

MEMORIA EXPLICATIVA DE LA GEOLOGÍA DEL
CUADRANGULO DE LA JOYA

Por: Michael VALENCIA y César Chacaltana

CONTENIDO:

PROTEROZOICO

- Complejo Basal de la Costa: Facies de gneisses/granulitas de Mollendo-Camaná
- Complejo Basal de la Costa: Facies de esquistos-gneisses

PALEOZOICO

DEVONIANO:

- Grupo Cabanillas: Fm. Yamayo

MEZOSOICO

JURASICO INFERIOR:

- Formación Chocolate

JURASICO MEDIO A SUPERIOR (SECTOR SUR) :

- Formación Guaneros
 - Miembro Inferior
 - Miembro Superior

JURASICO MEDIO - CRETACEO SUPERIOR (SECTOR NORTE) :

- Formación Socosani
- Grupo Yura:
 - Formación Puente
 - Formación Cachíos
 - Formación Labra
 - Formación Gramadal
 - Formación Hualhuani

CRETACEO INFERIOR – SUPERIOR

- Formación Matalaque
- Grupo Toquepala: Fm. Huaracane (miembro 1)

PALEOGENO

- Formación Sotillo

NEOGENO

- Formación Moquegua
- Formación Millo
- Formación Añashuayco

CUATERNARIO

- Depósitos de Avalanchas del Pichu Pichu
- Depósitos Aluvial Pleistocénico
- Depósitos Aluvial Holocénico
- Depósitos Fluviales
- Depósitos Coluviales
- Depósitos Eólicos

PROTEROZOICO

El proterozoico esta constituido por rocas metamórficas reconocidas como Complejo Basal de la Costa, habiéndose diferenciado dos facies :Gneises/granulitas y Esquistos/gneises.

Complejo Basal de la Costa: Facies de gneisses/granulitas de Mollendo-Camaná

Se trata de Gneises, ortogneises con inyecciones de granito, augengneis; migmatitas, esquistos micaesquistos, así como diques pegmatíticos, y metavolcánicos. Aflora en la parte sur de la hoja, específicamente en el Alto de la Gloria, cerca de la quebrada Linga, donde se tienen gneiss gris parduscos de cuarzo-plagioclasa-granate, con cuarzo alotriomórfico, plagioclasas alteradas a sericita, clorita, y granates alineados; gneis de sericita-cuarzo-feldespatos, con estructuras bandeadas conformadas por cuarzo intercalada con feldespatos.

En la estación Cachendo se tienen gneis de plagioclasa-cuarzo, gris verdosa texturas granoblásticas de plagioclasa maclada y cuarzo con extinción ondulante. En algunos sectores se observan diminutos granos de cuarzo con cloritas intersticiales, granos pequeños de circón; gneiss granodiorítico con intercrecimiento mirmequítico de cuarzo y feldespatos, con granates e inclusiones de cuarzo, Así como apatito y circón.

En la Bajada de El Fiscal se tiene gneises de feldespato potásico-piroxeno-cuarzo con una intercalación de bandas rosáceas y bandas gris oscuras. Algunas de las secuencias con presencia mayoritaria de piroxenos.

En la quebrada La Aguada se encuentra un gneiss granítico gris pardusco, con abundante sericitación y argilitización siendo su textura granoblástica con predominio de cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas, piroxenos, y granates con agregados subhedrales y anhedrales .

En la pampa de Caballo Blanco se tiene un gneis granoblástico con cuarzo, plagioclasa y feldespatos, donde pequeños cristales de biotitas se encuentran como inclusiones ;. Se tienen además numerosas estructuras de lentejuelas “augen gneiss” de hasta 1 cm. En el eje mayor y numerosas rocas no foliadas de metavolcánicos gris oscuras.

En la zona de Morro Negro al oeste de la pampa Caballo Blanco, cerro Chilenos, se tiene dataciones en un gneis que a dado 1910 Ma por Rb-Sr, roca total (Cordani et al,1985); por lo tanto esta unidad corresponde al Paleoproterozoico.

Complejo Basal de la Costa: Facies de esquistos-gneisses

Esquistos de cuarzo, mica y gneiss diorítico. Diques pegmatíticos. Se emplaza en la parte norte de la hoja, en la carretera de desvío a Tiabaya cerca de Cerro Verde. En el abra de Tiabaya se ha encontrado un esquisto de cuarzo-muscovita-clorita pardo amarillenta a gris oscura de granoblastos de cuarzo de extinción ondulante y plagioclasa maclada y alterada a sericita al igual que la muscovita, todas estas rocas muestran una estructura bandeada; también se tiene metatonalitas gris oscuras de textura granular con feldespatos de cuarzo y micas alteradas a sericita y clorita con circón diseminado y opacos subidiomórficos ligeramente limonitizados. Clara discordancia angular con las unidades suprayacentes. En Cerro Verde se tiene dataciones de un Augengneiss con 433 ± 14 Ma por K-Ar en biotita (Cordani et al,1985) y en quebrada Enlozada un gneis granítico con 679 ± 12 Ma por K-Ar, feldespato potásico (Stewart et al, 1974).

PALEOZOICO

DEVONIANO

Grupo Cabanillas: (cartografiado antes como Fm. Yamayo)

Presenta areniscas marrones con intercalaciones de limoarcillitas,. conglomerado basal e intraformacional. fosilífera. Aflora en dos sectores. En la Bajada de El Fiscal donde tenemos grauwacas feldespáticas pardo rojizas con cemento arcilloso, sericítico y de óxido de hierro. Los granos de plagioclasa son generalmente subangulosos. Se encuentran numerosos niveles de areniscas laminares y areniscas brunáceas amarillentas fosilíferas, con niveles de oxidación rojiza y limoarcillita gris, limolitas pardo rojizas de granos cuarzosos subredondeados a subangulosos en un cemento de sericita, limolita y arcilla; con algunos niveles de areniscas bastante silicificados. Hacia la base se tiene un conglomerado basal de bloques y rodados de diorita, gneises, rocas volcánicas en una matriz areniscosa gris verdosa a oscura. Niveles de conglomerado intraformacionales con rodados 2 a 5 cm. de intrusivo y gneises en la parte intermedia de la columna..

