

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

---

BOLETIN No. 44

Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE MALA, LUNAHUANA,  
TUPE, CONAYCA, CHINCHA, TANTARA Y CASTROVIRREYNA**

Hojas : 26-j, 26-k, 26-l, 26-m  
27-k, 27-l, 27-m

Por : Humberto Salazar y  
Cesar Landa T.

Lima - Perú  
Diciembre 1993

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

---

**BOLETIN No. 44  
Serie A: Carta Geológica Nacional**

**GEOLOGIA DE LOS CUADRANGULOS DE MALA, LUNAHUANA,  
TUPE, CONAYCA, CHINCHA, TANTARA Y CASTROVIRREYNA**

Hojas : 26-j, 26-k, 26-i, 26-m  
27-k, 27-i, 27-m

Por: Humberto Salazar y  
César Landa T.

Lima- Perú  
Diciembre 1993

ING. DANIEL HOKAMA TOKASHIKI  
Ministro de Energía y Minas

ING. JUAN MENDOZA MARSANO  
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

ING. HUGO RIVERA MANTILLA  
Director Técnico (e) del INGEMMET

## Contenido

RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	5
Ubicación y Extensión .....	5
Base Topográfica .....	5
Método de Trabajo .....	6
Trabajos Anteriores .....	6
Accesibilidad .....	8
Agradecimientos .....	9
GEOGRAFIA .....	11
Clima y Vegetación .....	11
Morfología .....	13
ESTRATIGRAFIA .....	23
Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica .....	24
Grupo Puente Piedra .....	26
Formación Asia .....	27
Grupo Morro Solar .....	28
Zona Costanera .....	29
Parte Baja del Flanco Occidental Andino .....	30
Formación Pucusana .....	32
Formación Pamplona .....	35
Formación Atocongo .....	37
Grupo Imperial .....	39
Formación Chilca .....	41
Grupo Quilmaná .....	42
Zona Oriental de la Cuenca Mesozoica .....	44
Grupo Goyllarisquizga .....	45
Formaciones Pariahuanca-Chulec .....	48
Formación Pariatambo .....	49

Formación Jumasha .....	50
Formación Huaranguillo .....	50
Zona de Plataforma Mesozoica .....	51
Grupo Pucará .....	52
Formación Chambará .....	53
Formación Aramachay .....	53
Formación Condorsinga .....	54
Formación Cercapuquio .....	56
Formación Chunumayo .....	57
Grupo Goyllarisquizga .....	58
Formación Chúlec .....	59
Formación Pariatambo .....	60
Formación Jumasha .....	61
Formación Celendín .....	61
Formación Casapalca .....	62
Zona de Cobertura Cenozoica .....	65
Faja Costanera .....	65
Formación Paracas .....	65
Formación Pócoto .....	65
Formación Cañete .....	66
Depósitos aluviales .....	67
Depósitos marinos .....	67
Depósitos eólicos .....	68
Sector Cordillerano .....	68
Formación Tantará .....	68
Grupo Sacsaquero .....	69
Formación Castrovirreyna .....	69
Formación Caudalosa .....	73
Formación Auquivilca .....	74
Formación Huichinga .....	75
Formación Astobamba .....	75
Depósitos Cuaternarios .....	77
<b>ROCAS INTRUSIVAS .....</b>	<b>79</b>
Zona Marginal Occidental .....	79
Superunidad Jecuan .....	79
Superunidad Linga .....	80
Grupo de Intrusiones Menores de Microdiorita, Diorita, Andesita .....	80
Zona Central del Batolito .....	80
Superunidad Patap .....	81

Unidad Cochahuasi .....	81
Superunidad Incahuasi .....	81
Superunidad Pampahuasi .....	82
Superunidad Tiabaya .....	82
Zona Marginal Oriental del Batolito .....	82
Superunidad Tiabaya .....	83
Superunidad Catahuasi .....	83
Unidad Tupe .....	83
Grupo de Intrusiones Menores de la Parte Oriental del Batolito .....	83
<b>GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....</b>	<b>85</b>
Ciclo Geotectónico Andino (Jurásico-Terciario) .....	85
Tectónica Reciente .....	88
Geometría de las Estructuras Andinas .....	88
<b>GEOLOGIA ECONOMICA .....</b>	<b>95</b>
Subprovincia Polimetálica del Altiplano .....	95
Subprovincia Cuprífera de la Vertiente del Pacífico .....	96
<b>HISTORIA GEOLOGICA .....</b>	<b>97</b>
Transgresión y Volcanismo del Titoniano-Berriasiano .....	97
Sedimentación Epicontinental en el Valanginiano .....	98
- Transgresión del Valanginiano Superior .....	98
Transgresión de Fines del Aptiano-Inicios del Albiano .....	98
Transgresión del Albiano superior .....	98
Emersión en el Santoniano con Tectogénesis Moderada Fase Peruana de G. Steinmann) .....	99
Tectogénesis del Eoceno Medio a Superior .....	99
(Fase Incaica) .....	99
Tectogénesis Suave Seguida por Epirogénesis de Fines del Oligoceno(Fase Poroche) .....	99
Tectogénesis del Mioceno Medio (Fase Castrovirreyna). .....	99
Tectogénesis del Plioceno inferior (Fase Quichuana) .....	99
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>
<b>APENDICE MINERAGRAFICO .....</b>	<b>105</b>

## RESUMEN

---

Los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chinchá, Tantará y Castrovirreyna abarcan parte de los departamentos de Lima (provincias de Cañete y Yauyos), Ica (provincia de Chinchá), Huancavelica (provincias de Huancavelica-Castrovirreyna) y Junín (Provincia de Huancayo).

El área se extiende desde el nivel del mar hasta el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, la que constituye la divisoria continental en esta parte del país, alcanzando alturas hasta los 5,300 m.s.n.m.

La columna estratigráfica comprende una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que en edad van desde el Triásico superior hasta el Cuaternario reciente. Se postula que durante el Mesozoico, las unidades litoestratigráficas sedimentaron en una cuenca subsidente (Cuenca Occidental Peruana) entre dos macizos paleozoicos que funcionaron como bloques positivos hasta el Cretáceo inferior; este modelo paleogeográfico y paleotectónico controló el desarrollo de la secuencia estratigráfica a manera de fajas paralelas a la dirección andina.

Como resultado de esta interpretación se propone, de Oeste a Este, las siguiente zonas :

- Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica, desarrollada en la faja costanera y parte baja del flanco occidental andino, corresponderá a sedimentación en el flanco oriental del macizo paleozoico de la Cordillera de la Costa, en ambiente nerítico a epicontinental, alimentada en forma relativamente rápida por la erosión de un antepaís tectónicamente activo. La sedimentación estuvo acompañada por volcanismo submarino intermitente. La columna estratigráfica se inicia con el Grupo Puente de Piedra de edad Berriasiano superior; sobreyacen la Formación Asia; Grupo Morro Solar con sus formaciones Salto del Fraile, La Herradura y Marcavilca; Formación Pucusana; Formación Pamplona; Formación Atocongo; Grupo Imperial; Formación Chilca; y Grupo Quilmaná.

- Zona Oriental de la Cuenca Mesozoica, la secuencia estratigráfica corresponderá a la sedimentación que tuvo lugar en el lado oriental de la cuenca subsidente

mesozoica, con algunas variaciones, depositándose sedimentos continentales, semicontinentales y marinos que señalan alternancia de transgresiones y regresiones. La columna estratigráfica se inicia con el Grupo Goyllarisquizga de edad Valanginiano a Hauteriviano-Aptiano, diferenciada en las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz; sobreyacen las formaciones Pariahuanca-Chúlec, Formación Pariatambo, Formación Jumasha y Formación Huaranguillo, éstas últimas de ambiente marino de aguas profundas.

- Zona de Plataforma Mesozoica, comprende una gruesa secuencia sedimentaria al Oeste de la cadena paleozoica herciniana, en la que prevaleció ambiente marino de deposición, con alternancia de facies continentales. La columna estratigráfica se inicia con el Grupo Pucará de edad Triásico-Jurásico inferior, diferenciado en sus formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga; sobreyacen la Formación Cercapuquio, Formación Chunumayo, Grupo Goyllarisquizga, Formación Chúlec, Formación Pariatambo, Formación Jumasha, Formación Celendín y la Formación Casapalca (Capas Rojas).

- Zona de Cobertura Cenozoica, se describe como: Faja Costanera representada por la Formación Paracas de edad Eoceno superior, sobreyacen la Formación Pócoto y Formación Cañete, cubiertas en algunos casos por depósitos aluviales, marinos y eólicos del Cuaternario reciente; Sector Cordillerano representado por lavas y piroclásticos de edad Eoceno superior-Oligoceno, que yacen discordantemente sobre las unidades sedimentarias mesozoicas y Capas Rojas Casapalca. La columna litoestratigráfica se inicia con la Formación Tantará, sobreyacen el Grupo Sacsaquero; Formación Castrovirreyna, Formación Caudalosa, Formación Auquivilca, Formación Huichinga y Formación Astobamba, cubiertas en algunos casos por depósitos glaciares, fluvio-glaciares y coluviales del Cuaternario reciente.

El Batolito de la Costa está representado por un conjunto de intrusiones cuya composición va de gabro a granito que intruyen la secuencia mesozoica y parcialmente la secuencia volcánica del Terciario. Se distingue :

- Zona Marginal Occidental, comprende: Superunidad Jecuán de dioritas, tonalitas, granodioritas y granitos; Superunidad Linga de monzodioritas que pasan a monzogranitos y granodioritas; y el Grupo de intrusiones menores de diorita, microdiorita y andesita.

- Zona Central del Batolito, comprende: Superunidad Patap de gabro y diorita; Unidad Cochahuasi de tonalita, granodioritas, microdioritas y un enjambre de diques dacítico-andesítico; Superunidad Incahuasi de tonalita a granodiorita; Superunidad Pampahuasi de tonalita y tonalita-diorita y Superunidad Tiabaya de tonalita-granodiorita.

- Zona Marginal Oriental del Batolito, comprende: Superunidad Tiabaya de tonalitas y granodioritas a monzogranitos; Superunidad Catahuasi de tonalita-granodiorita; Unidad Tupe de granodiorita con gradaciones a tonalita; y el Grupo de intrusiones Menores representado por stocks, cuellos, diques, etc. asociados a las secuencias volcánicas del terciario.

En el Ciclo Geotectónico Andino que comprende los terrenos triásicos, jurásicos, cretáceos y terciarios afectados por tectogénesis se diferencian los siguientes pisos estructurales :

- Primer piso estructural – Epirogénesis y tectónica de fractura de fines de Liásico y el Jurásico superior.
- Segundo piso estructural – Tectogénesis moderada seguida por epirogénesis y tectónica de fractura de fines del Cretáceo (Fase Peruana de Steinmann).
- Tercer piso estructural – Tectogénesis del Eoceno superior (Fase Incaica).
- Cuarto piso estructural – Tectogénesis moderada seguida por epirogénesis de fines del Oligoceno (Fase Poroche).
- Quinto piso estructural – Tectogénesis del Mioceno medio-Plioceno inferior (Fase Quechua).

Se reconocen cinco zonas estructurales que forman fajas con rumbo NO-SE paralelas a la dirección andina que reflejan condiciones particulares.

Se diferencia la Subprovincia Polimetálica del Altiplano distribuida mayormente en la secuencia volcánica del Terciario, la mineralización está controlada por fracturas; la Subprovincia Cuprífera de la parte baja y media del flanco occidental andino con algunos depósitos en rocas calcáreas como las minas Rescate y Tentadora y una alternancia de rocas tobáceas, lavas, calizas como en los casos de las minas Raúl y Condestable; otros depósitos se presentan en intrusivos del batolito costanero con mineralización de sulfuros y óxidos de cobre, como se aprecia en el distrito minero de Cata.



## **INTRODUCCION**

---

El presente trabajo es el resultado de los estudios geológicos de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chíncha, Tantaré y Castrovirreyna, llevados a cabo dentro del programa de levantamiento geológico sistemático del país, emprendido por la ex Comisión Carta Geológica Nacional actual INGEMMET.

En el informe se expone la geología regional de este extenso sector del centro del país, teniendo en cuenta, principalmente, sus aspectos estratigráficos, estructurales y económicos.

### **Ubicación y Extensión**

El área estudiada está situada, geográficamente, entre los paralelos 12 30' 00" y 13 30' 00" de latitud Sur; su límite oriental está dado por el meridiano de 75 00' 00", de longitud Oeste en tanto que su límite occidental lo constituye la línea de costa (Fig. 1). El área se extiende desde el nivel del mar hasta las altas cumbres (5,300 m.s.n.m.) del flanco oriental de la Cordillera Occidental que constituye, la divisoria continental de esta parte del país. La extensión del área cartografiada es de 17,500 km aproximadamente, incluye los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chíncha, Tantaré y Castrovirreyna; (Fig. 1) y abarca gran parte de los departamentos de Lima (provincias de Cañete y Yauyos), Junín (provincia de Huancayo), Ica (provincia de Chíncha) y Huancavelica (provincia de Huancavelica y Castrovirreyna). El área se extiende desde el nivel del mar hasta las altas cumbres del flanco oriental de la Cordillera Occidental; las cumbres más altas (5,399 m.s.n.m.) se encuentran a lo largo de la divisoria continental.

### **Base Topográfica**

En la preparación de los mapas geológicos se han utilizado las hojas fotogramétricas, a escala 1:100,000 de Mala (26-j), Lunahuaná (26-k), Tupe (26-l), Conayca (26-m), Chíncha (27-k), Tantaré (27-l) y Castrovirreyna (27-m) publicadas por el IGN.

El cartografiado geológico se efectuó sobre fotografías aéreas, a escala aproximada de 1:50,000.

## **Método de Trabajo**

El trabajo de campo fue efectuado entre los años 1964 y 1970. El sector oriental del proyecto: cuadrángulos de Conayca, Castrovirreyna y parte oriental de Tupe y Tantaré estuvo a cargo del Ing. Humberto Salazar., quien empleó un total de 10 meses, en varias etapas de campo; en tanto que el sector occidental del proyecto: cuadrángulos de Chincha, Mala, Lunahuaná y parte occidental de Tantaré y Tupe, estuvo a cargo del Ing. César Landa T. (+ 1967), quien empleó un total de 8 meses de campo, distribuidos en varias etapas. Finalmente para efectos de la revisión del área estudiada se utilizó un período de casi 5 meses.

El cartografiado geológico se realizó sobre fotografías aéreas proporcionadas por el I.G.N. a escala aproximada de 1:50,000 para la zona de Sierra y 1:60,000 para la zona de Costa. En las fotografías se registró toda la información geológica de campo; complementariamente, se midieron algunas secciones estratigráficas para conocer al detalle litológico, las relaciones estratigráficas y grosores respectivos.

Durante la labor de gabinete se procesaron los mapas geológicos a escala 1:100,000 y, cuando el caso requería se precisaron contactos y estructuras mediante interpretación fotogeológica y fueron preparados perfiles estructurales, croquis, etc., que acompañan el texto del informe.

Los estudios micropetrográficos y paleontológicos de muestras y especímenes recolectados fueron realizados en los departamentos respectivos, a cargo de los Ingenieros C. Cenzano y A. Pardo respectivamente.

## **Trabajos Anteriores**

Entre los estudios geológicos efectuados en el área destacan los trabajos de Harrison, J.V. (1956), intitulado “Geología de la carretera Huancayo-Santa Beatriz en el Perú Central”, este estudio abarca una faja de aproximadamente 4 km de ancho que se extiende a lo largo del valle de Chincha y la zona andina, en el área de empalme de los cuadrángulos de Tupe y Conayca. “Geología de los Andes Centrales del Perú” (Harrison, J.V. 1943) y “Geología de la Parte del Río Mantaro al Oeste y suroeste de Junín” (Harrison, J.V. 1956).

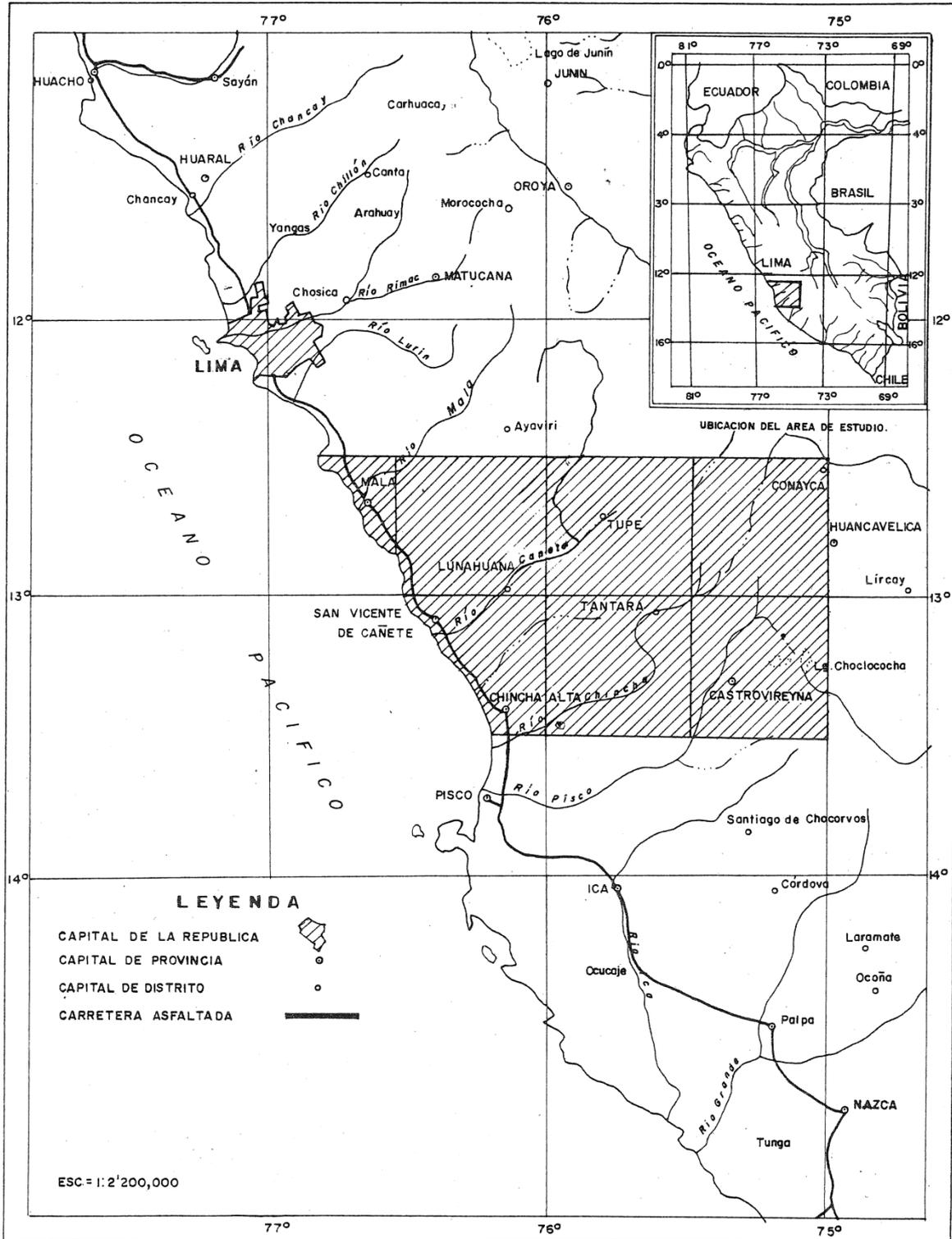


Fig N°1 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

También existe algunos estudios geológicos locales ejecutados por compañías mineras. Hacia el norte y fuera de la zona de estudio se conocen importantes trabajos publicados que tratan sobre la Geología del Perú Central, destacando entre ellos “Geología y Fisiografía de los Andes Peruanos en los Departamentos de Lima y Junín” (Mc Laughlin, D.H., 1924) y “Cretaceous Stratigraphy of Central Andes of Peru” (Wilson, J. J., 1963).

Además existen varios trabajos presentados como tesis de grado por ex alumnos de la Escuela de Geología de San Marcos, principalmente en las áreas de Ticrapo, Castrovirreyna y en el sector costanero entre Pucusana y Chincha.

## **Accesibilidad**

La Carretera Panamericana Sur, es la principal vía de acceso de la cual parten carreteras secundarias de penetración que corren a lo largo de los valles principales que facilitan el ingreso a la región andina y trochas carrozables que conducen a pueblos, minas y lugares habitados del área.

Las principales vías de la región andina en estudio son: la Carretera Central, la carretera de “Los Libertadores” y la carretera del Valle de Cañete, que se interconectan en el flanco oriental de la Cordillera Occidental; y, las carreteras que siguen los valles de Omas, Pócolo, San Juan de Chincha, Mala, etc.

La Carretera Central (Lima-Huancayo-Huancavelica), facilita el acceso al lado oriental de los cuadrángulos de Conayca y Castrovirreyna. De esta vía salen ramales que conducen al pueblo de Conayca, al centro minero de Tinyaclla y a los prospectos mineros de la esquina sureste del cuadrángulo de Conayca. Otro ramal importante es la carretera Huancayo-Cercapuquio-mina Santa Beatriz, la cual permite el ingreso al sector occidental de Conayca y a la parte oriental de los cuadrángulos de Tupe y Tantará; de ésta vía salen pequeñas trochas carrozables que conducen a Huarcapallaca, Talapaccha, laguna Huichinga, Viñac, San Pedro, etc.

La carretera de “Los Libertadores”, se inicia en el km 233.3 de la carretera Panamericana Sur, antes del puente Huamaní. Esta vía afirmada sigue el valle de Pisco y conduce hasta Ayacucho y Huancavelica cruzando diagonalmente, de Sur a noreste, el cuadrángulo de Castrovirreyna; de esta troncal parten algunas carreteras secundarias afirmadas y trochas carrozables que conducen a pueblos, centros mineros y al sistema de canales del proyecto Choclococha; de Norte a Sur son :

- Del paso de Chonta a Lircay pasando por el distrito minero de Huachocolpa.
- La que da acceso a la mina San Genaro y que se prolonga hasta la localidad de Santa Ana.

- De la laguna Pultoc al prospecto minero del cerro El Palomo.
- Del sur de la laguna Choclococha hasta cerca de Carhuarcho.
- La carretera de conservación del canal de derivación del Proyecto Choclococha, la cual facilita el acceso al sector sureste del cuadrángulo de Castrovirreyna.
- La carretera que conduce a la mina Dorita pasando por la mina Caudalosa.
- Pequeños ramales que conducen a las minas: Astohuaraca, La Virreyna y Bonanza.

La carretera del valle de Cañete que conduce a Yauyos y Huancayo. Esta vía se inicia en Cañete y sale del área de estudio cerca de Yauyos, luego se interconecta con la carretera de Pachacayo a Yauricocha, da acceso al sector septentrional del cuadrángulo de Chinchá y al sureste del cuadrángulo de Lunahuaná y al occidental del cuadrángulo de Tupe. En su recorrido, esta carretera enlaza los pueblos del valle de Cañete, como Lunahuaná, Pacarán, Yauyos.

La carretera del valle de Omas que conduce a los pueblos de Coayllo y Omas, ubicados en el sector noroeste del cuadrángulo de Lunahuaná y se prolonga fuera del área del estudio a otros pueblos de la parte alta de los valles tributarios. De ésta vía salen trochas que conducen a la mina Cata y prospectos del cerro Anaimoso, cerro la Yesera cerro San Andrés y áreas vecinas. Es poco transitable durante la estación de lluvias.

La carretera del valle de Pócoto, trocha carrozable intransitable en la época lluviosa, da acceso al sector centro meridional del cuadrángulo de Lunahuaná. Se inicia en Imperial, pasa por Pócoto y llega hasta cerca de Santa Cruz.

La carretera del valle de San Juan de Chinchá, se inicia de Chinchá y llega hasta el pueblo de San Juan de Castrovirreyna. Da acceso a la parte meridional de los cuadrángulos de Chinchá y Tantar.

La carretera del valle de Mala, pasa por Calango con dirección a Huarochirí. Esta vía afirmada da acceso al sector noroeste del cuadrángulo de Mala y a la esquina noroccidental del cuadrángulo de Lunahuaná.

## **Agradecimientos**

El autor expresa su agradecimiento a los miembros del Comité Ejecutivo de la exComisin de la Carta Geológica Nacional y a los Directivos del Servicio de Geología y Minería por haberseme confiado el estudio geológico motivo del presente informe. También

mi reconocimiento a los colegas y demás personas que, en una ú otra forma, han colaborado en la realización del trabajo.

Finalmente se expresa gratitud a los directivos de los centros mineros de Caudalosa, San Genaro y Condoray; así como a las autoridades de algunos pequeños pueblos apartados de la cordillera que brindaron facilidades para la realización del presente estudio.

## Clima y Vegetación

La región en estudio presenta diversas condiciones climáticas que determinan diferentes condiciones ecológicas; pues la altitud juega papel importante en los cambios climáticos, en la vegetación y uso de la tierra.

El área costera en general tienen clima subtropical árido también conocido como semicálido muy seco y cálido muy seco. Se caracteriza por la escasa o casi nula precipitación en forma de llovizna (“garúa”), la cual se produce en forma irregular entre los meses de Mayo a Diciembre. Generalmente en estos meses se presenta un manto de nubes bajas a 300 m. de altitud, algunas veces mayor.

En ciertos lugares, especialmente en la cadena de cerros del frente costanero en la cota de 200-300 m. las lloviznas sustentan una vegetación temporal de pastos, hierbas y arbustos localmente conocida como “lomas”, las cuales se utilizan temporalmente como terrenos de pastoreo, especialmente de ganado cabrío.

La faja costera en general es desértica ya que predominan áreas donde no llueve en ninguna época del año, especialmente en las estribaciones andinas costeras con altitud entre 500 a 2,000 m.

Los ríos que atraviesan el área son de régimen torrencial y constituyen los colectores del drenaje de sus respectivas cuencas ubicadas en la parte alta de la vertiente occidental. Estos ríos, al llegar a la costa, dan lugar a los valles costeros como el de Chincha, Cañete, Pócolo, Omas, Mala y Chilca, los cuales se ensanchan a medida que se aproximan al litoral; estos valles están separados por las pampas costaneras desérticas.

El agua es el factor que limita el aprovechamiento agrícola de los suelos de la costa, generalmente, las márgenes de los ríos mencionados y algunos conos de deyección están cultivados, desarrollándose sembríos de algodón, caña de azúcar, variedad de frutales y productos de panllevar.

La región andina tiene un clima variado; así, las cumbres y nevados están sobre los 4,500 m.s.n.m. presentando un clima glacial, el altiplano por debajo de 4,500 m.s.n.m. tiene un clima frío o de puna y según la clasificación de Nicholson corresponde a clima de Puna y clima de Nieve y según W. Kuppen a clima frío (boreal), clima de tundra seca de Alta Montaña y clima de Nieve Perpetua. Las vertientes bajas y los valles que descienden hacia la costa pacífica y hacia la cuenca del Mantaro presentan temperaturas moderadas que dan un clima templado hasta cálido en los valles profundos de la vertiente occidental como el Chiris, Pisco, San Juan de Chincha, Cañete, etc. En el altiplano, cumbres y nevados es muy marcada la variación de temperatura entre el día y la noche, en cambio en los valles bajos estas variaciones son moderadas.

Durante el año se observa dos períodos de precipitación pluvial más o menos marcados; un período lluvioso que corresponde al verano Austral con máximas precipitaciones entre los meses de Diciembre a Abril; desde los 2,500 hasta los 3,000 m.s.n.m., caen abundantes lluvias, en cambio por encima de los 3,900 m.s.n.m. las precipitaciones son sólidas en forma de nevada y granizo, en algunos casos, las precipitaciones pluviales están acompañadas por tempestades eléctricas; y un período de sequía que corresponde a los meses de Mayo a Noviembre, ocurriendo la precipitación mínima en los meses de Junio a Agosto, igualmente los más fríos; en cambio las temperaturas más altas se registran en Noviembre y Diciembre.

Las lluvias tienen su origen en las corrientes de aire húmedo que vienen del Atlántico y que precipitan su contenido sobre las partes altas de la cordillera andina.

En la parte alta de los valles se cultiva principalmente papas, cebada, habas, olluco, maíz, trigo, arvejas, alfalfa, etc. en cambio en las partes bajas produce artículos de pan llevar y frutales.

Por encima de los 4,000 m.s.n.m. la agricultura desaparece, en cambio predominan los pastos naturales como el "ichu" (stipaichu), turba delgada (bofedales) y algunas gramíneas y hierbas pequeñas que constituyen el forraje de ganado ovino, vacuno y auquénido de la región.

Cabe mencionar que por efecto de microclima en la vertiente, occidental alta a 4,000 m.s.n.m., existe una vegetación arbórea de quinales distribuidos aisladamente en bosques pequeños que ocupan flancos de quebradas u hondonadas convenientemente protegidos por colinas.

## Morfología

El área de estudio forma parte de la región de la Costa y la Sierra del Perú Central y comprende, respectivamente, dos grandes unidades geográficas contiguas: la Región Costanera y la Región de la Cordillera Occidental de los Andes; ambas están relacionadas y a su vez disectadas por importantes Valles transversales (Fig. 2). Estas unidades muestran fuertes contrastes topográficos y climáticos.

**Región Costanera.-** En parte de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná y Chincha la Región Costanera se desarrolla a manera de una estrecha faja longitudinal paralela a la cadena andina, con una anchura variable entre 5 y 30 km comprendida entre el litoral pacífico y las estribaciones bajas del frente andino cuyas cotas llegan a los 500 m.s.n.m. Presenta un territorio de relieve moderado, en el cual destacan de Oeste a Este tres unidades morfológicas denominadas:

- playas y acantilados
- pampas costaneras
- estribaciones del frente andino

**Playas y Acantilados.-** Esta unidad corresponde a la línea de costa orientada en sentido NO-SE; comprende esencialmente las playas y acantilados que en conjunto dan un perfil de contornos irregulares.

Las playas varían en ancho y longitud desde pocos metros hasta cientos de metros; generalmente, las playas más extensas están localizadas entre acantilados que penetran hacia el mar a manera de espolones como ocurren en las playas de Chilca, Puerto Viejo, El Arco, Bujama, Asia, Jahuay, etc.; en cambio las playas pequeñas se ubican al pie de los acantilados como se observa en las playas de las Lomas de Pucusana, León Dormido, etc. En algunos casos, las playas recientes ascienden escalonadamente hacia el continente por el desarrollo de una o dos terrazas que alcanzan niveles de 1 a 5 m. sobre el nivel medio del mar.

Otro rasgo morfológico importante son los acantilados, los cuales están formados por los contrafuertes andinos y las terrazas aluviales que llegan, en algunos casos, hasta la línea de costa; esto da lugar a un perfil costanero irregular con acantilados de 20 a 60 m. de altura, caracterizados por presentar pequeñas ensenadas, puntas, cavernas, túneles naturales y otras formas intermedias, similares a los rasgos morfológicos descritos por C. Lisson (1915) bajo la denominación de “tinajones”, “chiras”, etc. Ejemplos típicos de esta morfología se dan en los acantilados de Pucusana, León Dormido, El Arco, Bujama, etc. la abrasión es el principal agente modelador que ha actuado sobre las rocas que constituyen los acantilados. Muchas veces la línea de acantilados ha quedado alejada de la línea actual de playas, lo cual evidencia una reciente fluctuación del nivel del mar, como ocurre con los acantilados de las playas de Pucusana, Chilac, León Dormido, El Arco, Bujama, etc.

