

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN N° 26
Serie D: Estudios Regionales

ROCAS ÍGNEAS EN EL SUR DEL PERÚ
Nuevos Datos Geocronométricos, Geoquímicos y
Estructurales entre los Paralelos 16° y 18°30'
Latitud Sur

Por:
William Martínez
John Cervantes



Lima - Perú
Diciembre, 2003

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETIN N° 26
Serie D: Estudios Regionales

ROCAS ÍGNEAS EN EL SUR DEL PERÚ

**Nuevos Datos Geocronométricos, Geoquímicos y
Estructurales entre los Paralelos 16° y 18°30'
Latitud Sur**

Por:

**William Martínez
John Cervantes**

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Diciembre, 2003



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

HANS FLURY
Ministro de Energía y Minas

CÉSAR POLO ROBILLIARD
Viceministro de Minas

RÓMULO MUCHO MAMANI
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

ALBERTO MANRIQUE POSTIGO
MIGUEL CARDOZO GOYTIZOLO
JUAN CARLOS BARCELLOS MILLA
VÍCTOR LAY BIANCARDI
VÍCTOR BENAVIDES CÁCERES
Consejo Directivo

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ÓSCAR PALACIOS MONCAYO
Director de Geología Regional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Dirección de Sistemas de Información

Primera Edición
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Sistemas de Información, INGEMMET
Lima - Perú
Se terminó de imprimir el 30 de enero del año 2004 en los talleres del INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° 1501302004-0524
Razón Social : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio : Av. Canadá 1470, San Borja - Lima-Perú

Contenido

RESUMEN		1
I	INTRODUCCIÓN	3
II	OBJETIVO	4
III	ALCANCE	4
IV	MÉTODOS	4
V	RESUMEN DE LOS AVANCES ESTRATIGRÁFICOS ENTRE LOS PARALELOS 16° 00' S y 18° 30' S	5
	Paleozoico	5
	Mesozoico	8
	Cenozoico	8
VI	CONCEPTOS ACTUALES SOBRE EL MAGMATISMO EN LA REGIÓN	9
VII	CONCEPTOS ACTUALES SOBRE TECTÓNICA ESTRUCTURAL EN LA REGIÓN	14
VIII	GEOCRONOMETRÍA	17
	Unidades Volcánicas	19
	Neógeno	19
	El problema de la Formación Sencca	19
	El Problema de la Unidad Samanape es parte del evento Tacaza?	22
	Grupo Toquepala	23
	Formación Chocolate	25
	Unidades Intrusivas	25
	Batolito Challaviento	25
	Superunidad Yarabamba	27
	Superunidad Punta Coles	28
	Intrusivos No Asignados al Batolito de la Costa	28
IX	CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE LAS SECUENCIAS VOLCÁNICAS E INTRUSIVAS EN LA REGIÓN	29
	Unidades Volcánicas	29
	Secuencias Jurásico-Cretáceas (Guaneros-Matalaque)	29
	1) Formación Guaneros	29
	2) Formación Matalaque	29
	Secuencias Cretáceas	31
	3) Grupo Toquepala	31
	Elementos Mayoritarios (Harker)	33

Elementos Traza REE	33
4) Secuencia Post-Paleocenas; Tacaza-Huilacollo-Pichu	35
Elementos Traza REE	35
5) Secuencias Post Oligocenas; Moquegua-Huaylillas- Llallahui-Maure y Sencca	38
Elementos Mayoritarios (Harker)	42
Elementos Traza REE y Multielemental LILE / HFSE	42
6) Evento Barroso	45
Elementos Mayoritarios (Harker)	45
REE y Multielemental LILE/HFSE	45
Unidades Intrusivas	46
Elementos Mayoritarios (Harker)	46
REE y Multielemental LILE / HFSE	46
X COMENTARIOS SOBRE EL MAPA DE CONTROL ESTRUCTURAL AEROMAGNÉTICO, CALDERAS Y ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS	52
ANEXO I	55
Nuevas Dataciones en el Sur del Perú (Paralelos 16° - 18° 30' sur)	57
ANEXO II-A	61
Geoquímica de las Muestras Datadas (K-Ar)	63
ANEXO II-B	73
Geoquímica de Muestras sin Dataciones Radiométricas	75
ANEXO III	103
Otras Dataciones realizadas por diferentes Autores	105
ANEXO FOTOGRÁFICO	119
BIBLIOGRAFÍA	133

RESUMEN

El área de estudio está enmarcada dentro de la *Zona Volcánica Central* (ZVC) denominada por THORPE, R. S. y FRANCIS, P. W., 1979; THORPE, R. S., et al., 1982; THORPE, R. S., 1984; LÓPEZ-ESCOBAR, L., 1984 y JAMES, D. E., 1981. Corresponde a un arco magmático producto de una subducción *sin-colisión* con generación de materiales intrusivos y volcánicos calcoalcalinos (Fig. N° 1-2).

Los avances estratigráficos, litodémicos y estructurales para la región, desarrollados durante el año 2000 y el 2001 demuestran los cambios continuos en estos tres parámetros, basados en estudios litoestratigráficos, estructurales, petrográficos, dataciones y geoquímica que han cambiado los conceptos sobre el origen de los materiales ígneos y su desarrollo a través del tiempo. Con las dataciones y la geoquímica se han desarrollado y ampliado los parámetros de posición y evolución magmática de acuerdo a 68 nuevas dataciones radiométricas analizadas y estudiadas por el método de potasio-argón (K-Ar) y también por análisis geoquímicos de elementos mayores y menores, trazas y tierras raras (REE) realizadas en unidades litológicas comprendidas desde el Jurásico hasta el Cuaternario.

Este informe no pretende ser un compendio estratigráfico ni petrográfico de todas las secuencias involucradas, centrándose solamente en los resultados e interpretaciones de los datos geoquímicos que confirman la evolución continua (sistema abierto - cristalización fraccionada) del magmatismo, desde condiciones primitivas (volcanismo Jurásico), hasta materiales más diferenciados (volcanismo Plio-Cuaternario). Igual relación evolutiva se observa en las intrusiones plutónicas desde la Superunidad (S.U.) Punta Coles (Jurásico) hasta los últimos batolitos paleógenos (Challaviento) y neógenos (pórfidos y subvolcánicos no asignados al batolito). Finalmente se tomaron 164 muestras sólo para análisis geoquímicos, mayormente de secuencias neógenas evaluadas e interpretadas en base a los parámetros geoquímicos vigentes (ROLLINSON, H., 1993). En total se analizaron 232 muestras y 11 368 análisis geoquímicos de roca.

I INTRODUCCIÓN

El presente informe es el resultado de los estudios cartográficos realizados por la Dirección de Geología Regional en el año 2000, como parte del programa sistemático de levantamientos geológicos regionales a escala 1:50 000 y 1:100 000 de la Franja N° 1 (16° 00' y 18° 30' Sur) (INGEMMET Mapas Geológicos. 2000).

Durante el estudio se tomaron muestras de diferentes unidades ígneas con la finalidad de datarlas y analizarlas radiométrica y geoquímicamente. Estas muestras fueron analizadas en Chile y Canadá respectivamente en el marco del Proyecto Multinacional Andino (MAP) 1996– 2001 (ZAPPETTINI, E.O. et al., 2001).

El texto, los mapas de rocas ígneas y los controles estructurales con sus interpretaciones preliminares son los principales resultados del presente estudio.

La Fig. N° 3 muestra la ubicación del área estudiada que abarca 31 hojas de la Carta Geológica que en conjunto alcanzan una extensión cercana a 75 000 km². Los rasgos orográficos y estructurales muestran una orientación preferencial NO-SE con unidades sedimentarias e ígneas que abarcan desde el Meso-Proterozoico hasta el Cuaternario. Sus características estratigráficas/litodémicas muestran unidades marinas y continentales con presencia de materiales volcánicos e intrusivos que se han desarrollado desde el Ordovícico-Jurásico hasta el Holoceno y están emplazados en un basamento antiguo y rígido (Complejo Basal de la Costa).

- Las relaciones espaciales (este-oeste) demuestran para el tiempo Jurásico-Cretáceo inferior nuevos conceptos en la configuración cortical y tectónica de la región, es así que el volcanismo Chocolate ha sido asociado con cuerpos subvolcánicos producidos en un ambiente cortical más primitivo y delgado que han evolucionado a magmas más diferenciados (Guaneros) y desarrollaron contaminación por asimilación cortical (Complejo Basal de la Costa) y sedimentos aportantes de la placa subductada (antes Farallón, hoy Nasca) (MARTÍNEZ, W. y ZULOAGA, A., 2002).
- Las características estructurales muestran un avance significativo en los conceptos de bloques transcurrentes transpresivos y transtensivos. Los grandes fallamientos como Incapuquio y Cincha Lluta han desarrollado sistemas móviles complejos desde el Cretáceo superior? y actualmente caracterizado como transpresión sinistral. Asimismo las transurrencias occidentales y orientales paralelas (Apurímac-Maure-Titicaca) desarrollan en conjunto un juego de bloques con movimientos horizontales que se iniciaron con el quiebre y rotación antihorario de la inflexión de Arica (MARTÍNEZ, W., 2003).