Los fósiles encontrados en la Bajada de El Fiscal: *Acrosperifer cf. A. atlanticus* (CLARKE), *Acrosperifer cf. A. munchisoni* (CASTELNAU), *Astutorhyncha cf. A. proserpina* (BARRANDE), *Ferganella sp.*, *Fimbrispirifer sp.*, *Notiochonetes cf. Skottsbergi* (CLARKE), *Orbiculoidea sp.* (*Braquiópodos*); *Cypricardella cf. Gregaria* (HALL & WHITFIELD), *Enteletacea ind.*, *Lyriopecten cf. L. orbiculatus* (HALL), *Mytilarea sp.*, *Mytilarea cf. M. chemangensis* (CONRAD), *Paracyclas rugosa* (GOLDFUSS), *Pterinopecten* (*Newellipecten*) *cf. P. (N) guangxiensis* (ZHANG) (*Pelecypodos*); *Lophospiridae* (*Gasterópodo*); *Michelinoceras sp.* (*Cephalópodos*); *Fenestrellina sp.*, *Polypora sp.*, (*Bryozoarios*); y *Ctenorinus sp.* (*Crinoideo*), nos indican una edad Emsiano-Eifeliano (Devoniano inferior-medio). Se le ha estimado un espesor de más de 1500 m. En la Bajada de El Fiscal, donde antes se le cartografió como Fm. Yamayo se midió una columna con 570 m. de espesor..

En la quebrada Tinajones al norte de la hoja, tenemos niveles de cuarcitas bastante replegadas con niveles de conglomerado en bloques que se entremezclan con las cuarcitas a manera de bloques “exóticos” sinsedimentarios. Los clastos y bloques son angulosos a subangulosos y algunos redondeados. Se constituyen mayoritariamente de gneiss, cuarcitas, intrusivos graníticos muy heterométricos de 15 a 30 cm. en promedio, variando desde los 5 – 10 cm .a 30 - 50 cm. En esta zona no se conoce una secuencia completa de la unidad. Su relación es de discordancia angular con las unidades supra e infrayacentes.

MEZOSOICO

JURASICO INFERIOR

Formación Chocolate

Esta constituida de lavas andesíticas, lavas dacíticas afaníticas y porfíricas masivas en bancos gruesos gris verdosas, con presencia de niveles que tienen una intensa silicificación. Aflora en dos zonas:una en quebrada Linga - Cerro Tres Puntas y otra en el abra de Tiabaya.

En el cerro Los Altos cerca al abra de Tiabaya se tienen andesitas porfíricas gris verdosas con fenos de plagioclasas y biotización moderada. Otro afloramiento de tobas de cristales y fragmentos líticos se presenta bastante silicificada y sericitada, teniendo una matriz microgranular a criptocristalina de cuarzo.

En la quebrada Enlozada cerca de Cerro Verde tenemos andesitas porfíricas silicificadas y biotizadas con presencia de venas de cuarzo y calcita.

En las inmediaciones del Cerro Tres Puntas, se tiene una secuencia de andesitas horbléndicas gris oscuras con fenos de plagioclasa maclada y zonada de matriz intergranular panidiomórfica

de anfíboles y plagioclasas; dacitas gris oscuras afaníticas de matriz micro y criptocristalina de arcillas, diminutos granos de cuarzo subangulares a subredondeados; se encuentran además grauwacas feldespáticas pardas afaníticas de granos de cuarzo y plagioclasas angulosa a subangulosa con un cemento de sericita, arcillas y limonitas.

En el Alto de la Gloria se tiene una andesita brechada gris oscura de fragmentos volcánicos subredondeados a subangulosos centimétricos holocristalinos porfiríticos, embebidos en una matriz de igual composición microgranular de cristales alotriomórficos de feldespatos. rotos

Niveles sedimentario de arcosas gris oscuras con niveles de aglomerados volcánicos, se presentan en las inmediaciones de la quebrada de Linga cerca de cerro Largo, donde la Formación Chocolate presenta una secuencia de arenisca feldespática gris oscura de grano fino en algunos casos bastante replegada con interestratificaciones de limoarcillitas oscuras e intruidas por sills dioríticos a tonalíticos porfiríticos gris oscuros a verdosos en algunos casos anfibolitizados por un metamorfismo dinámico debido a su cercanía a una falla.

Por correlaciones con el área tipo (Arequipa), se le asigna una edad Jurásico inferior. Se observa leve discordancia erosional con la suprayacente Fm. Socosani y clara discordancia erosional con el infrayacente Gpo. Cabanillas. Se le estima un grosor de más de 1000 m..

JURASICO MEDIO A SUPERIOR (SECTOR SUR)

Formación Guaneros

Miembro Inferior

Presenta areniscas marrones gris oscuras fosilíferas y arcosas., andesitas porfíricas gris oscuras y aglomerados volcánicos en la base. En la quebrada Huayrondo se observa que los aglomerados están constituidos por fragmentos angulosos y subredondeados de clastos y bloques polimíticos de 2-3 cm. de rocas volcánicas y metamorfitas. Se interestratifican andesitas porfiríticas holocristalinas en capas tabulares, con fenos de plagioclasa de 2 – 3 mm. Dentro de una matriz microgranular de laminillas de feldespatos ligeramente entrecruzada. . Hacia la parte media se tiene una grauwaca feldespática gris oscura de granos de feldespato suanguloso a subredondeado en cemento arcilloso (cloritas) interestratificada, con conglomerados y volcánicos, los que al tope son fosilíferos con niveles de limoarcillita bituminosa, terminando con una secuencia netamente volcánica de traquitas porfiríticas de matriz microcristalina feldespática, intercrecida con microfenos de cloritas expuestas en los afloramientos de la margen derecha del río Tambo; donde se encontraron además numerosos niveles silicificados. Entre los fósiles determinados tenemos: *Arctica sp.*, *Astarte cf. Andium (GOTTSCHE)*, *Gryphaea sp.*, *Integricardium sp.*, *Nuculana sp.*, *Pholadomya sp.*, *Plagiostoma sp.*, *Trigonia cf. T. americana MEEK*, *Vaugonia v. costata (LYCETT) (Pelecypodos)*; *cosmannea sp.*, *Natica cf. montreuilensis HEBERT & DESLONGCHAMPS*, *Ziglopleura sp. (Gasterópodos)*; y *Actinastrea caillomensis n.sp. (Corales)* que dan una edad Jurásica inferior. En la quebrada Linga se tiene una secuencia de areniscas cuarzosas con predominio de cemento gris pardo rojizo compuesto de arcilla, sericita, óxidos de hierro y algo de calcita, los cuales se encuentran bien replegados.

En la quebrada de los Cures Negros se han encontrado arcosas pardo oscuras con granos subangulosos de feldespatos y fragmentos líticos de origen volcánico con cemento de limonitas y arcillas.

En las inmediaciones del cerro Morillos se tiene una andesita porfírica con fenos de piroxenos y plagioclasas en una matriz microgranular de plagioclasas, todas estas interestratificadas con tobas gris verdosas de fragmentos líticos y cristales desvitrificados mayormente a cuarzo.

En la quebrada de los Tres Cerros se tiene una grauwacka feldespática con fragmentos de roca volcánica dentro de una matriz limosa interestratificada con niveles de toba lapilli verde

grisácea a pardo oscuro rojizo con fragmentos volcánicos de textura porfírica y andesitas porfíricas gris claras con fenos de plagioclasas dentro de una matriz microgranular feldespática.