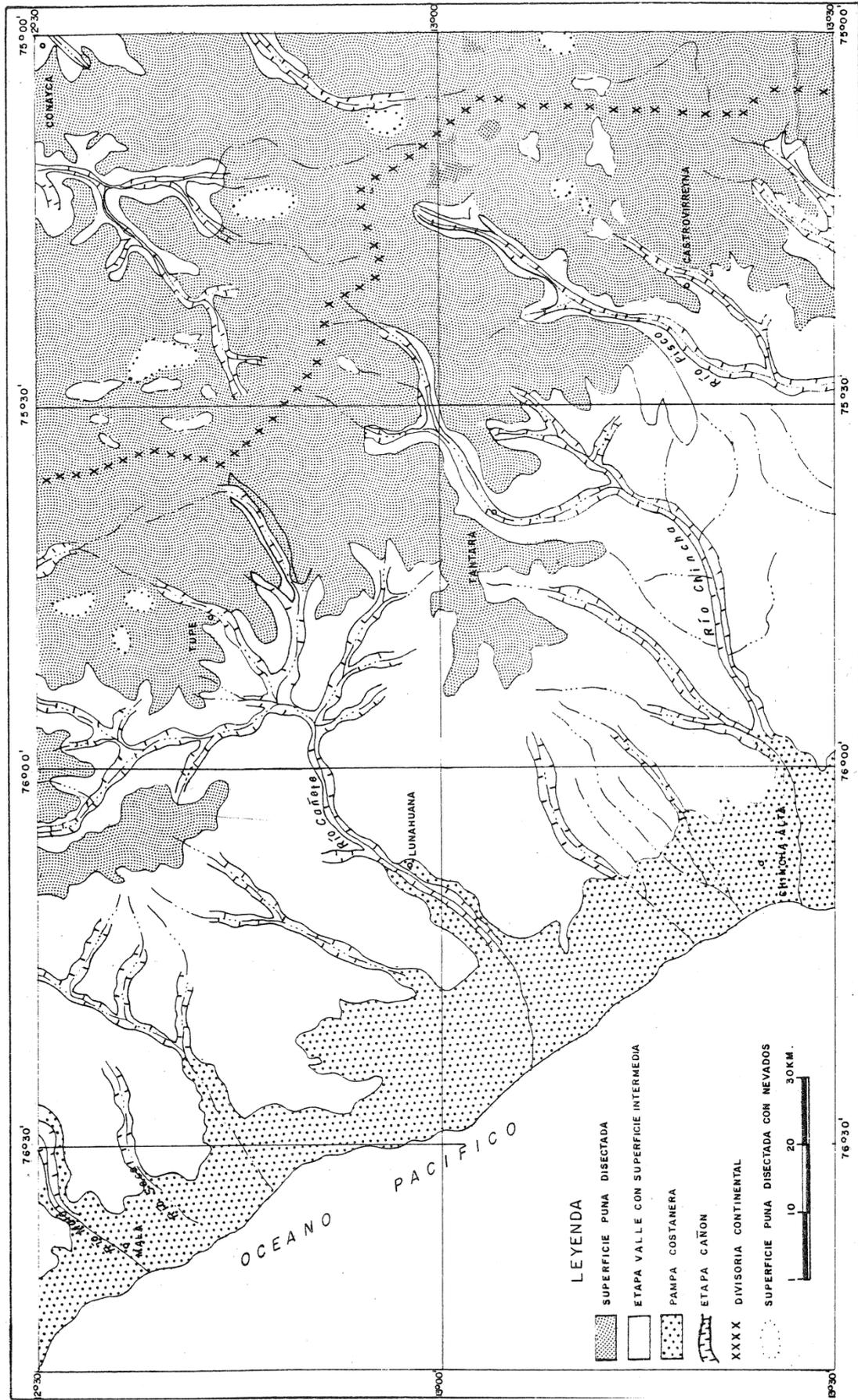


Fig. N° 2 SUPERFICIES DE EROSION DE LOS CUADRANGULOS DE: MALA, LUNAHUANA, TUPE, CONAYCA, CHINCHTA, TANTARA, CASTROVIRREYNA

**Pampas Costaneras.-** Esta unidad se desarrolla a lo largo de una faja paralela a la costa, limitada al Oeste por la ribera litoral y al Este por cadenas de cerros bajos que corresponden a los primeros contrafuertes andinos con altitud hasta de 200 m. aproximadamente.

Las Pampas Costaneras se caracterizan por presentar una superficie relativamente plana y amplia que se extiende a lo largo del frente oceánico, localmente con algunas colinas y cerros bajos. Su anchura varía según que la cadena de cerros bajos, de las estribaciones del frente andino estén próximos o alejados de la ribera litoral; así, en el caso del cuadrángulo de Chincha, las Pampas Costaneras presentan una anchura aproximada de 10 km en cambio es insignificante en el cuadrángulo de Mala y suroeste de Lunahuaná, debido a que los contrafuertes andinos llegan hasta la línea de costa.

La morfología de las pampas costaneras en el área de estudio está dada por la sucesión de terrazas aluviales correspondientes a antiguos conos de deyección de los principales ríos que llegan hasta el mar; abanicos aluviales completan la morfología de las pampas costaneras en el sector de la desembocadura de los ríos y quebradas secundarias.

En el curso inferior y desembocadura, los ríos Chincha, Cañete, Pocoto, Omas y Mala presentan depósitos aluviales y antiguos conos deyección que han sido cortados a su vez, por el curso actual, dejando en sus márgenes sucesivas terrazas aluviales a diferentes niveles sobre el lecho actual del río; las alturas que alcanzan estas terrazas va desde un metro en el caso de las terrazas recientes, hasta más de 40 metros en las terrazas antiguas.

Ejemplos típicos de estos rasgos morfológicos existen en el curso inferior y cono de deyección de los ríos Mala, Omas, Cañete y Chincha; donde generalmente las terrazas antiguas se suceden aisladamente en ambas márgenes de los ríos, en cambio en los cursos deyección las terrazas son continuas y con pendientes moderadas hacia la línea de costa.

En las pampas costaneras y algunas laderas de los cerros bajos de los contrafuertes andinos, destacan depósitos eólicos distribuidos localmente en forma de dunas, barjanes y mantos de arena. En los cuadrángulos de Chincha y Mala estas acumulaciones de arena están distribuidas a lo largo de la costa, en tanto que en sentido transversal llegan hasta los 10 km.

**Estribaciones del Frente Andino.-** Esta unidad corresponde a cadenas de cerros bajos que se levantan al Este de las pampas costaneras hasta alcanzar una cota que promedia 500 m.s.n.m.

Se caracteriza por cadenas de cerros suaves que destacan sobre las pampas costaneras y se extienden a ambos lados de los valles y quebradas principales, aumentan progresivamente de altitud y relieve en dirección Este.

Las características morfológicas de ésta unidad, su proximidad al litoral y su distribución confinando formaciones marinas del Terciario, permite suponer que ésta unidad constituye relictos de una antigua superficie de erosión marina.

En el cuadrángulo de Chincha, la línea de cumbres que contrasta con las pampas costaneras se encuentra alejada 12 km del litoral; pero a medida que se pasa a la esquina suroeste de las hojas de Lunahuaná y Mala, la línea de cumbres llega hasta el borde litoral, lo cual contribuye a dar una morfología característica al litoral y pampas costaneras entre Cerro Azul y Pucusana.

**Región de la Cordillera Occidental de los Andes.-** Los cuadrángulos en estudio ocupan en sentido longitudinal y transversal más de 100 y 150 kilómetros; respectivamente, de la Cordillera Occidental de los Andes en la región central del país. En conjunto presenta un paisaje montañoso e inhóspito con una configuración topográfica heterogénea que varía según la respectiva unidad geomorfológica. Se diferencian tres unidades geomorfológicas con características propias: Flanco Disectado Andino, Altiplano y Divisoria Continental.

**Flanco Disectado Andino.-** Se caracteriza, en forma general, por una topografía abrupta entre las estribaciones del frente andino y el borde del altiplano, con altitudes que varían entre los 500 a 4000 m. se desarrolla en un 50% del área cartografiada. En esta unidad destacan cadenas de cerros continuos o aislados que incrementando progresivamente en altitud y relieve se suceden a lo largo del frente andino y a ambos lados de los valles que corren del altiplano a la costa.

La concordancia de las cumbres permite interpretar, en sentido general, la presencia hasta de tres superficies de erosión bastante inclinadas hacia la costa y desarrolladas en una diferencia de altura de más de 3,000 m. para una distancia de 40 km aproximadamente.

Esta unidad geomorfológica está intensamente disectada por los ríos principales que descienden del altiplano a la costa, generalmente con tendencia Este a Oeste y por sus numerosos tributarios, que han labrado valles profundos y encañonados que se hacen más amplios a medida que se aproximan a la faja costanera. En sección transversal destaca la etapa cañón en proximidad al lecho del río y las etapas valle en forma de “v” en los flancos, modificadas a su vez por la acción degradatoria de las quebradas secundarias.

Los valles de los ríos Pisco, Chincha, Cañete, Pócolo, Omas y Mala que discurren del altiplano hacia la costa alcanzan profundidades que ilustran magníficamente las características morfológicas señaladas anteriormente.

En el flanco oriental andino los valles de los ríos Vilca, Ichu, La Virgen, que drenan hacia el valle del Mantaro también presentan cañones y valles profundos con típico modelado glaciar y fluvio-glaciar a similitud con las partes altas del flanco occidental andino.

**Divisoria Continental .-** Constituye el rasgo topográfico dominante en la parte alta de la zona montañosa andina y como su nombre indica, divide las aguas de la vertiente del Pacífico de las del Atlántico. Se caracteriza por cadenas de cerros con formas topográficas de tpico modelado glaciario; se desarrolla entre los 4800 a 5300 m.s.n.m., con nieve permanente en sus cumbres por encima de los 5000 m.s.n.m.

En el cuadrángulo de Conayca destacan en el paisaje los nevados Condoray, Litac y Huamanrazo y un sistema de lagunas glaciares que drenan unas hacia la vertiente pacífica y otras hacia la vertiente atlántica.

La Divisoria Continental se alinea en dirección NO-SE en el cuadrángulo de Conayca, al noreste en los cuadrángulos de Tupe y Castrovirreyña, haciendo N-S en el lado oriental de la hoja de Castrovirreyña.

**Altiplano.-** Se caracteriza por formas topográficas de relieve moderado integrado por pampas, colinas y cadenas de cerros suaves y concordantes cuya altitud va descendiendo progresivamente en ambos lados de la divisoria continental hasta alcanzar aproximadamente los 4000 m.s.n.m. Presenta evidencias de una intensa erosión glaciario, con valles de sección transversal en forma de “U”, valles colgados, circos glaciares en íntima relación a depósitos morrénicos y depósitos fluvio-glaciares.

El altiplano representa un remanente de la Superficie Puna y está ampliamente distribuido en los cuadrángulos de Conayca y Castrovirreyña, en el lado oriental de las hojas de Tantar y Tupe y en el sector septentrional de Lunahuaná.

**Región de Valles .-** Constituyen la unidad morfológica que relaciona la costa y la alta cordillera andina, pues e inician en la divisoria continental y en su desarrollo a través del altiplano y el flanco andino forman valles con características morfológicas relacionadas al modelado glaciario y fluvio-glaciario, en tanto que en su curso medio labrado en típica acción fluvial aumenta su sección hasta formar amplios valles en su curso inferior. Los valles de los ríos Pisco, Chíncha, Cañete, Omas y Mala constituyen el drenaje principal hacia la vertiente occidental y el drenaje del flanco oriental está representado por los valles de los ríos La

Virgen, Vilca e Ichu que forman parte del río Mantaro. El curso superior de los ríos mencionados se encuentra en estado juvenil y en proceso de encaonamiento y erosión regresiva.

En términos generales, el perfil longitudinal de los ríos presenta gradiente suave en la zona costanera, moderado en el altiplano y fuerte en el flanco disectado andino entre la costa y el altiplano. En sección transversal, los valles presentan formas que guardan relación con las denominadas etapas de erosión valle y etapa cañón que describen varios autores en diferentes lugares del Perú.

**Etapas de Erosión.-** Las etapas de erosión de la región en estudio guardan correspondencia con las superficies de erosión desarrolladas a altitudes que van desde algunos cientos de metros hasta los 5,000 m. sobre el nivel del mar en la Divisoria Continental. Estas superficies se reconocen por un conjunto de cimas planas, concordantes, que en conjunto permiten reconstruir superficies relativamente planas inclinadas al Oeste como al Este de la Divisoria Continental. En algunos casos estas superficies de erosión han sido preservadas por una secuencia litológica posterior, pero generalmente están ampliamente destruidas. La distribución y relaciones de las etapas de erosión se muestran en la Fig. 3.

Mc. Laughlin, D.H. (1924) y otros autores distinguen en los Andes peruanos tres superficies de erosión a las que denominaron: Superficies de Erosión Puna, Superficie de Erosión Valle y Superficie de Erosión Cañón. Estas superficies clásicas de erosión están completamente desarrolladas en la región en estudio; cada una con particularidades propias.

**Superficie de Erosión Puna.-** Este rasgo morfológico reconocido en el área de estudio corresponde a la Superficie Puna descrita por Mc Laughlin, D.H. (1924) en el departamento de Junín y por Newell N.D. (1949) en el departamento de Puno. Esta superficie de erosión se supone formada durante el Mio-Plioceno, es decir después del emplazamiento de los plutones y de la serie volcánico-sedimentaria plegada del Terciario inferior a superior. La denudación ocurrida en esa época originó una superficie de erosión madura semejante a una penillanura, de altitud moderada con respecto al nivel del mar, con relieve suave y ligeramente ondulado, rejuvenecida luego por el levantamiento de los Andes; y, disectado intensamente en el curso del Cuaternario por la erosión glacial, fluvio glacial y fluvial.

Con estas características se reconoce la Superficie Puna en el área estudiada; aunque ocasionalmente preservada en áreas pequeñas, por formaciones más modernas del Plio-Pleistoceno, como ocurre en la parte andina meridional del área estudiada. Cabe mencionar que en el valle de Pócoto se observa la traza de una superficie antigua post batolítica, relacionada tal vez, a una superficie Pre-Puna, preservada por una serie clástica y tobácea que topográficamente forman escarpas.

En las diversas exposiciones reconocidas, la Superficie Puna presenta características especiales.

En la divisoria continental, se encuentran restos más altos de la Superficie Puna, labrada principalmente en rocas volcánico-sedimentarias del Terciario y en menor escala en capas rojas de la formación Casapalca y rocas del Mesozoico. Se caracteriza por la concordancia general de las cumbres de los cerros, los cuales registran altitudes que van de 4,600 a 5,300 m.s.n.m. y se alinean en sentido NO-SE.

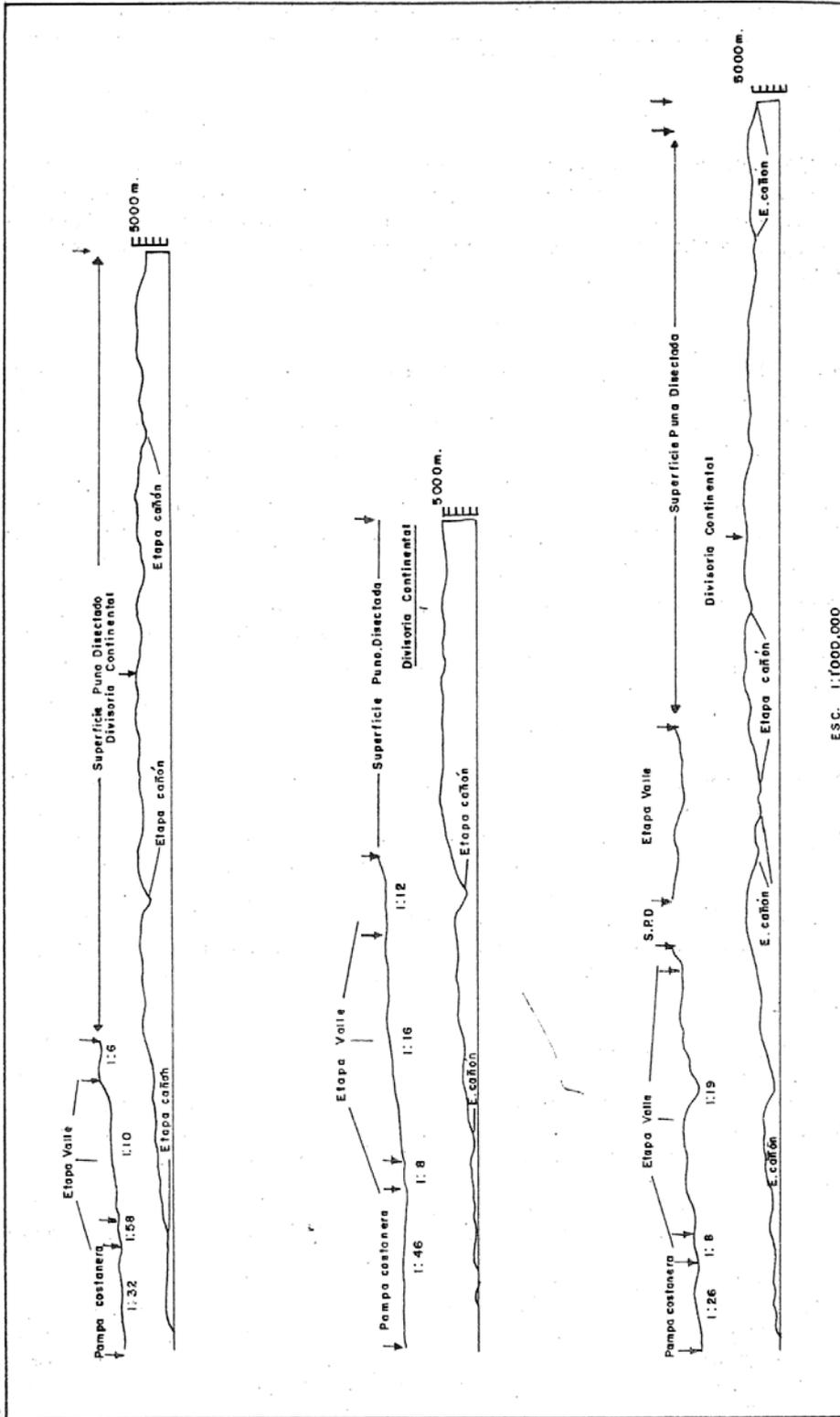


Fig N°3 PERFILES MOSTRANDO LA ETAPA DE EROSION DE LOS CUADRANGULOS DE: MALA, LUNAHUANA, TUPE, CONAYCA, CHINCHA TANTARA, CASTROVIRREYNA

La Superficie Puna del altiplano y cumbres del lado oriental, se caracteriza por extensiones amplias de relieve moderado de cimas truncadas por la erosión, generalmente entre los 4,000 a 4,700 m.s.n.m.; ocasionalmente, algunas cumbres llegan a 5,000 m.s.n.m. Esta superficie se ha modelado en rocas mesozoicas, principalmente calizas y areniscas y hacia la divisoria continental en rocas volcánicas y volcánico-sedimentarias.

En el altiplano y cumbres occidentales, existen restos de la Superficie Puna, caracterizada por una penillanura de colinas concordantes que en conjunto señalan una superficie de relieve moderado con pendiente suave hacia el Oeste. Esta superficie morfológica se sucede entre la divisoria continental y la parte alta de los contrafuertes occidentales, es decir, entre los 4,000 a 4,800 m.s.n.m.; ocasionalmente destacan cumbres nevadas, tales como el cerro Altar en la parte meridional del cuadrángulo de Conayca y los cerros Anquichanca en la parte oriental del cuadrángulo de Tupe.

En el flanco disectado andino destacan superficies y cumbres concordantes que corresponden a restos de la Superficie Puna así como a superficies de erosión más jóvenes y a diferentes niveles, las cuales se relacionan con diversos niveles de la Etapa Valle.

**Superficies de Erosión Valle y Cañón .-** En el área estudiada, los valles y cañones han sido modelados por procesos de origen externo que han actuado, en forma predominante, en relación con los movimientos epigénicos de fines del Terciario al presente.

Como resultado del proceso erosivo, el sistema de ríos de las vertientes pacífica y atlántica ha desarrollado diversos estadios de la etapa valle, reconocidos en diferentes niveles de los flancos de los valles principales.

Las características morfológicas que presentan los valles varían según su desarrollo ocurra en el altiplano, el flanco andino o la costa. En el altiplano los valles son de típico modelado glaciar, con valles en "U", valles colgados, y circos glaciares. Como resultado de la acción glaciar antigua y reciente, el fondo de los valles está tapizado de depósitos glaciares y fluvio-glaciares.

En los flancos occidental y oriental andinos se reconoce la etapa de Erosión Valle como un ciclo de erosión juvenil a maduro que ha disectado la Superficie Puna, dando como resultado penillanuras y cumbres concordantes que descienden aproximadamente 3,000 m. en distancias que varían entre 40 y 60 km; contrastando con la Superficie Puna cuya pendiente moderada hacia el este y oeste tiene para una distancia horizontal similar un desnivel de 500 m. aproximadamente.

En el flanco occidental andino (ver perfiles de la Fig. N° 3) se consideran 4 niveles de Superficie Valle, inclinadas con tendencia no uniforme hacia el oeste, pues en la sección

superior (entre 3,000 y 4,000 m.s.n.m.) presenta gradientes que varían entre 1: 4 a 1: 10; en la sección intermedia (entre 1,000 a 3,000 m.s.n.m.), son suaves con gradientes que varía entre 1:10 y 1:20; en tanto en la sección más baja o de costa, las inclinaciones son muy suaves, con gradientes que oscilan entre 1:25 a 1:45.

Las etapas de erosión Valle y Cañón guardan relación con el levantamiento de la Superficie Puna desde casi el nivel del mar hasta alrededor de los 5,000 m.s.n.m. Estimándose que la mayor elevación estuvo asociada al desarrollo de la etapa Cañón, a la cual se asocian los depósitos aluviales y fluvio-glaciares dispuestos en terrazas.



## **ESTRATIGRAFIA**

---

La columna estratigráfica del bloque de cuadrángulos estudiados comprende una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que en edad van desde el Triásico superior hasta el Cuaternario reciente.

Rocas del substrato Paleozoico no se han reconocido en el área, pero se asume que constituyen el pedimento sobre el cual ocurrió la deposición de las formaciones mesozoicas.

El substrato Paleozoico oriental constituido por rocas metamórficas, principalmente filitas del Precambriano a Paleozoico inferior (Pre-Excelsior) se comportó como bloque positivo durante el Cretáceo. Sobre este basamento se sucede una secuencia de rocas sedimentarias y continentales del Paleozoico superior afectadas por un débil grado de metamorfismo. Sus afloramientos se observan a pocos kilómetros al Este y noreste del área, pero su mayor distribución está en la Cordillera Oriental como continuación del Geoanticlinal del Marañón en la región Norte del país.

En la zona costanera se considera que rocas del basamento y del Paleozoico superior infrayacen a cierta profundidad, como extensión sumida de las rocas metamórficas que afloran en la cordillera de la costa Sur; pues existen evidencias que la sedimentación durante el Mesozoico provenía del macizo Paleozoico localizado al Oeste de la costa actual.

En la tabla estratigráfica (Fig. 4) se establece el cuadro estratigráfico de la región, así como sus relaciones, espesores y características litológicas.

Las características estratigráficas del área permiten postular que durante el Mesozoico las unidades litoestratigráficas resultaron de la sedimentación, en una cuenca subsidente (Cuenca Occidental Peruana) limitada por dos macizos paleozoicos que funcionaron como bloques positivos hasta el Cretáceo inferior, por lo que se considera que este modelo paleogeográfico y paleotectónico controló el desarrollo de la secuencia estratigráfica en forma de fajas paralelas a la dirección andina. Como resultado de esta interpretación se propone, de Oeste a Este, las siguientes zonas estratigráficas :

- Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica, desarrollada en la faja costanera y parte baja del flanco occidental andino.
- Zona Oriental de la Cuenca Mesozoica, identificada en la parte media y alta del flanco occidental andino.
- Zona de Plataforma Mesozoica, registrada en la divisoria continental y el altiplano.
- Zona de Cobertura Cenozoica, desarrollada en el sector costanero y sector cordillerano.

## **Zona Marginal y Occidental de la Cuenca Mesozoica**

La estratigrafía que se desarrolla en la faja costanera y parte baja del flanco occidental andino, correspondería a una sedimentación en el sector marginal occidental de la cuenca, es decir en el flanco oriental del macizo Paleozoico de la Cordillera de la Costa; en condiciones de sedimentación nerítica y epicontinental, alimentada en forma relativamente rápida por la erosión del antepaís tectónicamente activo. La sedimentación estuvo acompañada por volcanismo submarino intermitente, con intensidad que disminuía hacia el Este.

La secuencia que aflora en esta zona del área de estudio, se relaciona con la serie volcánico-sedimentaria de edad Triásico-Cretáceo descrita por algunos investigadores bajo las denominaciones de: Formación de Pórfido, Formación Porfirítica, Formación Andina de Diabasa y Meláfidos; autores más modernos describen esta secuencia con nombres locales en las regiones Norte, Centro y Sur del país.

En términos generales, en la columna estratigráfica del área, se reconoce :

- En la base, rocas volcánico sedimentarias del miembro Puente Piedra superior.
- En la parte media una gruesa serie clástica y calcárea que se correlaciona con las formaciones del área de Lima, parcialmente identificadas pues están disturbadas por rocas intrusivas del batolito y en gran parte cubiertas por depósitos cuaternarios. Por estas razones se han individualizado localmente las formaciones pero regionalmente no se les ha diferenciado. En los niveles basales predominan rocas lutáceas descritas con el nombre de Formación Asia, a la que sobreyace el Grupo Morro Solar integrado por las formaciones Salto del Frayle, La Herradura y Marcavilca; completando la serie clástica se ha reconocido la Formación Pucusana. Sobre esta serie clástica se encuentran las secuencias calcáreas Pamplona y Atocongo en la costa norte del área de estudio y , el Grupo Imperial en la costa sur.



- La parte superior de la columna está representada por una gruesa serie volcánico-sedimentaria, la cual se designa con los nombres de Formación Chilca y Grupo Quilmaná.

## **Grupo Puente Piedra**

El nombre de Formación Puente Piedra fue usado por R. Rivera (1951) para describir en base a información inédita de la Comisión del Instituto Geológico del Perú, una serie de volcánicos con sedimentos que afloran en la localidad de Puente Piedra.

Originalmente, el grupo fue dividido en tres miembros: Puente Piedra inferior, Estratos Puente Inga y Puente Piedra Superior, posteriormente elevado a categorías de formaciones; estos miembros fueron reportados cerca de Lurín por L. Castro (1956) y A. Pardo (1961) y en el área de Pucusana-Mala por A. Alberca (1955), W. Ruegg y A. Manrique (1957), B. Boit (1957), E. Bosc (1963) y L. Vargas (1963).

Los autores citados fijaron la posición y edad de los miembros de la Formación Puente Piedra en base a evidencias litológicas y paleontológicas similares a las reconocidas en la localidad típica, en especial a la serie lutácea y calcárea del cerro Quipa que fue asignada a los Estratos Puente Inga de edad Berriasiano; pero en el presente estudio se identifica fósiles que caracterizan a la Formación Pamplona, por lo que no se considera la existencia de la Formación Puente Piedra en el área de Pucusana y, en consecuencia la Formación Pucusana yace, localmente entre la Formación Pamplona y el Grupo Morro Solar.

En el área de estudio sólo afloran los niveles superiores del Grupo Puente Piedra, en los cerros de la margen derecha del río mala entre Aspitia y las playas El Arco-León Dormido, en los cerros de la margen izquierda frente a Aspitia y Flores.

El Grupo Puente Piedra expuesto en el área está constituido por un predominio de derrames volcánicos de composición andesítica, textura afírica y porfirítica, coloración variando entre gris verdoso y gris marrón, pseudo estratificados en bancos medianos y gruesos. Esa litología en afloramientos masivos puede relacionarse a intrusiones submarinas o centros volcánicos.

La secuencia volcánica se presenta intercalada ocasionalmente por afloramientos lenticulares de calizas silicificadas, areniscas y lutitas gris marrones y lutitas marrón amarillentas y se asocia a la Formación Puente Piedra Superior. Hacia el tope predominan las unidades sedimentarias, pasan gradualmente a la Formación Salto del Fraile; en cambio, no se conocen bien sus relaciones basales, pero se deduce que yace sobre la Formación Puente Inga.

En el área no hay una exposición completa de la Formación Puente Piedra Superior debido a que está afectada por un stock de tonalita granodiorita del Batolito Costanero y por intrusiones menores de microdiorita y dioritas; asimismo, por el fallamiento en bloques que pone en contacto unidades sedimentarias de la Formación Pamplona con rocas asignadas a la Formación Puente Piedra Superior, como se observa en la playa El Arco. Para esta formación E. Bosc (1963) estimó un grosor de 870 m. pero por las razones indicadas, en el presente estudio se le considera un grosor aproximado de 500 m.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-Por su posición estratigráfica reconocida en el área, infrayacente a la Formación Salto del Fraile, y por su similitud litológica con la Formación Puente Piedra Superior, que en la localidad típica sobreyace a la Formación Puente Inga de edad berriasiana por su contenido faunístico, se asigna a esta secuencia volcánica una edad Berriasiano superior. Se correlaciona con la unidad volcánico-sedimentaria de Pachacamac y la unidad del río Huaytará.

Las rocas volcánico-sedimentarias distribuidas entre Lima y Mala señalan que en esta zona se desarrolló una fase volcánico-submarina con erupciones intermitentes cuyos productos disminuían hacia el Este, como se observa en el valle de Lurín, en cuyos intervalos se depositaron, en ambiente de mar somero, unidades sedimentarias representadas por lutitas, areniscas y calizas.

## **Formación Asia**

Bajo el nombre de Formación Asia se describe a la secuencia con predominio de lutitas grises y algunas intercalaciones de areniscas finas y ocasionalmente horizontes calcáreos y volcánicos, expuesta a manera de faja adyacente al Batolito Costanero en la zona costanera entre el valle de Mala y Asia; así como los afloramientos aislados ubicados en la zona baja del flanco occidental andino, en la zona interna del batolito entre los valles de Omas y Cañete. En Santa Cruz el valle de Pócoto y Pacarán del valle de Cañete, se han reconocido buenas exposiciones de areniscas y lutitas pizarrosas que se les considera dentro de la Formación Asia. Esta formación infrayace en forma transicional al Grupo Morro Solar pero no se reconoce su base, por lo que su espesor se estima en 500 m.

**Edad y Correlación.**-Por infrayacer al Grupo Morro Solar del Valanginiano se considera que la deposición de esta secuencia sedimentaria, denominada Formación Asia ocurrió en el intervalo Berriasiano superior-Valanginiano. Esta edad es aproximada, puesto que no se han encontrado fósiles que precisen su edad. Se correlaciona con el Grupo Goyllarisquizga que se distribuye en la zona de cuencas del flanco occidental andino.

