera al Grupo Puno en la región del Cuzco, posiblemente de edad Eoceno- Neoligoceno. El Grupo Puno puede ser correlacionado con la Formación Casapalca en el Perú central y el Grupo Moquegua en la región costera del Sur del Perú. Localmente también se le correlaciona con la Formación Huanca en Arequipa y el conglomerado Cihuaya del área de Ichuña (Marocco R. y Del Pino, 1966).

FORMACION ALPABAMBA

Guevara C. y Dávila (1983), describen a esta unidad en las inmediaciones del pueblo de San Javier de Alpbamba (cuadrángulo de Pausa) situado en el valle del río Pacapausa.

Los afloramientos de la Formación Alfabamba se han reconocido en el extremo SE del cuadrángulo de Livitaca, prolongándose hacia la hoja de Sicuani.

En el área del cuadrángulo de Livitaca se ha diferenciado e integrado una unidad volcánica sedimentaria que por su litología, secuencia y relaciones estratigráficas se le considera como la prolongación lateral de los afloramientos de la localidad típica, tomando en cuenta las particularidades intrínsecas de este tipo de depósitos.

La Formación Alfabamba sobreyace en discordancia angular al Grupo Puno e infrayace a la Formación Huaylla en igual posición.

La Formación Alfabamba está integrada por lavas, brechas volcánicas, tobas, aglomerados con algunas intercalaciones lenticulares de conglomerados.

Las lavas son porfíricas de color rojizo, gris o verdoso en estratos delgados, con intenso fracturamiento y con áreas de alteración profunda.

Las brechas volcánicas son de flujo y también se hallan en estratos gruesos, pero con una estratificación no muy clara, siendo más bien en la mayoría de los casos difusa o irregular. Su textura es variable al igual que su aglutinación. Es de color bruno o violáceo.

Los aglomerados son casi siempre lenticulares, poco compactados y con una matriz tobácea a lapillítica. Normalmente están intercalados dentro de las brechas con una coloración brunácea.

Las tobas mayormente son dacíticas o hasta riolíticas y se presentan en estratos hasta 20 m. o más, con una coloración gris, blanquecina o rosada. Son considerablemente aglutinadas y ofrecen fracturamiento desordenado.

Los conglomerados se presentan en estratos gruesos lenticulares. Son polimícticos y el tamaño de los fragmentos puede tener hasta más de 25 cm. La matriz es tobácea areniscosa y en algunos casos no muy compactados.

Edad y correlación: La Formación Alfabamba sobreyacen en discordancia angular al Grupo Puno asignado al Eoceno-Oligoceno e infrayace en similar relación a la Formación Huaylla asignada al Plioceno, por lo que a la Formación Alfabamba se le asigna al Mioceno. Se le correlaciona con la parte superior del Grupo Tacaza.

FORMACION HUAYLLA

Esta unidad volcánica ha sido diferenciada y descrita por Mendívil S. (1978) y Dávila D. (1987) en la parte SE del cuadrángulo de Livitaca, de ahí se prolonga hacia el área limítrofe entre los cuadrángulos de Ocongate, Yauri y Velille.

Morfológicamente la Formación Huaylla constituye una gran superficie de erosión y es en ella donde se ha diferenciado la superficie Macuruni.

La posición estratigráfica de esta unidad es que se encuentra sobreyaciendo en discordancia angular a la Formación Alpambamba e infrayace a los depósitos fluvio-glaciares.

La Formación Huaylla está constituida por derrames andesíticos, dacíticos, traquiandesíticos y riódacíticos; estas rocas tienen generalmente textura porfírica y en menor proporción afírica. La coloración de estas rocas es gris oscura en su mayoría, con tonalidades rojizas a gris verdoso. Presentan estratificación horizontal a sub horizontal. Hacia la parte superior se encuentran capas de brechas volcánicas, con grados de compactación variable.

El grosor de esta unidad es alrededor de los 600 metros, en el cuadrángulo de Santo Tomás, Pecho V. (1981) reporta un grosor de 1000 metros.

Edad y correlación: En el área de estudio, la edad de estos volcánicos es deducida en base a su posición estratigráfica regional, según el cual el rango cronoestratigráfico es Plioceno. Se le correlaciona con la parte inferior del Grupo Barroso y el Volcánico Malmanya (Pecho V. 1981).

FORMACION PISQUICOCHA

El nombre de esta unidad proviene de la hacienda Pisquicocha, ubicada al SE del distrito de Livitaca, donde Mendívil S. (1978) ha descrito una secuencia sedimentaria lacustre que se extiende desde el Sur de la localidad homónima con rumbo paralelo al río Livitaca hasta las laderas del río Apurímac (hoja de Livitaca).

Esta unidad presenta afloramientos delgados y con poca extensión distribuidos en diferentes lugares, que sugieren la sedimentación en cuencas, simultáneas pero separadas. Todas ellas han sido de poca profundidad y regionalmente parecen corresponder a un estado de depositación con corrientes, poco competentes y reducida capacidad, con una clasificación de clastos no muy desarrollada.



Foto N° 15: Secuencia de areniscas, limolitas y tobas en estratos horizontales de la Formación Pisquicocha. Vista tomada hacia el NE de Livitaca.



Foto N° 16
Zona inestable en el PP.JJ. Independencia-Cuzco, conformada por sedimentos pelíticos de la Formación San Sebastián.

La morfología que caracteriza a esta unidad son colinas muy suaves o pequeñas peniplanicies con valles poco profundos y de fondos planos, salvo en las cabeceras del Livitaca. En otros casos se hallan a manera de terrazas a lo largo de valles actuales por reactivaciones en la remoción, representando antiguos represamientos que dieron lugar a lagunas, donde la depositación fue corroborada por los conos de deyección de los afluentes y parcialmente por depósitos fluviales.

Referente a sus relaciones estratigráficas, la Formación Pisquicocha yace con leve discordancia erosional sobre la Formación Huaylla y está cubierta parcialmente por depósitos morrénicos y fluvio-glaciares. Sus capas se hallan en posición próxima a la horizontal o moderadamente inclinadas (Foto N° 15), sin embargo en las partes marginales de las cuencas debido a procesos singenéticos la inclinación es mayor.

Su litología consiste de una intercalación de areniscas, limolitas, arcilitas, conglomerados y tobas.

Los conglomerados son finos a medianos con una coloración gris amarillenta, en estratos medianos a gruesos frecuentemente lenticulares o con sus límites no siempre bien definidos. Los fragmentos polimícticos, subredondeados y mayormente angulosos, en una matriz arenisco-tobácea. La compactación es moderada.

Las areniscas y limolitas son las más abundantes y se presenta en capas medianas y gruesas con colores claros y ocasionalmente oscuros. Tienen poca consistencia y en algunos casos están casi sueltas. El tamaño del grano es variable y en conjunto suelen ser grises o amarillentas.

Las limoarcilitas se hallan en capas laminares con plegamientos singenéticos, formando intercalaciones con areniscas y limolitas.

Las tobas llegan a tener varios metros de grosor y su coloración es gris blanquecina a blanco, de aspecto macizo, poco cohesionadas y algo livianas.

También existen intercalaciones de tobas retrabajadas que tienen una coloración blanquecina a rojiza, con estratificación delgada, poco compactas y con abundantes inclusiones líticas.

Con cierta frecuencia se han encontrado diatomitas impuras con diferente grosor y niveles diversos que le otorgan un aspecto particular al conjunto.

Algunos afloramientos presentan una coloración blanco amarillenta, que incluye algunos horizontes oscuros, hasta negros o abigarrados y con abundantes restos de plantas.

Esta unidad tiene de 120 a 180 metros de grosor, aunque en varios sitios por la remoción han quedado solamente remanentes muy pequeños.

Edad y correlación: De todos los restos orgánicos encontrados ninguno es obívuo, teniendo en cuenta que yacen sobre la Formación Huaylla del Neoplioceno y debajo de morrenas, así como las consideraciones de carácter regional y paleogeomorfológicas, con respecto a sus cuencas a la Formación Pisquicocha se le asigna una edad Plio-Pleistocena. Se le correlaciona con la Formación Capillune (Mendivil S., 1965), y por lo menos en parte con los depósitos Azángaro (Newell 1949).

FORMACION VILCARANI

Este término fue introducido por Pecho V. (1981), para describir a una secuencia de piroclastos y derrames, con predominancia de los primeros, para los afloramientos típicos en las pampas de Vilcarani ubicado en el cuadrángulo de Santo Tomás.

Esta secuencia sólo aflora al SO del cuadrángulo de Livitaca constituyendo afloramientos aislados como los de Chamaca, cerro Mollepata, inmediaciones del poblado Colachaca. Se encuentran alineados en ambas márgenes del río Velille.

Morfológicamente conforman pequeñas colinas con crestas subredondeadas, contornos irregulares y de muy poca altitud. Se encuentra sobre la superficie de erosión labrada en rocas plutónicas del Batolito de Abancay, conformando geformas a manera de monte islas.

Litológicamente está constituida por tobas de composición andesítica, riodacítica y riolítica de coloración claro rojizo salmón a amarillentos. Su compactación es igualmente variable, existiendo desde el rango de duros y compactos a deleznales fácilmente erosionables dando en algunos casos figuras ruiformes.

El grosor de esta Formación cambia entre 50 a 100 m. en el cuadrángulo de Livitaca. En el área de Santo Tomás se reportan un espesor mayor a los 600 m.

Edad y correlación: En el cuadrángulo de Livitaca y otras áreas cercanas, la edad de esta unidad volcánica se infiere en base a su posición estratigráfica regional, que estaría comprendida desde fines del Plioceno hasta el Pleistoceno.

DEPOSITOS MORRENICOS Y FLUVIOGLACIARES

Respecto a este tipo de depósitos, su volumen no es tan considerable comparado con los de las áreas adyacentes especialmente hacia la parte oriental inmediata (Sicuni-Ocongata y aún más al Este).

No tienen una representación importante en cuanto a testigos se refiere, respecto a sus características geomorfológicas y paleorelieves pleistocénicos, o algo más antiguo mostrándose por el contrario algunas configuraciones constituidas, en su mayor parte, por restos o simplemente testigos de las acciones glaciares, no así las acumulaciones de sus productos propiamente dichos.

Los restos de glaciaciones cuaternarias han sido encontrados hasta los 3,600 m. de altitud aproximadamente por sus depósitos propiamente dichos o mayormente por las huellas de las acciones glaciares dejadas en diferentes afloramientos, aunque el mayor porcentaje se halla por encima de los 3,900 m. y más aún de los 4,000 m.: pudiéndose corregir un mayor descenso hacia las partes septentrionales con respecto a las meridionales debido posiblemente entre otros factores, a una alimentación ocasionada por variaciones meteorológicas en relación al relieve donde actuaron, jugando un papel muy importante la insolación; pero, de un modo general y en ámbito regional, se aprecia que más hacia el E-NO las huellas de acción glaciaria descienden aún por debajo de los 3300 m.

Los depósitos de morrena están compuestos por fragmentos de diferentes dimensiones, dispuestos generalmente en una matriz areno-limo-arcillosa cuya naturaleza de dichos elementos varía de un lugar a otro según la roca madre, presentándose tanto como morrenas laterales, frontales y de fondo.

Los depósitos fluvio-glaciares se ofrecen casi siempre caóticamente estratificados y provienen también de la remoción de las mismas morrenas, estando constituidos en forma muy similar a estas, aunque casi siempre con una textura más pequeña.

Los glaciares que se considera que han existido y los que aún existen, aunque en forma permanente en todos los casos, se han diferenciado tres tipos: glaciares de montaña (cerros Condor Sencca, Pillune y Tallhua), glaciares de pie de monte (inmediaciones de las lagunas en las faldas del cerro Pincullone) y calotas glaciáricas (de reducida extensión).

FORMACION SAN SEBASTIAN

Esta unidad fue puesta en evidencia por Gregory H. (1916) en el valle del Cuzco. Posteriormente se hicieron algunos estudios de carácter paleontológico como los de Ramírez J. (1959-1968) y sedimentológico realizado por Córdova E. (1988-1990). En el presente estudio se la ha cartografiado a lo largo de la llamada "Depresión del Cuzco" que conforma el valle de Huatanay.

Morfológicamente conforma una superficie depresiva a manera de una cuenca cerrada alargada, delimitada por las laderas del valle de Huatanay (Foto N° 16). Sobre ellas se encuentran ciudades importantes como el Cuzco, San Jerónimo, San Sebastián, etc.

Litológicamente está constituido por depósitos de gravas, arenas correspondientes a conos de deyección, flujos de barro, diatomitas extendidas en toda la unidad litoestratigráfica, limos, arcillas intercalados con horizontes de paleosuelos de colores claros, también se encuentra turba.

El ambiente de sedimentación de esta secuencia correspondería a una cuenca lagunar con influencia de sedimentación fluvial, donde en sus bordes se acumularon sedimentos organógenos (turba) que en muchos casos fueron sepultados por depósitos de conos de deyección.

La Formación San Sebastián se encuentra sobre un substratum de rocas del Grupo Moho y Grupo Chitapampa y en discordancia erosional sobre la granodiorita de Saccsayhuamán.

Edad y correlación: Una muestra con microfósiles del área de San Sebastián, estudiada por Eva Villavicencio, porte la presencia de *Ephitemia irregularis* Andrews asignado al Cuaternario. Debido a su carácter local no es posible correlacionarla con otras unidades continentales.

FORMACION RUMICOLCA

Mendivil S. (1978) le ha dado esta denominación a un conjunto de afloramientos de rocas volcánicas que se presentan en los valles del Vilcanota y especialmente del Huatanay y entre ambos, siendo estas las manifestaciones volcánicas más recientes dentro del área que constituyen el volcán Quimsachata que evidencia la última fase volcánica de la región.

Se trata de un vulcanismo fisural y central, aunque tentativamente sólo por razones de paleorelieve se puede asumir una sucesión en la cual el de tipo central sería posterior, pero con un lapso de diferencia al parecer muy corto. En un análisis dentro del marco general del volcanismo de dicha parte andina, esto podría interpretarse como el producto lógico correspondiente a los episodios finales dentro de la evolución vulcanológica, pero considerando en amplitud regional, esto es a nivel andino en el Sur peruano o más aún, con relación a los Andes centrales, ello plantea un problema a resolverse, porque sus características, composición y emplazamiento representan un hecho muy importante dentro de la problemática de la génesis y polaridad magmática andina, sobre todo a la luz de las nuevas teorías e interpretaciones que se vienen dando al respecto, especialmente en lo que se refiere a la migración de los focos magmáticos de aportación.

Estos cuerpos volcánicos pequeños y dispuestos con solución de continuidad sin relación entre ellos, aparentemente como ya se indicó, se encuentran rellenando valles o

quebradas yaciendo con discordancia angular sobre rocas pre-cenozoicas o con angularidad sobre terrazas fluviales y/o aluviales de Huatanay, exponiéndose directamente su parte superior en algunos casos presentan una cubierta aluvial delgada.

Esta unidad conforma volcanes pequeños con hornitos esporádicos en sus faldas o contiguos a ellas, y derrames de amplitud reducida y en posición horizontal o con muy poca inclinación, reflejado, en esta último caso, la pendiente morfológica de la superficie preexistente sobre la cual se acomodaron; siendo por tanto su morfología y delimitación espacial una consecuencia del control que ejerció el relieve prevolcánico aún en el caso del perímetro de la base en lo que a los volcanes se refiere.

Estas emisiones volcánicas han sido controladas por estructuras de fallamiento, especialmente en los lugares de intersección.

Las coladas son principalmente de naturaleza traquiandesítica-andesítica basáltica, mayormente porfírica y con coloraciones variables, predominando las tonalidades marrones y negruzcas, siendo más claras o mayormente grises en corte fresco.

En algunos casos son escoriáceas y otros con rugosidad y en menor grado líneas de flujo bien definidas, donde se puede diferenciar fácilmente sus distintos elementos y el sentido de su desplazamiento. Sus partes distales en algunos casos han sido afectados levemente por los agentes de remoción, aunque de cerca simulan un conjunto alóctono y desordenado por su intenso fracturamiento.

Los volcanes son asimétricos con una base de perfil sinuoso en donde los flujos han seguido los cursos de mayor pendiente.