En la quebrada Calzonillo se tiene una grauwacka feldespática gris oscura con fragmentos de rocas volcánicas y metamorfitas con cemento de sericita, clorita y opacos interestratificándose niveles de andesitas masivas afaníticas silicificadas con brechas y aglomerados. En la Bajada de El Fiscal se tiene una secuencia de aglomerados volcánicos y piroclastitas con interestratificaciones lavas traquiandesitas porfíricas grises pardo verdosas con fenos destacables de plagioclasas y feldespatos potásicos en una matriz afanítica de feldespatos potásicos. En la zona de quebrada Higueras y de Calzonillo, estas areniscas se encuentran interdigitadas con unas areniscas cuarzosas blancas a gris claras que serían los equivalentes de la Fm. Labra emplazada hacia el norte, que indicaría facies transicionales entre ambas cuencas. El espesor estimado de esta unidad es de 1500 m.

Miembro Superior

Presenta andesitas porfíricas con fenos de plagioclasas, moradas a gris oscuras, y aglomerados volcánicos. Los afloramientos de la Fm. Guaneros se circunscriben a la zona sur de la hoja., así en el cerro los Cerrillos, se tienen andesitas porfíricas con algunos fenos de plagioclasa destacables a simple vista dentro de una matriz morada a gris oscura, con minerales opacos deseminados en toda la roca presentando bastante epidotización y sericitización; además de abundantes niveles de piroclastos. En la quebrada de los Tres Cerros se tiene una andesita porfírica gris clara en proporción similar de fenocristales y matriz microgranular de feldespatos, piroxenos y opacos. En el cerro Lengua ubicado en la quebrada Linga se tienen abundantes aglomerados de composición andesítica con abundantes fragmentos de roca volcánica porfírica; se aprecian además varios niveles volcánicos masivos; además se tienen niveles de areniscas con fragmentos líticos y feldespatos de aspecto masivo, dentro de una matriz de micas, arcillas y óxidos de hierro. En la quebrada Calzonillo se tienen dacitas porfíricas gris pardas biotizadas y epidotizadas.

Discordante con las unidades suprayacentes, y evidenciando una ligera discordancia con el infrayacente miembro inferior. Se le estima un grosor de 1200 m.

JURASICO MEDIO - CRETACEO SUPERIOR (SECTOR NORTE)

Formación Socosani

Presenta calcilitas grises y abigarradas fosilíferas, calizas biostrómicadas y areniscas verdes. Se tiene un afloramiento en el cerro Nicholson ubicado en el norte del cuadrángulo. Consiste de una secuencia de calizas esparíticas gris blanquecinas a verdosas en estratos de 0,50 a 1 m., donde se aprecia calcita recristalizada e intersticial, con biotita parcialmente relictas. Se interestratifican areniscas con calcarenitas verdes de textura afanítica, granos de cuarzo angulosos y de feldespatos. Se aprecian niveles nodulares. Algunas calizas se han marmolizado; y hacia el tope se aprecian venas de dolomita. En el abra de Tiabaya se tiene una faja de limoarcillitas fósiles abigarradas, destacando las coloraciones moradas, cremas a marrones. Tiene niveles fosilíferos de pelecypodos y corales Jurásicos indeterminados. Hacia el túnel de Tiabaya las limoarcillitas son moradas a verdosas, muy fosilíferas con Anmonites: *Dorsetencia sp.*, *Eudmetoceras (Euaptoceras) Klimakomphalum moerickei (JAW)*, *Sonninia (Papilliceras) espinazitensis TORNQ.* y *Tmetoceras sp.* todos del Bajociano. En otros afloramientos se encontraron fósiles más diversos: 1) Braquiópodos: *Cererithyris cf. C. intermedia (SOW.)*, *Lobothyris cf. L. ventricosa (ZIETEN)*; 2) Pelecypodos: *Atreta sp.*, *Cardiidae ind.*, *Chlamys sp.*, *Ctenostreon sp.*, *Limatiela cf. L. gibbosa SOWERBY*, *Pseudolimea sp.* pertenecientes al Bajociano y Caloviano (Jurásico medio). Se observa concordancia con las unidades suprayacentes del Gpo. Yura; mientras que con la infrayacente Fm. Chocolate se observa una ligera discordancia erosional. Su espesor sobrepasa los 420 m.

Grupo Yura:

Formación Puente

En esta formación se tiene grauwackas interestratificada con limoarcillitas. formando una faja continua a ambos flancos del batolito. En las inmediaciones del túnel del desvío de Tiabaya se tienen areniscas cuarzosas laminares en estratos tabulares con interestratificaciones de areniscas limolíticas; así como areniscas gris oscuras con niveles mineralizados y algunos bituminosos. En el abra de Tiabaya las areniscas cuarzosas se intercalan con areniscas limosas, laminares gris oscuras, en estratos de 1 m. a 0.5 m., Hacia el techo los estratos de areniscas cuarzosas se vuelven más masivos con tonos gris oscuros. En quebrada Honda en el flanco SO se tienen areniscas cuarzosas interestratificadas con limoarcillitas físis negras carbonosas y algunas evidencias fosilíferas: *Equisitites sp.* (paleoflora) del Jurásico. Se ha observado numerosos contactos con intrusivo donde las areniscas han sido asimiladas

Se presenta concordante tanto en el techo como en la base con las unidades supra e infrayacentes. Su grosor se estima en 800 m.

Formación Cachíos

Esta constiuida de limoarcillitas negras, interestratificadas con algunos niveles de areniscas cuarzosas y arcillosas. Al igual que la Fm. Labra, forma una faja continua a ambos lados del batolito de la Costa. En la pampa San José se compone de limoarcillitas gris oscuras a negras muy pizarrosas con pequeños agregados de carbonatos y limolitas bituminosas, muy meteorizados (en lajas) y disturbados, lo que hace difícil establecer el rumbo y buzamiento. Algunos niveles presentan abundancia de muscovitas. En el cerro Valenciana, las limoarcillitas se encuentran muy disturbadas por la cercanía de los intrusivos, encontrándose zonas con metamorfismo de contacto, que presentan un intenso bandamiento con textura granoblástica. En el abra de Tiabaya las limoarcillitas negras, que hacia el techo son más masivas, pasan a limoarcillitas rosadas muy fosilíferas: *Retroceramus sp.* (pelecypodo) y *Windhausenicerias sp.* (ammonites) de edad Titoniana (Jurásico superior). Se presenta concordantes con las unidades supra e infrayacentes. Su espesor aproximado es de 400 m.