II OBJETIVO

El objetivo de esta publicación es presentar una integración de los últimos conocimientos cartográficos e interpretativos disponibles a la fecha, mediante la agrupación de unidades litodémicas y litoestratigráficas basándose en criterios de afinidad temporal geoquímica y petrográfica. Se destacan los rasgos estructurales con dominio actual y su asociación con el emplazamiento del magmatismo por deformación cortical. Asimismo se aspira que sirva de guía para facilitar el desarrollo de ideas y conceptos en exploraciones futuras de empresas y personas interesadas en la prospección minera de la región.

III ALCANCE

Se ha elaborado un Mapa de Rocas Ígneas a escala 1:500 000 que cubre una extensión aproximada de 75 000 km², entre los paralelos 16° 00' S y 18° 30' S. En el mapa se muestra la distribución de las unidades ígneas intrusivas y volcánicas asociadas a secuencias sedimentarias entre el Paleozoico y el Cuaternario. Asimismo se procesó un mapa estructural con sistemas de fallas regionales y estructuras volcánicas (calderas, volcanes y domos). Una capa de anomalías aeromagnéticas de campo total ha sido añadida con el fin de comparar con los datos estructurales de superficie. Se adjunta un informe donde se muestran con mayor detalle los datos obtenidos, su caracterización geoquímica, estructural e interpretaciones preliminares así como los problemas encontrados con las dataciones radiométricas obtenidas en algunos casos posterior al cartografiado geológico de la región.

IV MÉTODOS

El mapa de Rocas Ígneas se compiló sobre la base de los mapas actualizados y revisados entre los paralelos 16° 00'-18° 30' de latitud sur a escalas de 1:50 000 y 1:100 000 respectivamente, reducidos posteriormente a escala 1:500 000; los polígonos fueron reestructurados y agrupados según criterios temporales, litoquímicos y estructurales.

En la base geológica se asignaron colores por rango de edad, una capa con dataciones realizadas por autores anteriores y una capa con nuevas dataciones por K-Ar. También se añadió una capa con los rasgos estructurales obtenidos de observaciones de campo e interpretaciones regionales en imágenes satelitales.

Los datos radiométricos fueron realizados en los laboratorios del Servicio Geológico de Chile (2000) por el método K-Ar y los análisis geoquímicos se realizaron en el Geological Survey of Canadá (GSC), por métodos químicos XRF (elementos mayores) e ICP-MS (elementos menores y traza incluidas tierras raras), para factores en partes por millón (ppm).

Se han realizado 68 nuevas dataciones radiométricas y 11 368 análisis geoquímicos de muestras intrusivas y volcánicas. En el Anexo I se presentan los datos radiométricos y geoquímicos por unidades litoestratigráficas, incluyendo el código de identificación, coordenadas, N° de hoja y tipo de roca que se analizó. La codificación de las nuevas dataciones (1-68), se muestra en el Anexo I (para consultas más específicas). Los análisis geoquímicos de elementos mayores, menores y trazas, incluidos tierras raras (REE) realizados en las muestras datadas se muestran en el anexo II-A. En el Anexo II-B se muestran los análisis realizados en 164 unidades de rocas entre el Jurásico y Neógeno, el Anexo III muestra una relación de dataciones radiométricas efectuadas por diversos autores, el Anexo IV es un catálogo fotográfico de las principales unidades ígneas y los principales estratotipos y litodemos de la región.

V RESUMEN DE LOS AVANCES ESTRATIGRÁFICOS ENTRE LOS PARALELOS 16° 00' S y 18° 30' S

Paleozoico

- a) Se ha establecido la presencia del Grupo Cabanillas del Devónico en el valle del río Tambo, en la carretera Tacna-Tarata, asimismo en el valle del río Majes (Formación Torán).
 - En el paraje Fiscal-Cocachacra se reconoció al Grupo Cabanillas antes conocido como Grupo Yamayo, basándose en braquiópodos (CHACALTANA, C. et al., 2002).
 - En el paraje Palquilla-cerro Machani se ha establecido la presencia del Grupo Cabanillas (antes Formación Machani) basándose en fósiles y litoestratigrafías similares.
- b) El Grupo Ambo fue reconocido en la carretera Tacna-Palca, basándose en plantas fósiles asociadas al Carbonífero halladas en la zona de Mal Paso. (PINO, A. et al., 2002)
- c) La presencia de secuencias Ordovícicas en el Altiplano han sido demostradas al oeste de la ciudad de Ayaviri (Puno) basándose en Graptolites del Arenigiano – Llanvirniano. (CERRÓN, F. y CHACALTANA, C., 2002).
- d) El batolito de Mejía de edad Ordovícica, ha sido cartografiado en el sector este de Punta de Bombón y caracterizado geoquímicamente.
- e) Falta comprobar si el «granito rojo» que aflora entre El Fiscal y las pampas de Clemesí está asociado al Paleozoico

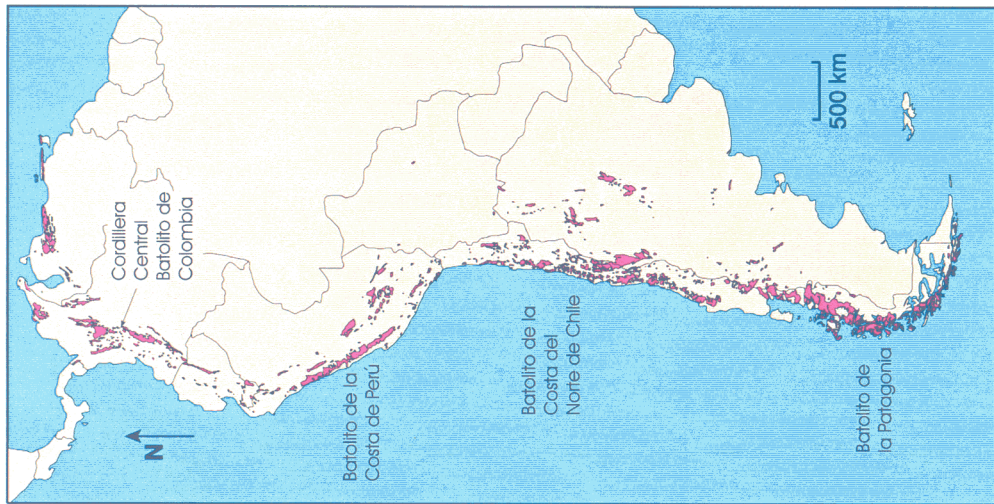


Fig. N° 2 El Batolito de la Costa, abarca desde Venezuela hasta la Patagonia (Chile/Argentina). Es un batolito múltiple y compuesto emplazado en el borde continental producto de la subducción de la Placa Nasca, aunque existe plutonismo en las cuencas de trasarco (backarc) pero ligado mayormente a magmatismo paleozoico y producidos en un ambiente de rift. Esta faja orogénica también es conocida como una "Cordillera Magmática". Winter 2001