Los mantos de lavas, muestran una diferenciación en estratos gruesos con una disyunción que puede ser irregular, paralela a sus planos superiores o perpendiculares llegando a conformar hasta bloques prismáticos con aristas rectas o mayormente curvadas, fenómeno que en algunos casos recuerda a la disyunción basáltica.

También muestra una estructura fluidal poco desarrollada donde sus constituyentes se disponen subparalelamente. En superficies de líneas de flujo tienen contornos convexos muy conservados en algunos casos, cuya cuerda no siempre se hace más larga a media que se alejan del punto de origen. En otros casos, pero muy localmente, la alteración ha sido notable, pues ha logrado borrar casi toda las características originales.

El Proceso de emplazamiento de estos depósitos lávicos ha ocasionado represamientos temporales y hasta el presente, tal como el caso de las lagunas Maina y Lucre, cuyos remanentes ahora constituyen el cerro Combayoc.

En el primer caso, dieron lugar a niveles de base locales y transitorios, hasta que la erosión por acción retrocedente y/o desborde, formó un nuevo lecho hasta alcanzar el nivel anterior y recuperar su perfil antiguo que, obviamente quedó sujeto a la influencia de todos los procesos remocivos regionales y a la naturaleza de las rocas.

En el segundo caso, se produjo un represamiento poco antes de la antigua desembocadura del Huatanay en el Vilcanota, ocasionando no sólo un embalse, sino que motivó la migración del curso de la primera, cambiando de una dirección SE-NE a un ángulo de 90°.

El análisis químico indica una fuerte proporción de SiO₂, y la relación K₂O/Na₂O es mayor de 1. Por lo tanto estas lavas ácidas y muy potásicas corresponden a shosonitas ácidas de composición traquiandesítica (Lefevre C., 1975).

Edad y correlación: Referente a la edad de este volcánico, inicialmente sólo se disponía de los argumentos referentes a su posición estratigráfica y estado de sus afloramientos, sin embargo los materiales que han servido de fundación para las construcciones incaicas, tales como la morada Huascar y la portada de Rumi Colcca, han sido extraídos de la Formación Rumicolca por lo que se asume un emplazamiento reciente y pre-inca.

Dataciones radiométricas K/Ar dan una edad mayor de 0,7 m.a. (Kaneoka I. y Guevara C., 1984), sugiriendo una edad pleistocénica. Al volcánico Rumicolca se le correlaciona con otros depósitos extrusivos, que pueden ser relativamente sincrónicos, expuestos en la Cordillera de los Andes, especialmente en el Sur del país, tales como Quimsachata, y derrames aledaños, así como sus similares en el área de Arequipa y especialmente en Andahua.

DEPOSITOS CLASTICOS RECIENTES

Depósitos aluviales

Se encuentran preferencialmente en los lugares más o menos planos (peneplanicies o pampas) circunscritas por lomadas o cadenas de montañas y en las partes correspondientes al fondo de los valles o ampliaciones debido a su conjunción, dando lugar a las llanuras aluviales, depósitos fluviales propiamente dichos o lacustres.

Están constituidos por bloques, quijas, gravas, arenas, limos y arcillas de composición heterogénea y con una estratificación que varía desde difusa, donde destaca la lenticularidad, salvo algunos casos esporádicos en que se observan comisuras bien definidas, hasta la estratificación más conspicua.

La mejor exposición de estos depósitos puede apreciarse en Choccolopampa, Pomacanchi y Sangarará, y a lo largo de todos los valles y bordeando los diferentes lugares.

Esta acumulación aluvial relleno al menos, parcialmente, todos los valles al final de la época glaciaria y continuo tiempo después, tal como se desprende de sus relaciones con el volcánico Quimsachata y de las terrazas colgadas o simplemente con una acción reactivada, que reinicio la acción socavadora o degradante, profundizándose cauces antiguos y depositándose nuevos sedimentos. Por lo dicho, estos depósitos se han acumulado en diferentes épocas desde el inicio de la época reciente, tal vez incluya algo de las postrimerías del Pleistoceno hasta los tiempos actuales.

Depósitos Lacustres

Los depósitos lacustres conforman pampas que se originaron como consecuencia de lagunas mucho más extensas y antiguas, que serían las antecesoras de las actuales permanentes y aún temporales, cuyas cubetas al irse relleno fueron reduciéndose dando lugar a llanuras lacustres, y que a su vez tienden a propiciar la desaparición de dichas lagunas.

Depósitos fluviales

Los depósitos fluviales se hallan restringidos al fondo de los valles y están compuestos principalmente de conglomerados, gravas y arenas no muy bien estratificadas con limos y arcillas lenticulares. Su grosor es muy variable y la naturaleza de sus elementos muy heterogénea.

Depósitos Coluviales

Los depósitos coluviales están circunscritos al pie de las laderas y especialmente de las más escarpadas, con una amplitud muy reducida que denota un alejamiento escaso de su roca madre, y un grosor pequeño, salvo algunos casos muy especiales debido a condiciones locales particulares.

Sus perfiles tienen a coincidir con el ángulo de equilibrio, lo que denota su acumulación casi enteramente de origen gravitacional, corroborada por la naturaleza de sus elementos que están en estrecha relación con las rocas aldañas. Los mejores ejemplos se hallan en diversos lugares del valle de Apurímac, así como del Velille y al pie de múltiples escarpas en multitud de cerros con pendientes fuertes.

Depósitos de deslizamiento

Estos depósitos que son producidos por los deslizamientos de tierras, ocurren en mayor magnitud en el distrito de Livitaca, distribuyéndose en tres sectores independientes: Sancomayo, Alcosipina y Chorrillos. Los deslizamientos de tierras ocurren con mayor frecuencia en el flanco Occidental de la Cordillera Oriental.

La modalidad de estos deslizamientos de tierras pueden atribuirse a los tipos de escurrimientos y de flujos húmedos que inciden en las zonas de intenso fracturamiento y en aquellas áreas de inestabilidad en los diversos tipos de suelos.

Depósitos eluviales

Los depósitos eluviales se encuentran en diferentes lugares, siendo los más representativos los que se pueden apreciar en las tobas, en las unidades llamadas “capas rojas”, y en las unidades más antiguas.

Las primeras se caracterizan por una desintegración pulverulenta, así como también en otros casos por endurecimiento.

Las segundas presentan un proceso de formación creciente de aureolas concéntricas de diferentes colores, debido probablemente a un efecto cíclico de meteorización.

Las terceras llegan a constituir suelos muy bien diferenciados con perfiles definidos.

ROCAS IGNEAS

Dentro del área de Cuzco y Livitaca se han identificado diferentes afloramientos de cuerpos ígneos intrusivos tanto de tipo plutónico como subvolcánico, conformando en este último caso stocks, sills y diques.

Los afloramientos de los cuerpos ígneos intrusivos unitariamente son los más amplios en comparación con los de las unidades sedimentarias y metamórficas, cubriendo con el 50% del cuadrángulo de Livitaca; en cambio, en el cuadrángulo del Cuzco los afloramientos son mucho más pequeños, aislados y mayormente subvolcánicos, la composición, textura y estructura son muy variadas, pero mayormente se aprecia un cambio progresivo, especialmente en los plutones.

Referente a la edad de estos cuerpos ígneos regionalmente se supone que se hayan emplazado durante el Cretáceo superior – Paleógeno. Al respecto, en el área del Cuzco y Livitaca solamente se ve que los plutones y la mayoría de stocks intruyen a los Grupos Murco y Moho, así como a la Formación Arcurquina y a la vez fragmentos de ellos se observan en la Formación Coñamuro. Tales hechos nos dan unos límites referenciales, mediante los cuales no pueden ser anteriores al Coniaciano ni posteriores al Eoceno, puesto que los primeros tienen sus niveles superiores hasta el Coniaciano y a la Formación Coñamuro se le considera del Oligoceno. Apoyándose en lo anterior, a las rocas plutónicas en mención, se les asume tentativamente una edad comprendida desde el Senoniano al Paleoceno.

UNIDADES PLUTONICAS

BATOLITO DE APURIMAC

Distribución u Ocurrencia: Forma un cuerpo de dimensiones batolíticas, cuyos afloramientos cubren casi el 50% del cuadrángulo de Livitaca y se prolonga por grandes extensiones hacia los cuadrángulos vecinos o aún fuera de ellos, tanto al occidente como hacia el sur.

Petrografía y componentes: Esencialmente este cuerpo batolítico puede ser clasificado como granodiorítico-tonalítico, por ser esta la composición preponderante, pero existen lugares donde hay marcados cambios graduales hacia una mayor acidez o basicidad. Macroscópicamente las rocas son leucócratas y con abundantes concentraciones de los minerales máficos en algunas partes, que destacan por su oscuridad. También, en ciertos lugares destacan las enclavas dioríticas con tamaños muy variables que puedan llegar hasta más de un metro. Una composición representativa de las facies más abundantes se ha clasificado como granodiorita leucócrata, de grano grueso, cuyos minerales observados son plagioclasas, ortosa, cuarzo, hornblenda y biotita en orden de abundancia. También existen magnetita y por alteración clorita y epidota. Sus texturas son faneríticas isotrópicas.

Geometría y estructura de la roca: Esta unidad ígnea es de dimensiones batolíticas, de cuerpo alargado cuyos ejes mayores tienen una orientación similar al eje andino. Estructuralmente, ofrece diversos aspectos locales, destacándose entre ellos la disyunción esferoidal de tipo catafilar, por la que los bloques llegan a estar unos frente a otros y en tal cantidad que de lejos semejan rodados apiñados. Otras veces el diaclasamiento es bastante intenso llegando a conformar una pseudo estratificación. Lo primero se aprecia al norte de Velille y Chillorolla y lo segundo a inmediaciones de Capacmarca. Por eluviación dan lugar a suelos de grano muy grueso.

Relación con la roca caja: En una proporción notablemente inferior se hallan cuerpos más básicos (dioritas y dioritas cuarcíferas) que los indicados anteriormente, y ellos tienen singular importancia por estar vinculados con los depósitos de hierro, por ello se les encuentra con mayor frecuencia cerca o en las zonas de contacto con la Formación Arcurquina y el Grupo Murco, sus relaciones con los plutones anteriores no están muy definidas, pero teniendo en cuenta las enclavas aludidas y por las relaciones de contacto que se puede apreciar en algunos casos, es posible que se trate de un tipo de rocas que correspondan a dos fases, que se encuentran emplazados en las rocas cretácicas.

Características del metamorfismo: El metamorfismo de contacto derivado de la acción de los cuerpos ígneos intrusivos es muy variado según los lugares que se considera, tanto en su intensidad como alcance, así como los tipos de rocas. En algunos lugares se ha observado una aureola de contacto de varios cientos de metros, y en otros no se ha encontrado ningún vestigio. Los mayores efectos corresponden a las zonas de contacto del intrusivo con los estratos calcáreos de la Formación Arcurquina, donde se puede apreciar un “skarn” ligado a yacimientos de hierro.

En otros casos, debido al metamorfismo de contacto, se aprecia diferentes efectos en las distintas rocas, así uno de los casos de mayores evidencias, son los cambios que se han producido en las areniscas, lutitas y arcilitas, que se manifiestan en un marcado cambio de color, endurecimiento y trastorno de sus estructuras, habiendo casos donde la estratificación se ha vuelto difusa o ya no se aprecia.

Edad de emplazamiento: La Intrusión corta a los grupos Murco y Arcurquina y en la Formación Coñamuro se encuentran rodados de estos intrusivos, por estas relaciones de campo se le asigna una edad comprendida del Cretáceo superior – Oligoceno.

PLUTON DE POMACANCHI

Extensión u Ocurrencia: El plutón de Pomacanchi, difiere notablemente del cuerpo ígneo anteriormente indicado, y su exposición más conspicua se halla al SO de la laguna Pomacanchi, pasando aún al cuadrángulo de Sicuani.

Petrografía y componentes: Una composición representativa de estas facies, puede ser clasificada como una monzonita cuarcífera de tono mesócrata. Su coloración es gris oscura a verdosa, con tonalidades más claras en corte fresco. Sus elementos constitutivos son plagioclasa, ortoclasa y poco cuarzo con algo de hornblenda alterada.

Geometría o Estructura de la Roca: En conjunto forma un cuerpo de contornos más o menos triangular con un perímetro algo sinuoso. Dada su ubicación, corresponde al menor en cierto grado a una facies periplutónica. Estructuralmente, es maciza, se encuentra muy fracturada y por tramos aparece una disyunción en bancos. Al parecer, sus afloramientos orientales están vinculados con fallamientos y asimismo, su presencia ha sido determinada como elemento de control en la remoción de esta cubeta, actuando como nivel de base local y transitorio y/o como presa según concierna de acuerdo al tiempo que se considere.

Edad de Emplazamiento: Al no contarse con dataciones numéricas, por las relaciones de campo se le asigna la edad Cretáceo superior – Paleógeno.

STOCK DE SACSAYHUAMAN

Extensión u Ocurrencia: Se encuentra al NO de la ciudad del Cuzco siendo un afloramiento de reducida extensión.

Petrografía y Componentes: La composición representativa de esta facies en general, corresponde a una diorita cuarcífera, de coloración gris verdosa y muy fracturada con abundantes espejos de falla muy conspicuos y una modalidad propia dentro de todo lo observado. La textura es mediana a gruesa y en parte se halla con una alteración apreciable.

Geometría o Estructura de la Roca: Este intrusivo está relacionado directamente con estructuras de fallamiento, en base de la cual se le puede indicar como una intrusión semitectónica. Esta unidad puede estar vinculada con algunos de los cuerpos aflorantes (conjuntamente) con el Batolito de Apurímac, pero precisar sus relaciones requiere un estudio detallado y por ahora sólo se admite esa posibilidad.

Edad de Emplazamiento: Tampoco se cuenta con dataciones radiométricas y por las relaciones de campo tentativamente se le asigna al Paleógeno.

UNIDADES SUBVOLCANICAS

Bajo esta denominación se incluyen gran cantidad de afloramientos que se han emplazado indistintamente en las diferentes unidades litológicas, tanto sedimentarias, ígneas o metamórficas, constituyendo fundamentalmente stocks, sills, diques y apófisis irregulares. Generalmente son de tamaño reducido y sobre todo en comparación con los plutones.

La composición predominante es de tipo andesítico pero también y sobre todo en los cuerpos más grandes vinculados con la unidad del Batolito de Apurímac, son más ácidas.