## **Grupo Morro Solar**

Esta secuencia originalmente fue descrita por C. Lisson (1907) con el nombre de “Serie Arenosa”, posteriormente la Comisión del Instituto Geológico del Perú, en informe inédito la diferenció en las formaciones Salto del Fraile, La Herradura y Marcavilca, las mismas que posteriormente fueron descritas en publicaciones de R. Rivera (1951), A. Rosenzweig (1953) y J. Fernández Concha (1958).

Estas formaciones han sido reconocidas parcialmente en el área de estudio, debido a que su secuencia está incompleta por cobertura de depósitos cuaternarios o por estar perturbada por fallamiento o intrusiones del batolito. Por esta razón, en el mapa y el informe les generaliza.

Rocas pertenecientes al Grupo Morro Solar ocupan una faja de afloramientos en la zona costanera al Oeste del Batolito de la Costa y también en la parte baja del flanco occidental andino, a manera de remanentes con solución de continuidad en las rocas intrusivas del Batolito de la Costa. En estos afloramientos así como en los asomos del lado oriental del batolito, no se aprecian sus relaciones estratigráficas. En el sector entre la quebrada de la Mina Raúl, Asia y Quilmaná, los afloramientos son aislados y no afloran secciones completas.

Entre la localidad de Asia en el valle de Omas y cerro Perico aflora, en forma incompleta, una gruesa secuencia clástica representada por :

**Miembro inferior**, areniscas cuarzosas gris blanquecinas en capas delgadas a medianas, con intercalación de areniscas arcillosas finas grises y lutitas gris claras a pardo amarillentas, en unidades de hasta 10 m. de espesor. Esta litología pasa transicionalmente a un predominio de lutitas gris a pardo amarillentas de la Formación Asia. A este miembro se le estima un espesor de 200 m.

**Miembro medio**, areniscas pardas intercaladas con lutitas blanquecinas y pardo amarillentas, ocasionalmente con unidades de rocas volcánicas grises, de composición andesítica. Esta litología aflora en forma discontinua por cobertura de depósitos aluviales y eólicos existentes en las lomas de Asia. A este miembro se le estima un espesor de 700 m.

**Miembro superior**, areniscas cuarzosas blancas en capas de hasta 1.5 m., algunas con estratificación cruzada, subordinadamente existen intercalaciones de lutitas pardo rosadas y amarillentas; y hasta la base predominan areniscas gris blanquecinas y pardas. Los afloramientos del Grupo Morro Solar se distinguen en el campo por su color blanco grisáceo y pardo claro; en muchos casos la secuencia está afectada por diques, sills o pequeños stocks de microdioritas, andesitas y rocas graníticas. Esta secuencia de areniscas, lutitas y ocasionales capas de volcánicos sobreyacen transicionalmente a la Formación Asia con predominio de lutitas e infrayace a la Formación Pamplona.

La litología indicada anteriormente está expuesta parcialmente en las lomas de Quilmaná, existiendo pequeños afloramientos hasta cerca de Cerro Azul. Se le estima un grosor aproximado de 300 m.

## **Zona Costanera**

El Grupo Morro Solar de la zona costanera, está mejor expuesto en la playa Cerro Colorado y en cerro San Andrés con extensión hacia el Este hasta cerca de Aspitia, donde se reconocen las formaciones:

**Formación Salto del Fraile.-** Consiste de areniscas cuarzosas blanquecinas y ligeramente amarillentas, estratificada en capas delgadas en la base y capas gruesas hasta de 2 m. con marcada estratificación cruzada en la parte superior. Los niveles basales de la formación consisten de una intercalación de areniscas y volcánicos en transición normal con el Grupo Puente Piedra infrayacente; por el techo subyace en concordancia a las areniscas y lutitas de la Formación La Herradura. Se correlaciona con la secuencia descrita por J. Fernández Concha (1958) en la localidad típica y con los afloramientos que afloran en la isla San Lorenzo descritos por A. Rosenzweig (1953). Se estima un espesor de 70 m.

**Formación La Herradura.-** En la localidad tipo (Morro Solar), J. Fernández Concha (1958) separó la Formación La Herradura en los miembros La Virgen y La Herradura sobreyaciendo a la Formación Salto del Fraile. Ambos miembros se han reconocido con similares características litológicas, en las escarpas de la playa de Cerro Colorado.

**Miembro La Virgen,** consiste de 30 m. de lutitas gris oscuras con ocasionales nódulos calcáreos y caliza gris negruzca, sucedidas por una intercalación de areniscas y lutitas.

**Miembro La Herradura,** consiste en su base de areniscas gris claras y capas ocasionales de lutitas; hacia el techo se suceden lutitas negruzcas y abigarradas, intercaladas con horizontes de caliza en capas delgadas a medianas. E. Bosc (1963) encontró en esta secuencia ammonites y lamelibranquios, entre los cuales identificó el ammonite *Pfluckeria Pfluckeri* Liss, ejemplar encontrado por Raimondi en la localidad de Aspitia C. Lisson (1938). Se estima un grosor de 60 m.

**Formación Marcavilca,** esta formación ocurre en el cerro San Andrés. Consiste en su base de areniscas y cuarcitas blanquecinas y gris claras con ocasionales intercalaciones de lutitas; sobre las que se encuentran calizas en capas gruesas, una intercalación de lutitas, areniscas, cuarcitas de color generalmente marrón y, en forma, subordinada algunas capas de volcánicos grises alterados. Esta formación está parcialmente cubierta por depósitos eólicos pero se estima un espesor de 200 m. Su relación con la Formación Pamplona, suprayacente, no está expuesta.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-El contenido fosilífero, las características litoestratigráficas y la posición estratigráfica permite correlacionar la sucesión clástica del área estudiada en la región costera con la secuencia areniscosa de los alrededores de Lima, por lo que se le asigna una edad Valanginiana según los fósiles estudiados por C. Lisson y otros autores; también se correlaciona con la Formación Chimú y con la parte media y superior del Grupo Yura.

Además hacia el lado oriental se relaciona con la serie clástica que aflora como remanente dentro de las rocas intrusivas del Batolito de la Costa y también con la secuencia de la zona de cuenca en la parte alta del flanco occidental andino.

Durante la sedimentación del Grupo Morro Solar la cuenca, al sur de Lima, correspondía a un mar somero que recibía sedimentos tanto de una fuente emergida del lado oriental, incluyendo a la Cordillera de la Costa, como del lado oriental. En estas condiciones la litología del Grupo Morro Solar se depositó en un ambiente de transgresiones y regresiones marinas continuas, lo que explica la alternancia de sedimentos continentales y marinos; estos últimos con restos de ammonites y lamelibranquios.

### **Parte Baja del Flanco Occidental Andino**

El Grupo Morro Solar reconocido en la parte baja del flanco occidental andino, aflora en las siguientes localidades del cuadrángulo de Lunahuaná:

- Valle de Omas en el sector La Yesera, quebrada Canchagalla. En este sector aflora una secuencia clástica con características litológicas y posición estratigráfica equivalente a la secuencia de Lima, yaciendo en concordancia sobre rocas lutáceas y lutitas pizarrosas relacionadas a la Formación Asia e infrayaciendo en concordancia a la Formación Pamplona. De piso a techo se han reconocido tres unidades que se consideran equivalentes a las Formaciones Salto del Frayle, la Herradura y Marcavilca. No se ha encontrado una sección completa que permita diferenciar cada formación; pues únicamente se ha encontrado afloramientos discontinuos debido a plegamiento, fallamiento en bloques e intrusión del Batolito de la Costa y otros cuerpos menores. Las características litológicas de cada unidad son:
- Areniscas cuarzosas pardo grisáceas en capas medianas, en sus niveles superiores se intercalan lutitas (Formación Salto del Fraile). Se estima un espesor de 150 m.
- Lutitas gris plomizas en parte amarillentas y negruzcas, con ocasionales capas de arenisca cuarzosa gris plomiza que en la parte superior alcanzan grosores de 2 a 5 m., alternando con bancos de lutitas en igual proporción (Formación La Herradura). Ocasionalmente esta litología está atravesada por diques o sills de andesita o diorita. Se estima un espesor de 180 m.

- Cuarzitas y areniscas cuarzosas gris blanquecinas, en capas medianas; intercaladas en la base y techo con lutitas color plomizo amarillento y negruzco; cerca al tope una capa de caliza. Se estima un grosor de 120 m. Se correlaciona con la Formación Marcavilca de los alrededores de Lima y de la zona de costa del área de estudio.
- Grupo Morro Solar en el sector valle de Pócoto (Santa Cruz) y valle de Cañete (Pacarán, Zuñiga). En el área aflora la secuencia del Grupo morro Solar plegada y fallada; si bien, la escala del mapa no permite representar cada formación; así, en la sección de la quebrada Santa Cruz aflora una gruesa secuencia que se puede correlacionar con formaciones Salto del Fraile, La Herradura y Marcavilca, en base a sus características litoestratigráficas y su posición estratigráfica concordante sobre la Formación Asia predominantemente lutácea e infrayacente a las formaciones Pamplona-Atocongo.

Afloramientos con litología similar a la del Grupo Morro Solar se exponen en los cerros entre Santa Cruz y Pacarán, hacia el noroeste se propagan hasta la quebrada Totoral en tanto que al sureste se extienden hasta el valle de Cañete en el sector Pacarán-Zuñiga. De base a techo se han reconocido las siguientes unidades:

- Cuarzitas gris, blanquecinas y pardas en capas de 20 cm. a 1 m. con intercalaciones subordinadas de lutita pizarrosa negruzca y arenisca grisácea con grosores de 1 a 6 m. Yace concordantemente sobre lutitas pizarrosas negruzcas con ocasionales intercalaciones de arenisca cuarcítica grisácea y arenisca fina gris de la Formación Asia. Se estima un espesor de 250 m. Se le considera equivalente a la Formación Salto del Fraile.
- Lutitas plomizas y negruzcas friables, con ocasionales horizontes delgados de arenisca cuarcítica gris. Se estima un espesor de 300 m. y tentativamente se correlaciona con el miembro La Virgen. Encima se sucede 200 m. de areniscas cuarcíticas gris verdosas, estratificadas en capas delgadas y medianas, con algunas capas de areniscas y lutitas pizarrosas negruzcas de 50 cm. a 1 m. Termina este miembro con una secuencia de 400 m. de lutitas pizarrosas negruzcas, friables y de laminación fina, ocasionalmente con capas delgadas de cuarcita y arenisca fina en lajas. Se considera que estas dos últimas unidades con un grosor aproximado de 600 m. puede correlacionarse con el miembro La Herradura. Se correlaciona la secuencia con la Formación La Herradura.
- Areniscas cuarzosas blanquecinas, en la parte superior areniscas cuarcíticas pardo blanquecinas y grisáceas, estratificadas en capas de 50 cm. a 1 m; en la parte media, 50 m. de marga gris, caliza negruzca en capas de 5 a 15 cm. y arenisca

cuarzosa gris clara en capas delgadas; su techo está en contacto fallado con la Formación Pamplona. Se estima un grosor de 450 m. y se le considera equivalente a la Formación Marcavilca.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-En la secuencia clástica del Grupo Morro Solar expuesta entre los cerros Santa Cruz y Pacarán se ha encontrado los siguientes fósiles :

Lamelibranchios  
Núcula sp.  
Venus cf dupiniana d'ORE  
Leda sp  
Unio sp  
Cucullaea sp c.i.  
Astarte sp c.i.  
Trigonia sp c.i.  
Ammonites:  
Raimondiceras raimondii (GABB)  
Restos de plantas: of-Weichselia sp.

El ammonite *R. raimondii* y casi todos los lamelibranchios son bastante comunes en la Formación La Herradura del Cretáceo inferior (Valanginiano) del área de Lima; restos de plantas del género *Weichselia* se encuentran en las formaciones del Cretáceo inferior.

Las secuencias anteriormente descritas se correlacionan en primer término con las formaciones del Grupo Morro Solar del área de Lima y de la zona de costa del área de estudio. También se correlacionan con la Formación Chimú de la región Norte y con la parte media y superior del Grupo Yura de la zona Sur del país; y con la secuencia clástica del Grupo Goyllarisquizga que ocurren en la parte alta del flanco occidental andino.

La sedimentación de los clásticos de la zona baja del flanco occidental andino al igual que la zona costera corresponden a un mar somero con gran aporte de sedimentos procedentes, del antepaís (Cordillera de la Costa) en mayor proporción que de la zona oriental. La sedimentación ocurrió en un ambiente de transgresiones y regresiones marinas continuas, de ahí la alternancia de sedimentos semicontinentales, continentales y marinos; estos últimos con restos de ammonites y lamelibranchios.

## **Formación Pucusana**

Se adopta el nombre de Formación Pucusana propuesto por E. Bosc (1963, Tesis de Bachiller) para designar la secuencia de rocas sedimentarias y piroclástica-tobáceas con ocasionales unidades de derrames volcánicos que afloran en las lomas de Pucusana-Naplo-

La Yesera. Inicialmente el área fue estudiada por A. Alberca (1955), W. Ruegg y A. Manrique (1957) y B. Boit (1959) quienes la consideraron de edad jurásica, pues W. Ruegg y A. Manrique correlacionaron la secuencia litológica con la Formación Río Grande del Jurásico medio, identificada en el departamento de Ica.

Entre los acantilados de Punta Lobos y las lomas de Pucusana se ha medido una sección parcial con un grosor de 300 m. los niveles superiores están afectados por diques y sills de diabasa y andesita que ocurren en forma aislada.

En el área de Pucusana la base de la secuencia no está expuesta, pero se deduce que el Grupo Morro Solar, infrayace a esta unidad; en tanto que su contacto superior es transicional y concordante con la secuencia calcárea, margosa y lutácea de la Formación Pamplona como se observa entre Naplo, La Yesera y Cerro Quipa, (límite de los cuadrángulos de Mala y Lurín).

En la parte Sur de la playa del Arco se observan calizas y margas de la Formación Pamplona yaciendo en concordancia sobre un conglomerado de clastos subangulosos a subredondeados de material volcánico y de areniscas y calizas en menor cantidad; que sugieren una relación en discordancia paralela debido al cambio de litofacies. De base a techo se ha identificado tres miembros:

- **Miembro inferior**, areniscas arcósicas gris verdosas en capas delgadas, con marcada estratificación cruzada e intercalaciones de horizontes delgados de arenisca brechoide tobácea (6 m); sobreyacen dos capas de conglomerado de 3 m. cada uno, separadas por 1.0 m. de arenisca tobácea y guijarrosa. Los conglomerados están constituidos por gravas subredondeadas y subangulosas de 2 a 5 cm. y en menor proporción de 5 a 20 cm.; ocasionalmente se presentan bloques hasta de 1.0 m. Siguen 42 m. de areniscas arcósicas de grano fino, gris verdosas, con intercalación de arenisca tobácea brechoide y brechas piroclásticas finas con elementos de 1 a 5 cm. Ocasionalmente en la base existe una capa delgada de caliza y en la parte superior, tobas redepositadas, verdosas intercaladas con capas de caliza de 30 a 50 cm. En la parte media destaca 10.0 m. de lavas gris verdosas y violáceas afanítica, y estructura en almohadillas. El miembro inferior tiene un grosor de 55 m.
- **Miembro medio**, predominan tobas brechoides de grano fino a grueso, color gris verdoso y por meteorización violáceo y rojizo, estratificadas en capas delgadas y medianas; en la base se intercalan brechas piroclásticas, con elementos subangulosos y subredondeados de volcánicos de 30 a 50 cm. de tamaño y hacia la parte superior con piroclásticos pequeños de 3 a 5 cm., estratificados en capas delgadas a medianas, de color gris verdoso, rojizo y violáceo. En su parte media presenta 26

m. de metavolcánicos de textura porfirítica y color gris verdoso. Se estima para todo el miembro un grosor de 250 m.

- **Miembro superior**, areniscas arcósicas en capas de 80 cm. con intercalación de brechas piroclásticas y ocasionales capas de caliza, atravesadas por sills y cuerpos de diabasa y andesita, disturbadas por fallas menores. Gran parte de este miembro está cubierto por depósitos cuaternarios.

Entre la pesquera de Naplo y La Yesera destaca parte de los miembros medio superior con las siguientes unidades de la base al techo:

- Brecha piroclástica tobácea con fragmentos subangulosos de 0.5 a 3 cm. intercalados con conglomerados color gris verdoso y rojizo (50 m.)
- Areniscas arcósicas grano fino a medio, color gris verdoso, en capas medianas; con algunos horizontes de areniscas de grano grueso y guijarrosa y ocasionalmente capas delgadas de calizas detríticas (100 m.)
- Caliza gris clara en capas delgadas, intercaladas con tobas brechoides finas, rojizas y areniscas arcósicas gris verdosas; ocasionalmente una capa de caliza biofragmental con numerosos restos de ostreas, gasterópodos y placas de equinodermos no identificables (60 m.).

En el cerro Perico, cerca al abra por donde pasa la antigua carretera panamericana se expone una sección de areniscas margosas, margas, arcosas, calizas tobáceas, calizas arenosas y su parte superior brechas piroclásticas. Esta secuencia se ubica estratigráficamente, entre el Grupo Morro Solar y la secuencia Volcánica Chilca-Quilmaná; es decir, que comprende las formaciones Pucusana, Pamplona y Atocongo; la parte basal de la sección (50 m. de areniscas margosas y margas marrones y pardas), se consideran como equivalentes a la Formación Pucusana.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-Los autores que han estudiado el área de Pucusana señalan que la Formación Pucusana infrayace en concordancia a la serie calcáreo-lutácea del cerro Quipa, a la que por su contenido fosilífero consideraron como equivalente a los Estratos Puente Inga del área de Lima; por lo que, a la sección de Pucusana-Cerro Quipa, le asignaron una edad Jurásico medio a superior.

En el presente estudio se ha encontrado en el techo de la Formación Pucusana (área de la Yesera), un horizonte calcáreo con restos de conchas de ostreas, gasterópodos y placas de equinodermos (formas no diagnósticas de edad) que infrayace a la serie calcárea y lutácea del cerro Quipa, equivalente a la Formación Pamplona de edad hauteriviana según fósiles diagnósticos. Asimismo, en el cerro Perico la unidad de areniscas margosas yace sobre el

Grupo Morro Solar e infrayace a la Formación Pamplona identificada con fósiles característicos; en consecuencia se asigna a la Formación Pucusana del área de estudios una edad Valanginiano superior-Hauteriviano.

El predominio de areniscas arcósicas, rocas piroclásticas con abundancia de fragmentos de feldespatos, cuarzo y rocas volcánicas indican una rápida sedimentación en distancias relativamente cortas, alimentada por la erosión de un antepaís tectónicamente activo con intermitentes efusiones volcánicas submarinas.

## **Formación Pamplona**

Esta formación fue estudiada por la Comisión de Lima del Instituto Geológico del Perú, R. Rivera (1951). Su localidad tipo se encuentra en el cerro Pamplona, con afloramientos casi continuos en los cerros al Este de Lima hasta Pachacamac. Se caracteriza por el predominio de lutitas en la base mientras que hacia el tope dominan las calizas en capas delgadas medianas; yace concordantemente sobre la Formación Marcavilca y debajo de la Formación Atocongo.

La Formación Pamplona aflora en algunas localidades de la zona costanera de los cuadrángulos de Mala y Lunahuaná, como en el cerro Quipa (sector de empalme con el cuadrángulo de Lurín), en el cerro Calavera, en la parte baja del cerro Las Brujas, en los cerros que siguen hasta la Cantera de Corral Grande de Chilca, en las lomas de Quilmaná, en los cerros al Este de Mala y en el cerro Perico.

En las localidades, la Formación Pamplona tiene características litoestratigráficas generales semejantes a la localidad tipo, con algunas unidades litológicas particulares que señalan cambios locales bruscos de las condiciones de sedimentación.

En el Cerro Quipa, al Norte de las lomas de Pucusana, se ha reconocido una sección parcial de 230 m. de grosor. En la base consiste de calizas grises en capas delgadas, con intercalaciones de yeso e impregnaciones de limolita; luego sigue una unidad de margas grises y rosadas, laminadas, con intercalaciones de calizas en capas delgadas y lutitas abigarradas. Hacia el tope predominan lutitas friables, pizarrosas, gris claras y oscuras con horizontes limolíticos; margas y calizas arcillosas gris verdosas gris bien laminadas, que contienen ammonites, los cuales han sido clasificados por C.A. Pardo como: clase Cephalopoda género *Olcostephanus* cf. *Astiarianus* (d'ORBIGNY) y otros *Olcostephanus?* sp. no bien conservados. Cabe indicar que estos fósiles se han encontrado en la parte inferior y media de la Formación Pamplona.

Su contacto superior no se conoce debido a que los niveles superiores de la Formación Pamplona están afectados por un sill de pórfido tonalítico y por un stock de diorita que

afloran en la cumbre del cerro Quipa. En la base tampoco se conoce exactamente su contacto con la Formación Pucusana, pues está cubierta por depósitos detríticos y eólicos; pero se asume que la posición de las rocas de la Formación Pamplona es en aparente concordancia sobre la Formación Pucusana, puesto que en la yesera el pase es transicional.

Una sección incompleta de la Formación Pamplona aflora en el Cerro Calavera y base del cerro La Bruja, con un grosor de 400 m. y litología bastante similar a la expuesta en el cerro Quipa. En estos lugares, la secuencia consiste en la base de calizas finas, negruzcas, en capas delgadas; con intercalaciones de calizas arcillosas, margas grises, marrones y abigarradas en estratos delgados y ocasionalmente capas delgadas de arenisca pardo marrón. La parte media se caracteriza por presentar margas, calizas arcillosas negruzcas, marrones y abigarradas, en capas delgadas, ocasionalmente con lentes yesíferos y un sill de 3 m.; encontrándose en sus niveles superiores una capa de calizas gris marrón con ammonites *Olcostephanus* cf. *astierianus* (d'ORBIGNY), *Olcostephanus* sp. y lamelibranquios mal conservados. En la parte superior predominan areniscas arcósicas gris verdosas de grano medio, en capas delgadas a medianas; ocasionalmente se intercalan caliza arenosa gris marrón en capas delgadas, conteniendo *Olcostephanus* sp y *Pholadomya elongata* MUNST a se ha encontrado

conchas de lamelibranquios que han sido determinados por A. Pardo como *Eriphyla* cf. *argentina* BURCKHARDT.

En el cerro Perico, cerca al abra por donde pasa la antigua carretera Panamericana Sur, existe una secuencia que se considera equivalente a la Formación Pamplona. Esta secuencia consiste de una unidad de 60 m. de margas marrones laminadas, con restos de microfósiles y fósiles determinados por A. Pardo; cf. *argentina* BURCKHARDT del Neocomiano, sobre la cual yacen 51 m. de andesita porfirítica con delgadas intercalaciones de margas. Más arriba se encuentran calizas negras, fosilíferas, intercaladas con caliza tobácea gris que corresponden a la Formación Atocongo. Esta litología se extiende en los cerros de las minas Raúl y Condestable.

Afloramientos aislados de las formación Pamplona y Atocongo se han reconocido más al Sur, en las lomas de Quilmaná; donde se les ha cartografiado en conjunto por no presentar diferencias litológicas marcadas.

En la parte baja del flanco occidental andino (cuadrángulo de Lunahuaná) la Formación Pamplona tiene distribución similar al Grupo Morro Solar ya descrito; yace en posición concordante sobre dicha secuencia areniscosa a cuarcítica e infrayace a las calizas del Grupo imperial.

En el valle de Omas, sector La Yesera-quebrada Canchagalla, en la base de la Formación Pamplona predominan lutitas grises y cremas con intercalaciones de margas, calizas arcillosas y areniscosas en capas delgadas; luego se tiene una mayor proporción de calizas

arcillosas, gris azuladas en capas de 1 a 30 cm. y subordinadamente se intercalan estratos de margas cremas y rosadas de estratificación delgada y algunas lutitas. En la parte media se presenta una capa de conglomerado con clastos de cuarcita en matriz de arenisca tobácea. En la parte superior intercalan delgados sills de andesita entre lutitas, margas y calizas margosas en capas delgadas, color pardo, con restos mal conservados en ammonites. Su espesor se estima en 600 m.

El afloramiento de la quebrada de Canchagalla se extiende hacia el Norte hasta el cerro Anaimoso, donde en lutitas gris verdosas se ha encontrado un resto fósil determinado como *Buchotrignia gerthii* (Lisson).

Entre el sector de Pócoto (Santa Cruz) – valle de Cañete (Pacarán Zúñiga), los afloramientos de la Formación Pamplona se distribuyen en fajas de dirección NO-SE, afectadas localmente por fallas. En la quebrada Santa Cruz se han reconocido 350 m. de una intercalación de calizas gris negruzcas, margas y lutitas margosas de colores gris claro a

pardo, estratificadas en capas delgadas; su contacto inferior está disturbado mientras que su contacto es transicional con el Grupo Imperial suprayacente.

**Edad y Correlación.-** En la sección del cerro Quipa y la base del cerro La Bruja, se ha determinado *Olcostephanus astierianus* (d'ORBIGNY) y *Olcostephanus* sp., formas comunes en la parte inferior y media de la Formación Pamplona de la localidad típica; y, *Pholadomya elongata* MUNST que ocurre en terrenos hauterivianos de Suiza. Además, en la sección del cerro Perico y al sur de la playa El Arco se ha colectado la especie *Eriphyla* cf. *argentina* BURCKHARDT del neocomiano (Neuquen, Argentina).

En el cerro Anaimoso del valle de Omas se encontró la especie *Buchotrignia gerthii* (Lisson) que igualmente se encuentra en la Formación Pamplona del valle de Lurín y en la Formación Carhuaz el *Valanginites broggi* del Valanginiano superior. En consecuencia la edad de la Formación Pamplona es Valanginiano superior-Hauteriviano.

La Formación Pamplona del área de estudio se correlaciona con las formaciones Santa y Carhuaz de la facies de cuenca que se describe en la Zona del Flanco Occidental Andino.

## **Formación Atocongo**

Esta formación fue estudiada inicialmente por la Comisión de Lima del Instituto Geológico del Perú; posteriormente, E. Bosc (1963) en su estudio del área de Chilca la describió bajo el nombre de Formación Chilca. En el presente estudio se mantiene el nombre de la localidad típica.

En su localidad tipo, la Formación Atocongo consiste de calizas de color gris en capas gruesas, dispuestas en concordancia sobre la Formación Pamplona; localmente, la secuencia se presente interrumpida por el batolito.

En el flanco Oeste del cerro La Bruja la Formación Atocongo alcanza aproximadamente 200 m. de grosor; y consiste en su base de caliza areniscosa gris negruzca, en capas medianas y gruesas, con horizontes con lamelibranquios, ostreas, toucasias fragmentarias y caliza biofragmental con restos de lamelibranquios determinados como *Ostreides* y la especie *Maetra* cf. *peruana* STEINMANN. La parte superior consiste de calizas gris clara a blanco rosado, marmolizadas. Hacia el tope se intercala in sill de andesita porfiroide con caliza metamorfizada y lutitas con cineritas.

En la sección del cerro Perico se asigna a la Formación Atocongo, una secuencia predominantemente calcárea de 150 m. de grosor, compuesta por una unidad basal de calizas areniscosas grises, gris azulinas en capas delgadas y medianas con intercalaciones de margas y calizas limolíticas, grises, fosilíferas. En esta unidad existe una capa de caliza gris detrítica de grano fino que tiene lamelibranquios pequeños: *Panopea Carteroni* d'ORB. *Nucula* sp. La unidad superior consiste de arcosa gris verdosa de grano medio a grueso en estratos medianos y gruesos, decreciendo en grosor hacia el tope, sobre la cual se observa un cambio litológico a bancos de andesita porfiroide y brechas piroclásticas gris violáceas probablemente equivalente a la Formación Chilca.

Una franja de afloramientos de la Formación Atocongo está bien expuesta entre la playa Honda y la carretera Panamericana Sur, en la fábrica de Cemento Chilca, al Este de Chilca y hacia la parte septentrional de la hoja de Lurín. Asimismo la Formación Atocongo

en las lomas y parte Norte del pueblo de Quilmana tiene afloramientos calcáreos aislados de poco grosor sobre calizas arcillosas y margosas de la Formación Pamplona.

**Edad y Correlación.**-En el flanco Oeste del cerro La Bruja se ha encontrado restos de ostreas, toucasia cf. *Carinata* MATH, esta última especie descrita por G. Steinmann en Chilca donde se le asigna al Barremiano superior.

También se ha encontrado en calizas negras masivas de la cantera del cerro Las Mercedes al Este de Chilca, la especie *Maetra* cf. *peruana* STEINMANN que ocurre típicamente en la Formación Chulec del Norte del país. Por otra parte, en la sección del cerro Perico se encuentra la especie *Panopea Carteroni* d'ORB que también ocurre en las formaciones del cerro Morro Solar de Lima.

Si bien estos fósiles encontrados no son diagnósticos pues indican un rango amplio en edad; por su posición estratigráfica sobre la Formación Pamplona y debajo de la Formación

Chilca con predominio de volcánico y unidades calcáreas del Aptiano-Albiano, se asigna a la Formación Atocongo del área de estudio una edad Barremiano Aptiano inferior.

Esta formación se correlaciona con la parte inferior de las formaciones Inca y Pariahuanca de los Andes del Norte y Centro del país, y con los niveles basales del Grupo Quilmaná que se distribuye al Este de la zona costanera de la región en estudio.

**Ambiente de Sedimentación.**- Las condiciones litológicas y faunísticas de las formaciones Pamplona y Atocongo de la zona de la costa y de la zona baja del flanco occidental andino del área de estudio, indican sedimentación en un mar abierto de poca profundidad, variando entre nerítico y localmente epicontinental. En la zona costanera intercalan unidades de arcosa que señalan una rápida sedimentación procedente de la Cordillera de la Costa tectónicamente activa y nuevamente sumergida por la transgresión del mar Pamplona-Atocongo que tuvo sus inicios en el Valanginiano superior y se extendió por el Este hasta la barrera positiva que limitó la cuenca occidental.

## **Grupo Imperial**

Las rocas de edad Altpiano-Albiano inferior a medio, están distribuidas en tres sectores geográficos diferentes: en la zona costanera del área de Chilca y Mala; en el área situada al Este y Norte de Imperial y en la parte baja del Flanco Occidental Andino.

Se les describe según la localidad típica donde aflora, con ciertas diferencias litológicas que justifican su individualización, pero se le considera, en parte, equivalente a las formaciones Atocongo y Chilca.

Al Este y Norte de Imperial se ha reconocido, pequeñas colinas en su litología de calizas grises en capas medianas a gruesas y a veces delgadas; que hacia su techo se intercalan con capas de calizas margosas, en aparente concordancia, debajo de margas, lutitas, calizas, areniscas y volcánicos de la unidad suprayacente denominada Grupo Quilmaná. En conjunto, estos sedimentos tienen un grosor de 200 m. y en algunos niveles predominantemente calcáreos se ha encontrado lamelibranquios, gasterópodos y ammonites.

Este grupo de rocas calcáreas también se han reconocido en la zona baja del Flanco Occidental Andino y conforman fajas de afloramientos orientados en sentido NO-SE, donde sobreyacen a la Formación Pamplona e infrayacen a la secuencia calcáreas-volcánica de la Formación Huaranguillo. En algunos casos ha sido posible su cartografiado por separado y en otros conjuntamente con la Formación Pamplona.