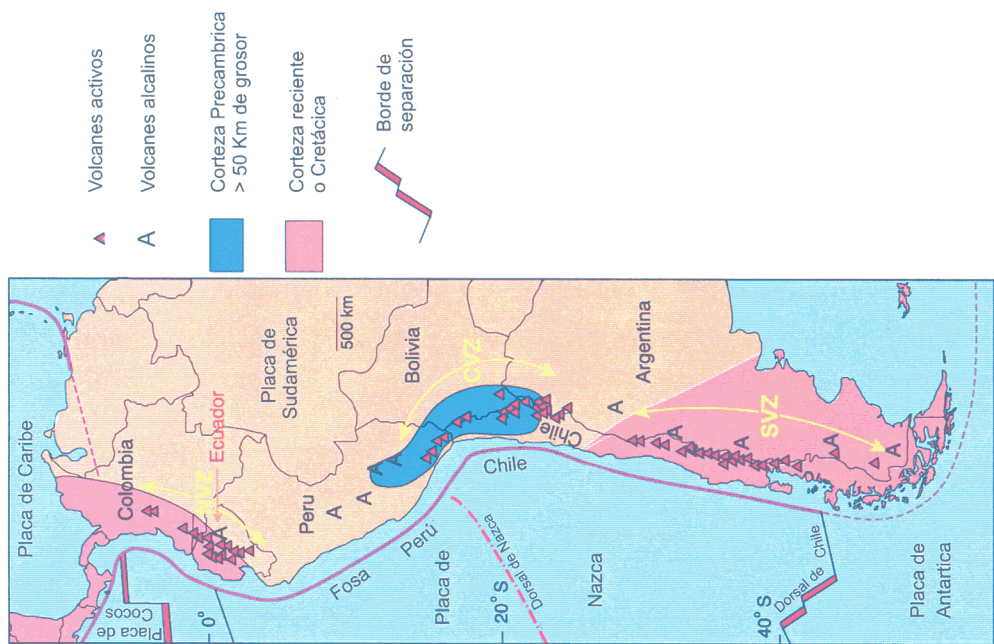
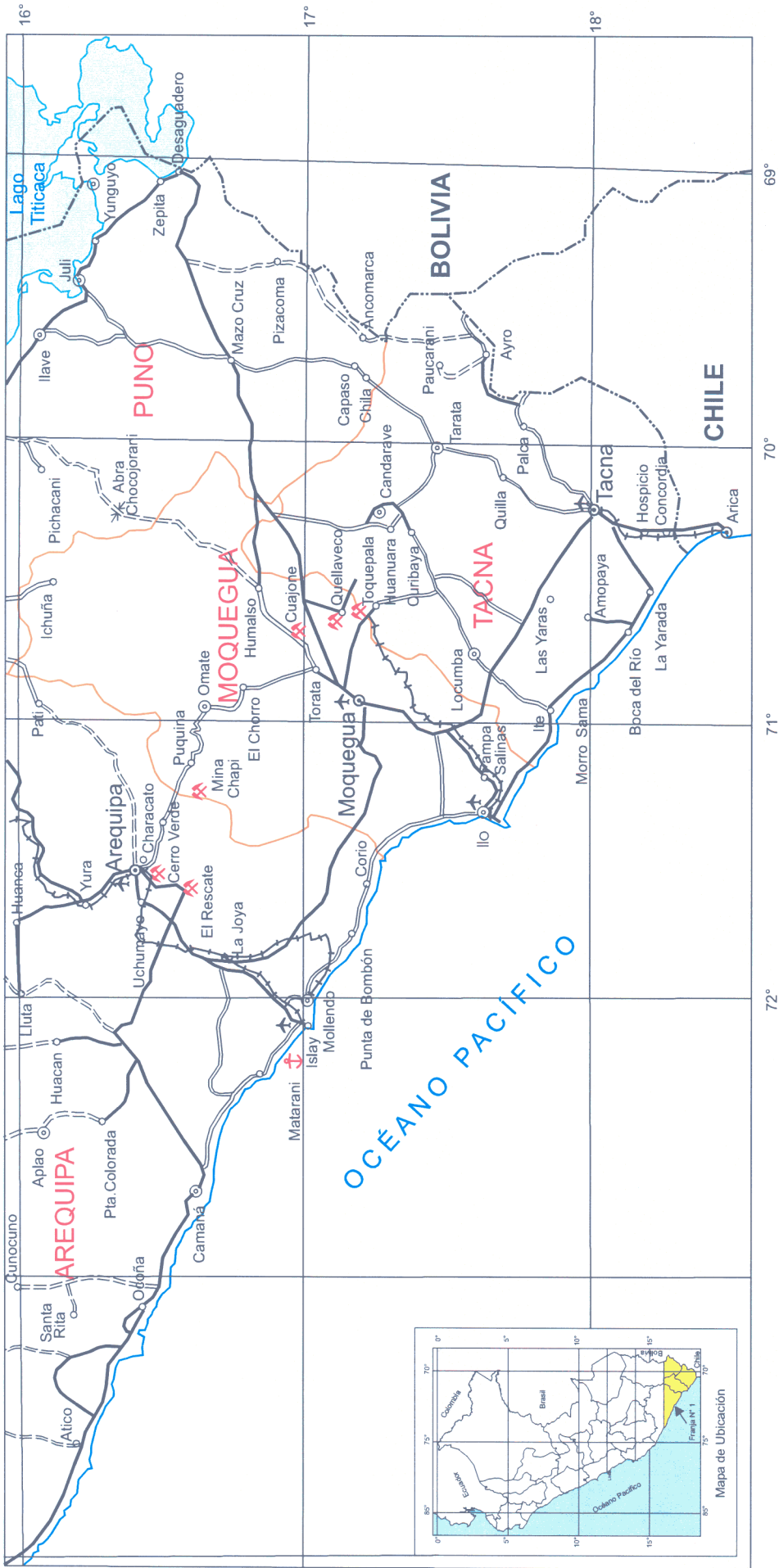


Fig. N° 1 Ubicación del magmatismo y tectónica en sudamérica, el Perú pertenece a la Zona Volcánica Central (CVZ) caracterizada por un magmatismo calco-alcalino e intermedio entre la NVZ y la SVZ (materiales más primitivos). Tomado de Thorpe et al, 1984



Leyenda

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Trocha carrozable
- Línea férrea
- Límite departamental
- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Ciudades importantes
- Puertos principales
- Ubicación de minas
- Aeropuertos

Mapa de ubicación y acceso de la Franja N° 1



Escala 1: 1'000,000

Fig. N° 3

Mesozoico

- a) En muchos sectores se ha logrado subdividir al Grupo Yura, Formación Guaneros y Grupo Toquepala, además se registran unidades diferenciadas en Ichuña, Ayavacas, Vilquechico, Muñani, Pizacoma, Mazocruz e llave.
- b) Se estableció la presencia de calizas del Jurásico inferior en las quebradas de la Capilla, Chapi y en los valles de los ríos Tambo y Majes.
- c) Se uniformizó a la Formación Junerata como Formación Chocolate en la hoja de Palca basándose en fósiles y litoestratigrafía similares a los afloramientos de la Faja Costanera.
- d) Se actualizó y diferenció al Grupo Toquepala en varias unidades litoestratigráficas en las hojas de Puquina-Moquegua-Tarata y Palca
- e) Se diferenció parte de la Formación Guaneros de la unidad Toquepala en el extremo SE de la Joya y centro-norte de Clemesí
- f) Se diferenció a la Formación Guaneros (Faja Costanera) en las hojas de Clemesí y la Yarada, en dos secuencias: inferior sedimentaria-marina y superior volcánica (efusivas/explosivas) de posible ambiente continental
- g) La unidad Matalaque (Cretáceo inferior) fue reconocida al sur de su localidad tipo: Ichuña/Omate, en los sectores de Moquegua-Tarata y Palca. Preliminarmente ha sido caracterizada geoquímicamente.

Cenozoico

Se diferenció litoestratigráficamente las variaciones laterales y verticales de las unidades cenozoicas (grupos Tacaza y Barroso, formaciones diacrónicas Maure y Capillune).

- a) Parte del Grupo Toquepala superior (Formación Samanape) aún ha sido incluida dentro de este grupo, siendo posible que parte de las secuencias superiores sean más compatibles geoquímicamente con el Grupo Tacaza
- b) El Grupo Tacaza occidental aún presenta problemas estratigráficos; falta uniformizar las unidades Tacaza-Huilacollo, Samanape y Pichu si son parte del mismo evento tomado como base las dataciones radiométricas y la caracterización geoquímica.
- c) Las facies continentales del Oligoceno-Mioceno conocidas como Formación Sotillo (Arequipa) han sido uniformizadas hacia el sur (Omate-Moquegua-Pachía-La Clemesí) por su similitud litoestratigráfica, prescindiendo del término «Formación Moquegua inferior». Se establece como Formación Moquegua a la facies de areniscas y conglomerados continentales asociado a la actividad tectónica del sistema de fallas Incapuquio.

- d) El evento Barroso fue diferenciado como estructuras individuales por sus características morfoestructurales

Comentario.- La revisión de los rasgos geológicos ha permitido establecer un cambio lateral de facies (sedimentarias/volcánicas) en unidades cenozoicas y en secuencias sedimentarias de ambiente marino (formaciones Pisco y Camaná), en la Faja Costanera y Continental (formaciones Sotillo y Moquegua) depositadas desde el Paleógeno al Eoceno. Asimismo, los estudios y revisión han permitido «Simplificar la Nomenclatura» comparadas con las unidades litoestratigráficas usadas en el pasado, facilitando la comunicación entre geólogos (véase tabla adjunta)