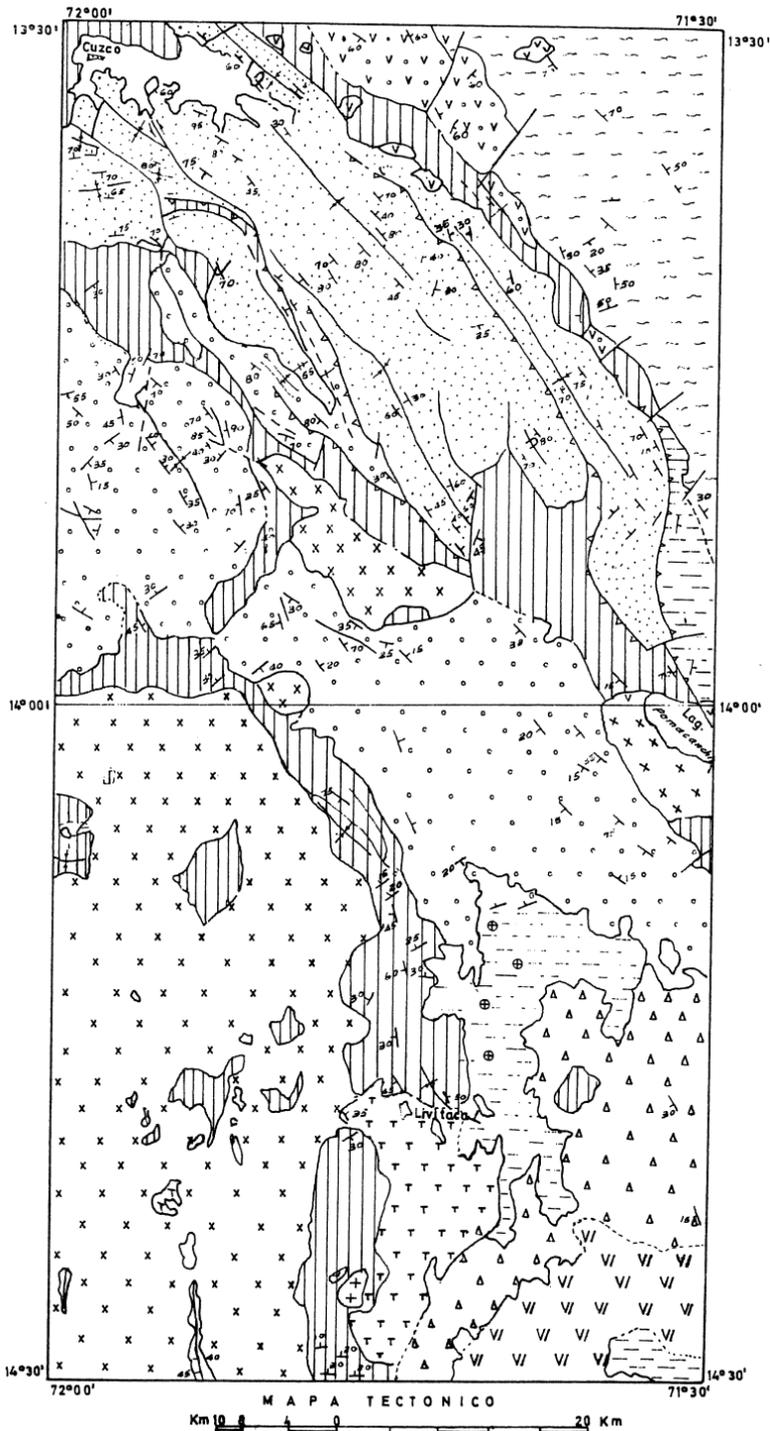
La unidad de “stocks” tiene como mejor representante al afloramiento que se halla entre Acos y Aray Pallpa, constituidos por un cuerpo alargado en sentido NO-SE, con una dimensión aproximada de un largo y ancho de 10 y 4 km. respectivamente. Su composición es diorítica con una coloración gris verdosa a verde oscuro.

Otros “stocks” de menor tamaño pero importantes por su relación con depósitos minerales, son los cuerpos que se hallan de preferencia en la unidad Apurímac, tales como los que están en las inmediaciones del cerro Umarero y Chillorolla, que corresponden a monzonitas cuarcíferas, donde en una muestra se ha determinado 45% de ortoclasa, 44% de plagioclasas, 1% de cuarzo y el 10% restante entre biotita y flogopita.

La unidad de diques, sills y apófisis irregulares, se encuentran ampliamente distribuida y con tamaños y grosores variables, afectando indistintamente a todo tipo de roca.

Dentro de esta unidad se incluyen solamente los cuerpos intrusivos sin relación directa con las unidades plutónicas, pues cuando esta se comprueba, se consideran dentro de la unidad plutónica respectiva. Por tanto, estos son cuerpos concordantes y discordantes sin conexión o relación evidente con cuerpos mayores aún también subvolcánicos.

La composición es mayormente andesítica y ocasionalmente diabásica. También se han encontrado dacitas y microdioritas.



SIMBOLOGIA

- ⊕ Capas Horizontales
- ↙ Rumbo y buzamiento de foliación de estratos
- ↘ Rumbo y buzamiento
- ∩ Eje de pliegue sinclinal
- ∪ Eje de pliegue anticlinal
- Falla definida
- - - Falla probable
- ↖ Falla inversa

Fig. N° 4

LEYENDA

CUATERNARIO

□ V V V Fm. San Sebastián, Fm. Rucicolca

FASE PLEISTOC.

□ T T T T Fm. Vilcarani

FASE PLEOCENICA

□ W W Fm. Huaylla, Fm. Pisquicocha

FASE QUECHUAT

□ Δ Δ Δ Fm. Alpabamba

FASE INCAICA

□ ○ ○ ○ Gpo. Puno

FASE PERUANA

□ X X X X Gpo. Chitapampa □ X X X X Unidades Plutónicas

FASE TITICACA

□ || || Gpo. Murco, Fm. Huambutio, Fm. Huancané

FASE NEVADIANA

□ V V V V Fm. arcuquina, Gpo. Moho

FASE TARDIA

□ || || Gpo. Copacabana

FASE EOHERCINICA

□ ~ ~ ~ Fm. Urcos - Fm. Ccatca

En el área de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, de un modo general y visualización conjunta, se ofrece un panorama estructural algo simple, pero el análisis detallado y de cada uno de sus elementos y sus relaciones se tornan muy complicadas, presentándose casos de muy difícil comprensión.

Las estructuras muestran estilos diferentes como resultado de la intervención de factores variables durante la evolución, consideradas desde los puntos de vista de espacio y tiempo. El primero está referido especialmente a las condiciones de mayor o menor profundidad respecto a su ubicación y también a sus relaciones infra y suprayacentes, tomando en cuenta la función de sobrecarga. Respecto al tiempo, durante el cual han transcurrido todos los procesos estructurales apreciables, representa el lapso desde el inicio de los afloramientos más antiguos (Paleozoico inferior) hasta la actividad actual.

Por ello, durante el desarrollo tectónico ciertos elementos se han comportado como zócalo y otros como cobertura, según el momento que se considere y el fenómeno que se aplica. En cambio, ellos mismos en otras circunstancias han sido afectados por una tectónica variable desde niveles profundos hasta superficiales.

Teniendo en cuenta lo anterior se ha distinguido tres estilos tectónicos que corresponden al de profundidad, cobertura y superficial, jugando oportunamente, el primero y el segundo el papel del zócalo integra o parcialmente, es decir actuando como zona de despeque o soportando y reaccionando en distinto grado frente a los esfuerzos actuantes.

La tectónica de profundidad se aprecia en las unidades más antiguas constituidas por la Formación Urcos y la Formación Ccatca. El estudio de las deformaciones en este conjunto litológico, que aparte de ser una porción muy pequeña la superficie comprendida en el área materia de este informe, no se conoce su base, razón por la que no se ha podido apreciar sus relaciones con tectónicas más antiguas, no tampoco el aspecto general de todo el conjunto, puesto que al parecer faltan importantes niveles inferiores, por lo que en conceptos de profundidad sólo se aprecian las partes medias a más altas. Además, por la influencia y efecto de las tectónicas posteriores, se hace más problemático concebir apropiadamente el verdadero arquetipo.

Así las macroestructuras apreciables reflejan su origen a la profundidad, y en algunos casos estas se han apreciado más claramente gracias a los análisis microtectónicos locales, perteneciente al conocido como “nivel estructural inferior”.

Por definición, en dicho nivel han debido actuar presiones y temperaturas considerables, notándose en primer lugar el aspecto general conocido como “roca antigua” con una deformación intensa y complicada.

Dicha deformación es algo discontinua porque no afecta igualmente a todo el conjunto y aún tratándose de cada pliegue en particular, al ser comparado entre sus charnelas y flancos. En los casos de fracturamiento, la deformación está mayormente circunscrita a las áreas próximas.

Según lo anterior, se podría interpretar este nivel estructural como perteneciente a las partes más altas, es decir menos profunda del nivel estructural inferior llegando al nivel estructural medio.

La tectónica de cobertura, se ha producido a cierta profundidad, donde la unidad anterior tuvo un comportamiento de zócalo o parcialmente, al menos, fue nuevamente deformada. Esta tectónica ha afectado a un conjunto fundamentalmente sedimentario, donde las calizas de la Formación Arcurquina han jugado un papel eminentemente plástico y ordenado, con características geométricas más o menos constantes pero en patrón disarmónico con respecto a las unidades subyacentes clásticas y por tanto más competentes, pertenecientes al Grupo Murco.

En el caso de los depósitos clásticos del Grupo Murco, la situación es diferente debido a su menor plasticidad y mayor dureza, ofreciendo estructuras más trastornadas.

Estas mismas unidades hacia el oriente forman parte de otro nivel estructural y ofrecen acciones combinadas, sobre todo cuando aparece el Grupo Moho.

Estas estructuras presentan un nivel estructural intermedio, pero también en sus partes superiores, habiéndose llamado tectónica de cobertura, porque le corresponde esta condición con respecto al nivel inferior que actuó de zócalo al menor aunque sea en forma parcial en espacio, tiempo o en ambos según sea el lugar.

La tectónica superficial abarca todas las unidades del Cenozoico y partes la del Cretáceo. Se le denomina así porque en ella se incluye a todas las deformaciones de menor grado y que abarcan inclusive a rocas superficiales o fondos marinos sin llegar a significar, precisamente, plegamientos sin genéticos por razones exclusivamente gravitacionales.

En esta tectónica ha tocado un rol importante a los horizontes lutítico-arcillosos, que son los que han atenuado la competencia de las otras rocas acompañantes, dándole una mayor plasticidad al conjunto, permitiendo así la formación de ciertas estructuras con características para rocas menos competentes. También en otros casos dichos horizontes han tenido un comportamiento de intrazona de despegue o, en algunos casos extremos, son la causa principal de las estructuras caóticas, corroborado por la incidencia de otros fenómenos y sus condiciones locales.

La deformación consistente, más que en pliegues, mayormente en un flexuramiento o fragmentación. Los casos extremos consisten de materiales desplazados sobre superficies inclinadas en ambientes submarinos, con pendientes, velocidad y carga variable, que le han dado una estructura caótica, tal como puede verse en algunos afloramientos del Grupo Moho y de las facies oriental de la Formación Arcurquina. En otras partes del valle del Vilcanota y más al oriente, incluye otras unidades litológicas inclusive más antiguas. Pero también se tiene otros casos, pero en ambientes subaéreo, con estructuras no muy caóticas no complicadas y con desplazamientos algo desordenados y por distancias al parecer considerables. Esto puede apreciarse en la parte nororiental del cuadrángulo del Cuzco.

Debido a tales deslizamientos, también se han formado pliegues muy plásticos pero sin ordenamiento en sus orientaciones hechos que complican el análisis porque no se encuentra ninguna relación entre estas estructuras y las mayores. Igualmente las fracturas, constituyen conjuntos que solamente pueden ser interpretados como zonas de fallamiento, puesto que individualmente sus planos de falla son algo problemáticos.

Las características indicadas representan un nivel estructural superior, y como se ha visto, abarca hasta la superficie en ambientes submarinos o subaéreos.

Es decir, estos tres estilos tectónicos aludidos, corresponden a niveles o pisos tectónicos diferentes, con una distribución tectogenética muy amplia con respecto al tiempo y a su vez variable en cada una de ella.

FASES TECTONICAS

Las fases tectónicas que se han distinguido, solamente se han ordenado en cuanto a su secuencia, sin habérselas podido dar una datación apropiada, por no tener las evidencias necesarias para la verdadera cronología de los distintos acontecimientos; desde que las edades conocidas, mediante abundante material paleontológico, solamente representan zonaciones y queda un gran margen de posibilidades en las zonas desprovistas de fósiles que son las más abundantes.

Las diferentes fases individualizadas presentan sus ejes con diferentes direcciones a lo largo de su recorrido, modificado por tectónicas superpuestas, es decir, que cada proceso de una fase posterior ha cambiado, en distinto grado, los resultados de la fase o fases anteriores (Fig. N° 5).

Pero, pese a existir fases tectónicas superpuestas, resalta de todos modos una de ellas, como imperante, ya que es la causante del aspecto integral dominante y es el reflejo del verdadero arquetipo andino. Dicha fase es la primera de plegamiento, en lo que se refiere al Ciclo Andino, que se hace inconfundible pese a que las otras fases han actuado con estilos diferentes e influido en ella.

A las diferentes unidades litológicas que han sido deformadas, desde el punto de vista de su comportamiento, se la ha considerado en:

- Un zócalo plástico mayormente plegado (Formación Urcos y Formación Ccatca).
- Una zona de amortiguamiento y con plasticidad moderada y muy incompetente (Grupo Copacabana).
- Una zona de transición
- Una zona competente-incompetente (Cretáceo-Paleógeno) que ha sido plegada y replegada por tectónicas de cobertura y superficiales, con un comportamiento disarmónico a distintos niveles, siendo el más relevante entre el Grupo Murco y el Grupo Chitapampa.

Tomando en cuenta todo lo anterior y las relaciones estructurales y estratigráficas de todas las unidades reconocidas, se han diferenciado las siguientes fases tectónicas:

Eohercínica del Neodevoniano, evidenciada inicialmente al igual que la siguiente fase y su superposición por Egeler y de Booy (1961) en esta parte andina. Está representada por la discordancia angular entre las formaciones Urcos y Ccatca del Eomesodevoniano y el Grupo Copacabana (Formaciones Chuquicahuana y San Salvador) del Wolfcampiano medio – Leonardiano.

Tardihercínica del Meso-neopermiano, interpretada en base a la discordancia levemente angular entre el Grupo Copacabana del Wolfcampiano-Leonardiano y el Grupo Mitu del Neopermiano-Triásico.

Nevadiana del mahu-berrasiano, determina unicamente como movimiento de tipo epirogénicos que dieron lugar a la discordancia erosional entre el Grupo Mitu y el Grupo Murco con la Formación Chillorolla y la Formación Huintuyo del Valanginiano-Hauteviriano.

Esta discordancia es muy importante pues significa un lapso muy grande dentro del cual ha tenido lugar una intensa remoción, siendo por tanto un problema interesante para investigarse.

Titicaca, denominada así para diferenciarla de los movimientos Larámicos o Alpinos, con quienes solamente hay cierta coincidencia en tiempo y se diferencian notablemente en su génesis y procesos. El nombre, aparte de ser mundialmente conocido, representa con magnífico lugar de apreciación de esta fase que se caracteriza por ser netamente epirogénica, y con un proceso oscilante que en el área del Cuzco y Livitaca ha debido empezar en el Cenomaniano. Estructuras caóticas de facies oriental de la Formación Arcurquina también parte del Moho, continuando en un proceso oscilante pero marcando el final de la transgresión Albiana y el consiguiente retiro de los mares. Ello originó las condiciones para la sedimentación netamente continental del Grupo Chitapampa del Santoniano-Eopaleoceno. Con la acumulación de la Formación Pucuto, termina el proceso de esta fase y da paso a la tectónica Peruana.

Peruana, representa al plegamiento andino más importante y que sustancialmente individualiza al ciclo andino diferenciándola en forma definida del orógeno hercínico. Se le asigna como datación comprendida entre el Neopaleoceno y el Eoceno, determinada en base a la discordancia angular entre la Formación Pucuto del Eopaleoceno y el Grupo Puno del Eoceno-Oligoceno.

Incaica, corresponde a un plegamiento menos intenso que el de la fase anterior y se le asume al Neoligoceno-Eomioceno, en base a la discordancia angular entre el Grupo Puno con sus niveles superiores hasta el Neoligoceno y la Formación Alfabamba del Mioceno.

Quechua I, muestra un plegamiento aun menos intenso que el anterior y se le atribuye al neomioceno-eoplioceno, por la discordancia angular entre la Formación Alfabamba y las Formaciones Huaylla y Pisquicocha.

Fase Pliocénica, esta fase afectó a rocas pertenecientes a las Formaciones Huaylla y Pisquicocha, cuyos afloramientos se encuentran en el cuadrángulo de Livitaca. Se caracteriza por sus ondulaciones leves. Esta fase se la considera del Plioceno terminal.

Fase Pleistocénica. La Formación Vilcarani ha sido afectada por esta fase, aflorando esta unidad a manera de remanentes al SO del cuadrángulo de Livitaca. Esta fase es de carácter distensional asociado a la sucesión de aparatos volcánicos.

Levantamiento plio-cuaternario, de tipo epirogenético y causante del verdadero inicio, proceso y actual surgimiento andino.

En todas las fases tectónicas indicadas en el área de Cuzco y Livitaca, las direcciones de los ejes tienen notables variaciones, razón por la que no se les da la orientación de sus

acortamientos, por ello está perturbado por hallarse en una zona de flexión. Dicha estructura, muy importante aún dentro del marco continental y especialmente para los Andes Centrales, se postula como la reacción de todo el tectógeno andino, frente a un fallamiento de rumbo de zócalo proterozoico o influencia del orógeno hercínico.

ZONAS ESTRUCTURALES

Según los afloramientos desde el punto de vista estructural, se ha diferenciado las zonas siguientes (Fig. N° 6).