En el valle de Omas, sector la Yesera-quebrada Canchagalla, afloran calizas gris claras y oscuras, en capas medianas y gruesas con intercalaciones de calizas silicificadas y ocasionales sills, diques andesíticos porfíroides y algunos horizontes de calizas marmolizadas. La potencia registrada es de 500 m. aproximadamente.

En la sección de la quebrada Santa Cruz, se ha reconocido calizas marmolizadas alternando con calizas silicificadas gris negruzcas, en capas delgadas y medianas; subordinadamente, se encuentran capas de lutitas y limolitas de color gris verdoso. Estos afloramientos se extienden hasta el valle de Cañete, con un grosor de 300 m. aproximadamente. En el área de Picamarán también se expone ésta secuencia calcárea, pero por encontrarse fallada se ha cartografiado conjuntamente con las formaciones Pamplona y Huaranguillo.

En el valle de Chíncha, entre las haciendas Huachinga y Lunche, se expone una secuencia de rocas calcáreas con horizontes marmolizados y silicificados con un grosor aproximado de 900 m., como remanentes en el intrusivo batolítico.

En el área no se conoce el piso del Grupo Quilmaná pero su tope en el lado occidental, está limitado por rocas calcáreas con oxytropidoceras.

**Edad y Correlación.**-Los fósiles encontrados en las calizas de la parte baja del este de imperial son :

*Pterotrigonia tocaimaana* (LEA), *Isocardia* sp.  
*Parahoplites inti* BENAVIDES  
*Parahoplites* sp. (ammonite grande)  
*Pholadomya* cf. *ligeriensis* d'ORB  
*Cyprina* sp, *Cardita* sp.

Las calizas arcillosas, grises en capas delgadas de la sección inferior contienen; ammonite cf. *Prolyelliceras* sp.: Echinoideos pequeños y escamas de peces no determinados.

Como se sabe el *Parahoplites inti* se halla asociado a la zona del *Parahoplites micholsoni* que caracteriza a la formación Inca y a las calizas Pariahuanca (Callejón de Huaylas) de edad Albiano inferior. Del mismo modo el *Parahoplites* sp. tiene caracteres semejantes al *Parahoplites inti*; asimismo, el ammonite *Prolyelliceras* se encuentra asociado a ammonites de la zona del *Knemiceras raimondii* que caracteriza a la Formación Chulec y a la parte inferior de la Formación Crisnejas y se ubican en el Albiano medio temprano. Los otros fósiles son formas comunes en las formaciones del Albiano inferior a medio.

En consecuencia, se asigna al Grupo Imperial una edad Aptiano superior-Albiano inferior a inicios del Albiano medio y se correlaciona con las formaciones Inca, Pariahuanca y Crisnejas de los Andes del Norte del país.

Esta gruesa secuencia calcárea, denota un ambiente de sedimentación en aguas tranquilas, limpias, lejos de la costa.

## **Formación Chilca**

E. Bosc. (1963) describe con este nombre una secuencia de calizas, lutitas y areniscas que yacen sobre la Formación Pamplona; a las cuales, en el presente estudio, se ha designado como Formación Atocongo, denominando Formación Chilca a la secuencia volcánica con rocas calcáreas sobreyacente.

Esta formación consiste de un predominio de derrames andesíticos y porfíroides gris verdosos, violáceos y abigarrados, con intercalaciones de brechas piroclásticas, tobas brechoides en capas delgadas a medianas de color gris verdoso y marrón violáceo; calizas grises a negras en capas gruesas, discontinuas, con intercalaciones delgadas de margas y calizas biofragmentadas y tobáceas.

Esta unidad calcárea aflora en una faja casi continua hacia el noroeste en la cantera del cerro San Bartolo y laderas al Este del cerro Palo; hacia el sureste se extiende hasta las canteras de Corral Grande de Chilca, donde está cubierta, gran parte, por material eólica. En las laderas occidentales del cerro San Bartolo se observa hasta tres unidades de calizas, margas y areniscas intercaladas con rocas volcánicas.

Esta litología presenta variaciones en sentido vertical y lateral como se observa en la faja de afloramientos casi continuos entre el río Chilca y la Fábrica de Cemento Chilca. Entre Hilarión y la cantera del cerro Las Mercedes, la Formación Chilca tiene un grosor de 900 m. aproximadamente; en su parte media se encuentran 20 m. de caliza biofragmental calcoarenítica, gris verdosa y caliza tobácea en capas delgadas, conteniendo abundantes restos de crinoideos, gasterópodos y lamelibranquios regularmente conservados, como: *Exogyra* cf. *boussingaulti* d'ORB, *Mytillus* sp. y *Toucacia* cf.; hacia la parte superior destaca una unidad de 35 m. de caliza gris negruzca, con intercalaciones delgadas de margas; y en el tope, caliza gris parda en capas medianas con intercalaciones de caliza margosa nodular con abundantes fósiles; lamelibranquios, gasterópodos y crinoideos, siendo algunas especies comunes en las formaciones del Albiano inferior y medio.

El contacto inferior de la Formación Chilca no se ha determinado al estar cubierto por depósitos cuaternarios; pero es evidente que la Formación Chilca es predominantemente volcánica en tanto que la Formación Atocongo es mayormente sedimentaria. El contacto superior de la formación se observa localmente en la cantera Las Mercedes, donde una secuencia volcánica gruesa yace en aparente concordancia sobre las calizas.

La formación también se expone en afloramientos aislados en los cerros que se encuentran al Este de Mala y en el grifo de Asia.

En las cabeceras de la quebrada Canchagalla y el cerro Corazón aflora un miembro de rocas metavolcánicas y porfiroides con intercalaciones sedimentarias calcáreas y lutáceas a las que se ubica en la Formación Chilca.

**Edad y Correlación.**-En la parte media de la secuencia se ha encontrado la especie *Exogyra boussinautti* d'ORB que es común en las formaciones Albianas del Perú.

En las calizas de la cantera Las Mercedes, al Este de Chilca, se ha encontrado :

Clase Bivalva: *Pterotrigonia tocaimaana* (LEA); *Yaadia hondaana* (LEA), *Crassatella caudata* GABB, *Cardita* sp, *Mytillus* sp, *Macra peruana* Steinmann, *Liopistha* (*Psilomya*) *gigantea* SOW.

Clase Gasterópoda; *Tylosoma* cf. *regina* (CRAGIN).

Estas especies son comunes y características de las formaciones del Albiano, inferior y medio del Perú. Asimismo, en esta unidad calcárea, E. Bosc (1963) encontró *Pecten* cf. *sieversei* Steinmann, *Inoceramus* sp., *cucullaea* cp.; en consecuencia se asigna a la Formación Chilca una edad Aptiano-Albiano inferior a medio.

La Formación Chilca se correlaciona en edad con los niveles inferiores de la Formación Chancay, y en la parte Sur del área de estudio con el Grupo Imperial; también es correlacionable con las formaciones Inca, Pariahuanca y Chulec de la zona Andina y con la Formación Arcurquina de Arequipa.

**Ambiente de Sedimentación.**- A principios del Albiano, la cuenca de sedimentación tenía una propagación universal como lo indica la fauna y litología calcárea de la Formación Chilca, pero la presencia de rocas volcánicas sugiere un ambiente local con influencia de un antepaís tectónicamente activo que aportaba rocas ígneas y subvolcánicas de composición intermedia.

## **Grupo Quilmaná**

Con este nombre se denomina una gruesa secuencia volcánicos-sedimentaria en la base, con predominio de rocas volcánicas hacia la parte superior, que yacen en aparente concordancia sobre el Grupo Imperial. El techo de la formación se encuentra descubierto, desconociéndose su relación con unidades más jóvenes. Esta secuencia aflora en las estribaciones andinas próximas a las pampas costaneras, entre Quilmaná y Chincha y entre

Chilca y Mala respectivamente; asimismo se reconoce en la zona baja del Flanco Occidental Andino como remanentes de la intrusión del batolito en valle de Omas (La Yesera – San Andrés), Pócoto, en la quebrada Huatiana y al sureste de la hacienda San Juan en el valle de Chíncha. El nombre proviene del cerro Huayaullo al Este de la localidad de Quilmaná.

En las laderas de la quebrada Pócoto, al sur de los cerros Huayaullo, se ha reconocido una secuencia y alternancia de lutitas, lutitas pizarrosas laminadas, calizas arcillosas grises, calizas silicificadas y margas, generalmente en capas delgadas y bandeadas; también se intercalan horizontes delgados de limolitas y areniscas de color gris pardo; que tienen en su base 80 m. de derrames volcánicos submarinos con “pillow lavas” que hacia el tope se intercalan con lechos volcánicos delgados. La secuencia está disturbada por sills y diques de microdiorita y, más hacia el Este por un stock tonalítico-granodiorítico. La sección tiene 600 m. aproximadamente, yace en aparente concordancia sobre las calizas del Grupo Imperial y se considera como el miembro inferior del Grupo Quilmaná.

Sobre la secuencia descrita yace en aparente concordancia el miembro superior, con predominio en su base, de derrames andesíticos y dacíticos de texturas porfiroide o afaníticas, en capas medianas, gruesas y algunos horizontes con indicios de “pillow lavas”, en cambio hacia la parte alta tiene estructura masiva. Las rocas volcánicas son de color gris y gris verdoso, con tonalidades pardo rojizo a amarillento por meteorización; ocasionalmente alternan con unidades lenticulares de rocas calcáreas silicificadas y marmolizadas intercaladas con lutitas y margas.

Al sureste de la hacienda San Juan en el valle de Chíncha, se exponen ambos miembros del Grupo Quilmaná con una litología bastante similar a la descrita, en el miembro inferior se encontró un horizonte de caliza arcillosa negruzca con ammonites y lamelibranquios.

En el valle de Omas, sector la Yesera-cerro San Andrés también se expone los dos miembros del Grupo Quilmaná con una litología semejante aunque con menor grosor.

En la quebrada Santa Cruz, en la parte sureste del cuadrángulo de Lunahuaná se encuentran rocas volcánico sedimentarias yaciendo en aparente concordancia sobre el Grupo Imperial. El miembro inferior consiste de rocas volcánico sedimentarias metamorfizadas, con un espesor estimado de 500 m. Hacia su base se intercalan volcánicos andesíticos, gris verdosos y violáceos con horizontes de metavolcánico, lutitas pizarrosa, limolita areniscosa y ocasionalmente caliza silicificada. La estratificación es en capas delgadas hasta laminares.

El miembro superior consiste mayormente de andesitas en capas medianas y gruesas; hacia el techo se presentan en capas gruesas y masivas. Esta serie volcánica se expone en una faja de orientación NO-SE.

En el área Chilca-Mala, el Grupo Quilmaná está constituido por una gruesa secuencia de rocas volcánicas abigarradas de composición andesítica y ocasionalmente dacítica, de textura porfirítica y afanítica; en capas medianas y gruesas aunque en algunas partes no se distingue la estratificación. Dentro de la secuencia predominantemente volcánica ocurren unidades lenticulares de caliza silicificada gris a marrón claro, en capas delgadas y ocasionalmente caliza marmolizada con intercalaciones de margas y lutitas pizarrosas.

**Edad y Correlación.**-En el miembro inferior del Grupo Quilmaná se ha encontrado ammonites *Mortoniceras aff inflatum* (SOW) y *Mortoniceras* sp. del Albiano superior; y, ammonites del género *Venezoliceras*, asociados a la zona *Oxytropidoceras carbonarium* de la parte media del Albiano medio que corresponde a la Formación Pariatambo y parte sup. de la Formación Crisnejas en los Andes del Norte del país. En consecuencia el Grupo Quilmaná que tienen un amplio desarrollo en la zona costanera y parte baja del Flanco Occidental Andino tiene un rango en edad que va del Albiano medio al Cretáceo superior.

Esta secuencia volcánica sedimentaria se correlaciona con el miembro inferior de la Formación Huaranguillo de edad Albiano medio-Senoniano identificada en los cuadrángulos de Tantará y Lunahuaná y se puede seguir de manera persistente, en la costa Norte (Formación Chancay) y en la costa Sur hasta Chala (Formación Copara), formando las estribaciones andinas próximas a la costa. En una extensión más amplia se correlaciona con parte del Grupo Casma y en el Norte y el Grupo Toquepala en el Sur del país; así como con las Formaciones Pariatambo y Jumasha de la región andina.

**Ambiente de Sedimentación.**-Durante el Albiano medio-Cretáceo superior se desarrolla en la zona costanera actual y zona baja del Flanco Occidental Andino un ambiente de sedimentación en cuenta relativamente cerca de la zona tectónica activa de la Cordillera de la Costa; que favoreció a partir del Albiano medio la ocurrencia de una nueva fase volcánico-submarina con erupciones intermitentes, con intervalos relativamente cortos durante los cuales se depositaron unidades sedimentarias con ammonites de distribución universal; pero hacia sus niveles superiores, el aporte de corrientes de lava fue más significativo que las ocasionales unidades sedimentarias.

## **Zona Oriental de la Cuenca Mesozoica**

La secuencia estratigráfica desarrollada en la parte media y alta del flanco occidental andino correspondería, en tiempo, a la sedimentación llevada a cabo en el lado oriental de la cuenca subsidente mesozoica, con las consiguientes variaciones en sentido vertical y lateral. En esas condiciones se habrían depositado sedimentos continentales, semicontinentales y marinos originados por la alternancia de transgresiones y regresiones.

Litológicamente, se identifica, en términos generales, una gruesa secuencia clástica a la que sobreyace una potente unidad calcárea, cuyos afloramientos están distribuidos en la zona marginal oriental del batolito, tal como se observa en Yauyos-Yauricocha, donde se reconocen las formaciones del Grupo Goyllarisquizga; Cotas en el valle de Chíncha; y Ticrapo-Ticacancha en el valle de Pisco. En estos últimos sectores, el reducido grosor que muestran las diferentes unidades litoestratigráficas no permiten su representación cartográfica.

## **Grupo Goyllarisquizga**

Este nombre fue utilizado por J. Wilson (1963) para denominar una unidad estratigráfica de areniscas, lutitas y algunas calizas pre-albianas en los Andes del Norte y Centro del Perú.

En las partes altas y media del Flanco Occidental Andino de la región de estudio se reconoce la facies de cuenca, representada por una gruesa secuencia clástica en la base y lutceo calcárea en la parte superior, distribuida en afloramientos aislados dispuestos en una faja de orientación NO-SE en la zona marginal oriental del batolito.

Esta serie clástica indivisa, yace en aparente concordancia debajo de las formaciones post-Albianas y no ha sido diferenciada, pues los afloramientos reconocidos en el área de estudios son de poca extensión y no muestran las características litológicas que distinguen a las diversas formaciones del Grupo Goyllarisquizga.

**Area de Cotas** (valle de Chíncha, parte noreste del cuadrángulo de Tantar).

Se reconoce una litología de areniscas y cuarcitas blanquecinas en capas de 0.5 a 2 m.; ocasionalmente se intercalan lechos de lutitas negruzcas, algunos de ellos con restos de plantas mal conservadas. Este afloramiento está limitado al Oeste por un cuerpo de tonalita/granodiorita y en el lado oriental por rocas volcánicas terciarias. La sección de rocas clásticas está plegada y no muestra relación con el resto de la secuencia cretácea, por su similitud litológica se considera este afloramiento correspondiente a la Formación Chimú.

**Area de Ticrapo-Ticacancha** (valle de Pisco, parte suroeste del cuadrángulo de Castrovirreyña y sureste del cuadrángulo de Tantar).

Se reconoce una secuencia clástica mayor de 1,000 m. de grosor, diferenciada en :

- **Miembro inferior**, areniscas grises y areniscas cuarcíticas gris blanquecinas con intercalaciones de limolitas y lutitas grises y negruzcas. Generalmente, la estratificación de las areniscas es en capas medianas y ocasionalmente en capas delgadas y gruesas.

En la sección medida al Oeste de Ticrapo se ha reconocido dos horizontes de limolitas y lutitas carbonosas con restos de plantas mal conservadas.

En la sección del sinclinal de Collpa, en el anticlinal entre San Juan de Loza-Mina Borbollonca y en la salida del túnel en la carretera a Castrovirreyna, afloran horizontes de lutitas y limolitas negruzcas con restos de plantas como *Weischelia* peruviana y *Otozamites*.

En el flanco del sinclinal de Santuario se ha encontrado, entre areniscas, un horizonte de lutitas negras con restos de lamelibranquios determinados por A. Pardo como: *Venus* cf. *dupiniana* d'ORB y *Cucullaea* sp.

- **Miembro superior**, gruesa secuencia de cuarcita blanquecina, arenisca gris y algunas intercalaciones de limolitas y lutitas gris negruzcas; ocasionalmente con restos de plantas

mal conservadas. Los 80 m. en la parte superior de la sección al Oeste de Ticrapo corresponden a areniscas y limolitas grises con intercalación de areniscas tobácea, guijarrosa.

Cabe indicar que entre Huachoc-Tunasa, en la confluencia de los ríos Chiris y Santuario que forman el río Pisco, se registra un miembro compuesto por brechas riolíticas, andesíticas y derrames andesíticos en capas medianas y gruesas. Esta litología forma parte del anticlinal de Huachoc y el sinclinal de Tunasa. Su relación con la secuencia areniscosa y cuarcítica del Grupo Goyllarisquizga es aparentemente en concordancia; igual relación existe con las rocas calcáreas suprayacentes; aunque algunos contactos están fallados. Se estima que esta secuencia volcánica tiene un espesor de 100 m.

**Sector Yauyos-Yauricocha**, en el valle de Cañete (parte sureste del cuadrángulo de Yauyos y noroeste del cuadrángulo de Tupe) se puede diferenciar las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz, con las siguientes características:

**Formación Chimú**, consiste de 500 m. de areniscas y cuarcitas blanquecinas de grano medio. El conjunto se encuentra estratificado en capas medianas, ocasionalmente delgadas y gruesas intercaladas con algunas unidades de lutitas. Generalmente presentan una topografía abrupta; ejemplo de este relieve es el cañón entre Yauyos y Tomas.

**Formación Santa**, consiste de aproximadamente 100 m. de calizas grises en capas delgadas, que reposan concordantemente sobre las areniscas Chimú y debajo de la Formación Carhuaz.

**Formación Carhuaz**, consiste de una secuencia mayor de 500 m. En la base se intercalan areniscas, cuarcitas y lutitas, hacia el techo areniscas y lutitas pardo amarillentas por meteorización y en el tope una unidad de lutitas y areniscas marrones a rojizas.

**Edad y Correlación.**-En el presente estudio se han encontrado restos fosilíferos en diversos afloramientos descritos; así, en los afloramientos ubicados en la parte noroeste del cuadrángulo de Tupe y del sureste del cuadrángulo de Yauyos cerca de Huantán, se ha encontrado entre areniscas, una limolita calcárea con restos de una trigonia cuyas características son similares al espécimen determinado por A. Pardo, en el valle de Omas como *Buchotrigonia gerthi* (Lisson), especie que se presenta en las formaciones Carhuaz (zona de Valanginites broggi) y Pamplona del valle de Lurín ubicadas en el Valanginiano superior-Hauteriviano; por lo que la secuencia clástica superior del valle de Cañete corresponde a la Formación Carhuaz de edad comprendida entre el Valanginiano e infrayace a rocas del Albiano inferior. En consecuencia, la secuencia clástica registrada en su base corresponde a la Formación Chimú de edad valanginiana, y correlacionable con la serie clástica de la costa conocida como Grupo Morro Solar.

En el área de Ticrapo Ticacancha, se han encontrado restos de lamelibranquios en la parte inferior de la secuencia, los cuales han sido clasificados por A. Pardo como *Venus* cf. *dupiniana* d'ORB y *Cucullaea* sp., especies del Valanginiano también identificadas en la Formación La Herradura del área de Lima y Cañete. Por otra parte en diferentes intervalos de la secuencia se han encontrado restos de plantas, clasificadas por A. Pardo como *Weischelia* peruviiana ZECLLED, *Brachyphyllum pompeckji* SALF, *Otozamites* sp. y *Cladophlebis* cf. *dunkeri* SCHPR. Esta flora fósil caracteriza comúnmente a las formaciones continentales y semicontinentales del Cretáceo inferior del territorio peruano, en consecuencia, las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz (el horizonte calcáreo de la Formación Santa no ha sido diferenciado, por ser muy delgado) del área en mención, van del Valanginiano al Hauteriviano-Aptiano y se correlacionan con la parte inferior del Grupo Goyllarisquizga de la zona de plataforma Cretácea y con la parte inferior del Grupo Yura del Sur del país.

Es importante mencionar que en el presente estudio no se ha encontrado litologías similares a las formaciones Oyón y Chicama; sin embargo, E. Bellido (1956) describe en el curso medio del valle de Huaytará (Quito Arma), una secuencia que consiste en la base de cuarcitas y lutitas pizarrosas con restos de plantas infrayaciendo a 200 m. de lutitas con *Berriasellas*; por lo que a la secuencia basal le asigna una edad Jurásico superior, en tanto que la serie volcánico-tobácea que yace en probable discordancia sobre las lutitas berriasianas correspondería al Neocomiano es decir equivalente al Grupo Goyllarisquizga puesto que infrayace a la secuencia calcárea Pariahuanca-Chúlec; y en consecuencia correlaciona esta serie clástica con el Grupo Yura de la zona del Sur del país.

**Ambiente de Sedimentación.**- La litología y fósiles encontrados indican que la sedimentación ha ocurrido en el lado oriental de la cuenca subsidente con las consiguientes variaciones tanto en sentido longitudinal de la cuenca como lateralmente con respecto a la plataforma inmediata al Este.

La asociación casi general con restos de plantas hace pensar en un ambiente continental a semicontinental alternando con facies marina somera representada por las unidades calcáreas (formaciones Santa y Carhuaz). Por otra parte la presencia de rocas volcánicas tobáceas entre el cierre de la serie clástica y el inicio de la secuencia calcárea sugiere un ambiente que aportaba rocas ígneas de composición intermedia y de nivel subvolcánico a superficial.

## **Formaciones Pariahuanca-Chulec**

En el área de Ticrapo-Tipacancha, (parte suroccidental del cuadrángulo de Castrovirreyna) así como en Yauyos-Yauricocha, (parte suroriental del cuadrángulo de Yauyos) se ha reconocido una gruesa secuencia de calizas estratificadas en capas delgadas, medianas y gruesas; ocasionalmente intercaladas con horizontes de margas y lutitas color grisáceo, que por meteorización se tornan en pardo amarillento y crema. Su grosor se estima en 500 m.

Esta litología yace entre el Grupo Goyllarisquizga clástico volcánico y la Formación Pariatambo y se encuentra formando anticlinales y sinclinales, como se observa en el sector.

Yauyos-Yauricocha. La similitud litológica y plegamiento no han permitido diferenciar en el mapa de formaciones Pariahuanca y Chulec.

**Edad y Correlación.**-En la secuencia calcárea que aflora en las laderas del valle de Pisco y la Pampa La Remuda (Ticacancha) se han encontrado los siguientes fósiles :

Restos de Lamelibranquios  
Pterotrigonia tocaimana (LEA)  
Crassatella cf. conservata GERHARDT  
Barbatia sp.  
Liopistha (Psilomga) gigantea SOW  
Pholadomya sp.  
Protocardia sp.  
Tellina (Linearia) andium GERHARDT  
Trigonarea af. peruana GABB  
Exogyra cf. sp. minus COGU  
Exogyra sp. ind.  
Nucula turgida Richards, Venus Sp.; Tellina sp.  
Nucula aff. planimarginata MEEK; Nucula sp.  
Restos de Gasterópodos:  
  
Natica sp.  
Fragmentos de ammonites:

Anisoceratidae Hyatt, 1900 y *Knemiceras raimondii* LISSON, el primero en la parte basal y el segundo hacia el tope de la secuencia.

Este contenido faunístico permite indicar que *P. tocaimana*; y las especies *E. minus* COQU, *N. turgida*, *N. planimarginata*, *Liopistha (P) gigantea*, son comunes en las formaciones del Albiano inferior y medio y caracterizan, en especial, a la Formación Chúlec. Por otra parte el Anisoceratidae HYATT, 1900 señala el Albiano inferior-Turinoano y representa en este caso, a la Formación Pariahuanca del Albiano inferior. Por otra parte, entre la pampa la Remuda y los cerros de Ticacancha se ha medido una sección con algunos horizontes fosilíferos, entre los que destacan :

Lamelibranchios: *Cardium* sp., *Nucula pongensis* RICHARDS, *Protocardia* sp. aff. *P. Hillana*, *Exogyra* sp., *Exogyra boussin gaulti* d'ORB, *Cardita huancavelicaensis* BERRY, *Pterotrigonis tocaimana* (LGA) *Tellina* sp., *Cyprimeria* cf. *texana*.

Gasterópodos: *Tylostoma mutabilis* GABB

Echinocideos: *Enallaster peruanus* GABB

Fragmentos de ammonite: *Parengonoceras tetranodosum* (LISSON) *Knemiceras raimondii* Lisson.

Estas especies fósiles comúnmente caracterizan a la formación Chúlec de edad meso-Albiano inferior, y se correlaciona, en parte, con la Formación Crisnejas del Norte del Perú, J. Wilson (1963).

**Ambiente de sedimentación.**-La litología y contenido fosilífero identificado, sugieren sedimentación marina en ambiente nerítico.

## **Formación Pariatambo**

En la parte media de la sección entre la Pampa Remuda y cerros de Ticacancha se ha reconocido 200 m. de calizas grises oscuras, estratificadas en capas delgadas y medianas, con horizontes de caliza nodulosa, ocasionalmente intercalan margas pardo amarillento.

En esta localidad, la litología no muestra el color negruzco que caracteriza los afloramientos de la zona andina; debido a la presencia de dos sills hornbléndicos que han producido su decoloración.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-En esta secuencia se han encontrado ammonites regularmente conservados: *Parengonoceras hassi* BENAVIDES, *Lyelliceras* (LEYMERIE), las cuales son formas que pertenecen a la zona de *oxytropidoceras carbonarium* que caracteriza a la Formación Pariatambo cuya depositación ocurrió en la parte media del Albiano medio.

También se han encontrado abundantes lamelibranquios frecuentes en las formaciones Chúlec y Pariatambo.

La litología calcárea de esta formación y su fauna fósil sugiere una sedimentación en ambiente de reducción en cuenca más profunda.

### **Formación Jumasha**

En la parte superior de la sección de Ticacancha afloran calizas negruzcas en capas delgadas y medianas alternando con caliza nodular; ocasionalmente se intercalan capas margosas. Esta litología de casi 300 m. de grosor infrayace en concordancia a una serie calcárea silicificada, estratificada en capas delgadas y bandeadas denominada Formación Huaranguillo. Su contacto inferior con la Formación Pariatambo no está bien diferenciado debido a su similitud litológica.

**Edad y Correlación.**-En la parte inferior y media de esta secuencia calcárea se ha encontrado ammonites: *Engonoceras* sp. indet. y *Acanthoceras* sp. El primero ha sido descrito por Benavides (1956) en la zona de *Ostrea* (*Lopha*) *Scyphax* del Albiano superior; y el segundo corresponde a la zona de *Acanthoceras* chasca del Cenomaniano superior. También se encontraron algunos lamelibranquios: *Protocardia* sp. aff. p. hillana (SOW) y *Liopistha* sp.

Esta formación se interrelaciona hacia el lado occidental con la parte inferior de la Formación Huaranguillo y se correlaciona con los Grupos Pulluicana, Quilquiñán y Formación Cajamarca de la región Norte del país.

**Ambiente de Sedimentación.**-El carácter litológico y fosilífero de esta formación indican una sedimentación en ambiente marino en cuenca profunda.

### **Formación Huaranguillo**

Se denomina Formación Huaranguillo a una gruesa secuencia sedimentario volcánico cuyos afloramientos configuran una faja que cruza la hoja de Tantará en sentido NO-SE y se distribuye en la parte suroccidental de la hoja de Lunahuaná. Su localidad típica se ubica en la quebrada y paraje Huaranguillo ubicado al noreste de la hacienda Lunche en el río San Juan (cuadrángulo de Chincha); donde yace una aparente concordancia sobre las calizas del Grupo Imperial. En este lugar se ha reconocido una sección cuyo grosor se estima en más de 3,000 m., en la que se diferencia.

- **Miembro inferior**, representado por lutitas pizarrosas laminadas, lutitas y cenizas volcánicas que se alternan con horizontes andesíticos y metavolcánicos en capas delgadas a medianas y ocasionalmente con calizas finamente estratificadas. En el tercio inferior de la sección se encontró un lecho fosilífero con *Mortoniceras aff. inflatum* e *Inoceramus*.
- **Miembro superior**, consiste de caliza negra en capas de 5 a 40 cm.; hacia el tope intercala con horizontes de lutitas pizarrosas laminares y lechos de volcánicos. En algunas capas de caliza y lutita calcárea silicificada se ha encontrado foraminíferos pelágicos: globigerinas, *Bolivina*; y radiolarios.

La Formación Huaranguillo se extiende hacia el sureste hasta las lomas de Ticancha, donde yace parcialmente sobre las calizas Jumasha probablemente por variación lateral y vertical con respecto a la profundidad de la cuenca; también se reconoce esta litología en la parte septentrional de la hoja de Tantarà y suroriental de la hoja de Lunahuaná.

**Edad y Correlación.**-El espécimen *Mortoniceras aff. inflatum* encontrado en el miembro inferior de la formación, caracteriza al Albiano superior; además, en el miembro superior de gran espesor y constituido predominantemente por calizas se ha encontrado los siguientes microfósiles: globigerina, *Bolivina* y *Rotalides*.

Por otra parte en el lado occidental del área de estudio guarda relación con el miembro inferior del Grupo Quilmaná, en cambio en el lado suroriental se relaciona con parte de la Formación Jumasha. Fuera del área de estudio la Formación Huaranguillo se correlaciona con la parte inferior de la serie sedimentario-volcánica (Formación Chancay y Grupo Casma) que ocurren en las estribaciones andinas próximas a la zona de la costa Norte y con la

Formación Copará en la costa Sur (cuadrángulos de Guadalupe y Nazca). En consecuencia, en el presente estudio se asigna a la Formación Huaranguillo una edad Albiano medio-Senoniano.

**Ambiente de Sedimentación.**- Los foraminíferos pelágicos encontrados sugieren que la Formación Huaranguillo se desarrolló en un ambiente marino de aguas profundas, tranquilas y limpias; aunque las intercalaciones volcánicas indican que la sedimentación estuvo influenciada por volcanismo submarino intermitente cuya actividad disminuía hacia el Este.

## **Zona de Plataforma Mesozoica**

Esta zona estratigráfica comprende una secuencia gruesa de unidades sedimentarias mesozoicas expuestas en vastas áreas de la divisoria continental y al altiplano, distribuidas al Oeste de la Cadena Paleozoica Herciniana (Cordillera Oriental), la cual está evidenciada por

rocas del Grupo Excelsior y unidades formacionales del Paleozoico superior que afloran en el cuadrángulo de Huancavelica, a pocos kilómetros al Este del área de estudio. En cambio el límite occidental de la Zona de Plataforma Mesozoica parece estar definido por una línea que pasa aproximadamente al Oeste del sinclinal de Chunchu y que se encuentra en gran parte cubierta por la serie volcánica del Terciario.