Autor/Año	Nombre dado/Edad	Uniformizado/Edad	Autor/Año
Bellido E. y Guevara C./1963	Grupo Yamayo/Triásico-Jurásico	Grupo Cabanillas/Devónico	Sánchez, A. y Rosell, W./2000
Wilson, J. y García, W./1962	Formación Machani/Triásico sup.	Grupo Cabanillas/Devónico	Monge, R. y Cervantes, J./2000
De La Cruz, N./1993	Secuencias neógenas	Grupo San José/Ordovícico	Cerrón, F. y Chacaltana, C./2000
Wilson, J. y García, W./1962	Formación Junerata/Triásico-Liásico	Formación Chocolate/Jurásico inferior	Monge, R. y Cervantes, J./2000
Marocco, R. y Del Pino, M./1966	Volcánico Matalaque/Aptiano-Albiano	Formación Matalaque/Cretáceo inferior	Lipa, V., Quispesivana, L., Martínez, W. y Monge, R./2000
Bellido, E. y Guevara, C./1963	Formación Toquepala/Cretáceo-Terciario	Grupo Toquepala cuatro formaciones/Cretáceo-Paleógeno	Martínez, W. y Zuloaga, A./2000
Jenks, W. F./1948	Formación Sotillo/Mioceno	Formación Sotillo/Eocena-Oligocena	Sánchez, A. y Rosell, W./2000
Adams/1906	Formación Moquegua/Terciario	Formación Moquegua/Oligocena?-Miocena	Martínez, W. y Zuloaga, A./2000
Marocco, R. et al./1985	Grupo Moquegua inferior	Formación Sotillo	Martínez, W. y Zuloaga, A./2000
Marocco, R. et al./1985	Grupo Moquegua superior	Formación Moquegua, miembros 1-2/Oligocena?/Miocena	Martínez, W. y Zuloaga, A./2000
Vargas, L./1969	Formación Millo/Plioceno	Formación Millo/Mioceno superior-Plioceno	Sánchez, A. y Rosell, W., Martínez, W. y Zuloaga, A., Monge, R. y Cervantes, J./2000

VI CONCEPTOS ACTUALES SOBRE EL MAGMATISMO EN LA REGIÓN

La evolución magmática en la zona de estudio es bastante compleja, porque interactúan elementos tectónicos globales y magmatismo asociado con distorsiones de la corteza litosférica. Los trabajos iniciales sobre productos magmáticos y su relación con la tectónica «tipo Andes» fueron estudiados por muchos autores (ISACKS, B.; OLIVER, J. & SYKES, L. R., 1968; DEWEY, J. F. & BIRD, J. M., 1970; MITCHELL, A. H. & READING, H. G., 1969) y recién en la década del 70 se entendieron los parámetros

que controlaban la producción de materiales volcánicos e intrusivos en las cadenas Orogénicas.

Los modelos cuantitativos de contaminación cortical se plantearon en la década del 80 en estudios del sur del Perú (JAMES, D. E., 1981-1984) donde se muestran las variaciones sistemáticas de cocientes isotópicos de *O*, *Sr*, *Nd* y *Pb* así como elementos traza en secuencias modernas, dando a conocer los primeros resultados sobre *Contaminación, Cristalización Fraccionada y Composición de los Magmas*. Para las secuencias mesozoicas (Formación Chocolate y Grupo Toquepala), se estudiaron basándose en los elementos traza y en análisis de isótopos de *Nd* y *Sr* que diferencian dos eventos (BOILY, M. et al., 1984-1990) concluyendo que los volcánicos Jurásicos son afines a un arco volcánico de margen Continental. Igual relación se encontró para el Grupo Toquepala, con alta variación en sus ratios de elementos menores y traza. Una objeción a dicho estudio indica que las muestras obtenidas en el Grupo Toquepala al parecer se recolectaron al oriente de los yacimientos cupríferos de lo que hoy sería parte de las formaciones Quellaveco y Samanape cuyos estudios actuales (geoquímicos /radio-métricos) lo llevan a una posición equivalente al «evento Tacaza» (MARTÍNEZ, W., y ZULOAGA, A. D., 2002)

En la década del 90 (BOILY, M. et al., 1983) amplían los estudios sobre las caracterizaciones geoquímicas e isotópicas en secuencias pre y post oligocénicas en el sur del Perú abarcando estudios desde el Cretáceo superior (Grupo Toquepala), Grupo Tacaza, formaciones Huaylillas, Sencca, Capillune y Sillapaca, sobre la base de estudios de *Nd*_i y *Sr*_i y la aplicación de proporciones de *La/Yb*_N y *Th/U*, sugiriendo que para las secuencias preoligocénicas (Grupo Toquepala) existía *eNd*_i (+ 0,6 a +5,3) y valores negativos de *eSr*_i (-7 a +8), *La/Yb*_N (2 a 15) y bajas *Th/U* (0,1 a 4,2), totalmente contrario a las secuencias post oligocénicas (Tacaza – Huaylillas – Sencca – Capillune – Sillapaca); *La/Yb*_N (9 a 34) y *Th/U* (3 a 8), *eNd*_i negativo (-0,9 a -12,0) y valores positivos de *eSr*_i (+13 a +64). Estos datos evidencian preliminarmente poca contaminación de las secuencias preoligocénicas en una corteza «poco engrosada y con poca contaminación cortical», a diferencia de las secuencias post-oligocénicas con «fuerte contaminación y engrosamiento cortical» entre los 30 y 40 Ma. Los datos son insuficientes para el Grupo Toquepala, falta estudiar toda la secuencia estratigráfica ya que parte de las muestras para isótopos obtenidas (BOILY, M.; BROOKS, C. & JAMES, D. E., 1984) fueron obtenidas en sus secuencias superiores (posiblemente formaciones Quellaveco ó Samanape).

Por otro lado los eventos plutónicos fueron estudiados por la misión inglesa (PITCHER, W. S., 1985; BECKINSALE, R. D. et al., 1985; MUKASA, S. B. & TILTON, G. R., 1985; ATHERTON, M. P. & SANDERSON, L. M., 1985), resolviendo muchos problemas relacionados con el modo de emplazamiento y caracterización geoquímica y mineralógica. El resultado de estos estudios fue la presentación del primer mapa de rocas ígneas «occidentales» del sur, centro y norte del país. El cartografiado ha sido actualizado en muchos aspectos: Tiene mayores datos geoquímicos para las volcanitas cretáceas y división de las mismas, diferenciación de las superunidades Ilo, Punta

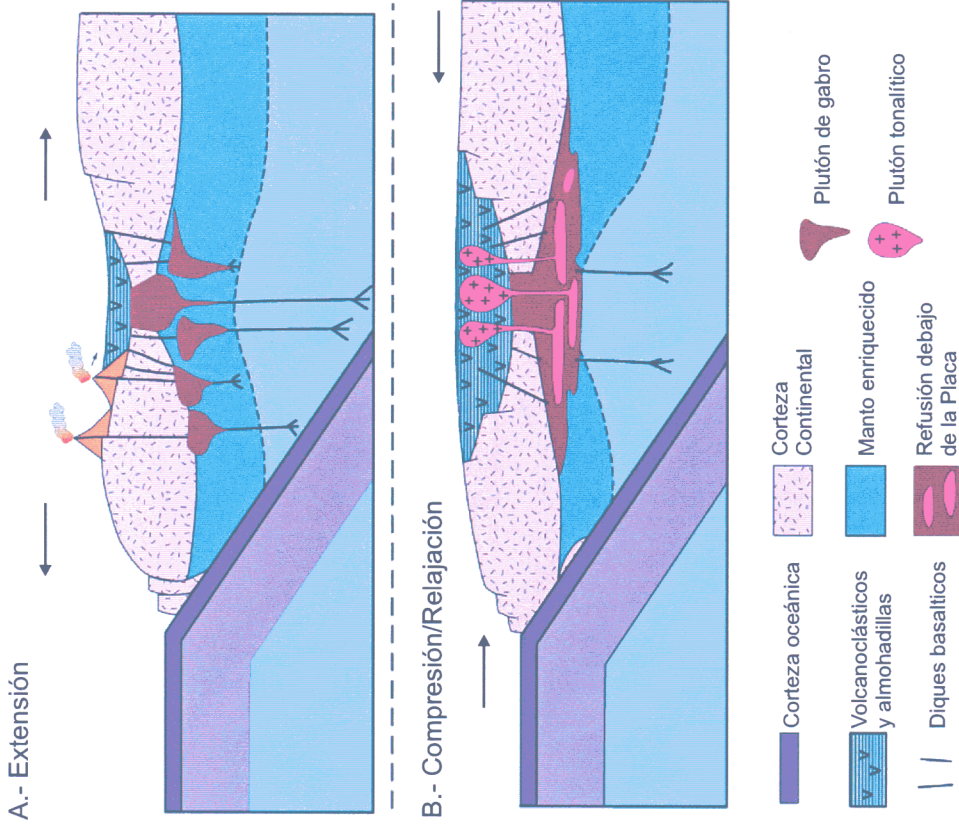


Fig. N° 4 Para el batolito de composición granodiorítica y tonalítica su origen está basado en la "refusión" de los gabros parentales (Unidades tempranas, Patap y Pisco) por efecto de la interacción de la gradiente geotérmica mantélica durante el inicio mayor de la convergencia Jurásica. Se supone que para este tiempo la inclinación de la placa que ha sufrido subducción es comparativamente igual a su contemporánea en Japón, prácticamente vertical produciendo la participación activa de la cuña astenosférica. Tomado de Winter, 2001, después de Cobbing y Pitcher, 1983