- Zona noreste, presenta un conjunto de anticlinales y sinclinales muy apretados con sus ejes orientados en sentido Norte-Sur y Noroeste-Sureste. Esta tectónica pese a tener orientaciones andinas, constituyen parte del orógeno hercínico, con sus ejes de acortamiento dirigidos en el mismo sentido o muy parecido, pero se diferencian notablemente por el tipo de plegamiento.

Estos pliegues mayormente son asimétricos con cierto acortamiento hacia el Oeste-Suroeste. Además suelen estar acompañados de esquistocidad bastante clara.

En esta zona también se halla gran cantidad de fallas, muchas de ellas con planos axiales verticales a subverticales y orientaciones similares o paralelas a las de los pliegues, aunque no son raras de fracturas con rumbo Este-Oeste, en algunos casos flexionadas, también, los ejes de algunos pliegues ofrecen cierta flexión hacia el Noroeste.

- Zona de Vilcanota, esta zona de gran importancia como ya se anotara anteriormente por ser el lugar de límites de facies o de cambio o de interdigitación, tal como ocurre con el Grupo Puno en el primer caso, y con las unidades cretáceas en el segundo, se han diferenciado dos subzonas :

La primera constituida por un anticlinal fallado y muy simple, asimétrico con pequeño acortamiento hacia el Noreste. El núcleo está conformado por el Grupo Copacabana en su tramo septentrional, donde se halla cubierto por el Grupo Mitu y termina contra las estructuras del valle de Huascanayo. Es de amplitud kilométrica y sus flancos ofrecen pequeñas variantes en cuanto a su inclinación.

La otra subzona o meridional, también corresponde a un anticlinal pero con una amplitud menor que el anterior, aunque también es kilométrico y está formada por rocas del cretáceo mejor expuestas en la margen izquierda y no así en la margen derecha, donde por solución de continuidad de tales rocas, se presenta el orógeno hercínico.

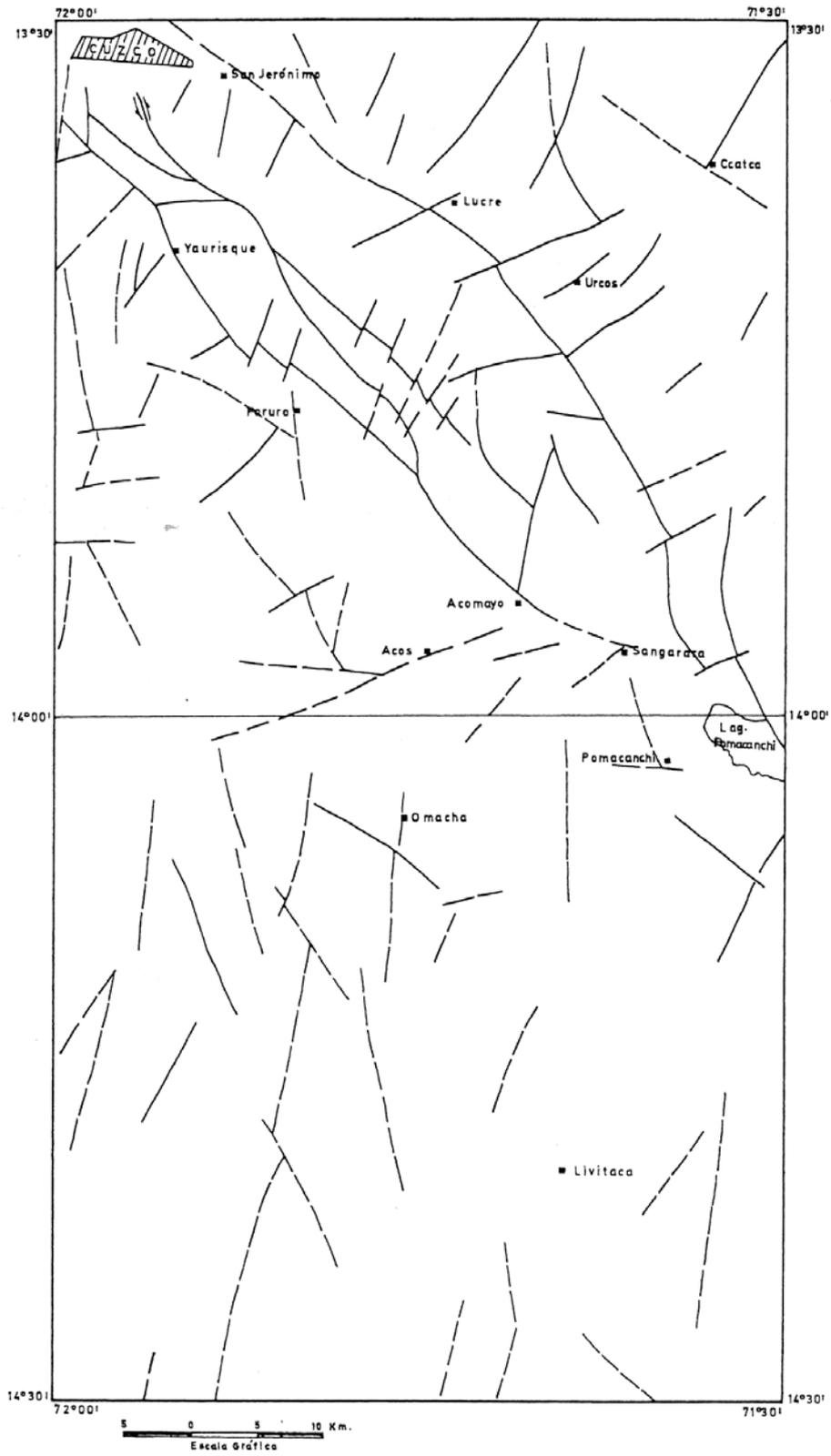


Fig.Nº5 MAPA ESTRUCTURAL DE LOS CUADRANGULOS DE CUZCO Y LIVITACA

Existen numerosas fallas, algunas con reactivación aún reciente y se les asume vinculada al vulcanismo Rumicolca. Estas fallas son normales o inversas.

Las emisiones volcánicas están relacionadas con las fallas normales y tienen una orientación Norte-Sur a Noreste-Suroeste, y tales depósitos se halla en las intersecciones con el fallamiento principal del Vilcanota.

También existe un sistema de fallamiento paralelo al plegamiento. Las fallas del lado nor-oriental tienen en algunos casos un juego bascular, es decir que a veces actúan como normales y otras como inversas. En lo que respecta a las que se hallan al suroeste, constituyen un fallamiento paralelo en bloques donde el Grupo Chitapampa se halla conformando un “graben” y terminan con el fallamiento Huatanay.

- Zona de Huatanay, aun siendo su extensión algo reducida, se le ha considerado como una zona independiente por sus características que la diferencian de otras, y precisamente es en esa parte donde se halla ubicada la ciudad del Cuzco.

Se trata de un fallamiento de distensión, donde los planos limitantes son convexos hacia fuera, encerrando un espacio de traza horizontal, algo lenticular en su parte Noroeste. Hacia el Sureste continúa con un fallamiento paralelo. La parte interna se presenta a manera de “horst” que, dada su gran plasticidad ofrece estructuras aparentemente anómalas y hasta algo caóticas.

Este fallamiento está vinculado con el emplazamiento del “stock” de la unidad Sacsayhuamán, que en conjunto todo el afloramiento tiene su mayor eje en el sentido medio del fallamiento, pero en detalle las mejores exposiciones se encuentran en los apófisis del Rodadero, respecto a la cual se puede indicar lo siguiente :

Sobre este lugar ubicado cerca de las ruinas de Sacsayhuamán, se han hecho interpretaciones controvertibles de un hecho, que al parecer, es el resultado de un mecanismo simple, pero su genética es algo compleja. El afloramiento continuo tiene una forma de perímetro groseramente elipsoidal, con un diámetro mayor cercano a los 200 metros, constituye una superficie con espejos de fallas, muy bien conservados, de aspecto particular.

A todo el conjunto se les puede interpretar como una serie de bloques, algo irregulares, con un plegamiento asimétrico paralelo, cuyos ejes terminan contra fracturas transversales, y que representan un pequeño anticlinorium cuyos planos axiales tienen buzamiento convergente en profundidad, pero con cierta tendencia general de mayor acortamiento hacia el Noreste.

- Zona de Sangarará-Pomacanchi, está conformado por una depresión que se prolonga hasta más allá de la laguna Langui Layo, con un alineamiento general en sentido Noreste-

te Sureste y en parte algo subparalelo al valle del Vilcanota. Constituye una depresión de tipo “graben”, producto de un fallamiento escalonado con descenso del Noreste al Suroeste. Las escarpas se hallan muy remocionadas y dentro de dicha cubeta se encuentra la unidad plutónica de Pomacanchi. La cubeta tiene límites sinuosos y por tanto su ancho es variable, apareciendo en el fondo del Grupo Moho y la Formación Arcurquina.

Dichas unidades litoestratigráficas, son las que le dan una particularidad estructural a esta zona por su estructura caótica. Dicho caso particular presenta un plegamiento de diferente tamaño, totalmente disarmónico, mostrando lugares muy complicados o sin relación alguna, constituyendo un amontonamiento de pliegues fragmentados con sus ejes retorcidos o tan sólo por una mezcla de porciones calcáreas y arenisco-limo-arcillosas muy irregular y caprichosas, conformando un verdadero “melange”.

Estas estructuras se interpretan como deslizamientos o subsolifuxiones debidas al inicio de la fase tectónica Titicaca; sin descartar, al menos en algunos casos o parcialmente, una acción o impulso sisogénico.

- Zona de entre Huatanay-Vilcanota y Apurímac, es una de las más amplias del área y está conformada por unidades litológicas del Cretáceo y fundamentalmente del Cenozoico.

Está constituida mayormente por pliegues de gran radio de curvatura, constituyendo, al menos en varios lugares, un sinclorium afectado por la discordancia angular más marcada dentro de la tectónica andina, separando a los Grupos Chitapampa y Puno.

La orientación del plegamiento es esencialmente andina, con una flexión hacia el Noroeste-Oeste a la altura de Yaurisque. Este hecho es de gran trascendencia puesto que marca el inicio de una flexión que cambió bruscamente el estilo andino, estructura que, dando prioridad a la toponimia más importante, se le denomina el “codo del Cuzco”. Esta estructura se interpreta como debida a una reacción provocada por el comportamiento del zócalo al ser una vez más afectado por un fallamiento de rumbo de gran envergadura es decir, hasta nivel continental. Dicha actitud del zócalo ha ocasionado tanto la formación de nuevas estructuras como la reactivación de otras con una actividad igual o diferente a las que tuvieron inicialmente, tanto en su magnitud como en el tipo de movimiento.

Comprende tres niveles, en el inferior (Fase Peruana) los anticlinales en su mayor parte son amplios e íntegramente corresponden a las unidades detríticas del Grupo Chitapampa, salvo los casos donde se presentan las calvas de la formación Arcurquina, pues ahí se aprecian desarmonías y contactos por fallamiento. Dichos pliegues son simétricos y concéntricos, a diferencia de los de las calizas que son más complicados y con una deformación mucho más intensa y hasta torción en los ejes, pero sin llegar al grado de perturbación indicado en la zona anterior.

El nivel medio muestra únicamente pliegues de gran curvatura, con un plano axial de inclinación variable según el lugar que se considere, terminando los ejes contra fallas, además, casi todo el plegamiento es isopaco, salvo en los casos donde la variación es singenética en sentido petrológico.

El nivel superior, es otra particularidad regional y se trata de una modalidad en su fracturamiento y movilización que dificulta su identificación y llega hasta presentar un aspecto algo desordenado, tal como puede apreciarse al Norte Noroeste y Yaurisque y en la divisoria de aguas entre Rondocan, Ruiquijana y Acomayo.

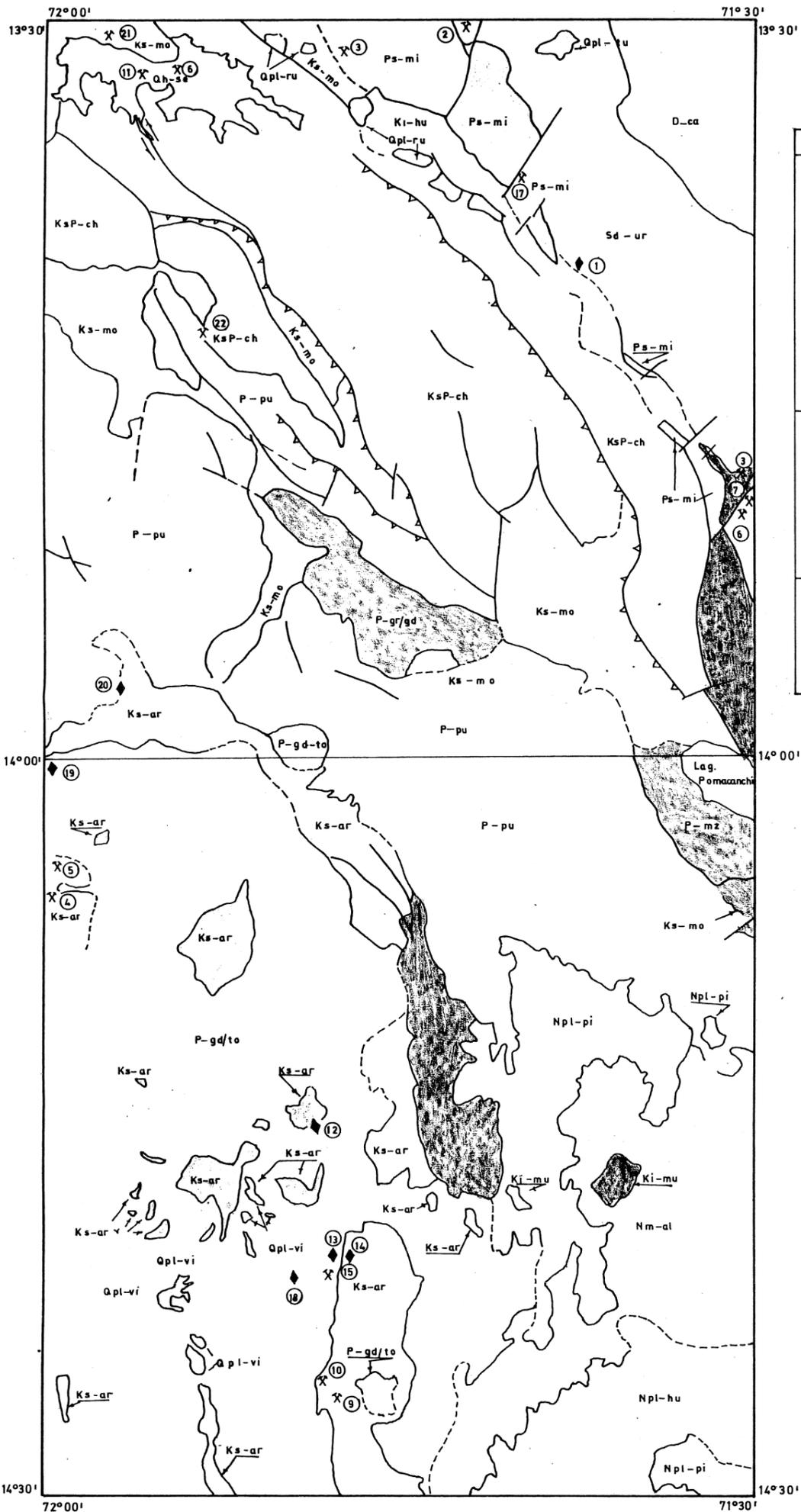
- Zona entre Huancané-Livitaca y Apurímac, aunque no necesariamente está limitada por estos valles, en sentido estricto, se le denomina así por ser ellos magníficos elementos referenciales y en cierto modo circunscriben a una zona morfoestructural.

A excepción de los afloramientos de los cerros Llallahua, Sihuinta y en la quebrada Labramayo con restos de pliegues muy fracturados, en toda esta zona las estructuras son muy sencillas.

La mayor parte de las capas se hallan horizontales o subhorizontales, en menor cantidad con ondulaciones pequeñas. El aspecto más notable se aprecia alrededor de la Señal de Quecha Grande, donde las capas con pequeña inclinación del tipo centrífugo se disponen hasta los valles del Apurímac y Livitaca, destacando estructuralmente la disyunción columnar.