En términos generales se establece que a fines del Cretáceo la secuencia estratigráfica de esta zona fue levantada y plegada suavemente, sucediendo a continuación la sedimentación de las Capas Rojas Casapalca; luego todo el conjunto estratigráfico es nuevamente plegado por la fase tectónica Incaica de fines del Eoceno. Así, las unidades formacionales y estructuras correspondientes se presentan en fajas de afloramientos con dirección NO-SE en la parte Norte del cuadrángulo de Conayca y nororiental del cuadrángulo de Tupe, las mismas que se extienden a los cuadrángulos de Huancayo y Yauyos por el noroeste y al cuadrángulo de Huancavelica por el suroeste.

### **Grupo Pucará**

En término de caliza Pucará fue empleado por D.H. McLaughlin (1924) para describir las calizas inferiores expuestas prominentemente en el túnel de Pucará en la región de Goyllarisquizga, entre el conglomerado de Mitu y las areniscas carbonosas suprayacentes.

En sentido general el Grupo Pucará comprende las Calizas Uliachín, Paria y Condorsinga de D. H. McLaughlin (1924); la Serie Calcárea Inferior (Triásico), Lutác4ea Media (Liásico inferior) y Calcárea Superior (Liásico medio a superior) de J.V. Harrison (1953-56), la Formación Potosí de A. Terrones (1949) y las formaciones Chambará,

Aramachay y Condorsinga de F. Mégard (1968). En el presente estudio se sigue la nomenclatura establecida por F. Mégard (1968).

Las calizas Pucará constituyen las rocas más antiguas del área de estudio. Afloran en fajas plegadas con rumbo NO-SE, relacionadas con el núcleo de anticlinales, esto contribuye a que se exponga limitadamente las formaciones Chambará y Aramachay, en cambio las calizas Condorsinga son las más ampliamente desarrolladas.

En el área de Tinyaclla se han encontrado unidades litoestratigráficas con características similares a las descritas por F. Mégard (1968) en el cuadrángulo de Huancayo; destacando por sus características litológicas y faunísticas la Formación Aramachay que constituye la unidad "Ilave" que permite dividir el Grupo Pucará en las tres formaciones mencionadas.

En la parte septentrional del cuadrángulo de Conayca y noreste del cuadrángulo de

Tupe, destacan los afloramientos de una gruesa secuencia calcárea equivalente a la facies occidental del Grupo Pucará, cuyas unidades formacionales están ampliamente extendidas en los cuadrángulos vecinos y en muchas partes de la sierra Central y Norte del país.

## **Formación Chambará**

La secuencia estratigráfica del Triásico superior correspondiente a la parte inferior del Grupo Pucará se le conoce en la región central del país con los nombres de Calizas Uliachín de D.H. McLaughlin (1924), para describir las calizas triásicas que ocurren en la base de las calizas jurásicas de Cerro de Pasco, y Formación Chamabrá de F. Megard (1968) para designar una unidad equivalente que aflora en las vecindades de Chambará en la parte noroccidental del cuadrángulo de Huancayo. En el área de Tinyaclla se exponen aislados afloramientos de una serie calcárea (Formación Chambará) que ocupa el núcleo del anticlinorium de Tinyaclla, infrayaciendo concordantemente a la Formación Aramachay. Esta unidad formacional es la más antigua del área y está constituida por una caliza estratificada de color grisáceo en capas delgadas a medianas con intercalaciones de horizontes de caliza con chert, en el afloramiento al suroeste de Tinyaclla también se reconoce intercalaciones de areniscas de grano grueso. Para la sección incompleta se estima un espesor de 150 m.

Sin embargo se hace referencia que esta misma formación presenta un grosor de más de 500 m. en el área de Huachocolpa al sureste del área de estudio. No se han encontrado fósiles que permitan precisar la edad de la Formación Chambará, pero por yacer debajo de la Formación Aramachay de edad Hetangiano-Sinemuriano superior se le asigna al Triásico superior.

## **Formación Aramachay**

Se distribuye y ubica estratigráficamente entre las Calizas Chambará y Condorsinga en la hoja de Huancayo y muchas partes de la región Central del país; no obstante, en el área estudiada sólo se expone en el área de Tinyaclla (cuadrángulo de Conayca).

Esta formación es litológicamente la unidad más distintiva del Grupo Pucará, puesto que constituye un buen horizonte guía que facilita la diferenciación de sus tres formaciones calcáreas. A pesar de su afloramiento restringido, ha jugado un papel importante en el desarrollo geológico de la zona; por ejemplo, los sills que ocurren en el sector oriental de la zona de Tinyaclla están mayormente emplazados dentro de esta formación que obviamente constituyó la buena roca huésped para el magma; por otra parte se ha comportado como un horizonte incompetente que ha contribuido al desarrollo de fallamiento y plegamiento disarmónico.

Litológicamente, la formación consiste de calizas arenosas negruzcas ocasionalmente bituminosas, intercaladas con areniscas calcáreas y calizas silíceas negras que contrastan con el color más claro de las formaciones, infra y suprayacentes. La secuencia se presenta estratificada en capas delgadas que por meteorización dan lugar a características lajas negras y delgadas. El grosor de la formación se estima en 80 m.

**Edad, Correlación y Ambiente de Sedimentación.**-En algunos de los afloramientos existentes en los alrededores del centro minero de Tinyaclla se han encontrado ammonites de la familia Arietidae; asimismo en los alrededores del pueblo de Huachocolpa ubicado en la parte noroccidental del cuadrángulo del mismo nombre, también se han reconocido ammonites clasificados como Arietite sp.

Los escasos fósiles encontrados en el área de Tinyaclla indican, en términos generales, una edad Sinemuriana; pero J. V. Harrison (1956) señala la presencia de ammonites del Hetangiano en rocas de la misma unidad en el sinclinal de Ricrán; igualmente en la hoja de Huancayo F. Mégard (1968) describe numerosos cefalópodos del Sinemuriano superior colectado en horizontes de una secuencia con similares relaciones estratigráficas, argumentos por lo que se asigna a la Formación Aramachay del área de estudio una edad que va del Hetangiano al Sinemuriano superior.

La Formación Aramachay del área de Tinyaclla es correlacionable con los afloramientos de la hoja de Huancayo, los mismos que se extienden en la sierra central y Norte del país recibiendo diversas denominaciones como “Serie de Pizarras” del Liásico inferior de J. V. Harrison (1953).

La sedimentación de la Formación Aramachay ocurrió en ambiente de aguas marinas en condiciones euxínicas de poca profundidad y con influencias continentales como lo indica la presencia de arenisca calcárea.

## **Formación Condorsinga**

Con este nombre, D. H. McLaughlin (1924) y F. Mégard (1968) han descrito la secuencia calcárea superior del Grupo Pucará que infrayace a las areniscas con carbón del área de Jatunhuasi, ubicadas en el sector noroccidental del cuadrángulo de Huancayo.

Representa la formación mejor expuesta del Grupo Pucará en la zona norte del cuadrángulo de Conayca y noreste del cuadrángulo de Tupe; y sus afloramientos se extienden a las hojas Huancayo, Yauyos, Huancavelica y Huachocolpa; donde se le encuentra concordantemente sobre la Formación Aramachay y debajo de la Formación Cercapuquio.

La Formación Condorsinga está constituida litológicamente por una gruesa secuencia de rocas calcáreas estratificadas en capas delgadas a medianas con algunos horizontes de chert, aunque en menor proporción que la Formación Chambará. Se estima un grosor de 1,300 m. para la secuencia calcárea expuesta por los afluentes de la margen derecha del Mantaro que atraviesan parte del área de estudio.

En el área de Tinyaclla, la Formación Condorsinga está representada por una gruesa secuencia calcárea que por sus características litológicas y faunísticas es posible diferenciar dos miembros.

**Miembro Tinyaclla inferior**, este miembro está constituido por una monótona y gruesa pila de rocas calcáreas de aproximadamente 600 m. de potencia con algunos horizontes con chert. En la base y parte superior de la secuencia, las calizas tienen colores grises que meteorizan a marrón amarillento, se presentan estratificadas en capas de 10 a 50 cm de grosor; en la parte media, las calizas son grises a beige en capas de 1 m. de espesor con intercalaciones de capas delgadas de color negro y calizas con chert. El tope de la unidad superior consiste de lutitas grises fácilmente erosionables. Se han reconocido varios horizontes fosilíferos con braquiópodos, *Weyla alata*, pecten, ammonites. Etc.

**Miembro Tinyaclla superior**, este miembro tiene afloramiento extenso y grosor mayor de 600 m. Consiste de una secuencia monótona de calizas grises a beige, en capas delgadas y medianas con intercalaciones de marga y calizas oolíticas y detríticas, algunos horizontes con chert y capas con braquiópodos y crinoideos; en sus niveles superiores se reconoce terebrátulas grandes, *Ostrea mashi* y *Ostrea Loph*.

**Edad y Correlación.**-La Formación Condorsinga en sus distintos afloramientos del área de estudio presenta numerosos fósiles generalmente silicificados, entre: braquiópodos, gasterópodos, pelecípodos crinoideos y algunos ammonites. Generalmente los braquiópodos y *Weyla alata* están en el miembro inferior, las ostreas y terebrátulas grandes, en el miembro superior y los braquiópodos y pentacrinos indistintamente en toda la secuencia litológica.

Los yacimientos fosilíferos más interesantes se ubican en la sección del área de Tinyaclla, en el ala occidental del sinclinal de Tambopata, en la parte noroccidental del cuadrángulo de Huachocolpa se han colectado numerosos fósiles, principalmente moluscos de la familia Ostráida, género *Loph* y *Pulligera*; así como también braquiópodos, gasterópodos, etc. En ésta misma área (Z, Hinojosa, comunicación personal) identifica en su tesis de grado tres especies nuevas de ostras del género *Loph* y un ammonite *phymatoceras* que caracterizan al Toarciano.

De acuerdo a las determinaciones paleontológicas efectuadas por A. Pardo se asigna a la Formación Condorsinga una edad que va del Sinemuriano superior al Toarciano superior,

con posibilidades de llegar hasta el Aaleniano (base del Bajociano según la nomenclatura anglosajona), puesto que en el área de de Tinyaclla los ammonites coleccionados en varios niveles del miembro inferior indican una edad que va del Sinemuriano superior al Pliensbachiano, por tanto el miembro superior tendría edad Toarciano Aaleniano.

En general el Grupo Pucará está ampliamente distribuido en toda la sierra Central y Norte del país, destacan las ocurrencias en las vecindades de Cerro de Pasco y en el valle de Utcubamba cerca de Chachapoyas; por el Sur sus afloramientos llegan hasta Abancay.

Por su característica litológica y contenido faunística la Formación Condorsinga es correlacionable con la Serie Calcárea Superior de J. V. Harrison (1956), considerada del Liásico medio y superior con posibilidades de alcanzar hasta el Oxfordiano inferior. La parte superior de la Formación también es correlacionable con las Calizas Socosani de Arequipa por contener también phymatoceras (V. Benavides, 1962).

En el oriente las unidades del Grupo Pucará son equivalentes a las formaciones Santiago (H. J. Tschopp, 1953) y Boquerón (W. Ruegg y D. Fyfe, 1948).

En el flanco occidental andino del Norte y Sur del país el Grupo Pucará es equivalente a las unidades volcánico-sedimentario del Grupo Zaña denominado por J. J. Wilson (1967), con la Formación Chocolate de W. J. Jenks (1948) y con el Grupo Yamayo de E. Bellido y C. Guevara (1963).

**Paleografía.-** El Grupo Pucará reconocido en el área corresponde a la facies Occidental Pucará señalada por F. Mégard (1968) en el lado occidental del cuadrángulo de Huancayo. Localmente, el Grupo Pucará, y en especial la Formación Condorsinga tiene un gran grosor debido a la sedimentación de plataforma ocurrida en el lado occidental de la zona positiva Herciniana. En el área no aflora el basamento Paleozoico, el cual ha sido localizado a pocos kilómetros del lado oriental del área estudiada.

## **Formación Cercapuquio**

J. V. Harrison (1956) en su trabajo sobre la Geología de la Carretera Huancayo-Santa Beatriz en el Perú Central, describe una serie clástica de color gris púrpura, bien expuesta en el área de la mina Cercapuquio, a la cual asignó edad Liásico inferior en base a una litología similar expuesta al sureste de Huancayo.

Durante el presente estudio geológico se precisó la ubicación estratigráfica de la serie clástica preliminarmente denominada río La Virgen y posteriormente Formación Cercapuquio. Este nombre se dio en concordancia con el estudio geológico del cuadrángulo de Huancayo (F. Megard, 1968), según el cual esta formación yace sobre las calizas Condorsinga del

Grupo Pucará (fines del Liásico) y subyace en relación concordante a las calizas de la Formación Chunumayo del Bajociano superior.

La Formación Cercapuquio está ampliamente distribuida en el área noroeste del cuadrángulo de Conayca, con afloramientos de orientación NO-SE. Su mayor grosor se observa entre el anticlinal de Luntucocha-Condorñahuin (en el ángulo noroeste de la Hoja de Conayca y noreste de Tupe) y el sinclinal de Tanserococha, en cambio se adelgaza rápidamente hacia el noreste, encontrándose sólo con unos 50 m. de espesor en el flanco occidental del anticlinorio de Tucle y Sur occidental del anticlinorio de Tinyaclla.

En las secciones del río La Virgen y Acobambilla se ha reconocido esta formación con un grosor de 800 m., casi similar al medido por V. H. Harrison (1956) en el área de Cercapuquio.

La litología de la formación está representada por unidades alternantes de limolitas y lutitas de tonos rojizos y gris olivo, estratificadas en capas delgadas y laminares con areniscas feldespáticas y margas de coloración pardo amarillento y rojizas, en capas delgadas a medianas. Algunos horizontes presentan estratificación cruzada y otros una marcada laminación.

Las características litológicas de la Formación Cercapuquio indican un ambiente de sedimentación epicontinental con oscilaciones del mar por efectos de movimientos epirogénicos.

De acuerdo con las relaciones estratigráficas expuestas se concluye que la Formación Cercapuquio es de edad Aaleniana inferior-Bajociana inferior.

## **Formación Chunumayo**

Esta formación tiene similar distribución que la Formación Cercapuquio, a la cual se sobrepone en conformidad y a su vez infrayace en discordancia paralela al Grupo Goyllarisquizga.

En el flanco Oeste del anticlinal Luntucocha-Condorñahuin se ha reconocido un grosor de cerca de 200 m. de calizas grises en capas delgadas con algunas margas; con un estrato calcáreo arenoso de color crema característico, y un horizonte fosilífero con restos de braquiópodos.

La edad de la Formación Chunumayo se basa en la información de V.H. Harrison (1953) quien encontró en las calizas del área de Cercapuquio un ammonite *Stephanoceras humphriesianum* SOW (según Arkell), característico del Bajociano Superior y algunos probables *Microcephalites* de edad Caloviana. En consecuencia la Formación Chunumayo sería del Bajociano superior con posibilidad de llegar hasta el Caloviano.

## **Grupo Goyllarisquizga**

La secuencia clásica expuesta en la parte septentrional del cuadrángulo de Conayca y nororiental de Tupe corresponde a las areniscas Goyllarisquizga de D.H. McLaughlin (1924), a la Formación Goyllarisquizga de W. Jenks (1951) o bien a la Serie de Areniscas del Cretáceo inferior de V.H. Harrison e igualmente al Grupo Goyllarisquizga de J. Wilson (1963).

En el sector nororiental del área de estudio, el Grupo Goyllarisquizga, yace en concordancia sobre las calizas del Grupo Pucará y debajo de la Formación Chúlec; en cambio en el lado occidental la formación sobreyace a la Formación Chunumayo e infrayace concordancia a la Formación Chúlec.

En la mina Cercapuquio, V.H. Harrison (1953) midió una sección del Grupo Goyllarisquizga que consiste en una sucesión de areniscas con intercalaciones lutáceas, horizontes de carbón y un sill de dolerita que suman 800 m. de grosor.

En el sector noreste del cuadrángulo de Conayca, el Grupo Goyllarisquizga está representado por dos miembros: el inferior consiste de intercalaciones de areniscas cuarzosas en capas medianas y gruesas con bancos de estratificación cruzada y ocasionalmente intercalaciones de lutitas negruzcas y pardas. Estas rocas yacen concordantemente sobre la caliza de la Formación Condorsinga.

El miembro superior está constituido por la intercalación de areniscas, limolitas grises violáceas y hacia el tope lavas porfiroides de color gris verdoso y violáceo. Esta secuencia litológica reconocida al Este de Conayca y aguas arriba de Izcuchaca, es equivalente a los Volcánicos Chayllacatana del área de Huancavelica. Por el techo están en relación concordante con las calizas del Cretáceo.

En el noroeste de la hoja de Conayca, el Grupo Goyllarisquizga está representado por tres miembros con un grosor total estimado de 700 m. y la distribución de sus formaciones, diferenciadas en otros lugares del país, no son cartografiables en ésta área.

**Miembro inferior**, consiste de limolitas y lutitas grises verdosas y pardas con intercalaciones de arenisca calcárea silicificada, hacia el tope pasa a areniscas y limolitas rojizas en estratos delgados y laminados. Esta litología tiene un espesor de 45 m. y reposa en conformidad sobre las calizas de la Formación Chunumayo.

**Miembro medio**, consiste de una gruesa secuencia clásica con predominio de areniscas cuarzosas blanquecinas a pardas, en capas medianas y gruesas, con bancos de estratificación cruzada; subordinadamente se intercalan capas de lutitas negruzcas y ocasionalmente lechos carbonosos lenticulares. Todo este miembro tiene un grosor máximo de 600 m.

**Miembro superior**, está constituido por areniscas gris blanquecinas en capas delgadas que alternan con lutitas negruscas, lutitas grises y limolitas rojizas. Hacia el tope existen areniscas calcáreas, areniscas y limolitas de color pardo rojizo.

**Edad y Correlación.**-No se ha encontrado restos de flora fósil, aunque estas fueron encontradas en el cuadrángulo de Huancayo por

F. Mégard (1968) y por Berry (1922) en Jatunhuasi. Por su posición estratigráfica indicada, el Grupo Goyllarisquiza es equivalente a unidades sedimentarias de la cuenca occidental es decir correlacionable con las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat y Pariahuanca por lo que se le asigna una edad Valanginiano-Albiano inferior.

## **Formación Chúlec**

En la región central del país D. H. McLaughlin (1924) describió con el nombre de Formación Machay una secuencia calcárea compuesta de un miembro inferior llamado Chúlec de edad Aptiano y un miembro superior denominado Pariatambo de edad Albiano. Posteriormente V. Benavides (1956) elevó a ambos miembros a la categoría de formaciones asignándoseles una edad Albiana.

La Formación Chúlec aflora en la parte Norte del cuadrángulo de Conayca a lo largo de estructuras con orientación NO-SE, reconocidas como: anticlinal fallado de Conayca, sinclinal de San José de Laria, sinclinal de Yunyugayoc y la faja de afloramientos entre el sinclinal de Tansercocha y el plegamiento en la parte noreste de las hojas de Tupe y Condoray.

Litológicamente, la Formación Chúlec consiste en la base de calizas arenosas, areniscas calcáreas e intercalaciones margosas de color pardo blanquecino; luego se suceden calizas grises a beige, calizas margosas nodulares con intercalaciones de margas grises claras variando a pardo amarillento debido a la meteorización. La morfología responde a las diferencias en competencia de las rocas, observándose formas topográficas escalonadas y acanaladas. La estratificación generalmente es en capas delgadas y medianas, ocasionalmente existen bancos de 3 m.; se estima para la formación un grosor de 400 m.

La fauna descrita por V. Benavides (1956) y J. J. Wilson (1964) indica que la sedimentación de la Formación Chúlec ocurrió en ambiente nerítico.

La Formación Chúlec yace concordantemente sobre la Formación Inca del Albiano inferior y en igual relación subyace a la Formación Pariatambo del Albiano medio, sin embargo, la Formación Inca o su equivalente Pariahuanca no son evidentes en la parte oriental del área estudiada.

**Edad y Correlación.**-Los ammonites colectados y determinados por varios autores en diversas localidades del Centro y Norte del país, así como los ammonites, pelecípodos (ostreas), gasterópodos, equinoideos (holectypus, planatus, pseudo-diadema, enallester) encontrados en el área de estudio permiten atribuir a la Formación Chúlec una edad Albiana medio.

Se correlaciona con la secuencia calcárea en la parte inferior de la Formación Crisnejas; en los Andes del Sur del país es equivalente con la parte basal de la Formación Arcurquina.

## **Formación Pariatambo**

Afloramientos de la Formación Pariatambo se distribuyen en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe y septentrional del cuadrángulo de Conayca, en relación concordante sobre la Formación Chúlec y debajo de las calizas Jumasha.

Presenta litofacies de margas, lutitas arenosas e intercalaciones delgadas de calizas, generalmente bituminosas, con fuerte olor fétido, y coloraciones negruzcas que por meteorización se hacen grises. La base de la formación empieza con calizas negras estratificadas en capas de 5 a 10 cm., con abundante chert. Alcanza un grosor total de 80 m., y constituye un horizonte fosilífero guía que separa las formaciones Chúlec y Jumasha.

En ambos flancos de los sinclinales de Yuyungayoc y San José de Paria, la Formación Pariatambo está representada por calizas, areniscas y margas en lajas de 5 a 10 cm., generalmente con ammonites y lamelibranquios.

En el flanco derecho del valle del Mantaro entre Conayca-Tellería, la Formación Pariatambo se caracteriza por presentar unidades de areniscas, limolitas gris púrpura y yeso gris blanquecino en capas delgadas que alcanzan hasta 4 m. Esta secuencia litológica se considera dentro de la Formación Pariatambo por su posición concordante sobre las calizas y margas de la Formación Chúlec.

**Edad y Correlación.**-Caracteriza a la Formación Pariatambo su alto contenido de fauna fósil, así en la faja de afloramientos entre la mina Condoray y la parte nororiental de la hoja de Tupe se encuentran horizontes con los ammonites, oxytropidoceras, Carbonarium y Venezoliceras sp. Estos fósiles permiten asignar a la Formación Pariatambo una edad correspondiente a la parte superior del Albiano medio.

Sus características litológicas y faunísticas indican para la facies occidental una sedimentación en ambiente de poca profundidad, salobre y yesífero.

La Formación Pariatambo del área de estudio y de las áreas vecinas son la prolongación hacia el Sur de las calizas que afloran en la zona andina del Centro y Norte del país y se correlaciona con la parte superior de la Formación Crisnejas que aflora en los Andes septentrionales (V. Benavides, 1956).

## **Formación Jumasha**

Con este nombre D. H. McLaughlin (1924) describió una gruesa secuencia de calizas grises claras estratificadas en capas gruesas, que reposan concordantemente sobre la Formación Pariatambo. Su localidad típica aflora en Jumasha en la región central del Perú.

La Formación Jumasha está expuesta en el sinclinal de Chuncho; en el sinclinorio al noreste del cuadrángulo de Tupe y su prolongación al sureste hasta el área de Tanserococha; también ocurre en el sinclinal de Yuyungayoc y Vilca. En el sinclinal de Iscuchaca, en el extremo noreste de la hoja de Conayca, la Formación Jumasha consiste de calizas grises a beige en capas medianas con una capa de yeso de unos 50 m. de espesor.

En general, caracterizan a la Formación Jumasha calizas de textura fina, ocasionalmente de aspecto brechoso con intercalaciones de calizas nodulares de color mayormente gris pardo a beige. La estratificación se presenta en capas medianas y gruesas de 30 cm. hasta 3 m. de grosor; ocasionalmente se encuentran margas y calizas dolomíticas en capas gruesas. Su grosor total es variable, se estima entre 600 y 1,000 m.

**Edad y Correlación.**-Esta formación es muy fosilífera, en ella se han reconocido unidades fosilíferas con equinoideos; Pseudodiadema; pelecípodos: Ostrea, trigonias y también gasterópodos, en toda la región andina central y septentrional, la Formación Jumasha representa la trasgresión ocurrida en el Albiano superior hasta el Coniaciano.

En el sinclinal de Chuncho la Formación Jumasha infrayace en forma concordante la Formación Celendín y hacia el Oeste se interrelaciona con la Formación Huaranguillo. En la zona andina Norte se correlaciona con los Grupos Pullucana, Quilquiñán y Ferrobamba; y en la zona nororiental con la Formación Chonta.

## **Formación Celendín**

Esta formación fue inicialmente descrita por V. Benavides (1956) con una sección típica en la localidad del mismo nombre.

En el núcleo del sinclinal al suroeste de la laguna Chuncho (lado oriental del cuadrángulo de Tupe), aflora una secuencia calcárea estratificada en capas medianas seguida

por calizas concrecionadas que alternan con margas y areniscas calcáreas, en capas que se hacen más delgadas y margosas hacia la parte superior.

El contacto inferior con la Formación Jumasha se considera transicional porque pasa de calizas de capa gruesa a calizas en capas medianas con intercalaciones de calizas concrecionadas. La parte media de la sección consiste de caliza concrecionada gris a beige con intercalaciones de arenisca calcárea pardo amarillenta con fósiles *Liopisthas*. Los niveles superiores consisten de calizas grises a beiges en capas delgadas, nodulosas y margas. El contacto superior es una discordancia paralela con las Capas Rojas de la Formación Casapalca. El cambio brusco de litología con la unidad suprayacente facilita su reconocimiento y cartografiado.

La Formación Celendín se caracteriza por un relieve moderado a suave, de aspecto escalonado; los niveles inferior y medio de la formación afloran en los sinclinales ubicados en la parte nororiental de la hoja de Tupe.

La sección reconocida en el sinclinal ubicado al Sur de Chuncho ha permitido calcular para la formación un grosor de 365 m.

**Edad y Correlación.**- Los fósiles encontrados son especies de *Exogyra* y *Trigonia* por lo cual no se ha podido precisar la edad de la Formación Celendín, pero se asume que represente la parte más alta del Senoniano como lo establece V. Benavides (1956) en la localidad típica.

**Ambiente de sedimentación.**- La litología y contenido fosilífero de la Formación Celendín sugieren sedimentación en un mar de poca profundidad, hasta cierto punto similar al que prevaleció durante la depositación de las formaciones Inca y Chúlec del Albiano.

## **Formación Casapalca**

D. H. McLaughlin (1924) denominó Formación Casapalca a una serie de capas rojas que afloran en el distrito de Casapalca, las mismas que se extienden más al Sur, a las regiones de Huancayo y Huancavelica, donde también se les estudió con el mismo nombre; el citado autor describe en el distrito de Goyllarisquiza a un conglomerado calizo con lutitas y areniscas rojas en la parte baja al que denominó la Formación Pocobamba, discordante sobre las rocas cretáceas. En la región andina del estudio las capas rojas de la Formación Casapalca se encuentran bien representadas en afloramientos de orientación NO-SE; sus características litológicas y estratigráficas varían según el área.

En el sinclinal de Yuyungayoc la secuencia de capas rojas yacen en discordancia erosional sobre las calizas Jumasha. Consiste en la base de una unidad de areniscas y limolitas

rojizas con intercalaciones de arenisca guijarrosa y conglomerado calcáreo, luego sucede un predominio de conglomerados calcáreos estratificados en capas medianas y gruesas hasta de 5 m. La sección reconocida en las cercanías del pueblo de Yuyungayoc permite estimar un grosor de 600 m.

En un pequeño afloramiento localizado al Este de Tinyaclla se expone un conglomerado calcáreo-cuarcítico con intercalaciones de arenisca y limolita rojiza, con menos de 100 m. de grosor, el cual yace discordantemente sobre areniscas del Grupo Goyllarisquizga e infrayace con igual relación a una serie volcánica piroclástica.

La Formación Casapalca está expuesta casi en forma continua en la parte oriental de la divisoria continental correspondiente al cuadrángulo de Conayca y a la parte nororiental de los cuadrángulos de Castrovirreyna y Tupe, extendiéndose a los cuadrángulos vecinos de Yauyos y Huachocolpa a modo de una franja discontinua, mayormente de areniscas y limolitas rojas con algunos horizontes de arenisca guijarrosa y conglomerado calcáreo cuarcítico. En el sinclinal de Yauli, la formación tiene aproximadamente 1,200 m. de areniscas de grano medio y fino con algunas alternancias de limolitas marrones rojizas; su base no está bien expuesta pero se observan restos de un horizonte de conglomerado calcáreo con algunos elementos cuarcíticos, reposando en aparente discordancia sobre la Formación Celendín.

Con características similares la Formación Casapalca aflora en el área de Luicho (hoja de Conayca). La sección allí expuesta tiene un grosor estimado de más de 1,000 m. no observándose su base por estar cubierta por depósitos fluvioglaciares. En esta localidad la secuencia empieza con limolitas, arcillitas y lodolitas rojizas con algunas intercalaciones de areniscas gris verdosa, luego predominan areniscas marrones violáceas estratificadas en lajas y capas hasta de 1 m. con intercalaciones de arcillitas y limolitas marrones rojizas en horizontes de 2 a 5 m. Esta secuencia de areniscas y limolitas pasa transicionalmente a un miembro superior conglomerádico con una unidad de areniscas gruesas a microconglomerádica con clastos de 0.5 a 5 cm. de caliza y cuarcita en matriz areniscosa, de color rojizo a gris verdoso, en capas gruesas y medianas; encima se suceden areniscas y limolitas marrones rojizas con dos unidades prominentes de conglomerado rojizo con clastos redondeados de cuarcita, chert y calioza de 1 a 10 cm. de diámetro, ocasionalmente hasta los 30 cm. en matriz areniscosa con cemento calcáreo y estratificación gruesa. Este miembro conglomerádico puede ser equivalente a la parte superior de la Formación Pocobamba del distrito de Goyllarisquizga e igualmente al Conglomerado de Shuco en el distrito de Cerro de Pasco.

En el área comprendida entre las alturas de Acobambilla, Tilapaccha y nevados Cítac, la Formación Casapalca presenta características litológicas especiales y sobreyace discordantemente sobre las calizas, Jumasha e infrayace con igual relación a las rocas volcánicas del Terciario. La unidad basal está representada por 100 m. de derrame basáltico vesicular de pasta afanítica, color gris negruzco, en capas medianas a gruesas con algunas fracturas transversales y ocasionalmente con horizontes areniscosos y limolíticos.

En las alturas de Acobambailla (trocha de Tilapaccha), sobre los basaltos yace una secuencia abigarrada constituida por margas y calizas areniscosas grises blanquecinas, intercaladas con areniscas y limolitas rojas, eventualmente con horizontes de yeso impuro. Esta unidad de capas rojas se reduce a pocos metros de grosor en el valle de Cotay y en relación con el volcánico basal ocurre un paquete de conglomerado cuarcítico calcáreo, rojizo a gris amarillento, en capas medianas y una unidad de caliza con un grosor de 15 m.; completan la secuencia de capas rojas que afloran en las laderas al suroeste de Tilapaccha con una litología de areniscas, limolita y arcillita y en el tope un horizonte de conglomerado cuarcítico calcáreo.

La unidad calcárea y capas rojas de Tilapaccha están cubiertas discordantemente por derrames andesíticos y bancos de ignimbritas blanquecinas que corresponden a unidades del Terciario.