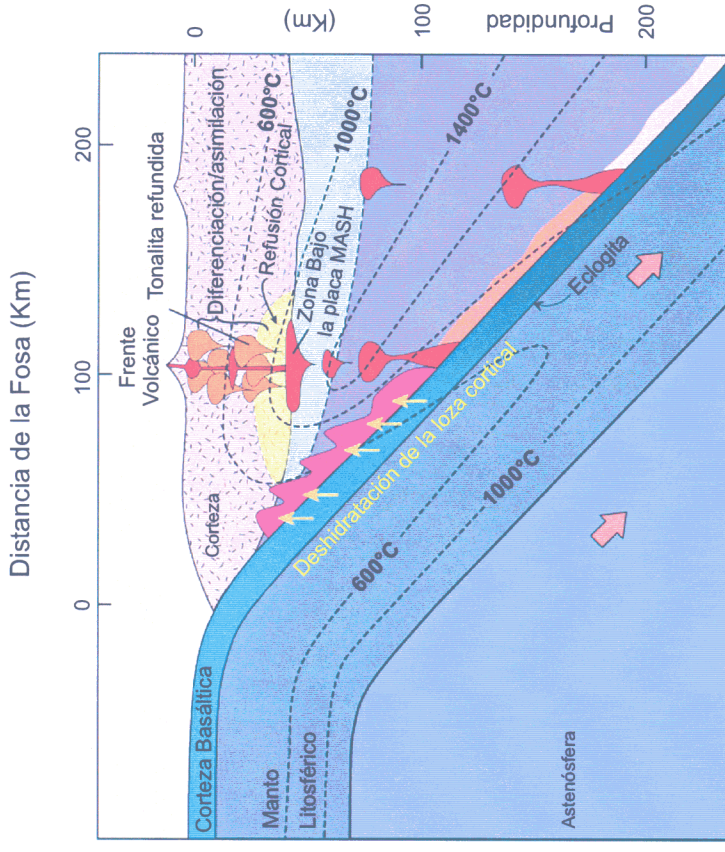
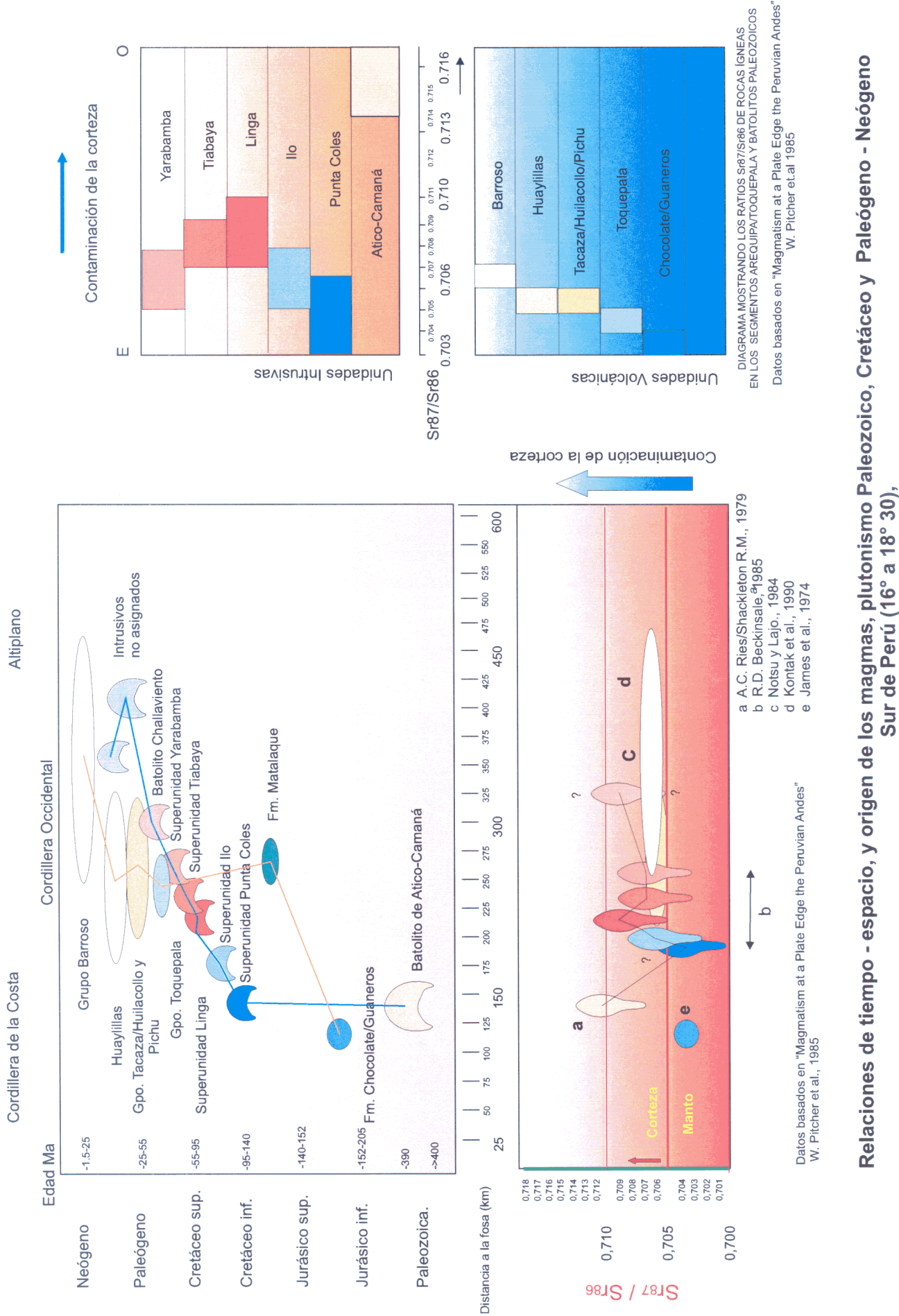


Fig. N° 5 El esquema muestra el margen continental activa que puede ser adaptada para los Andes. Se muestra la deshidratación de la placa subductada, hidratación y fusión de la cuña del manto heterogénea. Los procesos MASH pueden ocurrir bajo estas condiciones, así como la cristalización del material bajo la corteza. La refusión de estos materiales pueden producir magmas tonalíticos/granodioríticos y una posible zona de anatexis de la corteza. Los magmas atraviesan la corteza continental diferenciándose y/o pueden asimilar la corteza continental. Las confirmaciones isotópica y geoquímicas (REE) refuerzan estas ideas. Tomado de Winter 2001.



Relaciones de tiempo - espacio, y origen de los magmas, plutonismo Paleozoico, Cretáceo y Paleógeno y Neógeno Sur de Perú (16° a 18° 30'),

Coles, Tiabaya y Yarabamba. Estudios más recientes (ATHERTON, M. P., 1990) hacen una crítica de la evolución del Batolito de la Costa peruana, planteándose dos alternativas; El batolito es producto de un rápido reciclamiento o nueva corteza originada a partir de un rift continental?. Según las ideas actuales, a partir de trabajos relacionados al metamorfismo-volcanismo y su entorno de Evolución Andina (AGUIRRE, L.; LEVI, B. & NYSTROM, J. O., 1989) el batolito es producto de una cuenca volcánica-metamorfismo (termalismo), extensión, subsidencia y fracturamiento.

A partir de la refusión de gabros tempranos se origina la mayor cantidad de tonalitas y granodioritas que conforman mayormente el Batolito Andino (COOBING, E. J. & PITCHER W. S., 1983) (ver Fig. N° 4). La fuente de los magmas andinos está en constante estudio sobre la base de la petrografía y geoquímica diferenciándose dos tipos: *Un sistema cerrado (cristalización fraccional)* y *uno abierto (contaminación)*, donde los basaltos pasan directamente a dacitas sin incremento de Sr_i o caso contrario a través de un aumento progresivo del Sr_i por asimilación y contaminación. Estas tendencias pueden ser analizadas en la relación Sr^{87}/Sr^{86} vs SiO_2 (DAVIDSON, J. P.; HARMON, R. S.; WORNER, G., 1991). Estos trabajos fueron proyectados para abarcar el origen del magmatismo sólo en secuencias modernas con el inconveniente de no enfocar gran parte del Cretáceo y Jurásico. Los dos últimos sistemas son los que menor datos geoquímicos y radiométricos tienen. Las pocas obras que lo han tratado (BOILY, M., BROOKS, C. & JAMES D. E., 1984; ROMEUF, et al., 1995) llegan a la conclusión que son rocas calcoalcalinas ricas en K y Zr que podrían ser explicadas en grados diferentes de fusión parcial o por diferencias en el grosor cortical. Los datos preliminares a la fecha indican el «inicio» de la subducción en forma oblicua en dirección NO a SE.