Formación Labra

Presenta areniscas arcillosas, areniscas cuarzosas con estratificación oblicua y limoarcillitas negras, con paleocanales. Forma una gran faja de dirección SE-NO a ambos flancos del batolito de la Costa. Hacia el flanco SO no se tiene buenos afloramientos. En la planta de la Leche Gloria se tiene una arenisca cuarzoza blanca grisácea de grano fino con textura sacaroidea, compuesta esencialmente de granos de cuarzo subangulosos y angulosos en empaquetamiento suturado. Los estratos son gruesos a medianos, en algunos casos laminados. En la quebrada de río Seco se tienen areniscas intercaladas con limonitas en una matriz de sericita y arcilla. En el Abra de Tiabaya tenemos areniscas cuarzosas gris oscuras de aspecto masivo y laminar con textura microgranular. Hacia el Este las areniscas cuarzosas se intercalan con limoarcillitas de bandas verdosas a pardo rojizas, debido a la presencia de una matriz de epidotas, cloritas, óxidos de hierro con presencia de feldespatos. Se tienen lentes de areniscas cuarzosas. Se presenta concordante con las unidades supra e infrayacentes. Su espesor es de 900 m.

Formación Gramadal

Calizas gris oscuras en estratos gruesos con silicificaciones. No tiene una gran representación en la hoja . En Atajillos, en las inmediaciones de la quebrada Linga se tiene una caliza

esparítica, localmente micrítica en bancos de 1 m. con calcitas de aspecto turbio por las impurezas de arcillas. En las inmediaciones de la planta de la leche Gloria se tiene una caliza micrítica pardo grisácea con presencia de cuarzo y de opacos conteniendo algunos fósiles. En la cuesta de Tiabaya, sobreyace a la Fm. Labra en niveles calcáreos de esparita no cartografiables. Su relación es de concordancia con las unidades infra y sobreyacentes. Su espesor no sobrepasa los 20 m. en Linga, alcanzando espesores de hasta 50 m. hacia la parte norte.

Formación Hualhuani

Constituida de ortocuarcitas blancas de grano fino a medio en estratos gruesos. Los únicos afloramientos de esta formación que constituyen los niveles superiores del Gpo. Yura se tiene en el cerro del Tesoro y en Atajillos a l inmediaciones de la quebrada Linga. Se compone básicamente de ortocuarcitas de granos redondeados a subredondeados en estratos de 50 cm. a 1 m. y con presencia de areniscas laminares.

Se presenta discordante debajo de la unidad suprayacente (Fm. Matalaque) y concordante sobre la unidad infrayacente (Fm. Gramadal.). Alcanza un espesor menor a los 200 m.

CRETACEO INFERIOR – SUPERIOR

Formación Matalaque

Lavas andesitas y dacíticas gris verdosas. Sus afloramiento se circunscriben a la parte este de la hoja. Destacan los del cerro Valenciana y la quebrada Cortaderal, compuestas de andesitas afaníticas y porfíricas gris verdosas a gris plumizas con fenos de plagioclasa y cuarzo. La plagioclasa se presenta maclada con inclusiones fluidas. La matriz es microgranular, compuesta de plagioclasas y diseminación de opacos, representando el 70 %. Se tiene además biotita, anfíbol y piroxeno. Es ligeramente discordante con la Fm. Huaracane suprayacente; mientras que no se aprecia el contacto infrayacente en la zona. No se ha definido una secuencia completa en la hoja, pero en todo caso esta unidad no debe de sobrepasar de los 600 m. Correlaciones con otras áreas, han establecido una edad Cretáceo inferior.

Grupo Toquepala: Fm. Huaracane (miembro 1)

Piroclásticos y lavas riolíticos con fenos de feldespatos y cuarzo, gris oscuros, púrpuras o verdes. Se emplaza en una faja de dirección NO-SE al borde SO del batolito de la Costa-Segmento Arequipa, siguiendo un control estructural. En Atajillos se tienen dacitas porfíricas gris rosadas a pardas con fenos de cuarzo primario y secundario; plagioclasas, feldespatos potásicos y biotitas alteradas, en una matriz de cuarzo secundario y feldespato potásico, se encuentran algunos niveles afaníticos laminares y piroclásticos. En quebrada Seca se tienen riolitas porfíricas gris oscuras con fenos de feldespatos potásicos, plagioclasas y cuarzo primario en una matriz de feldespatos potásicos y cuarzo primario con intensa alteración potásica. En quebrada Calzonillo tenemos riolitas porfíricas grises con fenos de feldespatos potásicos, plagioclasas y cuarzoes en una matriz predominantemente de feldespatos potásicos con alteración moderada. Su contacto suprayacente es discordante y de ligera discordancia con la infrayacente Fm. Matalaque. Su grosor se estima en menos de 1000 m. Por correlaciones se ha establecido su edad en el Cretáceo superior.

PALEOGENO

Formación Sotillo

Areniscas pardas y rojizas, arcosas, limoarcillitas grises y conglomerados con niveles de yeso. Sus afloramientos se restringen al valle del río Vítor de donde parece no prolongarse hacia el sur. Consiste de arcosas rojizas de grano medio a fino, algunas grises a gris amarillentas interestratificados con limoarcillitas blancas friables y horizontes de conglomerados finos con clastos volcánicos, ortocuarcitas e intrusivos. Se aprecian lentes y venillas de yeso. Su contacto superior es de ligera discordancia; no se ha reconocido el contacto inferior en esta hoja. Su espesor no sobrepasa los 50 m. Su edad se ha establecido en el Paleógeno.

NEOGENO

Formación Moquegua

Conglomerados poligénicos de matriz areniscosa amarillenta, areniscas y niveles tobáceos. Se encuentra distribuido en la parte central de la hoja, al SO del batolito de la Costa-Segmento Arequipa, conformando un piedemonte más antiguo que el correspondiente al de la Fm. Millo. En el valle del río Vítor se tienen conglomerados de clastos de 5 y 20 cm. de matriz areniscosa gris y blanquecina emplazada en paquetes gruesos con intercalaciones de areniscas. En la parte central se tiene bloques de 20 hasta 50 cm muy angulosos de una matriz areniscosa amarillenta bien consolidada; en esta zona forma una faja colinosa disectada transversalmente por numerosas quebradas. Sus relaciones con unidades supra e infrayacentes es discordante. Su espesor no sobrepasa los 100 m. Por sus relaciones de campo se le ha estimado una edad Miocena-Pliocena.

Formación Millo

Conglomerados poligénicos poco consolidados con intercalaciones tobáceas retrabajadas. Tiene una amplia distribución en la hoja, representando un antiguo piedemonte al SO del batolito de la Costa - Segmento Arequipa. Al NO en el río Vítor se tiene gravas con arenas poco consolidadas que se vuelven más consolidadas hacia la parte central en la pampa San José en las inmediaciones de los cerros Cenizal. Hacia el SO en la pampa Huagri se tienen conglomerados polimícticos angulosos en una matriz tobácea con niveles de tobas blanquecinas redepositadas y niveles evaporíticos bien cementados. En la bajada de El Fiscal tenemos conglomerados polimícticos poco consolidados, heterométricos, subangulosos interestratificados con niveles tobáceos retrabajados, además de algunos niveles con estratificación cruzada.