- Zona suroccidental, representa toda la parte ubicada al occidente de los valles de Huancané-Livitaca-Apurímac, extendiéndose desde el alineamiento constituido por el primero hasta su unión con el segundo y la de ésta con el tercero, prolongándose hacia la zona de los cuadrángulos de Cotabambas, Santo Tomás, Velille y Cayarani.

En cuanto a plegamiento, los aspectos más importantes los presentan el Grupo Murco y la Formación Arcurquina, encontrándose los cuerpos más voluminosos y extensos entre los valles de Velille y Livitaca, al Oeste del primero las exposiciones son más reducidas y aisladas, y en todos los casos el contacto inferior es de carácter intrusivo.



Era	Sistema	Serie	Unidades Litoestratigráficas
Cenozoico	Cuatern.	Holoceno	Formación Rumicolca
		Pleistoceno	Formación San Sebastián
			Formación Vilcarani
	Neógeno	Plioceno	Formación Pisquicocha
		Mioceno	Formación Huaylla
			Formación Alpabamba
	Paleógeno	Oligoceno	Grupo Puno
		Eoceno	
		Paleoceno	
	Mesozoico	Cretáceo	Superior
Grupo Moho			
Formación Arcurquina			
Inferior			Formación Huancané-Huambutio
			Grupo Murco
Paleozoico	Inf. Sup.	Pérmico	Grupo Mitu
			Grupo Copacabana
	Inf.	Dev.	Formación Ccatca
			Silúrico

Escala - 1:400,000

Batolito de Apurímac	P-gd/to
Plutón de Pomacanchi	P-mz

Leyenda

- X Mina
- ◆ Prospecto minero
- Falla inversa
- Falla de rumbo

Fig. N° 6

LEYENDA

Metálicos				No Metálicos	
Minas		Elementos	Prospectos	Elementos	
X ② Agrominera Santa Alicia		Ag, Pb, Zn	◆ ① Arena Violeta	Cu, Ag	
X ③ Cruz Oscollo		Cu, Ag, Au			
X ④ San Marcelo		Pb, Ag			
X ⑤ Poderosa		Pb, Ag			
X ⑥ Virgen de las Mercedes		Ag, Cu			
X ⑦ Sol de Cobre Adolfo		Cu			
X ⑧ Ana María		Ag, Ag-Pb-Cu			
X ⑨ Katanga		Cu, Ag, Au			
X ⑩ Anivio		Cu, Ag, Ag			
X ⑪ Corazón de Santa Rosita		Cu, Ag	◆ ⑫ Caliza azul	Ag-Pb	
			◆ ⑬ Quimbalate	Cu	
X ⑮ Aurea		Cu, Ag	◆ ⑭ Providencia D.	Cu, Ag	
X ⑯ Alambreira		Cu, Ag			
X ⑰ Elsa		Pb, Ag	◆ ⑯ Silvia	Cu, Au	
			◆ ⑰ Carmelitana	Pb	
			◆ ⑱ Tres Amigos	Pb, Zn, Ag	
				X ⑲ Salinas San Sebastián (Sal común)	
				X ⑳ Salinera Occopata	

GEOLOGIA ECONOMICA

En el área de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca el estudio de la Geología Aplicada es de singular importancia tanto para el conocimiento de sus recursos minerales con miras a un adecuado aprovechamiento, así como también la mejor utilización de sus suelos, desde el punto de vista agrícola y como fundaciones de obras de ingeniería Civil (presas, túneles, carreteras y edificaciones en general), así como la prevención corrección o defensa de los fenómenos geodinámicos externos.

Dada la naturaleza del presente informe, en el campo de la Geología Aplicada solamente se dará una referencia muy general de los aspectos más importantes, puesto que obviamente cada uno de ellos es materia de estudios particulares y especializados.

Para fines del plano el símbolo es usado para simbolizar las minas sin que esto signifique que las minas se encuentran en operación actualmente.

YACIMIENTOS MINERALES METALICOS

Varina y Violeta

El Prospecto se encuentra ubicado en los parajes de Cruz Mocco y Ccori Orcco, distrito de Urcos en la Provincia de Quispicanchis. A una altitud promedio de 3,200 m.s...n.m., siendo sus coordenadas geográficas Longitud Oeste $71^{\circ} 37'$ y $13^{\circ} 40'$ de Latitud Sur.

Este yacimiento de cobre y plata se encuentra dentro de una secuencia de pizarras y esquistos pizarrosos intensamente plegados de la Formación Urcos. La secuencia estratigráfica descrita está cubierta por material detrítico parcialmente consolidado y por material suelto.

La precipitada estructura se le puede tipificar, como relleno de fisura de cuarzo, baritina y sustitución. El mineral útil ocurre como “ojos de calcosina” no mayor a 10 centímetros de largo e impregnaciones de malaquita, azurita de irregular distribución.

Agrominera Santa Alicia

Esta mina se encuentra ubicada en el paraje de Hatuntuna distrito de Caicay en la Provincia de Paucartambo; siendo sus coordenadas geográficas Longitud Oeste 71° 42' y 13° 30' de Latitud Sur.

El depósito está constituido por la veta Santa Alivia, presenta mineralización conspicua al atravesar una secuencia de arenisca y se prolonga luego de sufrir una inflexión dentro de las pizarras. La mineralización cerca de la superficie esta constituida por siderita, limonita, galena, blenda, cuarzo. A pocos metros desaparece las limonitas y siderita presentándose mas nítidamente pirita, cuarzo, galena, blenda siendo las sustancias económicas el plomo y el zinc.

Afloran abundantes pizarras oscuras interestratificadas con horizontes de cuarcitas blancas de la Formación Urcos. Un intrusivo de composición riolítico aflora a poca distancia.

Cruz Oscollo

Esta mina se encuentra cerca al Cerro denominado Sacsahuina en el distrito de Quiquijana, en la Provincia de Quispicanchis. A una altitud promedio de 3,750 m.s.n.m.

En el área donde se ubica la mina aflora una secuencia de pizarras y esquistos pizarrosos intensamente plegados; en esta secuencia se han evidenciado mantos mineralizados que ocurren interestratificados con la secuencia descrita.

Este yacimiento está constituido por lentes mineralizados inconexos de cobre que afloran en longitudes que varían entre 15 y 40 metros y grosor entre 0.40 y 1.10 metros.

La mineralización consiste de calcopirita asociado a pirita, y limonita con ganga de cuarzo baritina. Este prospecto minero extrae minerales de cobre, plata y oro.

San Marcelo

Ubicada en el Cerro Huamahuire en el límite occidental del cuadrángulo de Livitaca y al sur de Capacmarca en la provincia de Chumbivilcas. Sus coordenadas geográficas son Longitud Oeste 71° 59' 50" y 14° 07' 00" Latitud Sur.

Esta mina fue descubierta en la década del 40 y las rocas albergantes corresponden a la Formación Arcurquina, que constituye un conjunto calcáreo con estratificación gruesa y un suave flexuramiento en la parte superior. Entre dichos estratos se intercalan "sills" de naturaleza andesítica porfiríticas con espesores entre los 0,6 y 20 metros aproximadamente.

Asimismo, la secuencia calcárea se halla intruido por diques y apófisis dioríticas de largo recorrido y en espesor de 1 a 5 metros. El fallamiento es intenso y a lo largo de dichas fracturas se hallan pequeñas vetillas de óxido de fierro.

Las calizas tienen una coloración gris oscura y poseen una cantidad apreciable de nódulos o masas irregulares de sílice, con rumbo en el lugar del yacimiento de N 60° E, N 70° E y un buzamiento entre 55° y 65° al NO. La veta posee rumbo promedio de N 75° E con un buzamiento de 70 NO y un ancho de alrededor de 1 metro, pero con pocas fluctuaciones de importancia salvo en profundidad, que se aprecia un incremento en el grosor, pero aumenta notablemente la proporción de calcita y el factor de disolución se hace muy alto.

Las cajas, mayormente son calcáreas. Hacia niveles más profundos el techo está dado por un “sill” alterado y que a poca distancia se vuelve discordante.

Las rocas caja tienen sus contactos bien definidos y la mineralización en su mayor parte consiste de sulfuros de plomo, zinc muy diseminados o en concentraciones que conforman cierto bandeamiento o de contornos muy irregulares. El mineral predominante es la galena en parte argentífera, estando en menor cantidad de chalcopirita y menor aún la esfalerita. Su producción mensual era de 5 toneladas de mineral pallaqueado en el año 1960.

Poderosa

Se encuentra en el distrito de Capacmarca de la provincia de Chumbivilcas; en la parte oriental del cerro Armahuacho al NO de la mina San Marcelo por tanto al sur de Capacmarca y cerca del límite occidental del cuadrángulo de Livitaca, siendo sus coordenadas geográficas Longitud Oeste 14° 07' 30" y Latitud Sur 71° 58' 30" a una altitud promedio de 4,630 m.s.n.m.

Al momento de la visita la mina estaba paralizada (1960), pero se sabía que su producción mensual era de 5 toneladas de mineral pallaqueado.

Se halla en la misma unidad litoestratigráfica indicadas para la mina San Marcelo y con características iguales a excepción de la flexión superior. También los diques y “sills” son más gruesos, habiéndose observado uno con algo más de 45 metros y de naturaleza diorítica.

El depósito está constituido por tres vetas con una orientación N 40° y N 50° con una inclinación de 30° a 45° al NO. El ancho varía de 0.50 metros a 1.0 metros y con una longitud de más de 400 metros en la más larga y menos de 100 metros en la más corta. Las cajas están bien definidas solamente en la veta intermedia y en las otras se halla alteradas.

El mineral consiste parcialmente de galena en partes argentíferas y en menor proporción esfalerita, con una ganga mayormente calcítica, presentándose también algo de barita.

Localmente la veta más larga se halla brechada, cuyos fragmentos mayormente son de la caja y la mineralización está distribuida a manera de franjas o irregularmente.

Virgen de las Mercedes

Esta mina se encuentra ubicada en la falda norte y oeste de los cerros Cumu Orco y Haira Cruz teniendo como acceso más próximo la quebrada del río Anallaimayo (Lampamayo); en el distrito de Quiquijana de la Provincia de Quispicanchis entre los 3,600 y 3,800 m.s.n.m.

El yacimiento consiste de mantos mineralizados que ocurren concordantes con los planos de estratificación de las pizarras. Al NE y fuera de los límites del denuncia afloran algunos estratos de caliza.

La mineralización yace en forma lenticular. Las especies mineralógicas predominantes son: chalcopirita y hematita en ganga predominante, baritina, pirita, cuarzo y limonita.

La litología predominante del área está constituida por una secuencia de pizarras y esquistos pizarrosos intensamente plegados, que en su mayor parte están cubiertos por material detrítico.

Las estructuras mineralizadas reconocidas ocurren interestratificadas con la secuencia descrita.

Sol de Cobre Adolfo

Se ubica en el paraje denominado Llampá en el distrito de Quiquijana, dos kilómetros al este de la mina Virgen de las Mercedes.

Las rocas albergantes son los esquistos pizarrosos de la Formación Urcos. Los afloramientos corresponden a tres estructuras denominadas veta alta, veta baja, veta abele; con minerales de cobre similares a la mina Virgen de las Mercedes. El depósito está constituido por limonita, pirita, chalcopirita.

Ana María

Se ubica en el paraje de los cerros Pachatusán del distrito de Oropeza en la provincia de Quispicanchis a una altura de los 4,300 m.s.n.m.; siendo sus coordenadas geográficas 71° 48' 38" longitud Oeste y 13° 29' 30" latitud Sur.

En el área de la mina se presentan rocas volcánicas alteradas de composición traquítica andesítica y en muy poca proporción calizas principalmente en el extremo norte del P. P de la mina toda esta litología es la correspondiente a la Formación Pachatusan.

En base a las labores existentes se aprecian 5 afloramientos no mayores de 20 metros. La mineralización observada está constituida por malaquita, cobre gris, y galena. La ganga es el cuarzo apreciándose muy escasamente la pirita.

Katanga

Se halla ubicada en la margen derecha de la quebrada de Yanacocha, al Norte de la hacienda Chilloroya, en el distrito de Chamaca provincia de Chumbivilcas a 4,100 m.s.n.m. y aproximadamente a 10 kilómetros NO de Velille y unos 50 kilómetros al NO del pueblo de Yauri.

Este yacimiento de cobre fue explotado en el siglo pasado y al momento de la visita se hallaba paralizado.

En Katanga se conocen dos cuerpos principales groseramente tabulares con fuerte inclinación y rumbos NE. La roca de caja también corresponde a la Formación Arcurquina y en el lugar mineralizado se tiene un rumbo de N 50° a 60° E y se halla afectado por una monzonita porfírica. El contacto es casi vertical y en la parte superior se halla abundante granate.

La mineralización corresponde a malaquita y crisocola, y en menor cantidad specularita, chalcopirita y pirita generalmente distribuidos de manera esporádica y también en la monzonita.

Existen algunas zonas de alteración, donde el panizo contiene pequeñas manifestaciones de malaquita y limonita.

Los depósitos conocidos como Katanga y Suivio son del tipo metasomático de contacto y ocurren dentro de cuerpos de tactita brechada localizadas en los alrededores de un contacto entre rocas intrusivas (diorita porfírica) y calizas asignadas al Cretáceo Superior.

Estructuralmente los depósitos parecen estar relacionados a una falla longitudinal que forman un cimoide en el área de Katanga.

Corazón de Santa Rosita

Se ubica en el paraje de Concco granja Kayra en el distrito de San Jerónimo en la Provincia del Cuzco a una altura promedio de 3,500 m.s.n.m.; siendo sus coordenadas geográficas 71° 53' de longitud Oeste y 13° 33' 27" latitud Sur.

En el área de este prospecto las rocas aflorantes y encajonantes son areniscas interestratificadas con limolitas de la Formación Lucre. Tienen un rumbo predominantemente SE y NW; interestratificadas a las rocas mencionadas se observan tres estructuras mineralizadas siendo la del lado este la principal que aflora a lo largo de 200 metros aproximadamente.

La mineralización es de malaquita y calcosina presentándose en pequeños lentes muy espaciados dentro de una matriz de lutita caolinizada y a veces algo silcificada.

Calcita Azul-Quimbalate-Providencia D

El prospecto Caliza Azul se encuentra ubicada en el paraje denominado Churuhire en el distrito de Omacha de la provincia de Paruro.

El prospecto Quimbalate se encuentra ubicado en el paraje Supunuyo en el distrito de Livitaca en la provincia de Chumbivilcas.

El prospecto Providencia D se encuentra ubicado en el paraje Quisicancha en el distrito de Livitaca en la provincia de Chumbivilcas.

Estos prospectos se encuentran alineados de norte a sur partiendo del prospecto Caliza Azul, continuando hacia el sur por Quimbalate, Providencia D, luego Aurea, Monte Rojo, Suiko, Katanga, separados entre si por tres, dos, ocho, cuatro, seis kilómetros sucesivamente.

En el área inspeccionada afloran de manera discontinua cuerpos de diorita y granodiorita que están intrusionando a una gruesa secuencia de sedimentos calcáreos que están cubiertos por material inconsolidado.

Asociado a los estratos calcáreos se ha reconocido una estructura del tipo filoneo. El relleno mineralizado está constituido por galena finamente diseminada en ganga de calcita, óxidos de fierro y roca de caja; todas estas características se observaron en el prospecto Caliza Azul.

Para los prospectos Quimbalate y Providencia D, las características geológicas y estructurales son similares y la mineralización está localizada en el contacto de los intrusivos granodioríticos con los calcáreos; formando yacimientos de contacto metasomático de distribución aparentemente irregular.

El relleno mineralizado está constituido por azurita, malaquita, crisocola y ocurrencias de chalcopirita, bornita, blenda, en ganga de óxidos de fierro, limonitas, ilmenita, y la roca de caja es alterada.

Aurea

La mina Aurea se ubica en el paraje Sayac Rumi, distrito de Chamaca, sus coordenadas geográficas son 71° 48' long. Oeste 14° 21' latitud Sur localizándose dentro de la Formación Arcurquina.

El denuncia inspeccionado pertenece al mismo distrito metalogénico donde están ubicados los prospectos Caliza Azul, Providencia D, Quimbalate, Katanga.