Actualmente el modelo conceptual sobre el marco tectónico de subducción para un arco magmático esta asociado a los siguientes factores:

- *Inclinación y velocidad de la placa*
- *Cuña astenosférica*
- *Volátiles*
- *Expansión del fondo atlántico*
- *Factor adiabático*

Todos estos factores conducen a la *fusión parcial* de la corteza, (ATHERTON, M.P., 1993) cree actualmente que existe una zona bajo la placa (underplate) sometida a empobrecimiento químico y que «pedazos» de la placa en subducción se acrecientan (para formar corteza) en la base cortical. Este proceso es conocido como «MASH» (*Magma, Asimilación, Segregación y Homogenización*), que sigue verticalmente por segregación una zona donde se producen fenómenos AFC – MAGIC (*Migración, Ascenso, Adiabático, Magma nuevo Interacción y Cristalización*) y ACID (*Asimilación, Cristalización, Interacción fluidos y Diferenciación*)(ver Fig. N° 5).

Las unidades involucradas en el área de estudio están compuestas por siete batolitos y unidades no datadas, además de seis eventos volcánicos diferenciados en el tiempo y espacio, entre los 400 a 1 Ma, y de 100 a 425 km de la fosa respectivamente (Fig.N° 6).

La aplicación de los elementos traza en la petrogénesis de los granitos ha evolucionado desde la década del 70 (HANSON, G. N., 1978) a sistemas basálticos y se demostró el valioso apoyo de las REE en materiales graníticos. Nuevas ideas sobre el magmatismo del granito resuelven en gran medida el problema del espacio, modo de emplazamiento y el origen del mismo (ATHERTON, M. P., 1993; PETFORD et al., 2000) como un proceso rápido y dinámico a escalas de tiempo > 100 000 años. El engrosamiento cortical puede ser deducido de las relaciones geoquímicas en elementos traza e isótopos (TARNEY, J. & JONES, C. E., 1994), para el Perú puede ser aplicado desde las secuencias más antiguas, en el modelamiento tectónico de subducción a partir del Jurásico (Chocolate/Guaneros) hasta el moderno arco volcánico (evento Barroso). Los cuerpos intrusivos aflorantes en la región, de acuerdo al modo de emplazamiento y distribución están siendo estudiados desde el punto de vista estratigráfico, a manera de grandes «*placolitos*» con base y techo. La mayoría de estas unidades están emplazadas dentro de las unidades estratigráficas metamorfolizando los niveles inferiores y superiores de la unidad intruida (batolitos de Challaviento, No datados, Yarabamba), se encuentran asociados fuertemente a sistemas de debilidad tectónica de carácter litosférico que pueden ser explicados por el sistema de fallas transpresivas de Cincha-Lluta-Incapuquio que funcionan al parecer desde tiempos jurásicos.

VII CONCEPTOS ACTUALES SOBRE TECTÓNICA ESTRUCTURAL EN LA REGIÓN

La tectónica en la región está vinculada a la interacción de las placas de Nasca y Pacífica. El principio para la gran producción de magmatismo y el marco tectónico mesozoico a escala global ocurre con la apertura Atlántica (135 Ma) con la imposición de un régimen subductivo para el Perú tipo *sin-colisión*. Para el Jurásico inferior se piensa que interactuaron oblicuamente manteniéndose la idea de un juego de placas denominadas Farallón y Phoenix que actuaron en forma oblicua al borde continental (ROMEUF, et al., 1995). En el Paleozoico el magmatismo está representado por el batolito Atico-Camaná, continúa el dilema de si estos materiales son producto de un arco continental o rift continental (MUKASA, S. B. & HENRY, D. J., 1990), actualmente se está relacionando más a arcos volcánicos y clasificados como intrusiones tardías (calcoalcalinas) post colisión. Los estudios de $Zr - Hf - Ta$ y discriminantes como $Ta - Nb$, para estas unidades paleozoicas se denota un *régimen tectónico de subducción incipiente* con plutonismo y volcanismo asociado (ALEMAN, A. M. & LEÓN, W., 2002), producto del cierre de cuencas extensivas. Lo que no queda claro es la colisión y acreción de terrenos exóticos para la zona norte del Perú como los

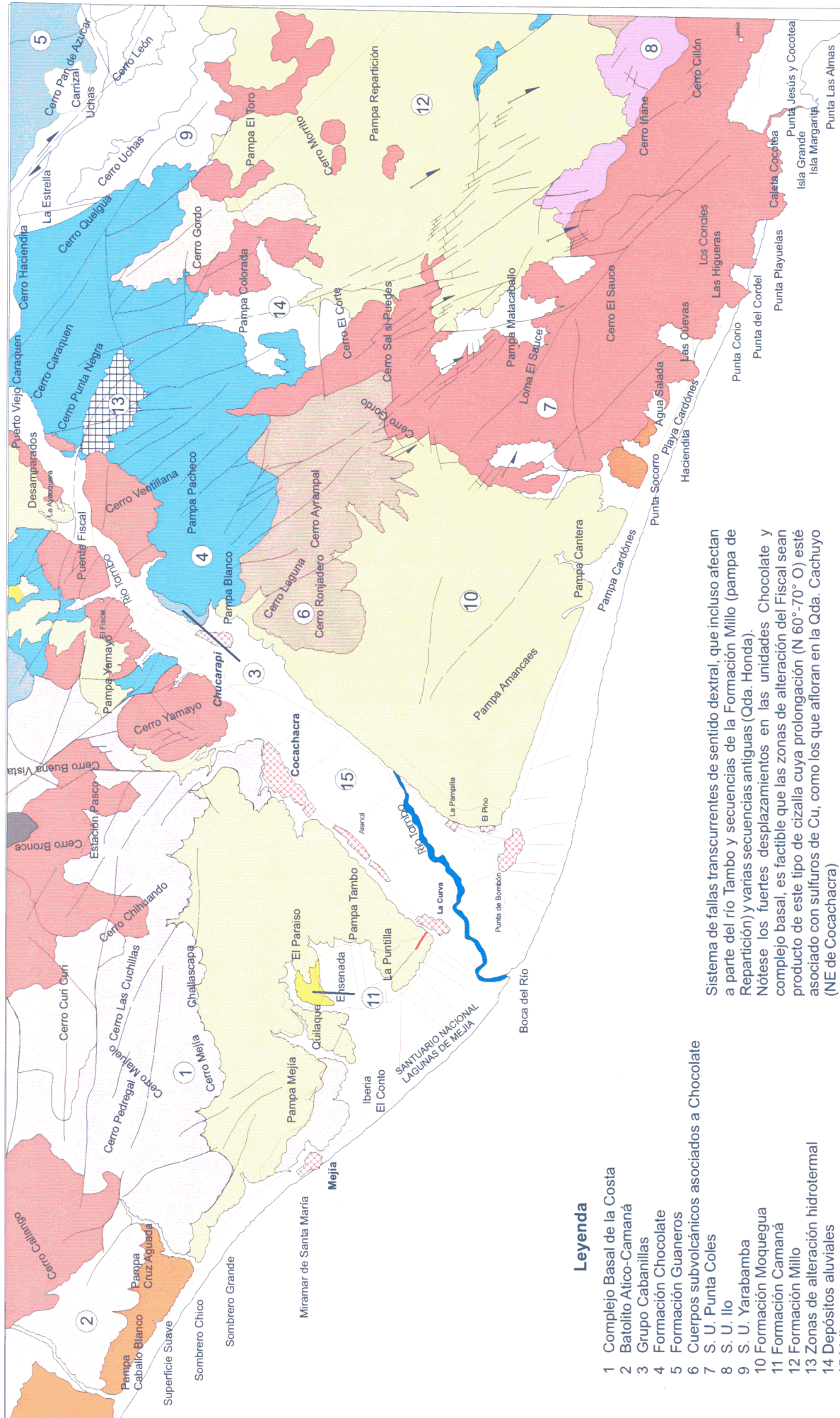
Las unidades involucradas en el área de estudio están compuestas por siete batolitos y unidades no datadas, además de seis eventos volcánicos diferenciados en el tiempo y espacio, entre los 400 a 1 Ma, y de 100 a 425 km de la fosa respectivamente (Fig.Nº 6).