En el Alto de la Gloria y en la quebrada Linga (sur de la hoja) se tiene un nivel basal de tobas de cenizas blanquecinas de vidrios y cristales de plagioclasas con abundante matriz de vidrio y arcillas, el cual es un nivel distinguible en quebradas como Linga y Calzonillo. Los mayores espesores se tienen en la parte sur de la hoja sobrepasando los 250 m.; mientras en la parte norte esta unidad no pasa de los 50 m. Se le asume una edad Pliocena en base a sus relaciones estratigráficas.

Formación Añashuayco

Tobas riolíticas y riocácicas blancas en estrato basal de toba rosada. Coladas de tobas de amplia distribución en la hoja. En la pampa de Yarabamba (norte de la hoja) tenemos tobas grises de vidrio y fragmentos líticos, algunos de ellos grandes, poco cuarzo y biotita con matriz criptocristalina de vidrio; se encontraron estructuras de caída y niveles con pómez, representando sus facies proximales. Hacia el oeste en la quebrada Gloria se tiene un incremento de la matriz con presencia de cristales de plagioclasa y disminución en cuarzo y

biotita. Hacia la parte sur se emplazan en las quebradas de algunas pampas (como el de Alto de La Gloria) compuesta de tobas blancas muy poco consolidadas y alteradas con algunos niveles retrabajadas, representando sus facies distales. En todos los afloramientos las tobas no sobrepasan los 50 m. de espesor. En la quebrada de La Gloria en el extremo norte de la hoja, estas tobas se han datado en $3,05 \pm 3,4$ Ma por K-Ar (Laharie-Derruau, 1974), de edad Pliocena.

CUATERNARIO

Depósitos de Avalanchas del Pichu Pichu

Mezcla caótica de bloques y fragmentos de lavas con tobas en una matriz arenosa tobácea gris amarillenta. Depósitos de flujo de materiales predominantemente volcánicos heterométricos (bloques, lapilli y cenizas), mal clasificados y poco consolidados de pequeñas exposiciones con espesores no mayores de 30 m. Son producto de desprendimiento desde los aparatos volcánicos de masas rocosas por acción del agua, hielo (lahares) y la gravedad. Emplazadas al extremo NE de la hoja en la pampa de Yarabamba.

Depósitos Aluvial Pleistocénico

Gravas, arenas y evaporitas semiconsolidadas disectadas. Depósitos polimícticos de bloques, gravas, arenas, limos y niveles tobáceos retrabajados de selección y coloración variable que incluye sedimentos de origen diverso emplazados en una antigua llanura aluvial, actualmente elevada respecto a su nivel de base, razón por lo que se encuentra muy disectada por quebradas recientes. Conforman la base de las pampas San Isidro, El Muerto, San Camilo, San José, La Joya, Huagri, Cenizal, Confital, Chilcal, Caballo Blanco emplazadas como en una gran unidad fisiográfica en casi la totalidad de la parte oeste de la hoja. Otros afloramientos los tenemos en el Alto de la Gloria, pampa Crucero, Pampacruz, Camaroneros y algunas otras más pequeñas, emplazadas en la parte este de la hoja. Otros depósitos quedaron dispuestos a la manera de terrazas de unos 20 m. de grosor. Sus espesores en la pampa varían de entre 20 a 50 m.

Depósitos Aluvial Holocénico

Gravas y arenas inconsolidadas. Depósitos polimícticos de gravas, arenas, limos y cenizas de selección variable que incluye sedimentos de origen fluvial, llanura aluvial y de conos aluviales y cuya distribución define la morfología actual de las quebradas en su mayoría de régimen irregular y emplazados en toda la hoja.

Depósitos Fluviales

Gravas y arenas aluviales. Depósitos de gravas, arenas y limos de selección variable producto de la actividad mecánica fluvial por lo que su emplazamiento se circunscribe a los ríos de régimen regular. Se ha cartografiado los depósitos más grandes como los del río Tambo al sur de la hoja.

Depósitos Coluviales

Gravas y arenas de piedemonte. Depósitos monomícticos y subangulosos emplazados a lo largo de las quebradas de la parte meridional con fuerte meteorización física, conformando pequeños conos aluviales activos. Se han cartografiado los depósitos más grandes como las del río Vitor y la quebrada Huayrondo; y en las cabeceras de las quebradas como Calzonillo, Higuera y Linga.

Depósitos Eólicos

Arenas en continuo dinamismo. Depósitos de arenas muy bien seleccionadas y redondeadas emplazadas a la manera de dunas (barcanas y crestas longitudinales), producto de la meteorización de las rocas intrusivas y de la erupción del Huaynaputina de 1600. Se distribuyen al oeste de la hoja en las Pampas Salinillas, La Joya, Tesoro, Huagri y en el Alto de la Gloria.

ROCAS INTRUSIVAS

Superunidad Yarabamba

Emplazada en la parte este de la hoja, formando unos cuerpos discontinuos, el mayor de los cuales en los alrededores de Yarabamba de donde toma su nombre.

a) Granodiorita Horbléndica

En el extremo SE de la hoja, en la margen derecha del río Tambo al sur, se tiene un cuerpo de granodioritas gris claras a oscuras, con abundante horblenda verdosa a negra y que se prolonga a las hojas de Puquina y Clesesí (Bellido E. et al, 1963).

b) Monzogranito

Forma pequeños cuerpos al SE de la hoja, como el del cerro Botijane, un monzogranito gris claro con tonalidad rosada y cuarzo intersticial, formando una textura micrográfica con los feldespatos; una muestra datada dio 84 ± 2 Ma. por K-Ar, en biotita. Hacia los bordes se aprecian fajas de cuarzo monzodiorita y granodiorita todos con presencia en menor proporción de biotitas y piroxenos.

c) Granodiorita

Es la de mayor exposición. Se emplazan al NE de la hoja, intuyendo a rocas intrusivas más antiguas y al Gpo. Yura mediante “stoping” de los sedimentos sobreyacentes. Se asocian cuerpos de cuarzodioritas grises con biotitas y anfíboles, con intercrecimientos de cuarzo gráfico en feldespatos potásicos y presencia de circones y rutilos. Una muestra datada cerca de Cerro Verde establece una edad de $58,9 \pm 2$ Ma por K-Ar en biotita (Stewart et al, 1974).