La mineralización está localizada y principalmente en el contacto de intrusivos granodioríticos son sedimentos calcáreos y ocasionalmente en fracturas vinculadas a la intrusión.

El relleno mineralizado está constituido por azurita, malaquita, crisocola, y en mínima proporción bornita y chalcopirita en ganga de pirita, óxidos de fierro limonitas y granate.

Las rocas que afloran en la zona están constituidas por calizas de color azul; gris claro bastante plegados. Intrusionando a estas rocas sedimentarias se presentan pequeños stocks de intrusivos de composición monzonítica. El contacto entre estas rocas se manifiesta en algunos puntos a manera de farallones de anchos hasta 4 metros con abundante contenido de granatita y minerales de cobre. La mayor parte del contacto se encuentra cubierto por depósitos aluviales.

En algunas labores se observa que la mineralización se presenta del contacto hacia el intrusivo en forma diseminada concentrándose en vetillas, y está constituido por las soluciones hidrotermales residuales proveniente del batolito de Apurímac constituido por granodioritas tonalitas constituyendo un depósito metasomático de contacto.

Alcumbra N° 2

Se encuentra en el distrito de San Jerónimo, provincia del Cuzco. Su acceso a la mina se realiza mediante una trocha carrozable (8 km), a partir del pueblo de San Jerónimo,

dista a 7 km a la ciudad del Cuzco. Sus coordenadas geográficas son longitud Oeste $71^{\circ} 53' 20''$ y latitud S UR $13^{\circ} 33' 37''$. Esta zona cuenta con recursos de agua que discurren por las quebradas y riachuelos que desembocan al río Vilcanota.

La mineralización tipo vetas con rumbo N 80° O y buzamiento de 70° a 75° O es concordante a los estratos areniscosos con la presencia de carbonatos de cobre como malaquita y azurita; sulfuros secundarios de calcosina; la cual se halla finamente diseminada en las areniscas aunque también se presenta en pequeñas concentraciones en valores de plata.

Datos analíticos generales arrojaron una ley de 7.6% para el cobre y 5.8 oz/tc para la plata, esta ley es el promedio de cuatro muestras tomadas.

Las rocas encajonantes son areniscas del Cretáceo superior. El tamaño del yacimiento es pequeño, la potencia de las vetas son angostas de 20 a 25 centímetros con marcada tendencia a reducirse en profundidad. El proceso de enriquecimiento es hidrotermal.

La irregular distribución de valores no permite obtener mejor calidad de mineral con un escogido a mano.

La producción para el año 1970 es de 0.48 TM de Cu-Ag con leyes de 5% para el cobre y 4% Oz/Tc para la plata.

Las reservas probadas son de 0.13 TM con leyes de 8% para el cobre; 6 Oz/Tc. En las actuales condiciones sólo se pueden considerar como reservas las existentes en las vetas 1 y 3.

Cabe mencionar que el balance económico de costos de operación superan al producto primario, por lo tanto la operación de esta mina es submarginal.

Elsa

Se encuentra en el paraje Jatuntuno, la mina es la más cercana al distrito de Caicay en la provincia de Paucartambo. La mina es accesible por carretera del Cuzco hasta Huassac, en una distancia de 60 kilómetros y luego, por camino de herradura de 5.5 kilómetros hasta el campamento. Sus coordenadas geográficas son longitud Oeste $71^{\circ} 40'$ y latitud Sur $13^{\circ} 36' 43''$.

Las vetas tienen un rumbo de N 10° O a N 25° O y buzamiento de 70° - 80° E. La ocurrencia mineralizada está en el contacto de la riolita y la pizarra, como relleno de fracturas se tiene minerales de plomo, zinc; éste relleno va desapareciendo en el sedimentario. El tipo de yacimiento es a manera de clavo mineralizado.

El yacimiento es de plomo y plata, las especies minerales que destacan son la galena y la blenda. No existen datos analíticos. El tipo de roca encajonante es la pizarra que ha sido mineralizada por el stock riolítico, los minerales de ganga son el cuarzo y la pirita.

Acercas de la explotación y desarrollo todas las labores están practicadas debajo del afloramiento principal, siguiendo el alineamiento del diques, exceptuando una cortada superficial de 22 metros hacia el sur. Se cuenta con dos niveles en la parte alta con longitud de 19.9 metros, y de allí se abre una galería de 5 metros de longitud con dirección para intersectar la veta a la altura del clavo mineralizado.

Sólo en partes accesibles de estas labores el mineral fue explotado parcialmente quedando aun vestigios. El tamaño del yacimiento es pequeño y no se conoce el volumen explotado.

Leyes para el año 1965 :

1.654 Tm con Pb: 42.5%, Ag: 10.7 Oz/Tc

2.083 Tm con Pb: 59.18%, Ag: 16.6 Oz/Tc

Silvia I

Se encuentra ubicada en las inmediaciones del poblado Sorimana, exactamente está en el paraje Minniscata del distrito de Túpac Amaru de la provincia de Canas. Aproximadamente a una altura de 3,500 m.s.n.m.; sus Coordenadas Geográficas son longitud Oeste 71° 50' y Latitud Sur 14° 21' encontrándose dentro del Batolito de Apurímac del Paleógeno.

Este yacimiento explota minerales de cobre y oro la ocurrencia mineralizada se encuentra formando una veta con rumbo N 65° E y buzamiento 62° NW; el relleno de ésta se halla constituido principalmente por malaquita y diseminaciones de chalcopirita y oro en cantidades menores.

La estructura filoneana es de distribución errática con un grosor en promedio de 0.70 metros. En profundidad se aprecia un estrechamiento y empobrecimiento en cuanto a la ley de cobre. Los minerales de ganga son la sericita, limonita, roca caja alterada y panizo; la alteración es la oxidación; el proceso de enriquecimiento es hidrotermal.

Datos analíticos arrojaron leyes de 0.86% de cobre ley promedio de nueve muestras tomadas de las labores 1,2 y 4, las rocas encajonantes son de composición dacítica riolítica del Cretáceo superior al Paleógeno. En la zona existen gruesos estratos de derrames volcánicos con textura brechoide en algunos casos; las ocurrencias mineralizadas de este pequeño yacimiento se han dado a conocer mediante ciertas labores exploratorias consistente en trincheras, pequeñas galerías y medias barretas. Existen labores de explotación; media ba-

rreta de 13 metros incipiente al piso en tramos finales (labor 1) y una galería de 6 metros siguiendo la dirección de la veta (labor 2).

Las labores ejecutadas en la única estructura reconocida actualmente de distribución errática de mineralización y ocurrencia lenticular no muy conocida, con valores evidentemente submarginales limita las posibilidades para un plan de desarrollo.

Actualmente toda operación está paralizada y no existe algún registro de producción pasada ni mineral acumulado en canchas.

En las condiciones existentes, dado el incipiente laboreo y las características aparentemente lenticular de frecuencia imprevisible de la estructura reconocida, no es posible asumir reservas minerales de algún orden.

Carmelitana

Se encuentra a pocos kilómetros de la localidad de Capacmarca exactamente en el Cerro Minanniyocasa de la provincia de Chumbivilcas a una altitud de 4,200 m.s.n.m.

El depósito es hidrotermal en forma de manto, de 30 centímetros de espesor; tiene una dirección N 70° W y buzamiento 40° NE, la mineralización está compuesta por galena.

El mineral ensaya 10% de plomo, menos del 1% de zinc y algunos gramos de plata por tonelada.

En la zona aflora cuarcitas de color claro que tiene una dirección N 70° W y buzamiento 40° NE.

Tres Amigos

Este prospecto se encuentra ubicado en la provincia de Chumbivilcas, 5-6 kilómetros de la localidad de Capacmarca. Se encuentra justo al sur del caserío de Pajorhuasi (Pacuray), a una altura de 4,200 m.s.n.m.

Este prospecto tiene minerales reconocidos de plomo, zinc, plata siendo los minerales de mena de galena y cerusita.

La veta está constituida por galena en pequeños granos e hilos, justo con algo de cerusita en ganga de óxido de hierro. El mineral contiene 0.3% - 3.5% plomo, 7% - 8% de zinc y trazas de plata.

La veta ha sido explorada por trazas de plata en una distancia de 200 metros según su dirección, siendo su rumbo al este y buzamiento 50° - 70° al sur.

La veta tiene un espesor de 0.80 a 1.30 metros y 200 metros de largo. En la zona existe mayormente calizas de color claro y denso que está cortando a la veta.

Depósitos de Fierro

Este tipo de yacimiento ha sido objeto de diferentes estudios, debido a los afloramientos existentes especialmente en los cerros Umarero, Iatuntaya, Manchado, Quere, Mancalivitaca y otros más.

Todos los depósitos observados son de contacto metasomático, debidos a la intrusión de cuerpos granodioríticos en la Formación Arcurquina. Tales depósitos se han formado de preferencia donde los estratos calcáreos se hallan intensamente fracturados y plegados. En el contacto las calizas frecuentemente se encuentran recristalizadas y silicificadas en mayor o menor grado aún, según el lugar. También se aprecia la ocurrencia de granate.

Según se puede deducir, por los estratos observados, parece que la aureola metamórfica es algo reducida, puesto que las calizas sin alteración o ligeramente recristalizadas se presentan relativamente a corta distancia del contacto. En el área de afectación ofrece profunda alteración y la presencia de granates. También en algunos casos ha habido un reemplazamiento selectivo con respecto a las diferentes capas calcáreas según su composición, dando como resultado una alternancia de capas con mineralización de hierro y otras recristalizadas entre calizas sin mayor o ninguna afectación.

En general, todos los cuerpos mineralizados son en su mayor parte masivos, sin conservar la estratificación inicial de las rocas calcáreas, pero en conjunto poseen una lenticularidad manifiesta y variable según estén vinculadas con “stocks”, apófisis o “sills”.

El control de la mineralización en el emplazamiento de los depósitos de fierro, según lo indicado, está dado por el contacto entre los intrusivos y las calizas y a su vez por la diferente composición de éstas, influenciado en cierto modo por la intensa fracturación.

El mineral de todos estos yacimientos consiste fundamentalmente de magnetita con menor cantidad de hematita y limonita. También poseen goethita y pirita. En áreas cercanas a éstos depósitos suelen presentarse manifestaciones de malaquita y bornita en forma muy irregular.

Depósitos de Oro

Solamente existen referencias sobre la existencia de placeres auríferos, especialmente en el valle del Apurímac, estos corresponderían a depósitos aluvionales donde se comenta haberse encontrado laminillas y granos, pero en todo caso siempre circunscritos a pequeños espacios y desperdigados a lo largo del valle.

YACIMIENTOS NO METÁLICOS

Están representados esencialmente por la sal y el yeso que se presentan preferencialmente en el Grupo Mitu y en el Grupo Chitapampa, la mayoría de ellos extraídos para una aplicación muy local y de acuerdo a sus necesidades, razón por la que los requerimientos son exigüos y permiten que algunos depósitos sean trabajados, durante mucho tiempo, pese a su reducido volumen se refiere, es el que se halla a inmediaciones de Yaurisque y Molle-Molle.

Salinas San Sebastián

Se encuentra ubicada en la provincia y distrito del Cuzco. A la altura del kilómetro 88 de la carretera que va Cuzco-Abancay, su acceso es por carretera asfaltada. Cercano a la laguna Ccorojocha. Sus coordenadas geográficas Longitud Oeste 71° 56' 53" y Latitud Sur 13° 31' 00".

Este yacimiento de sal común es evaporítico lagunar, su proceso de enriquecimiento de esta variante se origina por medio de filtraciones de agua salada. Este yacimiento consiste de un solo manantial de salmuera que afora 0.20 Lt/Seg. con una concentración de 14 Baume. Su proceso de explotación es el siguiente: La solución de salmuera se lleva por medio de un canal hasta la poza de evaporación se deja expuesta al sol y luego se extrae sal granulada cristalizada para su explotación directa.

Acerca de la producción sólo se opera tres meses al año. Se espera que la producción continúe y se incremente aprovechando los manantiales que ahora no se explotan, siempre que no intervengan los fenómenos geológicos (sismos o aluviones).

Debido a la naturaleza, no es posible hacer un estimado de reservas en las vertientes salinas.

Salinas Occopata

Se encuentra ubicado en el distrito de Yaurisque; en la provincia de Paruro a la altura del kilómetro 18 de la carretera Cuzco-Paruro, siendo fácil su acceso por carretera asfaltada.

Sus coordenadas geográficas son longitud Oeste $71^{\circ} 53'$ y $13^{\circ} 42'$ latitud Sur.

Las capas de sal cristalizada están dentro de estratos sedimentarios concordantes. Estos mantos salinos tienen un rumbo S 36° E a S 40° E y buzamiento de 42° a 45° SO. El proceso de enriquecimiento es de origen sedimentario.

Acercas de la explotación y el desarrollo el manto salino es reconocido por labores subterráneas, la explotación de este yacimiento es por medio de un sistema que puede asimilarse al de cámaras y pilares con relleno parcial y el izaje es por el sistema de capachos (sacos de sal).

Existen datos analíticos :

Elemento	:	Sal gema
Mena	:	Halita
Sal doméstica	:	98%
NaCl, CaSO ₄ -MgSO ₄	:	0.01% insolubles 0.05%
Sal industrial	:	90% - 68%
NaCl, CaSO ₄ -MgSO ₄	:	1.23% insolubles 5.99%

La producción anual para el año 1966

0.98 TM con 98.5% NaCl (sal doméstica)

0.295 TM con 90.5% NaCl (sal industrial)

Las reservas probadas y probables

43.200 TM con 92% NaCl (mineral probado)

36.0 TM con 93% NaCl (mineral probable).

Arcillas

Estos depósitos son abundantes pero la calidad no siempre es la necesaria especialmente para su utilización en alfarería. En mayor volumen se encuentran los depósitos con las condiciones necesarias para la fabricación de ladrillos y tejas, existiendo para ello una gran variedad de gredas.

Estos depósitos arcillosos constituyen en su mayor parte productos residuales de las unidades litológicas más antiguas o del grupo Chitapampa. Siendo a su vez, un problema y peligro desde otros puntos de vista, tal es el caso de los constantes fenómenos geodinámicos y su acción en los canales y vías de transporte.

También suele aplicarse unas arcillas muy ferruginosas, producto de la eluviación del Grupo Moho y la formación Arcurquina.

Carbón

Los únicos afloramientos de carbón que se han encontrado se hallan dentro del Grupo Murco, siendo el mejor afloramiento el de Llahua, pero por sus características no posee valor comercial y tan sólo es empleado esporádicamente en fraguas y en lugares muy cercanos al afloramiento. Se presenta en capas muy delgadas, lenticulares y con mucha impureza, aparte de su volumen reducido.

Materiales de construcción

Entre estos materiales se tiene las diferentes rocas ígneas tanto plutónicas, hipabisales como piroclásticas para la edificación de muros, cercos, cimientos, sobrecimientos, zócalos, portadas, dinteles y umbrales. Antiguamente tenían un gran empleo los bloques calcáreos para la construcción de los monumentales restos arqueológicos, a los que le aplicaban una labra precisa en las juntas y en unidades ciclópeas.

También con fines algo semejantes a los indicados y en la pavimentación, se utilizan las lajas areniscosas, tratando de seleccionar las más compactas, de mayor dureza y con caras más regulares.

Otros de los materiales más abundantes son las gravas y arenas de los diferentes valles, cuyos depósitos en la mayoría tienen una buena clasificación y lavado.

En el área comprendida dentro de los límites de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, no se han encontrado afloramientos más antiguos que el Devoniano, constituyendo por ello la parte más baja de la columna geológica regional compuesta del área aludida, pero sin haberse apreciado su base, la Formación Urcos del Eo-mesodevoniano. Respecto a la evolución geohistórica respectiva, a partir de las evidencias que presenta esta unidad litoestratigráfica aludida, se puede indicar lo siguiente:

- Sedimentación más o menos profunda y pelágica en ambiente reductor, representados por el Paleozoico inferior, que indican un transporte algo alejado de las líneas de costa con leves oscilaciones que se intensificaron hacia los niveles superiores hasta producirse la fase Eohercínica.