Las capas rojas Casapalca más occidentales son las que afloran en el núcleo del sinclinal al suroeste de Chunchu, donde yacen en aparente concordancia sobre la Formación Celendín. La secuencia parcial tiene un espesor de 214 m. y consiste de la unidad basal de areniscas calcáreas y areniscas marrones rojizas en capas delgadas de 1 a 5 cm., cubiertas por la unidad de areniscas de color rojo bruno, grano medio a fino, en capas delgadas y ocasionalmente con lentes de conglomerado con clastos hasta de 5 cm. de formas redondeadas y composición calcárea o cuarcítica. Esta secuencia está cubierta discordantemente por la Formación Tantaray y el Grupo Sacsacero. La Formación Casapalca del área de estudio presenta algunas variaciones en litología y grosor, en razón a las características paleográficas impresas a fines del Mesozoico y a las características litológicas del substrato rocoso que sirvió de fuente de alimentación.

**Edad, Ambiente y Correlación.**-La edad de la Formación Casapalca aún no es tá bien definida, si bien algunos investigadores han encontrado algunas evidencias fosilíferas y relaciones estratigráficas que permiten asignar a estas capas rojas una edad Cretáceo superior-Eoceno medio; así, W.F. Jenks (1951) halló en la zona de Cerro de Pasco algunas charofitas de probable edad Cretáceo superior, B. Mabire (1961) encontró en la zona de Huarón Plicatulas y Globigerinas del Cretáceo superior y J. J. Wilson (1963) describe en la zona de Oyón que las calizas de la Formación Celendín de edad Coniaciano-Santoniano pasan progresivamente a las capas rojas Casapalca, en similar relación estratigráfica a la observada en el sinclinal al suroeste de Chunchu. Por otra parte F. Mégard (1968) encontró, en un punto cercano a la carretera Huancayo-Yauyos, Oogonios de Carofitas de los géneros Nodosochara, Harrisichara y Tectochara que definen el Eoceno medio.

En el área de estudio las relaciones estratigráficas y tectónicas de la Formación Casapalca permiten confinar su depositación en el intervalo Cretáceo superior-Terciario inferior; pues su contacto inferior representa una discordancia erosional y la secuencia de capas rojas Casapalca que afloran en los sinclinales de Yuyungayoc y suroeste de Chunchu reposan sobre formaciones mesozoicas de edades diferentes; por otra parte, estas rocas han

participado de la tectogénesis incaica de edad eoterciaria que plegó intensamente tanto a la Formación Casapalca como a las unidades formacionales mesozoicas.

Las capas rojas de la región andina central se depositaron en cuencas continentales con variaciones litológicas según la distancia relativa de las fuentes de alimentación. Esta unidad continental con fase similar se reconoce en la región del lago Titicaca con el nombre de Formación Muñani y parte inferior del Grupo Puno, y en el oriente es equivalente a las areniscas Azúcar y al Grupo Contamana inferior. Por el lado occidental costanero se correlaciona, en tiempo, con la parte sedimentaria de la Formación Paracas.

## **Zona de Cobertura Cenozoica**

La estratigrafía que se desarrolla en esta zona es de naturaleza volcánico sedimentaria y se distribuye en la Faja Costanera y Sector Cordillerano.

### **Faja Costanera**

#### **Formación Paracas**

Esta formación aflora en el cerro Candela en San Vicente de Cañete y en un cerro cercano a la hacienda Montejato. Consiste de areniscas grises, areniscas calcáreas pardas, laminadas y areniscas verdosas en capas de 3 cm. alternando con algunos horizontes de limolitas verdosas. No se conoce su piso y el techo está parcialmente cubierto por conglomerados de la Formación Cañete. En el cerro Candela y en el cerro de la hacienda Montejato se han encontrado horizontes fosilíferos con lamelibranquios y gasterópodos.

Edad y Correlación.-Los fósiles encontrados: *Turritela woodsii* Lisson; *pseudoliva* cf. *Parinasensis* Woods, *Turritela* cf. *langunillensis* RIVERA, *Dosina* sp; *Leda* cf. *miradorana* OLSSON, *Phacoides* *Miltha* *Conventus* OLSSON, señalan una edad Eoceno superior para la Formación Paracas, la misma que se correlaciona en tiempo con la Formación Chira del noroeste peruano.

#### **Formación Pócoto**

Se designa con este nombre a un conjunto litológico de sedimentos continentales y tobas que se encuentran en los cerros al Norte y Este de la localidad de Quilmaná, pero con su mejor exposición en la parte alta de los flancos del valle de Pócoto de donde toma su nombre; en esta sección se diferencian dos miembros.

**Miembro inferior Marcalla**, de abajo hacia arriba consiste de areniscas de grano grueso en capas medianas, aglomerados volcánicos con matriz limo-arenosa, conglomerados volcánicos grises violáceos con clastos subangulosos en matriz areno-limosa y color gris a violáceo y hacia el tope lavas de composición andesítica y tobas riolíticas con algunos horizontes de rocas sedimentarias. Esta secuencia yace en discordancia erosional sobre las rocas intrusivas del batolito costanero. Por el techo su relación es gradacional y concordante con las tobas riolíticas del miembro superior. Para este miembro se estima un espesor de 120 m.

**Miembro superior**, consiste de tobas riolíticas y riolíticas de color rosado, pardo rojizo, blanquecino y salmón, bien cohesionadas aunque por meteorización se desagregan fácilmente, con fragmentos de lavas y piroclásticos llegando en algunos horizontes a formar tobas brechoides. Las rocas son masivas, localmente presentan pseudo estratificación por presencia de planos de disyunción horizontal. Su techo se encuentra erosionado, desconociéndose su relación con formaciones más jóvenes.

La Formación Pócoto tiene posición discordante sobre rocas del batolito y aún sobre rocas del Cretáceo.

**Edad y Correlación.**-Inicialmente en el trabajo de campo y el mapa preliminar del cuadrángulo de Lunahuaná se asignó, tentativamente, a la Formación Pócoto una edad Mioceno superior-Plioceno, pero en el cartografiado del cuadrángulo de Huarochirí se ha encontrado una litología similar de tobas y sedimentos yaciendo discordantemente sobre rocas del batolito.

En consecuencia, en el presente estudio se postula, que la Formación Pócoto ha sido depositada durante el Mioceno, considerándose como equivalente lateral en facies continental de los sedimentos marinos miocénicos de la Formación Pisco. En la región andina central se correlacionaría con la Formación Castrovirreyna.

## **Formación Cañete**

Se ha registrado con éste nombre; un conjunto litológico de conglomerados semiconsolidados con clastos redondeados y subredondeados de litología variada, en matriz areno-limosa y con algunos sedimentos areno-limosos; estos conglomerados yacen en discordancia angular sobre la Formación Paracas y rocas más antiguas. Esta unidad ocurre en el cerro Candra, en las lomas cerca de la hacienda Montejato, en pampa Clarita y pampa Cinco Cruces al sureste de San Vicente de Cañete.

La litología descrita va cambiando hacia el Sur, pues en los acantilados del borde litoral al Norte de Jahuay, se observa una alternancia de conglomerados y sedimentos arenosos y limosos. En cambio, en los acantilados del área de Jahuay y quebrada Topará, la

secuencia está constituida, en su base por arena fina a gruesa, grisácea, en capas subhorizontales de 20 cm a 2 m con algunos lechos de guijarros; también intercalan lentes arcillo-limosos de 30 cm a 1 m.; hacia el tope la secuencia se hace limo arcillosa de color crema amarillento, alternando con arena fina a gruesa en capas continuas y lenticulares, algunas con estratificación cruzada; en este lugar su grosor se estima entre 90 y 100 m.

Esta formación es continental y representa los conos de deyección aluvional más antiguos; en edad se le asigna al Pleistoceno.

### **Depósitos aluviales**

Estos depósitos están ampliamente distribuidos en las pampas costaneras de la región estudiada. Están representados por los conos de deyección de los ríos Chíncha, Cañete, Pócoto, Mala, Momas y Chilca; así como por los depósitos aluvionales de las quebradas que desembocan a las pampas costaneras. Generalmente conforman un manto continuo por estar los conos aluviales anastomosados, algunas veces cubiertos por depósitos eólicos.

En algunos valles se presentan formando terrazas que alcanzan de 20 a 60 m. sobre el actual nivel del río tal como se aprecia en el valle de Mala.

El material aluvial mal clasificado consiste de gravas, arenas y limo arcilloso, las gravas y cantos tienen formas subredondeadas a redondeadas y composición variada.

El grosor de los depósitos aluvionales varía desde pocos metros en las playas de inundación de los ríos hasta 60 m. en las terrazas localizadas en los flancos de los valles y quebradas principales.

### **Depósitos marinos**

En el borde litoral del área en estudio existen numerosas playas en las que se observa pequeñas terrazas escalonadas que alcanzan hasta 8 m. sobre el nivel medio del mar; estas terrazas están cubiertas tierra adentro, por depósitos aluviales o están relacionados a escarpas litorales emergidas; algunas veces están destruidos por acción antrópica.

El cuaternario marino en la costa del área de estudio está representado por las salinas de Chilca que se comportó como una cubeta de depósitos marinos y de albufera (G. Petersen, 1954).

## **Depósitos eólicos**

Estos depósitos se presentan en las pampas costaneras y laderas de los cerros situados en la parte baja del frente occidental andino, en algunos casos se les encuentra hasta los 1,500 m.s..n.m.

En las pampas y cerros bajos próximos a la costa los depósitos eólicos forman en algunos casos una cubierta de grosor variable y en otros casos constituyen medianos del tipo barjana como los observados al Este del cerro La Bruja en Chilca y en la pampa Clarita al sureste de Cañete; se reconoce también en el área de estudio depósitos eólicos estabilizados por acción de la humedad y la vegetación.

## **Sector Cordillerano**

En la región andina aflora una gruesa secuencia de rocas volcánicas, agrupadas en unidades de derrames y piroclásticos que alternan con series sedimentario piroclásticas. Este conjunto litológico yace discordantemente sobre las unidades sedimentarias mesozoicas y capas rojas Casapalca y está ampliamente distribuido en el altiplano del flanco occidental andino, divisoria continental y el altiplano oriental, como se observa en los cuadrángulos Conayca, Castrovirreyna, Tupe, parte septentrional y oriental de Tantará y sector noreste de Lunahuaná.

En la región andina central, a la fecha de ejecución del presente estudio, no se había establecido la columna estratigráfica regional del Terciario, limitándose algunos autores a describir secuencias locales; por lo que en el presente informe se establece la nomenclatura del Terciario en base a diferencias litológicas, intercalación de episodios volcánicos con sedimentación continental y grado de plegamiento que presentan las unidades formacionales diferenciadas.

## **Formación Tantará**

Se describe con el nombre de Formación Tantará a una gruesa secuencia volcánica que yace con discordancia angular sobre las unidades formacionales del Mesozoico y la formación Casapalca e infrayacen en aparente concordancia a la secuencia volcánico sedimentaria de Sacsaquero. Su nombre proviene del pueblo del mismo nombre, ubicado en el curso superior del río San Juan en el sector nororiental del cuadrángulo de Tantará. Estas rocas volcánicas tienen su mejor distribución en las partes altas del flanco occidental andino y exposiciones menores en algunas áreas del altiplano; así, se les ha reconocido en extensas áreas de la parte nororiental del cuadrángulo de Lunahuaná, en la parte occidental y septentrional del cuadrángulo de Tupe, en la parte meridional del cuadrángulo de Conayca y en gran parte de los cuadrángulos de Castrovirreyna y Tantará.

La Formación Tantará está compuesta por derrames andesíticos, riodacíticos y dacíticos de color gris y pardo violáceo; con textura porfirítica y a veces afaníticas. En forma subordinada y esporádica presentan intercalaciones de brechas andesíticas a dacíticas y tobas andesíticas a riolíticas; también se encuentran delgados horizontes de limolita, arenisca con material volcánico y aglomerados volcánicos con fragmentos pequeños de andesitas y dacitas. En conjunto la secuencia muestra pseudo estratificación en capas medianas a gruesas con cierta lenticularidad.

### **Grupo Sacsaquero**

Con este nombre se designa a una gruesa secuencia volcánica-sedimentaria, constituida por derrames andesíticos intercalados con tobas soldadas y tobas redepositadas; también se intercalan areniscas, limoarcilitas y calizas lagunares que se adelgazan desapareciendo por lenticularidad.

Este conjunto yace en discordancia sobre los volcánicos de la Formación Tantará e infrayace en discordancia a la Formación Castrovirreyna.

En Queroy (cuadrángulo de Tupe), el Grupo Sacsaquero está constituido por un miembro inferior de naturaleza sedimentario piroclástico y un miembro superior lávico con algunas intercalaciones piroclásticas, como se observa en Poroche y en el sector Norte y Central del cuadrángulo de Tupe. Otra localidad representativa de coladas alternadas con unidades sedimentarias y piroclásticas se ubica el Norte de Sacsaquero, con amplio desarrollo en el sector Sur, Central y Occidental del cuadrángulo de Castrovirreyna. Con una litología variada, el Grupo Sacsquero se distribuye en extensas áreas a lo largo de la parte alta del flanco occidental andino y en algunas partes del altiplano.

En el Grupo Sacsaquero la proporción de rocas volcánicas respecto a las sedimentarias y piroclásticas es variables; por otra parte, su marcada lenticularidad hace que su litología cambie en corta distancia, tanto en sentido vertical como lateral, aunque en algunos casos la secuencia puede seguirse por más de 10 km. Las mejores exposiciones de este grupo se observan en el área Sacsaquero-Quishuarpampa, al Norte y Sureste de Marcuto, en el camino de Cusicancha a la hacienda Sinto, de Suytopampa al cerro Angorita (hoja de Castrovirreyna); entre Arma y Tantará; de Santa Beatriz a Tinco, al noreste y noroeste de Lircay (parte noreste del cuadrángulo de Tantará); así como en sus numerosos afloramientos en la parte oriental del cuadrángulo de Tupe.

### **Formación Castrovirreyna**

Con este nombre se designa a una secuencia sedimentaria piroclástica de facies lacustre, representada por areniscas, calizas tobas, brechas tobáceas y lavas que tiene su loca-

lidad típica en el área de Castrovirreyna, al Norte de la laguna Nunya en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe.

La Formación Castrovirreyna aflora con gran extensión en las cabeceras de los tributarios orientales del río Cañete (quebradas Huarcapallca, Pumacancha, río Huarmicocha, río Viñac y río Lircay); en las cabeceras de los ríos Chincha y Pisco, (cuadrángulos de Tupe y Tantará); en la parte suroccidental del cuadrángulo de Conayca y en gran parte del cuadrángulo de Castrovirreyna. Se distribuye en fajas de afloramientos alineados al NO-SE, similar al de las estructuras.

La formación yace en discordancia erosional sobre el Grupo Sacsaquero e infrayace a la Formación Auquivilca y presenta ciertas variaciones en litología y grosor tanto en sentido vertical como lateral; así, en el área de Castrovirreyna consiste de una secuencia monótona donde se intercalan areniscas gris rojizas, gris verdosas y marrones, de grano fino a grueso, con arcillita y limolita gris verdosa, rojiza y violácea, generalmente en estratos delgados y unidades hasta laminares. Subordinadamente, existen estratos delgados de caliza gris blanquecina, localmente con repliegues singenéticos y fisilidad en lajas delgadas. Hacia el tope se encuentra brecha tobácea alternando con tobas, limos arenosos y tobas brechoides con piroclastos pequeños y medianos; cerca del techo también se presenta una unidad delgada de calizas grises claras en capas delgadas y tobas dacíticas que infrayacen en discordancia a la Formación Caudalosa. En la base afloran aglomerados volcánicos de color violáceo, que sobreyacen al Grupo Sacsaquero. En la sección medida en el cerro Santiago se ha obtenido un grosor de 409 m.

Sección medida en el C° Santiago (cuadrángulo de Castrovirreyna)

- Derrames andesíticos porfiríticos en capas gruesas ..... 20 m.
- Toba dacítica pardo amarillenta
- Horizonte calcáreo, gris claro, silicificado, en capas delgadas ..... 10 m.
- Volcánico andesítico de aspecto brechoide tobáceo, gris violáceo, derrames de andesita porfirítica grises, en capas delgadas ..... 15 m.
- Toba arenosa brechoide gris con tintes verdosos, en el tope un estrato de arenisca rojiza dura ..... 20 m.
- Tobas arenosas brechoides color gris verdoso claro; predominan horizontes brechoides de elementos volcánicos de tamaño pequeño en matriz areno-tobácea. Ocasionalmente se intercalan areniscas de naturaleza volcánica gris plumiza, violácea, en capas delgadas (horizonte de 2 m.)
- A los 100 m. arenisca tobácea brechoide con rodado de caliza gris de 30 cm. de diámetro, subredondeado. .... 126 m.

- Brecha arcillo-arenosa color verde y arenisca tobácea plumiza en capas delgadas, con tintes verdosos. .... 6 m.
- Brecha tobácea color pardo amarillenta con fragmentos pequeños. .... 2 m.
- Arcillitas y limolitas gris plumizo, areniscas poco cohesionadas, arenisca calcárea y un delgado horizonte de 1.5 de caliza blanquecina ondulada. .... 15 m.
- Caliza gris blanquecina bandeada, por meteorización color pardo blanquecino, muy replegadas y arcillita gris plumiza descompuesta, en estratos de 50 cm. a 2 m. .... 20m.
- Toba gris blanquecina verdosa y aspecto brechoide, en capas medianas ..... 10 m.
- En la base caliza gris en capas de 80 cm. siguen caliza gris beige en capas delgadas, algunos horizontes son ondulados (singenética). En la parte superior limoarcillitas y arcillitas gris verdosas con una capa de 50 cm. de caliza pardo blanquecina. .... 10 m.
- Arenisca gris verdosa en capas medianas, de grano medio y fino. También horizonte gris violáceo de grano grueso y capas guijarrosas. .... 18 m.
- Arcillita y arenisca fina color violáceo ..... 5 m.
- Arenisca de grano grueso a medio con horizontes guijarrosos pequeños, color rosado a violáceo claro. .... 7 m.
- Areniscas y limolitas en menor proporción, color gris rosado y verdoso con intercalación de arenisca calcárea en capas de 30 cm. En el tope caliza parda de un metro. .... 10 m.
- Arcillitas brechoides gris verdosas a verde olivo, sin estratificación clara, ocasionalmente engloban cantos de 10 a 50 cm. de roca calcárea silicificada. .... 20 m.
- Arenisca de grano medio a grueso con horizontes guijarrosos, pequeños en capas medianas y algunas capas de limolitas de color rojizo claro. .... 15 m.
- Limolita marrón rojiza y arenisca fina ..... 5 m.
- En la base arenisca guijarrosa rosada 1 m. luego arenisca plumiza verdosa en capas delgadas, ocasionalmente capas delgadas de limolitas. .... 7 m.
- Limoarcillita gris verdosa y arenisca rosado claro que pasa a limolita ..... 6 m.
- Arenisca marrón clara, en capa delgada con horizonte limolita ..... 7 m.
- Arcillita y limolita gris verdosa a marrón clara ..... 6 m.
- Caliza gris blanquecina en capas delgadas laminadas, con ondulación

singenética. Intercala caliza silicificada muy ondulada, singenética. ....	2 m.
- Arenisca rojizo clara y gris verdoso clara, con horizonte de arcillita y limolita rojo ladrillo a violácea.....	12 m.
- Arenisca gris verdosa grano grueso a guijarroso.....	5 m.
- Aglomerado gris verdoso con tinte violáceo claro, con elementos volcánicos de 0.5 a 3 cm. y ocasionalmente hasta 50 cm. de contornos subredondeados, matriz arenosa.....	<u>20 m.</u>
<b>Total .....</b>	<b>409 m.</b>

## Discordancia

## Grupo Sacsaquero

- Derrames andesíticos lenticulares, en capas medianas.

En la laguna Nunya se expone una sección con rocas sedimentarias piroclásticas que corresponden a la Formación Castrovirreyna donde destacan capas de lavas andesíticas con textura fluidal.

En la sección transversal entre la mina Dorita y el cerro Auquivilca, la Formación Castrovirreyna consiste de un miembro inferior de brechas tobáceas riolíticas gris blanquecinas masivas y un miembro superior de areniscas de grano medio, color gris rosado, gris violáceo y rojizo con ocasionales horizontes de conglomerado y en su parte media tobas blanquecinas en capas gruesas. En esta sección se ha medido 1,044 m. de grosor.

Sección medida entre la Mina Dorita y C Auquivilca (cuadrángulo de Castrovirreyna)

## Formación Auquivilca

- Brechas tobáceas, color violáceo, macizas.

## Discordancia

## Formación Castrovirreyna

## Miembro Superior

- |  |        |
|--|--------|
| - Arenisca roja grano grueso y conglomerado con ocasionales cantos pequeños y grandes de roca volcánica .....  | 12 m.  |
| - Arenisca y brecha tobácea .....  | 5 m.   |
| - Arenisca de grano grueso, rojiza, pasa gradualmente a arenisca fina limolítica en capas delgadas, y arenisca rojiza violácea con horizontes conglomerádicos; cerca al tope sill andesítico de 1.20 m. y arenisca de grano grueso y arenisca guijarrosa con elementos volcánicos de 1 a 5 m. .... | 213 m. |

- Brecha tobácea gris rosada y toba blanca en capas gruesas a medianas que forman escarpas. .... 112 m.
- Brecha tobácea con elementos volcánicos pequeños, siguen areniscas de grano medio a grueso con horizontes arenosos brechoides color rosado, en capas delgadas de 3 a 50 cm. En la parte media arenisca rosada en lajas, intercalada con arenisca de grano grueso; ocasionalmente conglomerado y arenisca conglomerádica. .... 347 m.

#### Miembro Inferior

- Brecha tobácea gris, maciza con elementos volcánicos subangulosos de 2 a 20 cm., poco estratificados, por meteorización toma color blanquecino rosado y finalmente rosado; arenisca tobácea rojiza y gris blanquecina en capas delgadas y toba riolítica rosada en capas macizas. .... 355 m.
- Total** ..... 1044 m.

#### Discordancia

#### Grupo Sacsaquero

- Lavas andesíticas grises violáceas y brechas de flujo andesíticas y dacíticas, con unidades piroclásticas y sedimentarias.

### **Formación Caudalosa**

Con este nombre se describe un conjunto de rocas volcánicas con algunas intercalaciones lenticulares de piroclásticos y areniscas tobáceas. Exposiciones de esta formación se encuentran en los alrededores de la mina Caudalosa, ubicada en la parte central del cuadrángulo de Castrovirreyna; otros afloramientos se encuentran en las hojas de Tupe y Conayca y están relacionados a los sinclinales de Sigsihuasi, Colcabamba, Chunchu y Huichinga.

El contacto inferior con los clásticos de la Formación Castrovirreyna es en aparente discordancia y está dado por un cambio litológico y en similar relación estratigráfica infrayace a la secuencia sedimentaria lacustre denominada Formación Auquivilca.

La Formación Caudalosa ocupa generalmente zonas altas de topografía suave, con escarpas asociadas a derrames volcánicos más resistentes a la erosión. Esta secuencia volcánica se compone de coladas de andesitas y brechas de flujo igualmente andesíticas, de colores gris oscuros y verdosos. En algunos casos estos volcánicos constituyen, aparentemente, relictos de complejos aparatos volcánicos.

## Formación Auquivilca

Con este nombre se describe una secuencia de rocas piroclásticas en la base y depósitos lacustres en la parte superior. Su nombre se ha tomado de los afloramientos que existen entre los cerros Saihuapata y Auquivilca, ubicados en las vecindades del río Luicho y Santa Ana en el área central del empalme de las hojas de Conayca y Castrovirreyna.

La Formación Auquivilca está ampliamente distribuida en las hojas de Castrovirreyna y Conayca y en la parte suroriental de la hoja de Tupe. Sus afloramientos más conspicuos se encuentran en el sinclinal de Yauricocha-Santa Ana y se extienden al Sur en el sinclinal suave del canal de Choclococha; otras ocurrencias se exponen en el sinclinal de la laguna Chuncho; en el sinclinal de la laguna Huichinga y en el sinclinal de Sigsihuasi.

En el cerro Auquivilca la sección medida presenta un grosor de 911 m. diferenciándose dos miembros; uno inferior representado por rocas tobáceas macizas y un miembro superior que consiste de areniscas y limolitas intercaladas con calizas grises en capas delgadas hasta laminares y brechas tobáceas ocasionalmente.

Sección transversal al río Luicho entre la mina Dorita y el cerro Auquivilca (cuadrángulo de Castrovirreyna).

Lavas andesíticas, dacíticas y brechas de flujo

Formación Huichinga

Discordancia

Formación Auquivilca

Miembro Superior

- Calizas grises claras en capas delgadas con intercalaciones lutáceas negruzcas ..... 48 m.
- Areniscas tobáceas de grano fino medio a grueso, color plumizo con tinte verdoso y grisáceo, en capas medianas, ocasionalmente en capas de 10 cm. a 2 m. En la parte superior intercalación de caliza gris en capas de 60 cm. y arenisca tobácea pardo amarillenta en capas medianas ..... 280 m.
- Caliza delgada laminar gris beige, lutita negruzca y verdosa y brecha tobácea superficialmente calcárea  
En la base caliza silicificada gris violácea, gris beige en capas delgadas a laminares, lodolita y limolita verdosa, arenisca tobácea rojiza y violácea con horizontes conglomerádicos ..... 353 m.

Miembro inferior

- Brecha tobácea verdosa con muchos elementos volcánicos de 0.5 a 2 cm. y brecha tobácea verdosa y rosada formando escarpas.....	<u>230 m.</u>
<b>Total :</b>	<b>911 m.</b>

Discordancia  
Formación Castrovirreyna

Arenisca grano fino en capas delgadas con intercalaciones de limolita y brecha tobácea.

La Formación Auquivilca yace discordantemente sobre la Formación Castrovirreyna o sobre la Formación Caudalosa con quien se interdigita localmente, tal como se observa al Norte de Caudalosa (cuadrángulo de Castrovirreyna) o en el área Huichinga-Sigsihuasi (parte oriental del cuadrángulo de Tupe). Por el techo infrayace en discordancia a las secuencias volcánicas Huichinga o Astobamba.

### **Formación Huichinga**

Se denomina así, a la secuencia de derrames andesíticos y dacíticos intercalados con algunas brechas de flujo y tobas andesíticas y dacíticas que se interdigitan con la secuencia sedimentaria piroclástica de la formación Auquivilca.

Esta litología está bien representada entre Sigsihuasi y Huichinga de donde toma su nombre. Su grosor es variable de un lugar a otro, pero se estima en 300 m.

Esta unidad volcánica se considera que guarda relación con el volcanismo asociado a los centros volcánicos que dieron lugar a la Formación Caudalosa.

### **Formación Astobamba**

Se designa con este nombre a un conjunto de derrames andesíticos, basálticos y brechas de flujo de similar composición, con ocasionales horizontes tobáceos y piroclásticos, relacionados a centros volcánicos de tipo estrato volcán y explosivo; interpretación basada en la disposición groseramente periclinal que muestran los derrames.

Estos volcánicos se encuentran bien expuestos en los alrededores de la localidad de Astobamba (parte suroriental de la hoja de Conayca) de donde toman su nombre; también se les reconoce al norte de la laguna de Huichinga.

Por el piso se relaciona en discordancia angular con la Formación Auquivilca y otras

unidades formacionales más antiguas; en tanto que su techo se encuentra descubierto, desconociéndose su relación con unidades más jóvenes; aunque fuera del área de estudio (parte suroccidental del cuadrángulo de Huancayo) se reconoce la secuencia tobácea arenosa y travertínica de Ingahuasi suprayacente a una secuencia volcánica similar a la Formación Astobamba.

**Edad y Correlación de la Secuencia Volcánica Terciaria.**-De acuerdo al cartografiado geológico efectuado en el lapso 1965-1970 y contando con el soporte del mapa geológico departamental de Huancavelica realizado en 1970, el autor asignó a la Formación Tantaré (inicialmente denominada Volcánicos Chonta) y al Grupo Sacsaquero (inicialmente denominado Luicho) una edad Eoceno superior-Oligoceno; asimismo, data como de edad miocena a las formaciones Castrovirreyna, Auquivilca y Huichinga. Esta estimación cronológica la basó en la posición estratigráfica que ocupa esta secuencia volcánica-sedimentaria-piroclástica con respecto a las Capas Rojas Casapalca que le infrayacen y la Formación Astobamba suprayacente.

Estudios más recientes efectuados por D. Noble (1972) teniendo como base el mapa departamental de Huancavelica e información verbal del autor, condujeron a la colección de muestras de tobas en la sección ubicada en el paso de Chonta-Pultoc-Choclococha, en las cuales (D. Noble, 1972) obtuvo edades que ubican a la Formación Tantaré en el Eoceno superior. De acuerdo a ello ésta unidad se correlaciona con la parte inferior del Grupo Calipuy de la región norandina y en parte con los Volcánicos Toquepala de la región sur del país.

Por otra parte, una muestra de toba procedente de la Formación Castrovirreyna datada por el método K-Ar dio 21.4 millones de años y otra muestra de la base de la Formación Auquivilca (área de Choclococha), señaló una edad de 13.9 millones de años; en consecuencia, corresponde a la Formación Castrovirreyna una edad Mioceno inferior y a las formaciones Caudalosa, Auquivilca y Huichinga una edad Mioceno superior; las formaciones suprayacentes: Astobamba y Huachocolpa tendrían una edad Plioceno; lo cual concuerda, significativamente, con la cronología que establece el autor en base a diferencias litoestratigráficas, relación de fases volcánicas y diferencia de plegamiento de las unidades formacionales investigadas.

En una extensión geográfica más amplia, las formaciones Caudalosa, Auquivilca, Huichinga se correlacionan con parte de la Serie Abigarrada de J. V. Harrison (1956), con la Formación Río Blanco de J. V. Harrison (1956) y con la parte media del Grupo Calipuy del Norte del país, A. Cossio y H. Jaén (1967); en el Sur sería equivalente con el Grupo Tacaza-Huaylillas.

## **Depósitos Cuaternarios**

En la parte alta del flanco occidental andino y en el altiplano del área de estudio se han diferenciado los siguientes depósitos cuaternarios:

**Depósitos Glaciares**, están representados por acumulaciones de material morrénico antiguo y reciente distribuido en las cabeceras de los valles glaciares; restos de este material se encuentran tapizando el fondo de los valles glaciares, así como en las márgenes de los valles de la vertiente oriental y occidental sobre una altitud de 3,500 m. Este material consiste de gravas y bloques medianos, subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz de grava fina y matriz limoarenosa.

**Depósitos Fluvioglaciares**, durante el Cuaternario el proceso erosivo es activo y guarda relación con el desarrollo de varias etapas de glaciación con sus productos consiguientes, los cuales fueron acarreados y depositados por los ríos de ambas vertientes de la zona andina de estudio; posteriormente, la profundización de sus cauces ha desarrollado terrazas aluvionales, las más recientes adyacentes al río y las más antiguas más alejadas y a diversos niveles de altura. Con estas terrazas se relacionan algunos conos de deyección de material aluvional proveniente de las quebradas laterales.