Superunidad Linga Arequipa

Forma un gran cuerpo intrusivo que cubre todo el sector NE de la hoja con un rumbo preponderante SE-NO, dirección que prosiguen a la manera de fajas todas las rocas asociadas a esta superunidad.

a) Gabro

Estos afloramientos de gabro se componen de cuerpos pequeños alineados y que forman el núcleo de la Superunidad Linga a la manera de enclaves y techos colgantes intruidos por numerosas rocas más recientes. Sus afloramientos se meteorizan a la manera de bloques redondos marrón oscuro con superficie rugosa. Están íntimamente asociada a rocas dioríticas, pero en conjunto se les ha agrupado como gabros. Presentan una característica

seudoestratificación ígnea, bandeamiento (alternancia de minerales félsicos y máficos) y laminación de los feldespatos. En la quebrada de Cerro Verde los gabros presentan piroxenos y minerales opacos redondeados, reemplazados por biotita y clorita. Algunos gabros se presentan textura más fina, pero con sus cristales de plagioclasa maclada hipidiomórfica con biotita también hipidiomórfica. Estos minerales máficos carecen de distribución sistemática. El olivino se presenta en algunos gabros por lo que se podría hablar de la presencia de algunos afloramientos de gabro olivínico.

b) Diorita

Ciertas rocas que mineralógicamente corresponden a una diorita, están asociados a los afloramientos de gabro y a los del Gpo. Yura, algunos de ellos bastante alejados del cuerpo principal, como el pequeño plutón de cerro Lengua. Se asocian además con las granodioritas de plagioclasa maclada y zonada y feldespatos de textura peritítica.

c) Tonalita – Diorita cuarzosa

En las inmediaciones del Alto de la Gloria se emplaza un gran cuerpo de naturaleza subvolcánica de rumbo SE-NO. Se compone de tonalitas porfíricas holocristalinas equigranulares grises con impregnaciones naranjas, plagioclasas macladas y zonadas con fenos de anfíboles y con cuarzodioritas porfíricas de intercrecimiento micrográfico de cuarzo y feldespato con presencia de relictos de piroxenos reemplazados por anfíboles.

d) Monzodioritas

La mayor parte de las rocas que conforman la Superunidad Linga se compone de rocas cuya composición varía entre monzodiorita y monzonita. Son rocas de grano grueso, color gris oscuro a veces negro, con afloramientos intemperizados de color rosado, localmente de textura porfírica con fenos de plagioclasa de hasta de 1 cm., con algunos niveles de turmalina; presencia de zonas de reemplazamiento de piroxeno por uralita, que al igual que la biotita ha sufrido alteración a clorita. Otros minerales accesorios son la titomagnetita, apatito, circón y turmalina. Se ha datado una muestra de la quebrada Gloria en 66,6 Ma por U-Pb, en circón (Mukasa, 1986).

e) Monzodiorita Cuarzosa

A los flancos de las dioritas y los granitos se tienen una faja de rocas de monzodioritas cuarzosas, al parecer producto del contacto entre las rocas graníticas y las sedimentitas cuarzosas. En Repartición se tiene una monzodiorita cuarzosa gris parda con presencia de intercrecimiento peritítico de albita y feldespatos potásicos, con relictos de piroxenos reemplazados por anfíboles. En la quebrada Linga existe un núcleo de contaminación cuarzosa con anfíboles parcialmente relictos y biotitas alteradas a biotitas. En la quebrada Cerro Verde una monzodiorita ha sido datada en una edad de $63,8 \pm 5$ Ma por Rb-Sr., en roca total (Mukasa y Tilton, 1985).

Superunidad Tiabaya

La Granodiorita Tiabaya tiene la forma de un plutón ovalado de 20 Km. de largo por 10 Km. de ancho, con el eje mayor orientado de SE-NO, aflorando solo la mitad meridional en el extremo norte del cuadrángulo. Forma una unidad destacable topográficamente de las unidades circundantes. La granodiorita es de color crema rosáceo a gris claro, de grano grueso, prismas grandes de hornblenda con orientación paralela, que comúnmente sobrepasan 1 cm. Se tienen xenolitos bien redondeados que alcanzan los 20 a 30 cm. de diámetro. Además presencia de vetas aplíticas, en algunos casos con turmalina. Cerca del contacto con la Granodiorita Yarabamba se tienen cuerpos de tonalitas gris claras con tonalidades verdosas, presencia de cuarzo con inclusiones fluidas y biotita relictas. Los contactos de la unidad se muestran uniformemente empinados y transgresivos. Una datación en cerro Llorón en las inmediaciones de Cerro Verde por U-Pb, en circón, da 84 Ma (Mukasa et al, 1986).

Rocas Básicas Tempranas

Al norte de la hoja de La Joya se emplazan unos gabros negros a gris oscuros de textura granular panidiomórfica, de edad incierta pero debido a sus relaciones de campo se le asume que pertenecen al Cretáceo inferior. Las mayores exposiciones las tenemos en el cerro Los Altos, en la cual se encuentran asociadas algunas dioritas y monzodioritas.

Superunidad Ilo

Los afloramientos de esta superunidad se encuentran distribuidos en dos zonas:

a) Diorita

Emplazados cerca al cerro Chamizo al extremo SO de la hoja, se tiene una roca de composición diorítica de textura granular xenomórfica con presencia de horblenda y algunos cristales de augita, biotita y magnetita. Esta unidad se prolonga hasta la quebrada Salinas en la hoja de Punta de Bombón

b) Monzogranito

En el cerro Largo en las inmediaciones de la quebrada Linga se tiene un monzogranito gris rosáceo de plagioclasas macladas y a veces zonadas y fenos de anfíbol subidiomórfico a idiomórfico ligeramente alterados. Minerales máficos de esfena con apatito generalmente idiomórfico, y biotita alterada a clorita. Forma un gran cuerpo ovalado de unos 5-6 Km. de ancho y con un contacto nítido de unidades sedimentarias, que es claramente diferenciable por sus tonalidades rojizas. Esta unidad se correlaciona con la Superunidad Ilo del Cretáceo inferior.

Superunidad Punta Coles

Se tiene un gran cuerpo segmentado de unos 18 Km. en la parte sur de la hoja que ha intruido rocas paleoproterozoicas y que se encuentra recubierta por bastante cobertura aluvial de la pampa Huagri.

a) Granodiorita horbléndica

En el extremo sur de la hoja se tiene en las inmediaciones de la Estación Cachendo, unos intrusivos cortando las rocas metamórficas del paleoproterozoico. Son granodioritas grises claras a oscuras con abundante horblenda verdosa a negra, formando masas granudas bien uniformes. Una pequeña apófisis se tiene en el extremo sur de la hoja en la margen derecha del río Tambo y que se prolonga a la hoja de Punta de Bombón con una litología bastante similar (Bellido E. et al, 1963).

b) Monzodiorita cuarzosa

En el cerro Cumbe se tiene una monzodiorita cuarzosa gris con impregnaciones pardo rojizas e intercrecimiento micrográfico y granofídico de cuarzo y feldespato potásico, relictos de piroxeno reemplazados por anfíbol, presencia de biotitas y cristales euhedrales de inclusiones de cuarzo y plagioclasa. En el cerro Caca huara se tienen granodioritas grises claras con un intercrecimiento perfitico de albitas y feldespatos potásicos, presencia de biotitas y abundantes xenolitos de rocas monzoníticas. Más al norte se tienen rocas de composición tonalítica gris

blanquecina, textura intersticial entre la plagioclasa y el cuarzo (textura granofírica) con anfíboles idiomórficos y minerales opacos también subidiomórficos. En algunas zonas se presentan megacristales de feldespatos en una matriz granítica menos gruesa. En las inmediaciones del cerro La Escalera se dató una muestra de monzodiorita cuarzosa por K-Ar (biotita) dando una edad de 170 ± 4 Ma, del Jurásico medio. En cerro Nieves se dató una monzodiorita cuarzosa en 189 ± 13 M por K-Ar en biotita (Cordani et al, 1985).