- Transgresión del Wolfcampiano, representada por la formación Chuquicahuana y Formación San Salvador que reflejan una depositación nerítica y detrítica con calvias organógenas silicificadas, pero algo alejada de las líneas de playa en un comienzo. Posteriormente, el ambiente se volvió más orillero y hasta arrecifal.

- Emersión durante el Neopermiano, debido a lo cual se produjo una intensa remoción como consecuencia de la fase Tardihercínica. La degradación involucró a todas las unidades anteriores y localmente hubo obliteración. Los productos resultantes, que fueron en gran cantidad, se distribuyeron en un ambiente continental en extensiones muy amplias comparadas con las del Grupo Copacabana.

- Emersión durante el Jurásico, se denomina así a un conjunto de movimientos representados fundamentalmente por fallamientos, tal como el sistema que puede apreciarse en el valle del Vilcanota y en la divisoria de aguas entre éste y el Huatanay. Estos movimientos se presume correspondan a los conocidos como “nevadianos”, basándose en la ausencia de depósitos de parte del Triásico y de todo el Jurásico, quedando por resolver si se trata de un hiato o acciones combinadas del lugar.

- Sedimentación del Eocretáceo, ésta se inició en los comienzos del Cretáceo inferior con la continuidad en su avance lateral de los mares málmicos, dando por ello una depositación

algo nerítica y hasta parálida en un principio (Formación Chillorolla) y posteriormente se produjeron levantamientos que facilitaron mayor aporte detrítico, pero con notables oscilaciones, aunque relativamente de muy corta duración, con respecto a las surgencias.

- Transgresión del Albiano-Cenomaniano, es la responsable de los abundantes depósitos calcáreos (Formación Arcurquina) con una distribución decreciente hacia el este, donde se interdigita con el Grupo Moho.

Esta transgresión termina con los movimientos precursores de un diastrofismo que causó un cambio muy marcado en las condiciones ambientales de sedimentación, dando lugar a las estructuras caóticas y en general ciertas perturbaciones en las deformaciones hasta el occidente, con una acción cada vez más débil.

En general, el ambiente fue nerítico y tal vez localmente con influencia parálida, llevándose a efecto también penecontemporáneamente las deformaciones más intensas, regionalmente conocidas. Esta a su vez representa el inicio de la fase tectónica Titicaca.

- Regresión Cenomaniano-Coniaciano, representada por la parte superior de la Formación Sangarará (Grupo Moho), cuya depositación tuvo lugar en ambientes lagunares en estado oscilante, pero en general, se iba tomando cada vez más condiciones continentales, prevaleciendo la sedimentación detrítica hasta convertirse en la única.

- Emersión del Neocretáceo, es cuando la fase Titicaca se desarrolla a plenitud y termina definitivamente, la depositación marina de toda el área. Los depósitos se han integrado bajo la denominación del Grupo Chitapampa. Estos movimientos son únicos epirogénicos y se prolongaron hasta los comienzos del Cenozoico.

Esta gruesa acumulación detrítica, a su vez, es consecuencia, de una lenta subsidencia, con acumulaciones ininterrumpidas en un ambiente continental con perfiles sedimentarios variables. Se asumen especialmente, cuencas lacustres de poca profundidad, junto con depósitos fluviales de caudales muy divagantes en superficies maduras. Parcialmente también dichos depósitos corresponden a conos de deyección.

- Fase Peruana, representa en el área el plegamiento andino más importante y su ocurrencia se asume comprendida entre el Neopaleoceno y el Eoceno.
- Remoción y depositación, sedimentario volcánica, posteriormente se inició una acción denudatoria de gran intensidad y a la vez fueron depositándose las molasas postorogénicas del Grupo Puno, dispuestas anárquicamente en áreas deprimidas de la cadena andina en proceso de surgimiento, en medio muy oscilantes con aportes desde superficies con relieves relativamente notables y sometidos a una remoción de tipo desértica.

- Fase Incaica, corresponde a una fase de plegamiento pero de menor intensidad que la anterior y se le asume al Neo-oligoceno-Eomioceno.
- Remoción y depositación volcánica-sedimentaria, nuevamente tuvo lugar una etapa denudatoria, pero de menor intensidad que la precedente, y más bien se inicia una actividad volcánica muy importante y de carácter regional, entre cuyos estratos se intercalan depósitos sedimentarios lenticulares (Grupo Alpabamba del Mioceno).
- Fase Quichuana, representa una de las últimas fases del plegamiento del ciclo andino propiamente dicho, y muestra un modelo tectónico aún menos intenso que el de la fase anterior durante el Neomioceno-Eoplioceno.
- Superficie Puna, inmediatamente después o tal vez en parte simultáneamente, se inició otra gran denudación que dió lugar a la superficie de erosión más grande y conspicua dando lugar a una peneplanización regional.
- Sedimentación lacustre, a la vez que se iba acentuando la peneplanización indicada, se produjo un transporte y sedimentación rápida en cuencas con un hundimiento acelerado. También hubo algunas interrupciones que permitieron una mayor selección de los materiales acarreados y por consiguiente una mejor estratificación (Formación Pisquicocha. Pero en sentido general; todo el conjunto empezaba su ascensión en definitiva.
- Superficie Macurumi, esta es una superficie mayormente labrada en depósitos sedimentarios y volcánicos del Cenozoico hasta el Mesoplioceno y su morfología consisten en parte más o menos planas con suaves ondulaciones.
- Volcanismo piroclástico, constituye un volcanismo muy singular en la región, por su naturaleza y tipo de depósitos conformando un buen horizonte guía (Formación Vilcarani). Durante su emplazamiento se han intercalado depósitos sedimentarios lenticulares.
- Sedimentación lacustre, en buen cuenta estos depósitos son testigos de una continuación o reinicio de las acciones depositantes indicadas en la anterior sedimentación lacustre. Las características son casi las mismas, por tanto el ambiente permaneció al menos muy similar (Formación San Sebastián).
- Levantamiento general Plio-cuaternario, causante del verdadero inicio, proceso y actual surgimiento andino, acompañado de un fallamiento normal.
- Glaciaciones y depósitos morrénicos, los glaciares cuaternarios no han dejado muchos efectos de su actividad, pero de todos modos siempre han quedado algunas

acumulaciones de morrenas y especialmente fluvio-glaciares y los resultados de la escaración.

- Volcanismo reciente, es la última actividad volcánica conocida y está controlada por la intersección de fallas y corresponden a un volcanismo intermedio y de escasa magnitud.
- Eventos erosivos y acumulaciones recientes, continuando en la actualidad con la profundización de los valles y quebradas, así como la acumulación de aluviones y depósitos gravitacionales que se encuentran ampliamente distribuidos.

APENDICE PALEONTOLOGICO DE LOS CUADRANGULOS DELIVITACA Y CUZCO

PALEOZOICO

SILURICO – DEVONICO

CODIGO DE CAMPO: L-52-A, L-52B

UBICACIÓN: Cerca de la localidad de Huaylla – Huaylla situada a 2.5 km. al Este de Chiquijana, Cuadrángulo del Cuzco.

POSICION ESTRATIGRAFICA: Especímenes recolectados de los niveles de pizarras negruzcas de la Formación Urcos.

SISTEMATICA

Phylum : ARTROPODA Siebold & Stannius, 1845
Clase : TRILOBITA Walch, 1771
Orden : PHACOPHIDA Salter, 1864
Familia : PHACOPHIDAE Hawle & Corda, 1847
GENERO : Phacops EMMRICH, 1839
Phacops sp.

Descripción: Especimen mostrando pigidium y tórax, sus tres lobulos se encuentran visiblemente deformados.

Edad: Silúrico-Devónico
Phylum : MOLUSCA
Clase : CONICONCHA
Subclase : TENTACULITA
Tentaculites sp. (*)
Tentaculites sp.

Descripción: Concha alargada de 25 mm. de longitud, que presenta una superficie transversalmente anillada.

Edad: Silúrico – Devónico

(*) La posición sistemática de estos fósiles es en realidad dudosa, pero existe la tendencia de incluirlos entre los Moluscos (Camacho Horacio, 1966).

PERMICO

CODIGO DE CAMPO: Li-98

UBICACIÓN : Localidad de Chuquicahuana, Cuadrángulo del Cuzco

POSICION ESTRATIGRAFICA: Niveles de caliza de la Formación Chuquicahuana.

SISTEMATICA

Phylum : PROTISTA
Clase : RIZOPODA Von Siebold, 1845
Orden : FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830
Familia : FUSULINIDAE Von Moller, 1878
Genero : Triticites GIRTY, 1904
Triticites sp.
Triticites sp.

Descripción: Secciones axiales y sagitales (secciones perpendiculares al eje) de conchillas de gran tamaño y bien conservadas. Lámina I, Fot. 1, se observa una sección sagital mostrando sus cámaras iniciales.

Edad: Carbonífero – Pérmico
Phylum : ARTROPODA Siebold & Stannius, 1845
Clase : CRUSTACEA Pennant, 1777
Subclase : OSTRACODA
Ostracodos ind.
Ostracodos ind.

Descripción: Al microscopio se observan secciones de ostracodos indeterminados.

Edad: Paleozoico – Reciente

CODIGO DE CAMPO: Li-100, Li-103

UBICACIÓN: Poblado de San Salvador, Cuadrángulo del Cuzco

POSICION ESTRATIGRAFICA: Especímenes presentes en las calizas de la Formación San Salvador.

SISTEMATICA

Phylum : PROTISTA
Clase : RIZOPODA Von Siebold, 1845
Orden : FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830
Familia : GLOBIGERINIDAE

Globigerinidos ind.
Globigerinidos ind.

Descripción : Secciones de Globigerinidos cortados en diferentes planos.

Edad: Cretáceo superior - Reciente
Familia : NODOSARIIDAE Ehrenberg, 1838
Nodosáridos ind.
Nodosáridos ind.

Descripción: Secciones donde se observan cámaras individuales mostrando su apertura sobre un cuello algo elongado.

Edad: Pérmico – Reciente
Familia: TEXTULARIDAE Ehrenberg, 1838
Tectuláridos ind.
Textuláridos ind.

Descripción: Conchilla libre elongada, algunos presentan hasta 10 cámaras dispuestas biseralmente, más anchas que altas, pared aglutinada, cámaras internas rellenas de esparita (Lámina I, Fot. 2). En la lámina II, Fot. 3, se puede observar una conchilla de Textulárido en el interior de una cámara de gasterópodo.

Edad: Carbonífero superior – Reciente
Phylum : ARTROPODA
Clase : CRUSTACEA Pennat, 1777
Subclase : OSTRACODA
Ostracodos ind.
Ostracodos ind.

Descripción: Secciones de ostracodos con valvas desarticuladas.

Edad: Paleozoico – Reciente
Phylum : MOLUSCA
Clase : GASTROPODA
Gasterópodos ind.
Gasterópodos ind.

Descripción: Sección de gasterópodo asociado a restos de pequeños globigerinidos y ostracodos de valvas desarticuladas (Lámina II, Fot. 4).

Edad: Paleozoico – Reciente

Phylum : BRIOZOEA
Briozoarios ind.
Briozoarios ind.

Descripción: Secciones de Briozoarios, mostrando la disposición de la pared y autoporos.

Edad: Paleozoico – Reciente

CODIGO DE CAMPO: Li-51, Li-20

UBICACIÓN: Cercanías del poblado de Yaucat, a aproximadamente 5 km de Chuquicahuana, Departamento del Cuzco.

POSICION ESTRATIGRAFICA: Niveles de caliza de la Formación Yaucat.-

SISTEMATICA

Phylum : PROTISTA
Clase : RIZOPODA Von Siebold, 1845
Orden : FORAMINIFERIDA Eichwald, 1830
Familia : FUSULINIDAE Von Moller, 1878
Género : Triticites Girty, 1904
Triticites aff. patalus DUNBAR & NEWELL
Triticites aff. patalus DUNBAR & NEWELL

Descripción : En la lámina II, Fot. 5, se tiene la sección axial de una conchilla fusiforme donde el fluteado de las septas o tabiques se incrementa a través del eje hacia los extremos, Lámina III, Fot. 6, sección sagital, en ella se observan cámaras iniciales y meridianas, cortas y apretadas incrementándose en tamaño hacia la abertura, pared con reemplazamiento micrítico y cámaras rellenas de esparita.

Edad: Pérmico
Subfamilia: SCHWAGERINIDAE Dunbar & Henbest, 1930
Género: Parafusulina DUNBAR & SKINNER
= Eoparafusulina
Eoparafusulina sp.
Eoparafusulina sp.

Descripción : Secciones axiales, sagitales así como diagonales de Eoparafusulina.

Edad: Pérmico
Phylum : BRIOZOA
Clase : GYMNOLAEMATA

Orden : CRYPTOSTOMATIDA
Género : Rhombopora
Rhombopora
Rhombopora sp.

Descripción: Autoporos con distribución regular de sus aperturas de forma elíptica, bordeadas por paredes poco delgadas. (Lámina III, Fot. 7).

Edad: Pérmico
Phylum : MOLUSCA
Clase : GASTROPODA
Gasterópodo ind.
Gasterópodos ind.

Descripción: Sección longitudinal de gasterópodo, mostrando la disposición de sus cámaras (Lámina III, Fot. 8).

Edad: Paleozoico – Reciente.
Phylum : ECHINODERMATA
Subphylum : ELEUTEROZOA
Clase : ECHINOIDEA
Espinass de Echinoideos
Espinass de echinoideos

Descripción: Secciones de espinass de echinoideos, asociados a restos fragmentados de gasterópodos (Lámina IV, Fot. 9).

Edad: Paleozoico – Reciente.
Phylum : ARTROPODA
Clase : CRUSTACEA Pennat, 1777
Subclase : Ostracoda
Ostracodos ind.
Ostracodos ind.

Descripción: Secciones de ostracodos mostrando varias articuladas y desarticuladas (Lámina IV, Fot. 10).

Edad: Paleozoico – Reciente

CUATERNARIO

CODIGO DE CAMPO: Cz-17

UBICACIÓN: “Depresión del Cuzco” en el Valle de Huatanay, Departamento del Cuzco.

POSICION ESTRATIGRAFICA: Niveles diatomáceos de la Formación San Sebastián.

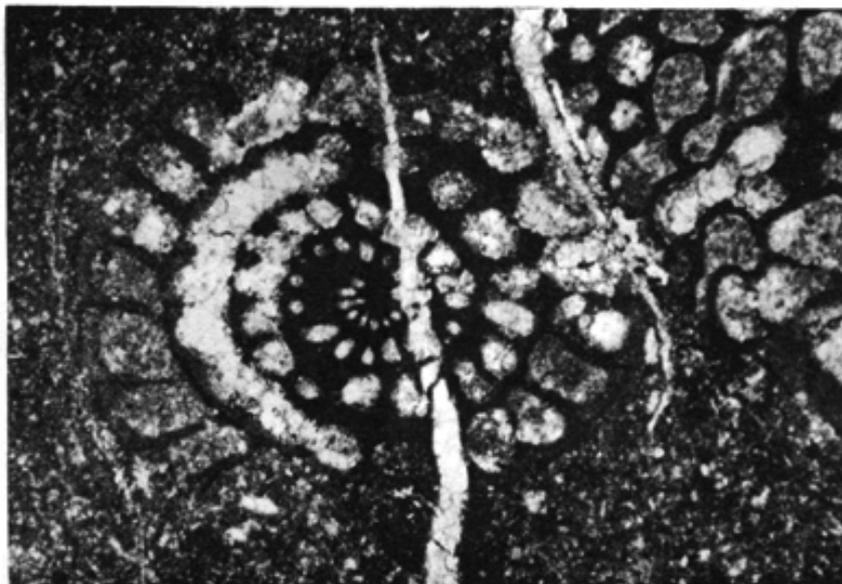
SISTEMATICA

Phylum : PROTISTA
Clase : DIATOMACEA
Orden : PENNALES Schutt, 1896
Familia : NAVICULACEAE kutzing, 1844
Genero : Epithemia HUSTEDT, 1927
Epithemia irregularis ANDREWS
Epithemia irregularis ANDREWS

Descripción: Muestra pobre en contenido diatomáceo, pero se observan frústulas de *Epithemia irregularis* bien conservadas (Lámina IV, Fot. 11).