Estos depósitos se han cartografiado con el símbolo Q-fg, y en algunos casos el material de acarreo reciente, acumulado junto al lecho de ríos y en su desembocadura a lagunas; se registró como depósitos aluviales.

**Depósitos Coluviales**, en las laderas de los valles se ha depositado material de escombros de gravas y bloques sub-angulosos distribuidos en material limo arenosa y grava fina. Estos depósitos muchas veces no se han registrado dada la escala del mapa.



---

## **ROCAS INTRUSIVAS**

---

En el flanco occidental del área de estudio, el Batolito de la Costa está representado por un conjunto de intrusiones cuya composición varía de gabro a granito; las mismas que han intruído a la secuencia mesozoica y, en parte; a la secuencia volcánica del Terciario. Para la discusión del Capítulo de Rocas Intrusivas se ha utilizado la información más reciente aportada por E. J. Cobbing, W. S. Pitcher, R.D. Beckinsale y otros investigadores.

Los afloramientos de las rocas intrusivas se extienden desde la línea de costa en el cuadrángulo de Mala, hasta alcanzar gran desarrollo en los cuadrángulos de Chincha, Lunahuaná, Tantará y Tupe. La exposición de los plutones y el batolito tiene, en general, forma alargada en sentido NO-SE, alcanzando una anchura de 50 km en la sección del río Mala, 60 km en el río San Juan y 70 km en el río Cañete.

El conjunto de intrusiones que ocurren en el área de estudio permite identificar tres zonas distribuidas a manera de franjas paralelas a la línea del litoral; y que para efectos descriptivos reciben, en el presente trabajo, la denominación de: zona marginal occidental, zona central y zona marginal oriental.

### **Zona Marginal Occidental**

Se caracteriza por la existencia de un grupo de intrusiones emplazadas en la secuencia mesozoica y que en afloramientos aislados se exponen, mayormente, en la franja comprendida entre Cañete y Chilca y en algunos casos en el borde del batolito. Cobbing, E. J. Pitcher, W. S. et al (1984) reconocieron en la región las siguientes unidades de rocas intrusivas

### **Superunidad Jecuan**

Consiste de dioritas, tonalitas, granodioritas y granitos que afloran a ambos lados del río Mala desde la quebrada Corre Viento hasta el pueblo de Mala, emplazadas, mayormente en rocas del Grupo Quilmaná. También se asocia a esta superunidad algunos cuerpos aisla-

dos localizados entre la desembocadura del río Mala y el fundo Gallinero. Su afloramiento más oriental está representado por las granodioritas y monzogranitos que ocurren entre Coayllo y la quebrada San Andrés (cuadrángulo de Lunahuaná).

### **Superunidad Linga**

Está representada por el plutón de Quilmaná, que es un cuerpo de aproximadamente 14 km de ancho, que se encuentra entre el pueblo de Quilmaná y Punta Lobos-C. Azul. Las litologías más frecuentemente identificadas son monzodioritas pasando a monzogranitos y granodioritas es menor proporción. Existen otros cuerpos de monzogranitos en los cerros de Quilmaná al Sur de Coayllo y en la quebrada de Pócoto, ubicada a 4 km al Este del pueblo Nueva Roma, así como en los cerros Cabracancha, Culebrilla y Mirador (localizados más al Sur en el cuadrángulo de Chinchá). También se han reconocido rocas monzograníticas en el borde occidental del Batolito.

La superunidad Linga corta rocas del Cretáceo inferior y al Grupo Quilmaná asignado al Cretáceo superior. Una datación Rb-Sr del plutón de Quilmaná señala una edad de 134 23 M.A. (A. W. Sánchez F., 1982 comunicación personal) la cual es aceptable con cierto margen de error.

### **Grupo de Intrusiones Menores de Microdiorita, Diorita, Andesita**

Se encuentran generalmente asociadas a las secuencias volcanoclásticas y se les reconoce como cuerpos aislados en los alrededores de las minas Condestable y Raúl y entre Puerto Viejo-Santa Cruz de Flores y la hacienda La Laguna. Otro cuerpo aislado forma el cerro Yaya al Sur de Chilca.

### **Zona Central del Batolito**

En esta zona ocurren los cuerpos plutónicos de mayor dimensión. Siguiendo la nomenclatura empleada por Cobbing E. J. Pitcher W. S. y otros (1984) se les describe de acuerdo a su orden relativo de emplazamiento, diferenciándose en las siguientes unidades :

## **Superunidad Patap**

Se caracteriza por rocas mesócratas a melanócratas cuyas litologías comunes son el gabro y la diorita, siendo variables sus texturas y minerales de alteración. Ocurren generalmente en cuerpos separados que se ubican en la parte occidental del área. Las intrusiones más notables son :

- Gabro-diorita Calango,
- Gabro-diorita Callanga-Omas,
- Gabro-diorita entre hacienda San Juan de Chinchá y quebradas Huatiana y Topará.
- Gabro-diorita de los cerros Grande y Carricillo,
- Gabro-diorita de Puquio Pata,
- Gabro-diorita de Uquira,
- Diorita entre cerro Nada Cóndor y quebrada Quelca, y
- Diorita al noroeste de San Juan de Yanac hacia el borde oriental.

Estas rocas son las más antiguas del Batolito de la Costa reconocido en el área y parecen constituir remanentes de un plutón mayor.

## **Unidad Cochahuasi**

Se agrupan bajo esta denominación un grupo de intrusiones que ocurren entre Cata (río Omas) y Cochahuasi (río Mala), las cuales consisten generalmente de tonalitas, granodioritas, microdioritas, y un enjambre de diques dacítico-andesítico de dirección NO-SE, muy notorios en la localidad de Totoral Alto (río Mala) y en el cerro Huitor (río Omas).

Las rocas intrusivas de la Unidad Cochahuasi muestran cierta orientación y posible deformación sintectónica y se presentan cortando rocas del Cretáceo inferior.

## **Superunidad Incahuasi**

Es mayormente de composición tonalítica a granodiorítica incluyendo algunas cuarzo-dioritas. El plutón más notable ocupa la parte central y marginal entre Lomas de Huatiana – quebrada Incahuasi – Marcalla y Porococha. Tiene forma alargada de dirección N-S, aproximadamente. Otro cuerpo de tonalita-diorita ocurre entre el cerro Toldo Chico – quebrada Almacén – Lomas de Limay.

En el río Omas entre San Juan de Quispe y Francia existen algunos cuerpos de tonalita-granodiorita cortando tanto rocas gabrodioríticas como la secuencia cretácea.

La edad de emplazamiento de esta superunidad es de 78 a 82 M.A. (Beckinsale et. al 1985).

### **Superunidad Pampahuasi**

En los cerros Huanhua y Lomas Alalac ubicados en la parte meridional del cuadrángulo de Tantará, existen dos cuerpos de tonalita y tonalita-diorita, respectivamente. Estas rocas son la prolongación de plutones descritos en los valles de Pisco e Ica como rocas melanócratas de composición tonalítica que presentan cierta foliación (N. Moore, 1979). A estas rocas se les asigna una edad K-Ar de 97 M.A. (Cobbing E. J., Pitcher y otros, 1984).

### **Superunidad Tiabaya**

Existen hasta cinco plutones de tonalita-granodiorita de tono leucócrata a gris mesócrata cuya textura se caracteriza por la presencia aislada de micas en cristales hexagonales y hornblendas prismáticas y constituyen las rocas intrusivas mas abundantes en esta parte del batolito, puesto que se presentan cortando a todas las unidades plutónicas mencionadas anteriormente. Su gradación composicional va desde diorita en las partes marginales del plutón hasta monzogranito en las partes medias, de menor extensión.

Los cuerpos más importantes de esta superunidad son :

- Tonalita-granodiorita entre cerro Jato Quemado y Huajiluta (Omas).
- Granodiorita La Capilla (Omas)
- Tonalita-Granodiorita entre Lunahuaná – quebrada Cabracancha
- Tonalita-Granodiorita entre cerro de Caltopa y Lomas de Lunahuaná
- Tonalita-Granodiorita entre Lomas de Huatiana – hacienda Huachipa

Una datación de Rb-Sr en rocas intrusivas de la superunidad Tiabaya en el valle de Mala, proporciona una edad no muy precisa de 66 10 M.A. (R.D. Beckinsale et. al, 1985) que difiere de otras dataciones efectivas en rocas procedentes de Ica y Cháparra.

### **Zona Marginal Oriental del Batolito**

Coincide con los afloramientos de las secuencias volcanoclásticas del Terciario al este de Zuñiga (río Cañete) y al Este del fundo Yanacpampa (río San Juan). En esta franja fueron identificadas tres agrupaciones plutónicas con características definidas :

## **Superunidad Tiabaya**

Consiste de varias intrusiones cuyas litologías más comunes en orden de emplazamiento son: tonalitas y granodioritas a monzogranitos. Estas rocas tienen relación intrusiva con las rocas cretáceas y en muchas partes con las rocas volcánicas. Por su textura han sido asignadas a la Super – unidad Tiabaya (Cobbing E. J. Pitcher W.S. et. al., 1984) aunque por sus relaciones de contacto parecen ser intrusiones más recientes. Rocas de esta superunidad se distribuyen entre Mosquitoyoc y Mirasol en el río San Juan.

## **Superunidad Catahuasi**

E. J. Cobbing et. al., 1984, han denominado así a la sucesión de intrusiones que afloran a ambos lados del río Cañete entre Canta Gallo en la parte meridional y la hacienda Yaca en su extremo septentrional y cuyo nombre proviene del pueblo de Catahuasi; el plutón principal está constituido por la tonalita-granodiorita Catahuasi-Capillucas. Otros cuerpos notables son los monzogranitos-granitos que se observa entre Azángaro-Totora, donde han atravesado a las granodioritas de Tiabaya así como a la secuencia del Cretáceo.

En los alrededores del puente Auco también se encuentra intrusiones menores de monzogranitos, granitos leucócratos de tonalidades rosadas y algunos cuerpos de granodioritas y tonalitas en menor proporción.

Una datación Rb-Sr de las facies de tonalita temprana y los monzogranitos posteriores dio una isocrona de 24 1 M.A. (R.D. Beckinsale et. al., 1985) la cual sugiere que estas rocas se emplazaron durante el Oligoceno tardío a Mioceno temprano.

## **Unidad Tupe**

Consiste de un plutón de granodiorita de grano medio con gradaciones a tonalita, que ocurre entre Caca y Pacala (cuadrángulo de Tupe) siguiendo una dirección N-S con una longitud de 40 km y ancho promedio de 6 km. Otro cuerpo de roca similar aflora en Lincha al Este de Caca, donde ha atravesado los volcánicos Tantarà y se asume que su emplazamiento tuvo lugar durante el Terciario, con posterioridad al de la Superunidad Catahuasi.

## **Grupo de Intrusiones Menores de la Parte Oriental del Batolito**

Está representado por cuerpos intrusivos pequeños a manera de stocks, cuellos o centros de efusión, diques, etc. de nivel subvolcánico, asociados a las secuencias volcánicas

del Terciario que ocupan gran parte de los cuadrángulos de Tupe, Conayca, Tantar y Castrovirreyna.

Estas intrusiones menores no alcanzan más de 15 km de largo en el mejor de los casos; registrando la mayoría longitudes entre 5 y 10 km. En su composición varían de andesíticas a riolíticas, siendo las primeras las más abundantes. Estos cuerpos menores están generalmente asociados con mineralización polimetálica, como se aprecia en los centros mineros más importantes del área estudiada.

## **GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

---

### **Ciclo Geotectónico Andino (Jurásico-Terciario)**

Este ciclo geotectónico comprende el ámbito de sedimentación andina en las diferentes etapas de su desarrollo, es decir, comprende los terrenos Triásico, Jurásico, Cretáceo y Terciario, los mismos que fueron afectados por eventos tectónicos de compresión (tectogénesis) y cuya distribución está ampliamente desarrollada en nuestro país tal como se observa a lo largo de la cadena andina. En la evolución andina del área de estudio se distingue los siguientes episodios o pisos estructurales, los mismos que están evidenciados por discordancias orogénicas, epirogénicas, etc.

**Primer Piso Estructural** – Epirogenesis y Tectónica de Fractura entre fines del Liásico y el Jurásico superior.

Este piso comprende el conjunto de formaciones del Triásico-Jurásico que se distribuyen en este sector de la cadena andina (noreste de los cuadrángulos de Tupe y Conayca, así como en los cuadrángulos de Huancavelica y Huancayo) y cuya facies corresponde al sector occidental de plataforma de la Cadena Hercínica de la Cordillera Oriental.

Otros afloramientos importantes del Jurásico, distribuidos en la cadena de la costa al suroeste del área de estudio (sector Ica-Nazca), corresponden a la facies volcánico-sedimentaria del sector oriental de la cuenca de sedimentación epicontinental, la misma que durante el Mesozoico tuvo intensa actividad volcánica.

En el área de estudio no se han reconocido estructuras típicamente nevadianas, puesto que existe homogeneidad tectónica entre las formaciones del Triásico-Jurásico-Cretáceo como lo ponen en evidencia los grupos Pucará y Goyllarisquizga, y las formaciones Cercapuquio y Chunumayo cuyos afloramientos están cartografiados en la parte noreste de las hojas de Conayca y Tupe, así como en las hojas de Huancavelica y Huancayo; sin embargo, entre las diferentes unidades mencionadas se registran cambios de facies, suaves discordancias y/o algunas estratigráficas que señalan que acaecieron eventos tectónicos-epirogénicos moderados a fines del Liásico y en el curso del Jurásico medio y superior. Tales deformaciones se interpretan como un levantamiento con amplio radio de curvatura acompañado; tal vez, por un ligero ondulamiento y fallamiento en bloques, lo cual limitó la sedimentación de las formaciones Cercapuquio y Chunumayo, explicando también la discordancia de erosión en la base

del Grupo Goyllarisquizga. Por lo que se interpreta que tanto en el sector oriental como occidental del área estudiada existió moderada participación de la tectónica nevadiana en su fase de orogénesis.

El magmatismo efusivo e intrusivo que se asocia a esta unidad tectónica no ha sido reconocido en el área de estudio; sin embargo, es evidente su existencia en la región Ica-Nazca de la margen occidental de la cuenca epicontinental subsidente del Mesozoico.

**Segundo Piso Estructural** – Tectogénesis Moderada seguida por Epirogénesis y Tectónica de Fractura de fines del Cretáceo (Fase Peruana de Steinmann).

Esta unidad geotectónica comprende los terrenos cretáceos que resultaron de la sedimentación en una cuenca epicontinental subsidente, con las consiguientes variaciones estratigráficas que ocurren en el sector oriental y occidental por influencia del umbral de la Cadena Hercínica que se desarrolla en la Cordillera Oriental y Cadena de la Costa respectivamente.

A fines del Senoniano, gran parte del territorio peruano y en particular la región Central del país fue sometida a una tectogénesis moderada seguida por emersión general, esto se manifestó con el retiro del mar cretáceo y el esquema estructural de plegamiento suave y juego de fallas longitudinales que constituyen el modelo estructural inicial de dirección andino NO-SE. Luego ocurrió una intensa erosión del relieve con la consiguiente formación de plataforma y sedimentación de molasas rojas (Formación Casapalca) en discordancia erosional sobre las formaciones calcáreas del Cretáceo medio a superior.

A este episodio geotectónico se asocia el magmatismo efusivo, correspondiente a la facies volcánico-sedimentaria de la margen occidental de la cuenca epicontinental-nerítica del Cretáceo que se desarrolló en la faja de la costa y parte baja del flanco disectado andino, representado por el Grupo Quilmaná ampliamente expuesto en los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná y Chincha.

Un segundo episodio correspondió al emplazamiento de los plutones batolíticos durante el intervalo Cretáceo superior Eoceno medio.

**Tercer Piso Estructural.**- Tectogénesis del Eoceno Superior (Fase Incaica)

En el sector nororiental del área de estudio, a similitud con gran parte de la región central del país, es evidente la existencia de una fase tectónica principal que pliega con

dirección predominantemente NO-SE la secuencia Mesozoica incluyendo a las capas rojas (Formación Casapalca).

Esta homogeneidad tectónica se reconoce en las capas rojas de los sinclinales de Chuncho y Pirhuayoc así como en la faja de afloramientos localizada a inmediaciones de la divisoria continental, donde la Formación Casapalca se encuentra cubierta, en discordancia moderada, por una gruesa secuencia volcánico-sedimentario del Terciario inferior, cuya unidad más antigua está representada por la Formación Tantaré (Paso de Chonta) datada por métodos radiométricos como correspondiente al Terciario inferior (Eoceno superior).

En base a estos antecedentes se establece que las estructuras edificadas por este episodio de plegamiento corresponden a la Fase Incaica de G. Steinmann (1930), probablemente del Eoceno medio a superior.

En su etapa final este episodio tectónico está ligado a emersión y fallamiento longitudinal debido a movimientos epirogénicos; asimismo, también se asocia a este piso el magmatismo efusivo e intrusivo correspondiente al Terciario inferior que se desarrolla ampliamente a lo largo de la cordillera occidental.

**Cuarto Piso Estructural** – Tectogénesis Moderada seguida por Epirogénesis de fines del Oligoceno (Fase Poroche).

Marca la etapa de acumulación y deformación del ciclo geotectónico andino que corresponde a las formaciones volcánico sedimentarios continentales del Terciario inferior (Eoceno superior-Oligoceno), dispuestas discordantemente sobre el Tercer y Segundo pisos estructurales. Durante esta unidad geotectónica tuvo lugar una abundante actividad magmática efusiva de carácter lávico-piroclástico con algunas intercalaciones sedimentario continentales (Formación Tantaré y Grupo Sacsacero) que se desarrollan ampliamente en el sector de la Cordillera Occidental que comprende los cuadrángulos de estudio; a esta actividad efusiva están asociadas las últimas manifestaciones del Batolito Andino y algunas intrusiones menores.

Esta fase tectónica se traduce en ondulamiento y emersión de los terrenos del Terciario inferior, lo cual se manifiesta con pliegues de flancos moderados, generalmente con ejes espaciados y orientados en sentido N 30 O a N-S.

**Quinto Piso Estructural** - Tectogénesis del Mioceno Medio-Plioceno Inferior (Fase Quechua).

Según G. Steinmann (1930), la secuencia miocénica fue plegada durante un evento tectónico al que denominó “Fase Quechua”, el mismo que acaeció durante el Plioceno inferior. En la actualidad, en la región andina que abarca las hojas de Tupe, Castrovirreyña y sector meridional de Conayca se reconoce la existencia de dos fases de plegamiento que afectaron a la columna miocénica. La más antigua fase tectónica (fase Castrovirreyña) estaría

localizada en el Mioceno medio, afectando al Grupo Castrovirreyna constituido por depósitos continentales y lacustres con algunas intercalaciones andesíticas e ignimbríticas. Esta fase tectónica se manifiesta por el marcado plegamiento que presentan las formaciones del Eoceno superior a Mioceno medio.

La segunda fase tectónica o Quechua tardía, ocurre en el intervalo Mioceno superior-Plioceno inferior afectando a la secuencia volcánico-sedimentaria del Mioceno (formaciones Caudalosa, Auquivilca y Huichinga) con plegamiento moderado y ejes orientados en sentido NNO-SSE.

Durante esta unidad geotectónica se desarrolló actividad magmática efusiva de tipo fisural con centros volcánicos de actividad intermitente, cuyos productos (lavas, cenizas y piroclásticos) se interrelacionaron con los depósitos de las cuencas intercontinentales.

A este episodio tectónico también se asocia magmatismo intrusivo relacionado a cuerpos menores de composición básica, ácida y algunos subvolcánicos.

## **Tectónica Reciente**

En su etapa final el ciclo tectónico andino estuvo relacionado a movimientos epirogenéticos (emersión y fallamiento gravitacional tipo horst) que influyeron en la formación de la cadena andina actual. Este episodio se inicia con el desarrollo de la Superficie Puna durante el Plioceno inferior y su ulterior levantamiento hasta alcanzar una altura mayor a los 4,000 m.s.n.m., asociado con un plegamiento de gran radio de curvatura y pliegues menores internamente. En la zona oriental del área de estudio y, sobre esta superficie, se emplazaron los volcánicos de la Formación Astobamba. Se asocia esta tectónica reciente un gran magmatismo relacionado a centros volcánicos.

## **Geometría de las Estructuras Andinas**

Tomando en cuenta las observaciones de campo, la interpretación de los mapas geológicos y las secciones estructurales correspondientes a los cuadrángulos estudiados, es posible delinear el patrón estructural de este sector de la región andina, en el que se reconoce cinco zonas estructurales que forman fajas con rumbo NO-SE paralelas a la dirección andina y a la línea de costa. Cada zona muestra estructuras con características propias. De suroeste a noreste son las siguientes :

## **Zona I**

Comprende la unidad volcánico-sedimentaria de la faja costanera con deformación relativamente suave. Característica sobresaliente es que el batolito costanera, emplazado al Este de esta zona, sigue un alineamiento sensiblemente paralelo al litoral, el cual correspondería a una zona de falla longitudinal de orientación NO-SE.

En esta zona, la secuencia está constituida por un conjunto de rocas sedimentarias y volcánicas del Cretáceo inferior a superior afectadas por la “Fase Tectónica Peruana” y en menor grado por las otras “Fases Tectónicas Andinas”. Los anticlinales y sinclinales son abiertos, con buzamientos suaves y moderados, mereciendo destacar entre ellos: el anticlinal de Imperial que hacia el noreste pasa al sinclinal de Pócoto; los anticlinales y sinclinales menores en el sector Este de las Lomas de Quilmaná y el sinclinal de Chilca, el cual parece guardar relación con el sinclinal de Mala.

La zona costanera del área de estudio se presenta afectada por un sistema de fallas longitudinales más o menos paralelas a la costa y fallas transversales que interrumpen la secuencia estratigráfica o desplazan cuerpos del batolito y su propagación Norte-Sur. Estas fallas transversales, siguen aproximadamente, el curso principal de ríos y quebradas, tienen orientación que varía entre N a NE; observándose en el borde litoral efectos de este fallamiento. En conjunto esta zona estructural está afectada por un fallamiento en bloques.

## **Zona II**

Comprende fajas de afloramientos plegados, dispuestos a manera de remanentes entre las intrusiones del Batolito de la Costa, característica peculiar que afectó a una secuencia cretácea depositada, parcialmente, en facies de cuenca profunda de aguas tranquilas y asociada con magmatismo submarino en sus niveles superiores. La secuencia plegada está afectada por fallamiento longitudinal paralelo a la costa con orientación NO-SE y también por fallas transversales con rumbos N-S a NE-SO.

En esta zona los volcánicos denominados Formación Tantar descansan discordantemente sobre las formaciones cretáceas, por lo que se interpreta que las estructuras descritas se han desarrollado durante las fases tectónicas peruana e incaica.

En esta zona estructural destacan las siguientes fajas plegadas :

- Pliegues del valle de Omas – quebrada Canchagalla con anticlinales y sinclinales cuyos flancos buzanan con ángulo moderado a fuerte y tienen ejes de orientación andino NO-SE. Anticlinal de la quebrada Santa Cruz cuya prolongación hacia el nivel de Cañete está relacionada a un anticlinal de flancos suaves.

- Pliegues del valle de Cañete, simétricos y asimétricos, abiertos y cerrados, desarrollados hacia el sureste hasta las cercanías de Chavín.
- Pliegues del valle de Chíncha, entre las haciendas San Juan – Margas y Quilca, con plegamientos amplios en el sector Oeste y plegamientos apretados con buzamiento de alto ángulo hacia el noreste.

### **Zona III.-**

En la que se ha diferenciado:

Plegamiento de la secuencia estratigráfica de la cuenca cretácea (sector oriental) por efectos de la Fase Tectónica Peruana e Incaica, secuencia a la que suprayace discordantemente la serie volcánica del Terciario.

Esta zona estructural comprende fajas de afloramientos plegados, remanentes de intrusión del batolito en su zona marginal oriental. Geográficamente se ubica como una faja de orientación NO-SE en la parte alta del flanco occidental andino, en la que ha reconocido las siguientes áreas plegadas :

Plegamientos del área Ticrapo-Ticacancha (parte suroeste del cuadrángulo de Castrovirreyna), representados por una serie de anticlinales y sinclinales generalmente simétricos con ejes orientados al NO-SE, espaciados irregularmente entre cien metros y un kilómetro; por otra parte, las unidades incompetentes de la serie clástica y calcárea del cretáceo presentan pliegues menores disarmónicos.

Plegamientos del área Cotas y Palca al noreste de la hoja de Tantarà, representados por anticlinales y sinclinales que afectan la serie clástica y calcárea del Cretáceo, estrechamente espaciados y con ejes de orientación NO-SE.

Plegamiento del área Quispe-yauyos-Huantán-Alis-Tomas-Yauricocha (parte meridional de la hoja de Yauyos), consisten de pliegues simétricos con ejes de orientación NO-SE estrecha a moderadamente espaciados, con pliegues menores disarmónicos en las unidades incompetentes de la serie clástica y calcárea del Cretáceo. En algunos casos, los flancos de los pliegues se presentan adelgazados o incrementados por tectonismo.

Es importante señalar que el batolito se ha emplazado a manera de cuerpos elongados de orientación NO-SE que afectan parcialmente los niveles basales de la secuencia volcánica denominada Formación Tantarà; lo cual señala que el magmatismo intrusivo de la zona oriental del batolito costanero está asociado a las Fases Tectónicas Peruana e Incaica en forma contemporánea y postectónica.

Merece destacar que el límite oriental está relacionado a una gran falla regional que separa la facies de cuenca de la facies de plataforma. Algunas fallas menores, longitudinales y transversales afectan las rocas cretáceas.

- Plegamiento moderado de la serie volcánica-sedimentaria del Terciario inferior.

En la zona estructural la secuencia volcánico-sedimentaria (Formación Tantar y Grupo Sacsaquero) yacen con discordancia sobre las formaciones Cretáceas; afectadas por cuerpos del batolito costanero. Localmente, las unidades superiores yacen discordantes sobre dichos intrusivos. Por otra parte, la secuencia volcánico-sedimentaria descansa en aparente discordancia debajo de una gruesa secuencia de rocas volcánicas-sedimentarias del Terciario superior. En consecuencia, se interpreta que esta faja de rocas volcánicas se encuentra afectada por una fase tectónica denominada Castrovirreyna (fines del Oligoceno), caracterizada por anticlinales y sinclinales de flancos amplios con buzamientos suaves y moderados de orientación NO-SE.

## **Zona IV**

Plegamiento de la secuencia volcánica Terciaria.

Esta zona comprende una faja de orientación NO-SE, entre la zona oriental del batolito costanero y las formaciones mesozoicas de plataforma; se localiza en la parte alta del Flanco Occidental Andino hasta la divisoria continental. Su propagación local abarca el altiplano de la vertiente atlántica en la parte oriental del cuadrángulo de Conayca.

En esta faja de terreno se reconoce que las rocas mesozoicas y terciarias están afectadas por las diversas fases del ciclo tectónico. La edad de esos plegamientos ha sido discutida dentro del ciclo tectónico andino.

Como consecuencia de las diversas fases tectónicas en la secuencia de rocas volcánicas sedimentarias se formaron una serie de pliegues anticlinales grandes y pequeños, con dimensiones que varían entre 0.5 a 3 km de ancho y 5 a 40 km de largo. Este plegamiento es más notorio en el Grupo Sacsaquero y Formación Castrovirreyna y en menor grado en las formaciones Auquivilca y Huichinga. En el área destacan sinclinales regionales de orientación general NO-SE y locales como los que se observa en el sector noreste del cuadrángulo de Tupe, con orientación aproximada N-S, relacionándose dentro de la misma estructura sinclinal una serie de anticlinales y sinclinales menores estrechamente espaciados. Por otra parte, localmente existen centros volcánicos tipo estrato volcán o explosivos que disturban las estructuras.

- De Oeste a Este destacan los siguientes pliegues (ver secciones estructurales y planos geológicos):
- Sinclinal Quilcata-Pucaranra con flancos de buzamientos suaves desarrollado en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe.
- Anticlinal Queroy-Poroche, expuesto en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe.
- Sinclinal (sinclinorio) Nunya-Chancahuasi, desarrollado igualmente en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe.
- Anticlinales y sinclinales Huarcapallca-Atcas-Luricocha, cuya exposición se registra en el sector noreste del cuadrángulo de Tupe.
- Sinclinal (sinclinorio) Coyllorcocha-Chuncho-Huichinga-Cochas-Castrovirreyna, expuesto en la parte noreste del cuadrángulo de Tupe, suroeste del cuadrángulo de Conayca y occidental del cuadrángulo de Castrovirreyna.
- Anticlinal Huacullo-Mina Dorita, desarrollado en el sector sureste del cuadrángulo de Conayca.
- Sinclinal (sinclinorio) Pucacalla-Yauricocha-Santa Ana-Choclococha, registrado en la parte meridional del cuadrángulo de Conayca y noreste del cuadrángulo de Castrovirreyna.

## **Zona V.-**

Plegamiento de la secuencia de la zona de Plataforma Mesozoica.

Esta zona se extiende al noreste de la zona IV, pero su límite oriental se encuentra a 10 km al noreste del río Mantaro, comprende la Zona Estructural I y parte de la Zona Estructural II del cuadrángulo de Huancayo (F. Mégard, 1968).

En esta zona, la Formación Casapalca descansa en discordancia erosional paralela sobre la Formación Jumasha e infrayace igualmente en discordancia, debajo de la serie volcánica del Terciario (Formación Tantar, antes Volcánico Chonta) de la divisoria continental. En consecuencia, las estructuras registradas en esta zona son posteriores a las capas rojas Casapalca, como resultado de la fase tectónica principal (“incaica”) de fines del Eoceno al Oligoceno inferior. Las principales estructuras cartografiadas en esta zona son :

- Sinclinal de Chuncho con flancos simétricos de moderado a fuerte ángulo en rocas calcáreas del Cretáceo superior y núcleo en capas rojas Casapalca y eje de orien-

tación NO-SE. Esta ventana estructural indica que el plegamiento de la Zona V se extendería por debajo de las rocas plegadas de la Zona IV hasta una línea aproximadamente coincidente con esta estructura.