La aplicación de los elementos traza en la petrogénesis de los granitos ha evolucionado desde la década del 70 (HANSON, G. N., 1978) a sistemas basálticos y se demostró el valioso apoyo de las REE en materiales graníticos. Nuevas ideas sobre el magmatismo del granito resuelven en gran medida el problema del espacio, modo de emplazamiento y el origen del mismo (ATHERTON, M. P., 1993; PETFORD et al., 2000) como un proceso rápido y dinámico a escalas de tiempo > 100 000 años. El engrosamiento cortical puede ser deducido de las relaciones geoquímicas en elementos traza e isótopos (TARNEY, J. & JONES, C. E., 1994), para el Perú puede ser aplicado desde las secuencias más antiguas, en el modelamiento tectónico de subducción a partir del Jurásico (Chocolate/Guaneros) hasta el moderno arco volcánico (evento Barroso). Los cuerpos intrusivos aflorantes en la región, de acuerdo al modo de emplazamiento y distribución están siendo estudiados desde el punto de vista estratigráfico, a manera de grandes «*placolitos*» con base y techo. La mayoría de estas unidades están emplazadas dentro de las unidades estratigráficas metamorfolizando los niveles inferiores y superiores de la unidad intruida (batolitos de Challaviento, No datados, Yarabamba), se encuentran asociados fuertemente a sistemas de debilidad tectónica de carácter litosférico que pueden ser explicados por el sistema de fallas transpresivas de Cincha-Lluta-Incapuquio que funcionan al parecer desde tiempos jurásicos.

VII CONCEPTOS ACTUALES SOBRE TECTÓNICA ESTRUCTURAL EN LA REGIÓN

La tectónica en la región está vinculada a la interacción de las placas de Nasca y Pacífica. El principio para la gran producción de magmatismo y el marco tectónico mesozoico a escala global ocurre con la apertura Atlántica (135 Ma) con la imposición de un régimen subductivo para el Perú tipo *sin-colisión*. Para el Jurásico inferior se piensa que interactuaron oblicuamente manteniéndose la idea de un juego de placas denominadas Farallón y Phoenix que actuaron en forma oblicua al borde continental (ROMEUF, et al., 1995). En el Paleozoico el magmatismo está representado por el batolito Atico-Camaná, continúa el dilema de si estos materiales son producto de un arco continental o rift continental (MUKASA, S. B. & HENRY, D. J., 1990), actualmente se está relacionando más a arcos volcánicos y clasificados como intrusiones tardías (calcoalcalinas) post colisión. Los estudios de *Zr - Hf - Ta* y discriminantes como *Ta - Nb*, para estas unidades paleozoicas se denota un *régimen tectónico de subducción incipiente* con plutonismo y volcanismo asociado (ALEMAN, A. M. & LEÓN, W., 2002), producto del cierre de cuencas extensivas. Lo que no queda claro es la colisión y acreción de terrenos exóticos para la zona norte del Perú como los

Punta de Bombón



Leyenda

- 1 Complejo Basal de la Costa
- 2 Batolito Atico-Camaná
- 3 Grupo Cabanillas
- 4 Formación Chocolate
- 5 Formación Guaneros
- 6 Cuerpos subvolcánicos asociados a Chocolate
- 7 S. U. Punta Coles
- 8 S. U. Ilo
- 9 S. U. Yarabamba
- 10 Formación Moquegua
- 11 Formación Camaná
- 12 Formación Millo
- 13 Zonas de alteración hidrotermal
- 14 Depósitos aluviales
- 15 Valles

Sistema de fallas transcurren de sentido dextral, que incluso afectan a parte del río Tambo y secuencias de la Formación Millo (pampa de Reparación) y varias secuencias antiguas (Qda. Honda). Nótese los fuertes desplazamientos en las unidades Chocolate y complejo basal, es factible que las zonas de alteración del Fiscal sean producto de este tipo de cizalla cuya prolongación (N 60°-70° O) esté asociado con sulfuros de Cu, como los que afloran en la Qda. Cachucho (NE de Cocachacra)

Base geológica actualizada del proyecto "Arcos Magmáticos del Sur de Perú - Paralelos 16 a 18° 30' Sur" Año 2003

postulados para los Amotapes?. En la región la configuración estructural no está estudiada en forma regional, existen trabajos específicos especialmente enmarcados en el dominio de los yacimientos cupríferos de Cuajone, Quellaveco y Toquepala, donde los geólogos han estudiado los sistemas de fallas Incapuquio de carácter transcurrente sinistral¹. Rotaciones paleomagnéticas en el sur del Perú, inflexión de Arica y norte de Chile (ROPERCH, P. et al., 2002), muestran que estas rotaciones tectónicas ocurren en el Oligoceno/Mioceno (30-25 Ma), son del orden de 30° a 45°, no encontrándose deformación en la misma inflexión producto de una estructura oroclinal no simétrica, específicamente para el Perú la rotación en el Mioceno es horaria y de 15°. Los estilos estructurales actuales son de tipo transcurrente (HUSSON, L., JACAY, J., SEMPERE, T., 2002., JACAY, J., SEMPERE, T., HUSSON, L. PINO, A., 2002); LEÓN, W. & ALEMAN, A., 2002), con grandes bloques que se trasladan horizontalmente con dirección N 120° E y corresponden a los accidentes Incapuquio, Maure y Titicaca. El primero tiene una componente transpresiva – sinistral, asociada a bloques fallados inversamente de bajo ángulo (río Ilabaya, carretera Torata – Cuajone). Una tercera componente asociada a régimen gravitatorio es responsable del origen de la cuenca Moquegua.

Los sistemas de transcurrencia tanto dextral como sinistral afectan incluso a secuencias pliocena - cuaternarias, como las observadas en Punta de Bombón, donde la Formación Millo y sedimentos inconsolidados aluvionales se encuentran afectados por desplazamientos horizontales de carácter dextral, incluso el río Tambo parece estar desplazado en dirección SE (Fig. N° 7). Iguales anomalías de desgarre se prolongan en los sectores de Ilo-La Yarada.

Estos sistemas transcurrentes tienen que haber contribuido en el emplazamiento del magmatismo Jurásico preservado en la Faja Costanera (S.U. Punta Coles/Ilo) así como en el Cretáceo (S.U. Yarabamba). Los resultados preliminares de elementos traza confirman un marco tectónico de subducción (ROMEUF, et al., 1995), con generación de un complejo batolítico y volcánico.

Desde el punto de vista geofísico las relaciones magmatismo/velocidad de subducción/inclinación de la placa e interacción de la astenósfera han sido estudiadas por investigadores, que ponen énfasis en la fluidez del plano, hidratación de la corteza continental y el flujo astenosférico con énfasis al Cenozoico (JAMES, D & SACKS, S. 1999). Por otro lado las variaciones en los planos de buzamientos de las placas subductantes con liberación sísmica están asociadas a volcanismo superficial. Para el sur del Perú la inclinación es de 16° y velocidad de 82 mm/año (CHEN, P. F., BINA, C. R. & OKAL, E. A., 2001)

La Dorsal de Nasca al parecer juega un rol importante en la configuración morfoestructural de la Cordillera Central. Se piensa que ésta migró desde el este y que parte de la dorsal ya ha sido asimilada bajo el continente (LEÓN, W. & ALEMAN, A., 2002; SOLER, P., 1991), en estudios actuales basándose en el tiempo geomagnético (anomalías) y paleontología (foraminíferos) del *Ocean Drilling Program*

(ODP) (HAMPEL, A., 2002), sugieren que la Dorsal de Nasca tuvo una migración «lateral» y paralelo al margen andino con decrecimiento de la velocidad de convergencia de 75 mm/a (10,8 Ma) a 43 mm/a (4,9 Ma al presente). La velocidad de convergencia, la inclinación de la placa que subduce, y la sismicidad son responsables de los diferentes episodios volcánicos en la parte central y sur del Perú con una inclinación de la Placa de Nasca entre 8° y 16° respectivamente. Otros estudios que involucran una velocidad actual de 82 mm/a están en contraposición con los estudios de otros autores (comparar CHEN, P. F. et al., 2001 y HAMPEL, A., 2002). Asimismo la actual dirección de convergencia de la Placa de Nasca (N 78°) está directamente relacionada a las fallas transcurrentes continentales que se encuentran fuertemente relacionadas a los arcos magmáticos con Au-Cu, producto de un sistema de convergencia oblicua y que algunos autores sugieren que este tipo de marco promueve la formación o no de sistemas porfíricos de Cu-Au con baja o alta sulfuración (CORBETT, G. & LEACH, T., 1998)

VIII GEOCRONOMETRÍA

Entre los paralelos 16° y 18° sur se realizaron 68 nuevas dataciones radiométricas por K-Ar, en rocas desde el Jurásico hasta el Cuaternario confirmando o revaluando temporalmente las posiciones estratigráficas de las formaciones rocosas. Cabe recalcar que todas los datos aquí presentados se obtuvieron después del cartografiado geológico en el marco de las actualizaciones y revisiones de la Franja N° I, por esta razón varias unidades tendrán que ser revaluadas de acuerdo a sus características petrográficas, geoquímicas y radiométricas (ver anexo N° I). Las unidades volcánicas han sido tratadas como eventos desde el Jurásico hasta el Neógeno por la complejidad de las unidades litoestratigráficas involucradas en una misma serie (Fig. N° 8).