Edad: Cuaternario

LAMINA I



Fot.1 *Triticites sp.*, X 55

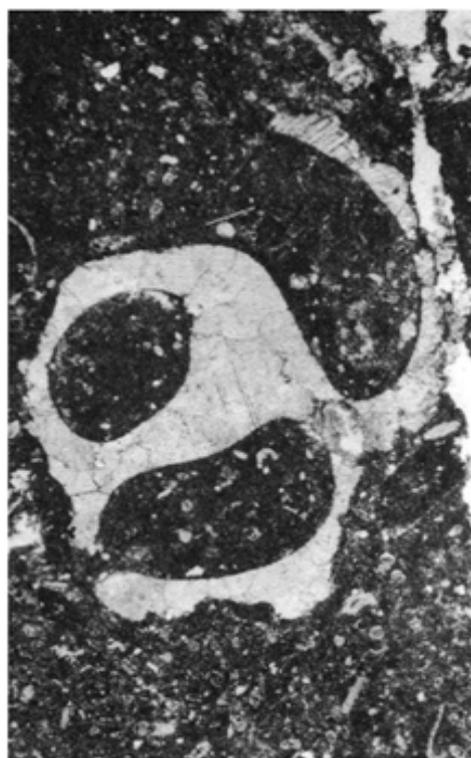


Fot.2 *Textularido ind.*, X 110

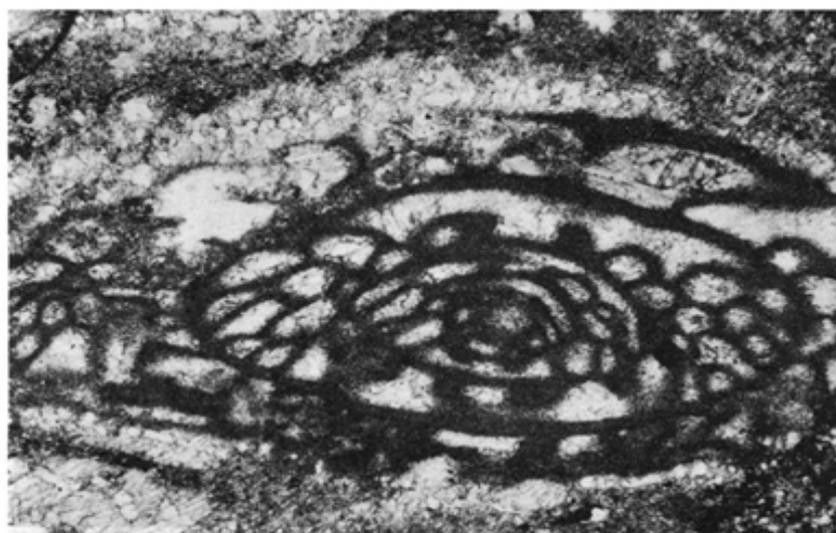
LAMINA II



Fot.3 Sección de gasterópodo

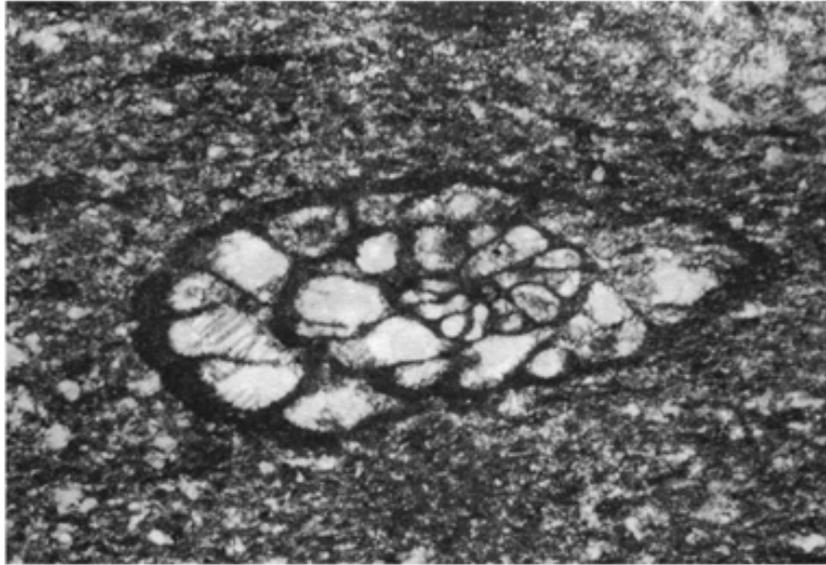


Fot.4 Sección de gasterópodo,
y textularido, X 55

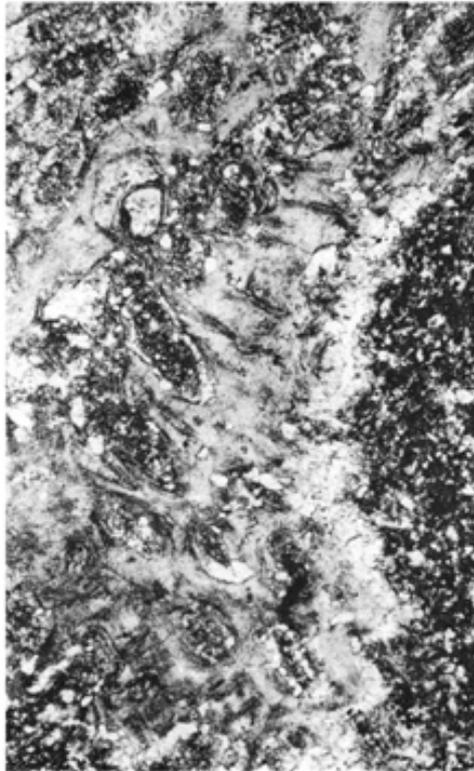


Fot. 5 *Triticites aff. patulus* DUMBAR & NEWELL, X 55

LAMINA III



Fot.6 *Trüicites aff. patulus* DUMBAR & NEWELL, X 55

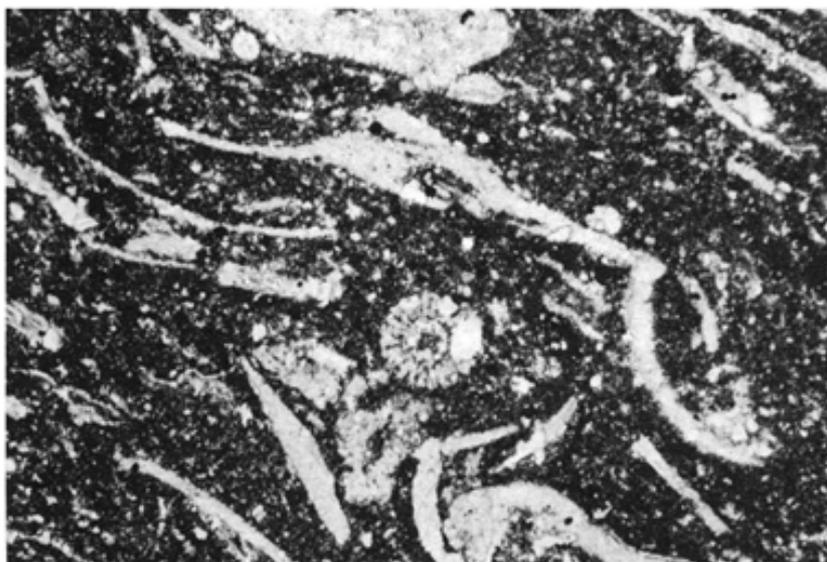


Fot.7 *Rhombopora sp.*, X 55



Fot.8 Sección de gasterópodo, X55

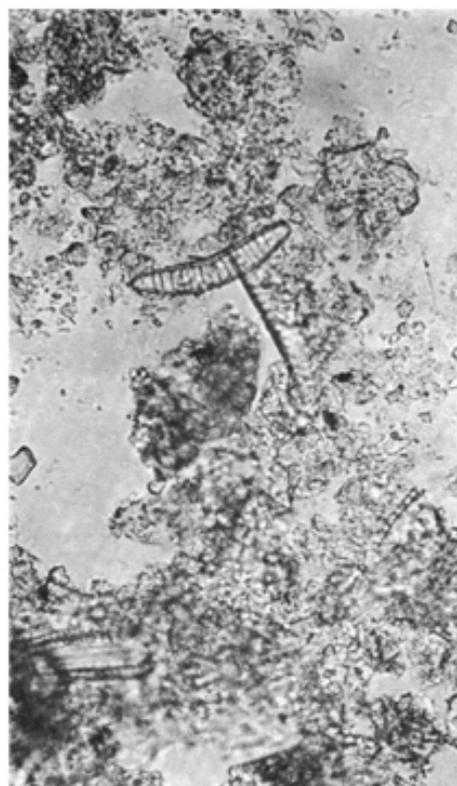
LAMINA IV



Fot.9 Sección de espina de equinoideo, X 55



Fot.11 *Epithemia irregularis*
ANDREWS, X 440



Fot.10 Secciones de ostracodos, x55

BIBLIOGRAFIA

- AUDEBAUDE. (1967) Etude geologique de la region de Sicuani et Ocongate (cordillere Orientale du Sud Peruvien. These 3 emecycle, Grenoble, France. 59 pags.
- AUDEBAUD e. (1973) Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. Boletín N° 25. Serie A. INGEMMET, Lima – Perú.
- CALDAS S. (1975) Geología de los Cuadrángulos de Huambo y Orcopampa. Bol. N° 46. Serie A, INGEMMET, Lima-Perú.
- CARLOTTO V., CANDIA F. (1985) Estudio geológico de la zona de Huambutio (Cuzco). Tesis para optar el título de Ingeniero Geólogo. UNSAAC Cuzco.
- CARLOTTO V. (1988) CANDIA F. MAROCCOR. Estudio Geológico del Anticlinal de Vilcanota-Cusco, Bol. Soc. del Perú. Tom. 78, Pag. 137-147.
- CABRERA LA (1936) ROSA A; PETERSEN G. Reconocimiento Geológico de los yacimientos petrolíferos del Dpto. de Puno. Bol. Cuerp. Ing. Min. Perú. N° 115.
- CORDOVA E. (1983) y MERCADO E., Geología de las márgenes del río Saphy, Cusco. Bol. Soc. GREOL. Perú, T-72 pag. 349-357.
- CORDOVA E. (1986) Un bassin intramontagneux andin Peruvian. Les couches rouges de Cuzco (Maestrichtien-Paleocene) these docteur de troisieme cycle Univ. Pau et des pays de l'Adour I.U.R.S 272 pag.
- CORDOVA E. Y OTROS La Formación San Sebastián del cuenca Plio-cuaternaria Cuzco. Bol. de resúmenes extendidos del VII Congreso Peruano de Geología. T II. Pag. 477 – 482.
- DAVILA D. (1987) Informe geológico de la supervisión de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. INGEMMET. Inédito.
- DAVILA D. (1988) Geología del cuadrángulo de Cailloma. Bol. N° 40. Serie A, Lima-Perú.

- DOUGLAS (1914) Geological sections through the Andes J. D of Peru and Bolivia: I – From the coast of Arica in the north of Chile to la Paz the Bolivian “yungas”. Quart. Jour Geol. Soc. London Vol. 70 pags. 53.
- DOUBINGER (1976) J. et MAROCCO R. – Découverte d’une microflore wealdienne (Neocomien) dans da región de Cuzco (Sud Perou). Premiere detotion de gris Huancane Sci. Geol. Bull O, 29-1 pp 79-89.
- DOUBINGER (1981) J. ET MAROCCO R. Palynologique do groupe Copacabana y region Cusco. Geol. Rundschau. Band 70 P 1080-1099.
- DUMBAR (1946) C. AND NEWELL N. Marine Early Permian of the central andes it ‘s fissuline faunas. Am. Jour. Sci. Vol. 244 pags. 377-402; 457-491.
- FEININGER (1968) T. The extraordinary striated outcrop al Saqsaywaman Perù. Bull. V-98. Geol. Soc. Am. Pag. 494-503.
- FRANK SIMONS. Depòsitos minerales del Perú Pb-Zn en Ancash Cuzco info. 1956.
- BMP. INFORME Fuente de Información sobre producción. Banco Minero Informe 1966
- GABELMAN J. (1967) Estructura y origen de el Rodadero Cusco. Bol. Soc. Geol. Perú. T-40, pag. 55-71.
- GABELM J. (1964) AND JORDAN V. – Geology of the Cuzco – Anta – Urubamba. Area, Cusco departamento, Perú U.S. Atomic. Energy commission RME-4584 pags. 95.
- GREGORY H. (1916) Geological reconnaissance of the Cusco valley. Amer. Journ. Sci. Vol. 41 N° 241 paj 1-100
- HEIM A. (1947) Estudios tectónicos del campo petrolífero de Pirin. Bol. of Min. Petrol. N 79 Pags. 3-47.
- JENKS W. F. (1948) Geología de la hoja de Arequipa al 200,000 Bol. Inst. Geol. Perú N° 9, 43 pags.
- KALAFATO – (1957) VICH C. Edad de las calizas de la Formación Yuncaypata-Cusco Am. Per II Primer Congreso de Geol. PAG. 127-139
- KALAFATO – (1967) VICH C. Paleozoico superior en el Perú. Rev. Univ. Cusco N° 126-129, 9-44.

- KLINCK B. (1991) Geología de la cordillera occidental y altiplano al oeste de lago Titicaca – Sur del Perú. Boletín N° 42. Serie A. INGEMMET Lima – Perú.
- KANEOKA I., GUEVARA C. (1984) K-Ar age determinations of late tertiary and cuaternary andean volcanic rocks southern Peru. *Geochemical Journal*. Vol. 18 pag. 233-239.
- LAUBACHER G. (1978) Estudio Geológico de la Región Norte del Lago Titicaca. INGEOMIN Bol. N° 5 Serie D, 120 pags.
- LAUGHLIN Mc (1924) D.A. Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera department of Junin and Lima. *Bull. Geol. Soc. Amerc.* Vol. 35, pags. 591-680.
- LOPEZ R. Y (1988) CORDOVA E. Estratigrafía y sedimentación de la serie continental “capas rojas” (Maestrichtiano – Paleoceno) entre Cuzco y Ccorao. *Bol. Soc. Geol. del Perú*. Tom. 78, Pag. 149-164.
- MAROCCO R. (1978) Estudio Geológico de la cordillera de Vilcabamba. INGEOMIN Bol. N° 4, Serie D, 157 pags.
- MENDIVIL S. (1961) Mapa Geológico de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca, Escala 1:200,000. Serv. Geol. Min. Inédito.
- MENDIVIL S. (1973) Deslizamientos de tierras en el distrito de Livitaca. *Geodinámico e Ingeniería Geológica*. Bol. N° 1 – Serie C pags. 9-31.
- MENDIVIL S. (1978) Informe Geológico de los cuadrángulos de Cuzco-Livitaca. INGEOMIN. Inédito.
- MENDIVIL S. (1978) Estratigrafía de la Fase Tardigeo-liminar en el Perú Meridional. *Soc. Geol. Perú*. Andes del IV Cong. Peruano de Geología. T.60 pags. 267-285.
- MENDIVIL (1984) Criterio de Clasificación Lito-morfoestructural. *El Ingeniero Geólogo N°22*. UNMSM, Lima-Perú.
- NEWELL W. (1949) Geology of the lake Titicaca region, Perú and Bolivia. *Soc. Amer. Mem.* 36 pags. 1042.
- NEWELL N. (1954) Investigaciones geológicas en las zonas circunvecinas del lago Titicaca. *Bol. Soc. Perú* Tom. 18, Pags. 44-68.

- NOBLET C., (1978) MAROCCO R., et DELFAUD J., Analyse Sedimentologique des “couches Rouges” do bassin intramontagneux de Sicuani. Bull. Inst. Fr. Et. And. XVII^o 1, 2 pp-55-78.
- NEWELL N., (1953) CHRONIC J. ROBERTS T. Upper Paleozoic of Peru. Geol. Soc. Amer., y Memoir 58 pag. 276.
- OPPENHEIM (1946) Geological Reconnaissance in South V. Eastern Peru Bull. Am. Ass. Petr. Geol. Vol. 30 N^o 2.
- PECHO v. (1987) Geología de los cuadrángulos de Chalhuanca, Antabamba, Santo Tomás, INGEMMET Bol. 35A.



INGEMMET

Av. Canadá Nº 1470 - San Borja

Fax: 5114-565907

LIMA - PERU