- Anticlinales y sinclinales Luntana-Condoray (parte noroeste del cuadrángulo de Tupe y noroeste del cuadrángulo de Conayca); ambos pliegues están estrechamente próximos, tienen flancos simétricos y de orientación NO-SE y se prolongan hacia el cuadrángulo de Yauyos.
- Anticlinal asimétrico Luntococha-Condorñahuín, tiene eje NO-SE, con flanco suroccidental buzando 40-50 al SO y flanco noroccidental con buzamientos suaves semejando un homoclinal.
- Anticlinal cerro Chuslla suroeste de Huancallpe-Viñas, guarda correspondencia con otros pliegues subsidiarios y hacia el sureste se relaciona con el anticlinal de Orjobamba y el sinclinal de Tanserococha, en rocas cretáceas. Hacia el noroeste se enlaza con el anticlinal de Chalcacocha (parte suroeste del cuadrángulo de Huancayo). Su flanco nororiental está afectado por el fallamiento inverso y transcurrente de Huancallpe.
- Sinclinal Yuñungayoc, ha plegado las capas rojas Casapalca, tiene el flanco suroeste más parado y en el tramo Yuñungayoc-Salcahuara está volcado con plano axial buzando hacia el suroeste.
- Anticlinorio de Tintalla, se caracteriza por plegamiento moderado de las calizas del Grupo Pucará y otros pliegues menores subsidiarios; el rumbo de los ejes principales varía entre N-S a NO-SE. Hacia el noroeste comprende a los anticlinales de Buenavista-Tucle, Tulture y Jarja, así como al sinclinal de San José de Laria y sinclinal fallado de Vilca, todos ellos con ejes de rumbo NO-SE. Este anticlinorio está limitado al suroeste por la falla regional de Yanacpacochoa, normal, que pone en contacto a volcánicos del Terciario con rocas calcáreas del Grupo Pucará; por el noreste está limitado por la falla regional de Laria, inversa y de moderado ángulo, que pone en contacto rocas cretáceas del bloque nororiental con calizas Pucará del bloque suroccidental. Su propagación hacia el noroeste está limitada por la falla regional de Incañán mapeado en el cuadrángulo de Huancayo.
- Anticlinal Conayca, formado en calizas Pucará, se encuentra fallado en su flanco nororiental.
- Fallas longitudinales menores y numerosas fallas transversales con saltos por lo general pequeños.



## **GEOLOGIA ECONOMICA**

---

La mineralización de la región en estudio está asociada a las diversas fases orogénicas del ciclo geotectónico andino. También se ha reconocido que la mineralización de Pb, Zn, Ag y subordinadamente Cu, Fe, Hg, Sb está distribuida en fajas longitudinales como ocurre en la Subprovincia polimetálica del altiplano en el sector alto de la Cordillera Occidental y la Subprovincia cuprífera de la Vertiente del Pacífico.

### **Subprovincia Polimetálica del Altiplano**

En esta subprovincia se encuentran buenas reservas de plomo, zinc y algo de cobre, con minas en producción localizadas en los siguientes distritos mineros: distrito de Caudalosa – San Genaro – La Virreyna – Astohuaraca – El Palomo, distrito de la mina Dorita con varios prospectos en exploración, distrito de Huachocolpa (parte noroeste del cuadrángulo de Huachocolpa) – Mina Caudalosa chica (parte noreste del cuadrángulo de Conayca), distrito de Murcuto – Carhuacruz con prospectos abandonados y distrito de Millococha-Betania.

En los diferentes distritos mineros y en general en otros prospectos menores en exploración o abandonados los yacimientos son vetiformes y han sido originados por el relleno de fisuras por soluciones hidrotermales.

En general, los yacimientos se encuentran emplazados en la secuencia volcánica piroclástica del Terciario y la mineralización está controlada por fracturas largas o cortas con relleno irregular de mineral y venas angostas.

También se han reconocido algunas estructuras mineralizadas en explotación emplazadas en rocas calcáreas, como ocurre en las minas y prospectos de Tinyaclla y de San Juan de Loza. En estas rocas las vetas son de corto recorrido, delgadas e irregulares y contienen sulfuros de plata, plomo, zinc con algo de cobre.

En la época en que se realizó el trabajo (1964-1965), en el área de Tinyaclla estaban en explotación las minas: Martha con posibilidad de ampliación, Rosa Justina y Luna de Plata cercana a su agotamiento. Además habían varios prospectos en exploración que no presentaban posibilidades de desarrollo.

## **Subprovincia Cuprífera de la Vertiente del Pacífico**

En la región se han reconocido algunos prospectos mineros predominantemente por cobre, ellos se ubican a lo largo de la zona baja y media del flanco occidental de los Andes. Consisten de vetas, “pipes” mantos de reemplazamiento y depósitos diseminados del tipo “pórfido de cobre”, emplazan tanto en rocas sedimentarias, volcánicas como plutónicas. Las vetas son las estructuras mineralizadas más comunes y sus dimensiones son variables en longitud y grosor.

Algunos depósitos están emplazados en rocas sedimentarias calcáreas, como ocurre en las minas Rescate y Tentadora ubicadas en el valle de Pisco (parte sureste del cuadrángulo de Tantará) donde la mineralización está en un sistema de vetas paralelas al rumbo de la estratificación de las calizas silicificadas. La potencia de las vetas varía entre 0.3 a 0.8 m. pero ocasionalmente se encuentran bolsanadas que alcanzan mayores potencias. La mineralización consiste de chalcopirita y pirita en ganga de cuarzo, calcita, óxidos y carbonatos de cobre y hierro.

Otros yacimientos importantes de cobre en la zona costanera (cuadrángulo de Mala) son las minas Raúl y Condestable, emplazados en una alternancia de rocas lutáceas, tobáceas, calcáreas y coladas andesíticas. En ambos depósitos se ha reconocido los siguientes tipos de mineralización :

- Mantos por reemplazamiento en calizas, tobas y limolitas calcáreas.
- Cuerpos irregulares, por relleno de brecha de cizalla o relleno de los espacios intersticiales de horizontes aglomerádicos, o diseminación en lavas y tobas andesíticas.
- Vetas por relleno de fisuras de cizallamiento y tensión.

En otros casos, los depósitos están emplazados en rocas encajonantes o intrusivas del batolito costanero, como ocurre en el distrito minero de Cata con mineralización de sulfuros y óxidos de cobre (Fig. 5).

También existen depósitos tipo “pórfido de cobre” como el de Almacén estudiado por el SGM y otras zonas de alteración hidrotermal, localizadas en :

- Noroeste de Lunche y Almacén, en el lado occidental del cuadrángulo de Tantará.
- Quebrada Topará, en la parte oriental del cuadrángulo de Chíncha.
- Coayllo y abra entre Uquina y Quilmaná, en el sector occidental del cuadrángulo de Lunahuaná.
- Area noreste de Aspita y noroeste de Bujama, (en el valle de Mala).

---

## HISTORIA GEOLOGICA

---

El cuadro geohistórico de los cuadrángulos en estudio se circunscribe al desarrollo de los ciclos sedimentario del Mesozoico y sedimentario, volcánico-sedimentario continental del Cenozoico, los que finalizaron respectivamente con las fases tectónicas andinas.

Las características litoestratigráficas y faunísticas de las unidades sedimentarias del área en estudio, permiten postular una sedimentación en cuenca subsidente durante el Mesozoico (Cuenca Occidental Peruana de V. Benavides, 1956 y J. J. Wilson, 1963), limitada entre dos macizos paleozoicos; el geanticlinal del Marañón por el Este, que funcionó como bloque positivo hasta inicios del Albiano inferior y la Cordillera de la Costa por el Oeste que se comportó como bloque positivo hasta fines del Aptiano, pero a la vez tectónicamente activo con aporte de magmatismo submarino, contemporáneo con la sedimentación de la cuenca en ambiente epicontinental y nerítico.

Como consecuencia de las condiciones paleogeográficas y paleotectónicas pre-mesozoicas, tuvo lugar el desarrollo de un ciclo de sedimentación mesozoica con unidades sedimentarias de facies de plataforma en la zona occidental del macizo oriental (geanticlinal del Marañón) y unidades sedimentarias de facies de cuenca a lo largo de la parte media y alta del flanco occidental andino, con ciertas variaciones en sentido longitudinal y lateral. Por otra parte existieron condiciones favorables para el desarrollo de unidades formacionales en la zona costanera, cuya deposición tuvo lugar en un ambiente de sedimentación epicontinental y nerítico en el flanco oriental del macizo paleozoico (Cordillera de la Costa) asociado, al mismo tiempo, a magmatismo submarino.

La historia geológica de la región en estudio ha tenido los siguientes episodios:

### **Transgresión y Volcanismo del Titoniano-Berriasiano**

Representado por el miembro superior de la Formación Puente Piedra y lateralmente hacia el Este por la Formación Asia; asimismo, en el área de Lima por los Estratos Puente Inga. Se relacionan a una cuenca deltaica sometida a erupciones submarinas intermitentes.

## **Sedimentación Epicontinental en el Valanginiano**

Representada por el Grupo Morro Solar con sedimentación epicontinental epicontinental de continuadas transgresiones y regresiones, en un mar somero con aporte de sedimentos provenientes de zonas positivas; mientras que en la zona oriental de la cuenca se depositó la secuencia clásica Goyllarisquizga en ambiente continental a semicontinental, alternando con facies marina somera.

### **- Transgresión del Valanginiano Superior**

A fines del Valanginiano tuvo lugar una ligera subsidencia de las cuencas con el consiguiente avance del mar en sentido regional. En la zona costanera está representada por la Formación Pucusana con un conglomerado basal y unidades de rápida sedimentación cercana a la costa, sobreyaciendo las formaciones limoarcílicas y calcáreas. Pamplona y Atocongo, desarrolladas en un mar abierto nerítico a epicontinental cuya extensión alcanzó el lado oriental de la cuenca.

### **Transgresión de Fines del Aptiano-Inicios del Albiano**

En la zona de la costa está representada por la formación Chilca con una fase de actividad volcánica intercalada en unidades fosilíferas de ambiente nerítico, en tanto que en la zona andina está representada por las formaciones Pariahuanca y Chúlec depositadas en ambiente nerítico profundo. Lo que se interpreta que al inicio del Albiano se produjo una subsidencia general de la cuenca con la consiguiente sedimentación de las formaciones Pariahuanca, Chúlec en la zona andina y la formación Chilca y Grupo Imperial en la zona costanera.

### **Transgresión del Albiano superior**

Esta última transgresión cretácea señala la deposición de la Formación Pariatambo de facies marina poco profunda y ambiente reductor a la que sucedió la trasgresión del mar Jumasha en la zona de cuenca y al Grupo Quilmaná en el lado occidental de la cuenca, asociado con actividad volcánica representada a cuellos volcánicos y flujos de lava con ocasionales intercalaciones de unidades sedimentarias.

## **Emerción en el Santoniano con Tectogénesis Moderada Fase Peruana de G. Steinmann)**

Durante este evento se pliega suavemente la secuencia con el consiguiente retiro del mar Cretáceo y superior sedimentación de la serie clásica de molasas denominadas Formación Casapalca.

## **Tectogénesis del Eoceno Medio a Superior**

### **(Fase Incaica)**

Después de las capas rojas de la Formación Casapalca ocurre la fase principal de plegamiento de la orogenia andina; a este movimiento se asocia al magmatismo intrusivo y efusivo del Terciario inferior.

## **Tectogénesis Suave Seguida por Epirogénesis de Fines del Oligoceno(Fase Poroche)**

Marca la etapa de deformación con plegamiento suave de la secuencia volcánico-sedimentario-piroclástica del Terciario inferior representado por la Formación Tantará y al Grupo Sacsaquero.

## **Tectogénesis del Mioceno Medio (Fase Castrovirreyna).**

Comprende el ciclo de sedimentación miocénica correspondiente a la Formación Castrovirreyna que fue plegada por la fase tectónica del Mioceno medio

## **Tectogénesis del Plioceno inferior (Fase Quichuana)**

Comprende la secuencia volcánica-sedimentaria-piroclástica pre-Plioceno (formaciones Caudalosa, Auquivilca, Huichinga) plegada moderadamente por la fase tectónica quichuana. A este movimiento se asocia un magmatismo intrusivo y efusivo de subvolcánicos y centros volcánicos cuyos productos cubrieron discordantemente durante el Plioceno, la secuencia del Terciario.

En su fase final el ciclo tectónico andino está relacionado a un largo período de erosión que produjo la Superficie Puna, en el Plioceno inferior. Luego tuvieron lugar los movimientos epirogenéticos que han formado el edificio andino por fallamiento gravitacional tipo “horst” en el curso del Plioceno-Pleistoceno.

Finalmente la morfología de la cadena andina actual guarda relación con las etapas de glaciación que tuvieron lugar desde el Pleistoceno al reciente, lapso en el lque se desarrollaron las etapas de erosión valle y cañón.

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- ALBERCA, A.**,(1955).- Aspectos Geológicos del distrito de Chilca. Bol. Soc. Nac. Min. y Pet. -2° Epoca (46).
- BECKINSALE, R. D.; SANCHEZ, A. W.; BROOK, M.; COBBING, E. J.; TYLER, W. P., & MOORE, N. D.** (1985).- Rb-Sr, whole rock age determination for the Coastal Batholith of Peru; Magmatism, at a Plate Age. The Peruvian Andes Ed. By Pitcher, W.; Atherton, M.; Cobbing E. J. & Beckinsale, R. D. J. Wiley & Sons N.Y.
- BELLIDO, E.** (1956).- Geología del Curso Medio del Río Huaytará, Huancavelica: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 30.
- BELLIDO, E.; GUEVARA, C.** (1963).- Geología de los Cuadrángulos de Punta de Bombón y Cledesí: Com. Carta Geol. Nac. – Bol. No. 5.
- BELLIDO, E. y SIMONS, F.** (1957).- Memoria explicativa del Mapa Geológico del Perú, Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 31.
- BELLIDO, E.** (1969).- Sinopsis de la Geología del Perú: Serv. Geol. Min. Bol. No. 22, 54 p.
- BENAVIDES, V.** (1956).- Cretaceous System in Northern Peru: Am. Mus. Nat. Hist. Bull., vol. 108, Art. 4.
- BENAVIDES, V.** (1962).- Estratigrafía Pre-terciaria de la Región de Arequipa. Bol. Soc. Geol. del Perú. T-38.
- BOIT, B.** (1957).- Las más recientes intrusiones graníticas en los Andes del Norte de Lima. Museo Historia Natural Javier Prado de la Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Publicaciones Serie C. Geología No. 6.
- BOIT, B.** (1959). La gran formación porfirítica Neocomiana, su edad y su extensión en la Costa Peruana. Museo Historia Natural Javier Prado de la Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Publicaciones Serie C. Geología No. 7.

- BOSC, E.**, (1963).- Geología de la Región comprendida entre la Quebrada Parca (Chilca) y Mole (Tesis UNMSM, Lima).
- CASTRO, L.** (1956).- Geología de las Hojas de Manchay, Pachacamac y Lima. Tesis Bach. Geol. UNMSM, Lima.
- COBBING, J.** (1973).- Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta. Bol. 26. Serv. de Geol. y Min.
- COBBING, E. J.; PITCHER, W.S.**; et. al. (1984).- Sinopsis Geológica de Superunidades del Batolito de la Costa. British Geological Survey, U.K. and CONOCO. U.K. Ltd.- INGEMMET
- COSSIO, A. y JAEN, H.** (1967).- Geología de los Cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa: Bol. 17 Serie A. Serv. Geol. Min.
- DOLLPHUS, O.** (1959).- Observaciones de los procesos glaciares y periglaciares recientes actuales de la alta Montaña Tropical (Región: Lago Huampar, Andes Centrales Peruanos: Bol. Soc. Geol. del Perú. T. 34 p. 59-67.
- FERNANDEZ CONCHA, J. y OTROS** (1952).- Geología del Distrito Minero de Huancavelica. Inst. Nac. Invest. Fom. Minero. Lima.
- FERNANDEZ CONCHA, J.** (1958).- Geología del Morro Solar: Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 33.
- FISHER, A. G.** (1956).- Desarrollo Geológico del Noroeste Peruano durante el Mesozoico: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 30
- HARRISON, J. V.** (1943).- Geología de los Andes Centrales en parte del departamento de Junín, Perú, Bol. Soc. del Perú, T-16.
- HARRISON, J. V.** (1956).- Geología de la carretera Huancayo-Santa Beatriz en el Perú Central. Soc. Geol. del Perú. Bol. 28.
- HARRISON, J. V.** (1956).- Geología de parte del valle del río Mantaro al Oeste y suroeste de Junín, Perú Central; Inst. Nac. Fom. Minero, Bol. 15, p. 130-55.
- JENKS, W. F.**, (1948).- Geología de la Hoja de Arequipa al 200,000. Inst. Geol. Perú, Bol. No. 9, p. 105
- JENKS, W. F.**, (1951).- Triassic to Tertiary Stratigraphy near Cerro de Pasco, Peru Bull. Geol. Soc. America, Vol. 62

- LISSON, C.I.** (1907).- Contribución a la Geología de Lima y sus alrededores. Edit. Gil. Lima
- LISSON, C.I.**, (1938).- Prolongación por el Norte y Sur del Cretácico de Lima y la delimitación de sus pisos. Lima.
- MABIRE, B.** (1961).- La “Serie de Capas Rojas” Cretáceo-Terciarias en los Andes Centrales del Perú: Bol. Soc. Geol. del Perú, T. 36, p. 151-183
- MCLAUGHLIN, D.H.** (1924).- The Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera, Departaments of Junin and Lima: Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 35, p. 591-632 (traduc. Castellana en Inf. Y Men: Bol. Soc. Ing. del Perú, Vol. 27, No. 2m, p. 69-107, 1925).
- MAROCCO, R. y DEL PINO M.** (1956).- Geología del Cuadrángulo de Ichuña: Com. Carta Geol. Nac. Bol. No. 14, 57 p.
- MEGARD, F.** (1968).- Geología del cuadrángulo de Huancayo: Ser. Geol. Min. Bol. No. 18, 123 p.
- MOORE, N. D.** (1979).- The geology and geochronology of the Arequipa segment of the Coastal Batholith of Peru. Tesis doctoral de Filosofía. Univ. de Liverpool.
- NIETO, A.** (1961).- Estudio Geológico de la zona A, curso medio del valle de Omas, Cañete, Lima: Tesis UNMSM
- PARDO, A.** (1961).- Geología de las Lomas del Manzano del valle de Lurín, Dpto. de Lima. Tesis Bach. Geol. UNMSM, Lima.
- NOBLE, C.D.; PETERSEN, U., MEKKE, E.H.; ARENAS M. y PETERSEN, U.** (1972).- Cenozoic volcanotectonic evolution of the Julcani, Huachocolpa, Castrovirreyna, Area Central Peru. Geol. Soc. A. Abstr. With prog. 4.
- PETERSEN, G.** (1954).- Informe preliminar sobre la geología de la faja costanera del Dpto. de Ica. Bol. Emp. Petrol. Fiscal Tec. 1. Lima.
- PETERSEN, U.** (1958).- Estructura y levantamiento de los Andes del Perú, Bolivia, Chile y partes adyacentes de Argentina: Bol. Soc. Geol. del Perú, Too 33.
- PETERSEN, U. y DIAZ, N.** (1972).- Geología de la región minera de Colqui: Bol. Soc. Geol. del Perú. T. 42. P. 5-20.
- PITCHER, W. S.; COBBING, W. J. E et. al** (1985).- Magmatism at Plate Edge. The Peruvian Andes Liverpool University. Ed. by Pitcher, W.; Atherton,; Cobbing, E. J. & Beckinsale, R., D., Wiley & Sons N. Y.

- RIVERA, R.** (1951).- La fauna de los estratos Puente Inga: Bol. Soc. Geol. el Perú, Tomo 22
- RIVA, R.** (1951).- Lexique Stratigraphique International, Commission de Stratigraphie, Amerique, Amerique Latine: Vol. V Fasc. 5b. Peru-Paris.
- ROSENZWEIG, A.** (1953).- Geología de la Isla San Lorenzo: Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero. Bol. No. 7.
- RUEGG, W., FYPE, D.** (1948).- Some outlines of the tectonics upper Amazon Embayment International Congress Geologic. Report of the eighteenth session. Great Britain.
- RUEGG, W. y MANRIQUE, A.** (1957).- Geología de Pucusana y alrededores: Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 32
- STEINMANN, G.** (1957).- Geología del Perú Heidelberg, Trd. Castellana por J. A. Broggi.
- TERRONES, A.** (1949).- La estratigrafía del distrito minero de Morococha: Soc. Geol. del Perú. Vol. Jub. Part. 2, Fasc. 8. P. 1-15.
- TSCHOP, H. J.** (1953).- Oil Exploration in the Oriente of Ecuador 1938-1950. Bull. Am. Ass. Pet. Geol. Bol. 37.
- VALDEZ, R.** (1956).- Evaluación y grado de acierto de los pronósticos geológicos durante el desarrollo del Proyecto Graton: XI Conv. De Ings. de Min. del Perú. 16 p.
- VARGAS, I.** (1963).- Geología del Area Lurín-Pucusana, Prov. De Lima. Tesis Bach. Geol. UNMSM, Lima.
- WILSON, J.** (1963).- Cretaceous Stratigraphy of Central Andes of Peru: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 47, No. 1, p. 34.
- WILSON, J.; REYES, L.; GARAYAR, J.** (1967).- Geología de los Cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari; Serv. Geol. Min. Bol. No. 16, p. 95.

---

## **APENDICE MINERAGRAFICO**

---

### **Muestras del Cuadrángulo de Lunahuaná**

#### **Muestra 206-MLS**

**Procedencia:** distrito Minero de Cata

#### **Estudio Macroscópico**

Abundante pirita y chalcopirita masiva con pequeños ojos de magnetita. También se distinguen pequeños granos de cuarzo.

#### **Estudio Microscópico**

Granos de pirita circundados por chalcopirita, en parte reemplazados por mineral de cobre. Hay inclusiones de chalcopirita en la pirita. Ambos minerales también se presentan dispersos en la ganga transparente (cuarzo).

En algunas zonas la pirita y la chalcopirita presentan cierto fracturamiento (textura cataclástica); ambos minerales son los más abundantes en la muestra. La covelita, mineral supergénico está sustituyendo selectivamente a la chalcopirita. Ocurren además granos subhedrales y euhedrales de magnetita que están siendo sustituidos en sus partes centrales por hematita. Hay inclusiones de chalcopirita y pirita en magnetita dispersa en la matriz transparente, así mismo algunas playas de covelita en la magnetita; la covelita, es el resultado de total reemplazamiento de chalcopirita. En algunos casos la pirita está alterando incipientemente a marcasita (en muy baja escala).

La pirita también se halla relleno de intersticios en el cuarzo. Algunos granos de pirrotita están siendo englobados por chalcopirita y sustituidos en parte, algunas venillas de pirrotita en la pirita, en otros casos la pirrotita, que está reemplazando a la magnetita está siendo sustituida a su vez por la chalcopirita, que presenta algunas maclas.

Los minerales identificados muestras procedentes del cuadrángulo de Lunahuaná son los siguientes :

**MINERALES****SULFUROS**

Pirita	$\text{FeS}_2$
Pirrotita	$\text{FeS}$
Marcasita	$\text{FeS}_2$
Chalcopirita	$\text{CuFeS}_2$
Esfalerita	$\text{ZnS}$
Galena	$\text{PbS}$
Chalcopirita	$\text{Cu}_2\text{S}$
Covelita	$\text{CuS}$
Melnikovita	$\text{FeS}_2(\text{gel})$

**OXIDOS**

Magnetita	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
Hematita	$\text{FeO}_3$
Limonita	$\text{Fe}_2\text{O}_3, n\text{H}_2\text{O}$
Cuarzo	$\text{SiO}_2$
Rutilo	$\text{TiO}_2$

**CARBONATOS**

Calcita	$\text{CaCO}_3$
---------	-----------------

**SILICATOS**

Crisocola	$\text{CuSiO}_3, 2\text{H}_2\text{O}$
-----------	---------------------------------------

**Muestra 261-MLS**

**Procedencia:** Distrito Minero de Cata

**Estudio Macroscópico**

Fragmento conteniendo chalcopirita y pirita, granos de magnetita y ojos de cuarzo. Algunas películas de mineral supergénico.

**Estudio Microscópico**

La pirita y la chalcopirita son los minerales más abundantes. La pirita se halla en granos anhedrales y subhedrales reemplazados en parte por la chalcopirita. Granos subhedrales de magnetita están siendo sustituidos por la chalcopirita y en menor escala por la

pirita. Ocurren venillas de chalcopirita que cruzan a la pirita y la magnetita en contacto con pirita están siendo reemplazados por chalcopirita. Se observa granos subhedrales de magnetita en contacto con pirita y material transparente. Un mineral fibroso transparente, está siendo englobado por la chalcopirita. Hay granos de chalcopirita, pirita y magnetita diseminados en el material transparente y granos de magnetita-pirita-ganga transparente incluidos en la chalcopirita. Pequeños y escasos granos de esfalerita, se encuentran incluidos en la chalcopirita. Minerales supergénicos tales como covelita y chalcocita están sustituyendo a la chalcopirita, en pequeña escala.

## **Muestra 275A-MLS**

**Procedencia:** Distrito Minero de Cata

### **Estudio Macroscópico**

Fragmento que contiene abundante pirrotita masiva, pirita cristalizada y granos de chalcopirita; estas dos últimas especies se halla en menor escala, además ojos de cuarzo y calcita y películas de limonita.

### **Estudio Microscópico**

La pirrotita es el mineral más abundante en la muestra y se presenta en granos anhedrales y subhedrales que contienen remanentes de magnetita, resultantes de un parcial reemplazamiento del óxido primario por el mineral de cobre. La pirrotita también contiene inclusiones de cuarzo.

La chalcopirita ocurre sustituyendo a la pirrotita y la magnetita. La chalcopirita se halla penetrando los límites.

de los granos de pirrotita y formando inclusiones en este sulfuro magnético. Venillas de chalcopirita cruzan a la pirrotita y rellenan microfracturas en la magnetita. Hay venillas de calcita que cruzan a la pirrotita. Granos de pirita están siendo reemplazados parcialmente por chalcopirita y pirrotita. La pirita sustituye ligeramente a la magnetita. La chalcopirita presenta además inclusiones de mineral transparente. En ciertas áreas la limonita está sustituyendo a la pirrotita.

## **Muestra 261-NVI**

**Procedencia:** Distrito Minero de Cata

### **Estudio Macroscópico**

Fragmento conteniendo magnetita masiva, bandas de chalcopirita y pirita, ojos de cuarzo y películas de limonita.

### **Estudio Microscópico**

La pirita, magnetita y chalcopirita son los minerales mas abundantes. La pirita ocurre en granos anhedrales y en fragmentos de cristales; preferentemente en contacto con la magnetita a la cual sustituye parcialmente. La magnetita se presenta en granos irregulares; ambos minerales se hallan sustituidos en parte por la esfalerita, la cual rellena microfracturas en la magnetita y pirita, y se encuentra también como inclusiones en ambos minerales. Ocurren además pequeñas ampollas de chalcopirita en la pirita y granos irregulares del mineral de cobre incluidos en la magnetita. La chalcopirita se halla reemplazando parcialmente a la pirita y en granos alargados sigue el contacto magnetita-pirita. La esfalerita posee numerosas exsoluciones de chalcopirita que se encuentran orientadas en los planos de clivaje y contornos de los granos de esfalerita. Se observan fragmentos de galena, chalcopirita, esfalerita y pirita dispersos en el material transparente. La galena en venillas, está cruzando a la esfalerita y contiene en ciertos casos glóbulos de chalcopirita. La hematita supérgena se encuentra como pequeñas inclusiones que reemplazan a la magnetita.

En general los minerales muestran cierta orientación y en algunas zonas existen numerosos fragmentos de cristales (textura cataclástica) que sugiere ocurrencia de movimientos posteriores al emplazamiento de la mineralización.

## **Muestra 206A**

**Procedencia:** Distrito Minero de Cata

### **Estudio Macroscópico**

Fragmento que contiene crisocola, limonita y material arcilloso

### **Estudio Microscópico**

Relictos de magnetita resultantes del reemplazamiento por hematita y goethita. La hematita especular se presenta en granos alargados, subhedrales y euhedrales que están siendo sustituidos por goethita, la cual en algunos casos muestra una textura colomórfica. Hay escasas disseminaciones de pirita y chalcopirita en una matriz de crisocola y goethita.

## **Muestra 275A**

**Procedencia:** Distrito Minero de Cata

### **Estudio Macroscópico**

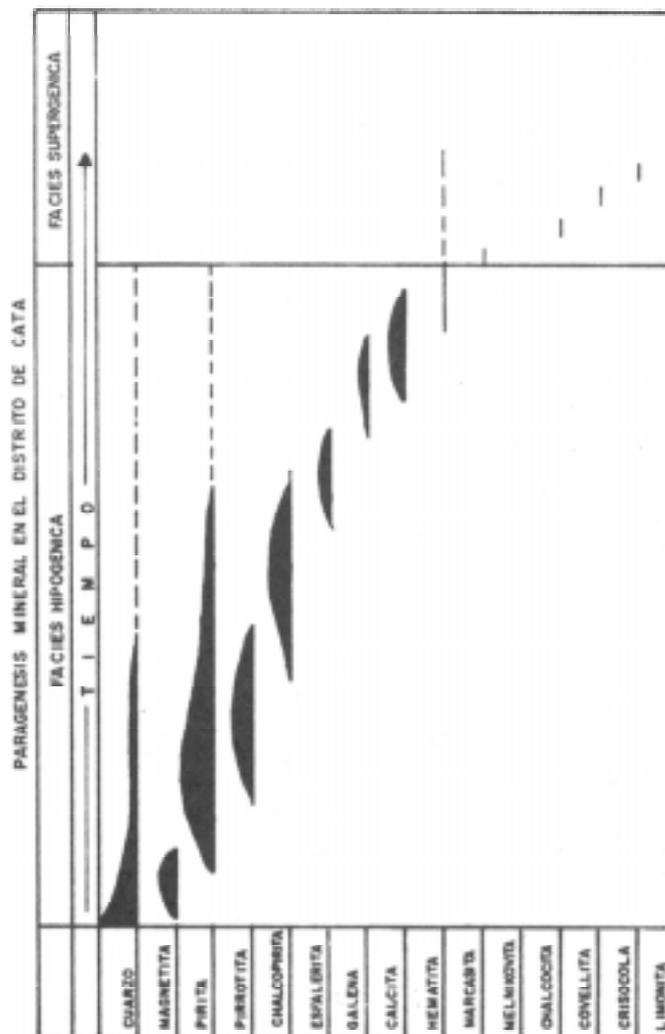
Fragmento que contiene pirita y chalcopirita masivos, granos de magnetita y cristales de calcita. En menor escala inclusiones de cuarzo.

### **Estudio Microscópico**

Se distinguen cristales euhedrales y subhedrales de magnetita, en algunos casos asociados con un mineral transparente que se presenta en libras y en otros casos englobados por la pirrotita o poseen inclusiones de chalcopirita y pirita. La magnetita ha sido reemplazada parcialmente por la pirita, pirrotita y chalcopirita. Ocurren granos euhédricos y subhédricos de magnetita dispersos en el material transparente. Igualmente granos mixtos de magnetita-chalcopirita se encuentran diseminados en matriz transparente. La pirita ocurre en granos subhedrales y es el mineral más abundante, se presenta parcialmente reemplazada por la pirrotita y la chalcopirita; estos minerales rellenan microfracturas en la pirita. Algunos granos de pirrotita están alterando a marcasita y melnikovita (gel de pirita más sulfatos). La pirrotita también posee inclusiones de ganga transparente. La chalcopirita se presenta también sustituyendo a la pirrotita a través de los límites de granos y en algunos casos se halla distribuida dentro del material transparente.

De la mineralogía y relaciones texturales descritos anteriormente se concluye para el Distrito Minero de Cata, lo siguiente:

1. Estructuralmente hay dos tipos de depósitos: metasomático de contacto y relleno de fisuras.
2. La secuencia de deposición, tomando en consideración las muestras estudiadas, es como se indica en el diagrama adjunto (Fig. 5).







Pablo Bermúdez No. 211, Jesús María, Ap. 889  
Telfs. 336234, 335715, Fax 51-14-338934  
LIMA - PERU