Batolito de Atico-Camaná

Al SO de la hoja de La Joya, en el cerro denominado como Caballo Blanco, entre las quebradas de La Aguada y de Salinas se emplaza un cuerpo granítico, elongado y con una dirección SE-NO, 11 Km. de eje mayor y 6 Km. de eje menor, y que corta a las rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa.

a) Granito

Se tienen sienogranitos rosados, en gran parte bastante alterados a arcillas, compuesta con feldespatos potásicos de macla enrejada y textura perfitica. Los cuarzos presentan extinción ondulante, además se tiene cristales de microclinas y de muscovitas. Indudablemente su textura es diferente a la de las demás unidades. Por esta razón y debido al grado de alteración de la roca se le ha asociado con el batolito de Atico y Camaná de edad Ordoviciana.

b) Granodiorita-Granito

Prolongándose a la hoja de Punta de Bombón, cerca a la quebrada de La Aguada se tiene un cuerpo irregular, emplazado en dirección N-S. La composición del cuerpo varía del granito a la granodiorita, con coloración gris a algo rojiza, debido a la limonita producto de la descomposición de los minerales de hierro. Presencia de horblenda y biotitas con magnetita diseminada en granos pequeños (Bellido E. et al, 1963). Es una prolongación del intrusivo de Caballo Blanco.

Intrusivos Menores

Intrusivo de El Fiscal

En las inmediaciones de la carretera de la Bajada de El Fiscal se emplaza un cuerpo elongado de más de 5 Km. y que corta a las unidades del Gpo. Cabanillas y la Fm. Guaneros Inferior. Se compone básicamente de una roca gris oscura afanítica de composición diorítica a gabroica con plagioclasa idiomórfica a subidiomórfica maclada y piroxenos rellenando los espacios. Se ha reconocido la presencia de algunos olivinos. Este cuerpo se presenta fallado e intruyendo a las rocas del devoniano del Gpo. Cabanillas. Se le ha asignado una edad entre Cretáceo a Paleógeno.

Granito Pórfido Xenolítico

Al este de la pampa San José se encuentra un cuerpo alineado en dirección SE-NO de 7,5 Km. de largo, que al parecer sigue un control estructural, y que se encuentra emplazado en el Gpo. Yura. Se tiene un monzogranito porfírico blanco grisáceo con abundantes xenolitos pequeños angulares de roca volcánica de grano fino con fenos de plagioclasa blanca euhedral de hasta 2 cm. y cristales grandes redondos de cuarzo en una matriz microgranular alotriomórfica de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa, con piroxenos subidiomórficos a veces maclados. Este cuerpo se le ha establecido una edad Cretáceo superior - Paleógeno.

Granito de Tambo-Jahuay

A ambos flancos de la Superunidad de Linga se emplaza unos cuerpos graníticos de más de 10 Km. de largo con dirección SE-NO y que se encuentran intruyendo al Gpo. Yura. En la quebrada de San José, en la zona denominada como Tambo de la Quebrada, se encuentra un monzogranito gris claro pardusco, con presencia de turmalina radial en los intersticios, biotitas primaria alterándose a clorita y biotita secundaria alterada de los anfíboles. En el otro flanco, los monzogranitos de tonos rosados de las inmediaciones del cerro Jahuay intruyen a las rocas sedimentarias del Gpo. Yura en un contacto muchas veces transicional, y a las granodioritas de Yarabamba, con una gran diversificación de texturas; en donde se muestran feldespatos potásicos en lamelas con intercrecimiento antipértítico; minerales opacos diseminados en la biotita y en toda la roca; además se ha encontrado intercrecimiento mirmequítico parcial de plagioclasa y cuarzo. En el sector del cerro Sumbilaca se tienen varias texturas dentro de esta unidad, desde las muy pegmatíticas hasta las de grano fino. En base a los contactos entre los intrusivos, se ha determinado una edad más joven que el de las Superunidades Linga y Yarabamba.

Microgranito de San José

En el cerro de San José en las inmediaciones de la quebrada de Cerro Verde se tienen microsienogranitos (aplíticas) pardo grisáceos intruyendo en abundantes láminas intrusivas delgadas no persistentes, y que se caracterizan por la presencia de plagioclasas alteradas a cloritas y óxidos de hierro, con esfena en agregados euhedrales y subhedrales. Representaría la última fase de la consolidación de los magmas graníticos.

Complejo de Cerro Verde

El plutón de Cerro Verde es una intrusión múltiple de rocas porfíricas cuarzosas asociadas con brechas. Todos estos cuerpos, así como los de la roca caja, ha sufrido una alteración muy intensa. Se encuentran además algunos niveles de cuerpos micrograníticos

a) Pórfido Dacítico Monzonítico

Estos pórfidos intruyen las granodioritas Yarabamba a la manera de stocks y diques en contactos bien definidos indicando un emplazamiento pasivo de rumbo SE-NO que corresponde a su arreglo fundamental. Existe una variación notoria de texturas, pudiéndose encontrar pequeños cuerpos de grano fino. La roca presenta plagioclasas con zoneamiento inverso, biotita y fenos de cuarzo corroído y alterados a sericita en una matriz microcristalina de cuarzo, albita y ortosa, con abundante silicificación que le imprime un aspecto brechoso, su constitución da una roca definida como pórfido de dacita-monzonita brechada, aunque otros estudios más recientes le asignan como una roca tonalítica porfírica (Sociedad Minera Cerro Verde, 1998). Se ha datado el intrusivo por K-Ar en 58.3 ± 2.3 Ma (Estrada, 1978) y otra muestra dio alrededor de 60 Ma por U-Pb en circón (Mukasa et al, 1985).

b) Brecha de Cuarzo y Turmalina

Las brechas se emplazan alrededor de los intrusivos porfíricos con un rumbo preponderante SE-NO. Estas brechas se han formado por la acción conjunta de los procesos tectónicos e hidrotermales que tuvieron lugar en las zonas altas de los yacimientos, en donde por una disminución brusca de la presión de carga, fue posible una expansión explosiva de las soluciones hidrotermales en ascenso (Sociedad Minera Cerro Verde, 1998). En Cerro Verde estas brechas son variadas en composición (turmalina, cuarzo-turmalina, silíceas, dumortierita y de gujarros) y tamaño. En general se compone de fragmentos de granodiorita Yarabamba,

gneiss, cuarzo en una matriz microcristalina de turmalina, cuarzo turmalina, sílicea, cuarzo-dumortierita y de milonita alterada y mineralizada.

Complejo de Cerro Negro

El stock de Cerro Negro es una intrusión múltiple de una roca porfírica con niveles de tobas, brechas y microgranitos, lo que representarían un conducto volcánico principal (García W., 1968). Es un cuerpo ovoide de 2 Km por 1 Km. que se levanta bruscamente de la superficie circundante

a) Pórfido Dacítico Monzonítico

Tiene una variación de texturas, que van desde pórfido cuarcífero a microgranito, de iguales características el de Cerro Verde y que correspondería a pulsaciones separadas del magma granítico. Se emplaza al SO del Complejo de Cerro Negro, conformando un cuerpo más pequeño que el de Cerro Verde.

b) Microgranito

A los bordes del Complejo de Cerro Negro, se tiene un cuerpo microgranítico, bastante brechado con plagioclasas macladas y alteradas a sericita y cuarzo con inclusiones fluidas. Se tiene circón y opacos disseminados en la roca. Se aprecian abundantes vetillas tobáceas en el microgranito.

c) Brecha de Cuarzo Turmalina.

En la parte central del Complejo se emplaza un cuerpo brechoide de iguales características que el de Cerro Verde con niveles de tobas marrones a grisáceas de buzamientos empinados. Las tobas de componen de fragmentos de 2 – 10 cm. de diámetro de granodioritas Yarabamba, limoarcillitas, cuarcitas y de pórfido cuarcífero de fenos bastante grandes. Las brechas se componen de fragmentos angulosos y redondeados de variado tamaño con fragmentos de cuarcitas, intrusivos y gneiss en una matriz tobácea negra verdosa con altos niveles de reemplazamiento por cuarzo, turmalina, especularita y crisocola.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las rocas más antiguas de la hoja son las del Proterozoico y consisten de gneiss, esquistos y granulitas que conforman un sustrato cristalino muy antiguo denominado como Complejo Basal de la Costa (Bloque del Macizo de Arequipa). En la hoja de La Joya, existen dos afloramientos importantes: la parte sur que pertenece al Paleoproterozoico y la parte norte del Neoproterozoico. Ambas han sido afectadas por tectónicas muy antiguas, las que han provocado un metamorfismo regional de alto grado con macro y microplegamiento, en una foliación importante; estas rocas se encuentran asociadas con metavolcánicos y metaintrusivos. En el ordoviciano ocurre la intrusión del Batolito de Atico-Camaná intruyendo preponderantemente a rocas Proterozoicas. La presencia del Paleozoico se manifiesta con el Gpo Cabanillas afectado por la tectónica neohercínica. Estos afloramientos están asociados a los metamórficos, y son indicativos de una transgresión marina en el Emsiano. En el Jurásico Inferior un volcanismo se generaliza en toda la costa sur del Perú, como consecuencia del desplazamiento del continente sudamericano hacia el oeste por encima de la placa oceánica. En el Jurásico medio el área se separa en dos cuencas muy bien definidas: en el sur ocurre un levantamiento, mientras en el norte se tiene una transgresión de edad bajociana representada por las calizas de la Fm.

Socosani, que pasan progresivamente a fases de margen más transicional representado por el Gpo. Yura y que alcanza hasta el cretáceo inferior; mientras en la parte sur en el jurásico superior se reinicia el volcanismo marginal representado por la Fm. Guaneros con niveles de aporte volcanosedimentario. Los primeros cuerpos plutónicos de la Superunidad Punta Coles e Ilo, pertenecientes al Batolito de la Costa se emplazan en este periodo. Posteriormente se depositan las rocas volcánicas de las Fm. Matalaque y Fm. Huaracane (Gpo. Toquepala) en un ambiente continental, indicándonos un levantamiento en el cretáceo inferior y que se hace definitivo en el cenomaniano (cretáceo superior). El inicio del ciclo andino también marca el comienzo de la intrusión de las unidades más representativas del Batolito de la Costa en esta parte del Perú. Se inicia la depositación de series continentales clásticas (molásas) como las formaciones Sotillo, Moquegua y Millo representándonos antiguos piedemontes de terrenos afectados por las fases compresivas del ciclo andino. A este periodo corresponden las más importantes estructuras del área como la falla inversa del Abra de Tiabaya con su sinclinorio, y el anticlinorio de quebrada Linga. Posteriormente se emplazarían las estructuras extensivas de fallas normales de dirección preponderante SE-NO como las de quebrada Linga, Cerro Puerto Viejo, Cerro del Tesoro y Cerro Huayrondo. Encima se depositaron las tobas de la Fm. Añashuayco en pleno levantamiento pliocuaternario, razón por lo que sus afloramientos se circunscriben generalmente a las quebradas actuales. Este levantamiento sería el causante de la elevación de la pampa de la Joya a su actual nivel. Finalmente los depósitos de brechas del Picho y los depósitos recientes nos representan la gran cobertura de la parte oeste de la hoja.

GEOLOGIA ECONOMICA

El más importante yacimiento de la hoja es el de Cerro Verde que es un depósito de cobre porfírico con una distribución zonal concéntrica con alteración y mineralización supérgena subhorizontal, emplazados en diversas etapas pero que se encuentran genéticamente vinculadas a las fases tardías del emplazamiento de los pórfidos, que proporcionaron el calor y los fluidos necesarios para la generación de los sistemas hidrotermales, por lo que su edad no es más antigua a la edad del emplazamiento del pórfido dacítico-monzonítico en 56 a 59 Ma. (por K-Ar). La mineralización económica se encuentra asociada a la granodiorita Yarabamba (54%) y luego a los pórfidos (22%) y el gneiss de Charcani (24%), relacionadas todas con la alteración fílica de sulfuros que varía de 5 a 7%, con un cociente py/cpy entre 3:1 y 3:2 (Sociedad Minera Cerro Verde, 1998). En Cerro Negro se ha diferenciado cuprita, crisocola, malaquita y cobre nativo con una zona de enriquecimiento secundario de chalcocita y covelita; actualmente no se explota quedando en calidad de prospecto. Otros yacimientos son los de la mina Linga y mina Rescate explotados como vetas por cobre; y que se encuentran actualmente abandonados. Entre los no metálicos interesantes son las calizas de la Fm. Socosani del Cerro Nicholson y los yesos de la Fm. Millo de las zonas meridional en la pampa Huagri.