En la carta tecto-magmática puede observarse el fuerte control estructural de las fallas transcurrentes de carácter litosférico que funcionaron posiblemente desde tiempos precretáceos influyendo en la distribución de las secuencias volcánicas y plutónicas. Las S.U. Ilo y Punta Coles se emplazaron en un sistema de cizalla dextral similar a los batolitos de Yarabamba-Tiabaya (anomalías de 31-32 a 70 Ma) cuando la convergencia tenía una dirección N-S.

Entre el sistema Incapuquio y Apurímac-Maure se instaló un régimen de relajación y fallamiento distensivo que originaron anomalías geotérmicas y emplazamiento acelerado de las cámaras magmáticas produciendo colapso de calderas con producción de voluminosos materiales ignimbríticos de edad miocena. Estos importantes episodios magmáticos se encuentran relacionados estrechamente con la velocidad de convergencia de la placa Farallón. Se ha propuesto que para el Cretáceo tardío fue de 150 mm/año con una inclinación de 15° - 20°, aumentando bruscamente a 200 mm/año durante el evento Tacaza con inclinación de 20°. Para el Mioceno tardío

CARTA TECTO-MAGMÁTICA DEL SUR DEL PERÚ: 16° - 18° 30'

Unidades Estratigráficas y Litodémicas

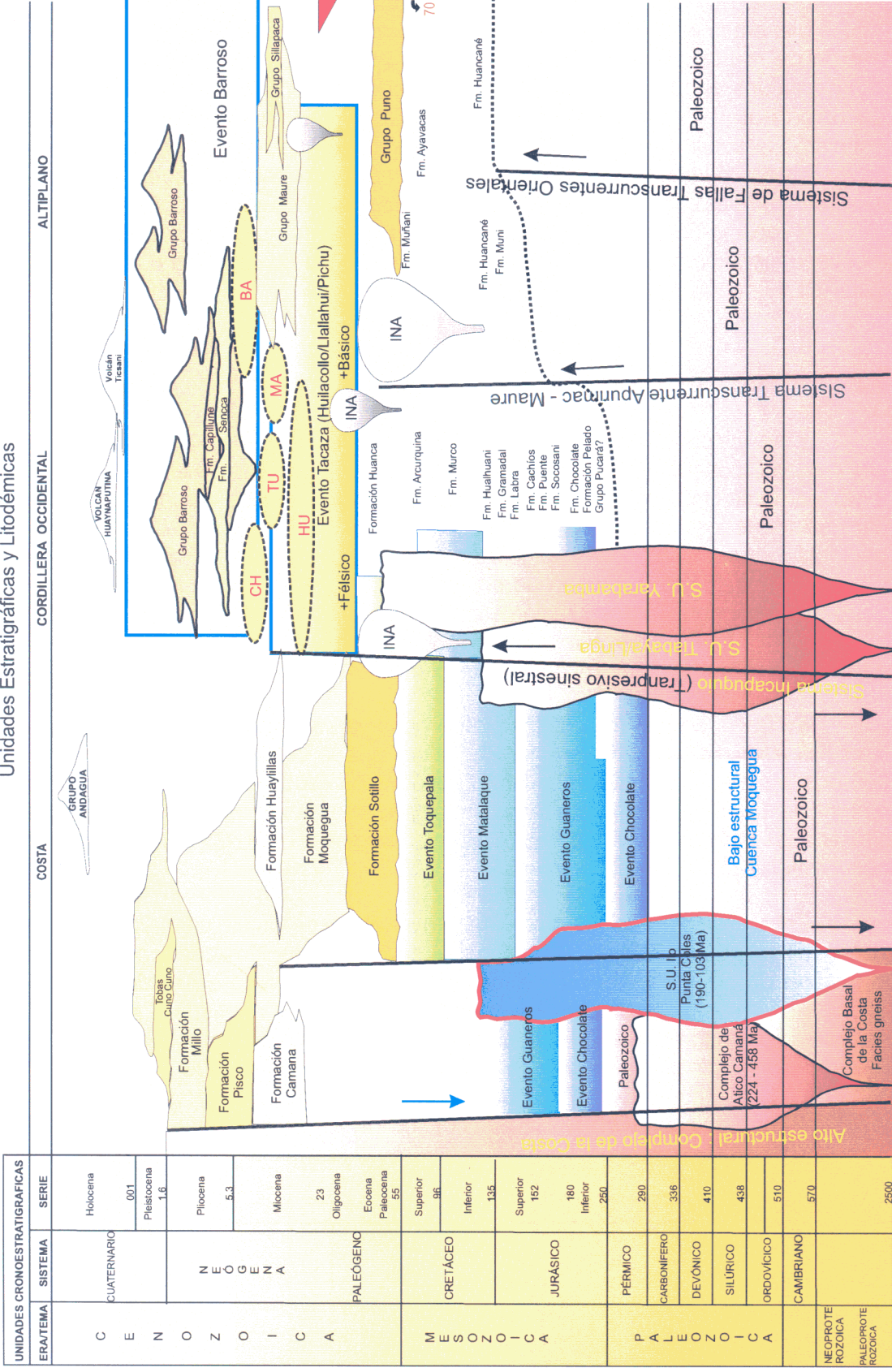
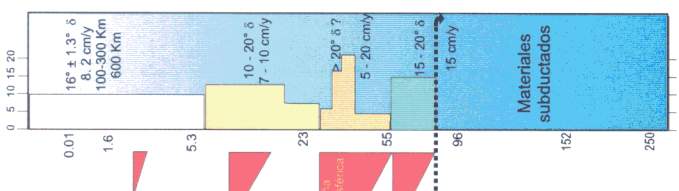


Fig. N° 8

Velocidad convergencia (Cm/a)
Placa de Nasca



Velocidad de extensión Atlántica (cm/a)

- CH Chachani
 - TU Tutupaca
 - MA Maure
 - BA Barroso
 - HU Huayllillas
- INA Intrusivos no asignados al Batolito de la Costa
- Fallias Litosténicas

Arco Volcánico Jurásico?
Inicios de la subducción

Regimen Transcurrense extensional (presente)

Cuenca(s) oriental(es) de Tras-Arco Volcánico - sedimentarios

Regimen Transcurrense Transpresivo (presente)

y Plioceno, las velocidades de convergencia habrían sido de 100 y 82 mm/año (actual) con una inclinación promedio de 16° (ver Fig. N° 8).

Unidades Volcánicas

Neógeno

En el Grupo Barroso se han datado 24 nuevas dataciones radiométricas secuencias volcánicas principalmente en los cuadrángulos de Tarata, Mazo Cruz y Palca y cuyas edades varían entre menos de 1 y 8,7 Ma. Las edades más jóvenes fueron obtenidas en lavas traquiandesíticas porfíricas de la estructura volcánica Tutupaca cerca de la carretera Moquegua-laguna de Suches con edades entre 0,224 y 0,285 Ma.

Muestras obtenidas de la estructura Chuquiananta en lavas andesíticas porfíricas dieron una edad de 3,4 Ma. Eventos datados al oeste del estratovolcán Tutupaca, suroeste de Nazaparco y oeste del estratovolcán Yucamane tienen 4,8, 5,6 y 6 Ma, respectivamente y corresponden a parte de los eventos iniciales del Grupo Barroso. Las interpretaciones preliminares indican como origen de las estructuras volcánicas en este sector están comprendidas entre los 6 y 5 Ma, y al parecer se han emplazado sobre antiguos sistemas de calderas colapsadas del Mio-Plioceno.

En la hoja de Mazo Cruz se han datado secuencias de lavas y piroclastitas en estructuras volcánicas pertenecientes al evento Barroso entre los 2,4 y 8,7 Ma, la mayoría de las dataciones fueron tomadas en el extremo sureste de la hoja, en las estructuras Yulaca, Minasa y San Francisco de Pachapaqui, según las dataciones el estratovolcán Yulaca con 2,64, 2,6 y 2,4 Ma, representa el evento más joven si se compara con San Francisco (6 Ma) y Minasa (5,5, 7,5 Ma). Sus lavas son andesítica porfíricas con plagioclasas flotantes en matriz fina. En el sector norte las lavas andesíticas porfíricas aflorantes en el cerro Pucará (carretera Mazo Cruz-Pizacoma) tienen una edad de 8,3 Ma, correspondiendo a eventos antiguos del Barroso; los autores en este lugar han conservado la denominación de Grupo Sillapaca por sus características petrográficas y lito-morfoestructurales similares al de la cordillera del mismo nombre. (CERRÓN, F. & VALDIVIA, J., 2000)

El problema de la Formación Sencca

En la carretera Huaytire-Mazo Cruz aflora una secuencia de tobas claras con biotitas poco soldadas subhorizontales que sobreyacen a sedimentitas de la Formación Maure (próximo a San Agustín-Santa María), que fue asignado a la Formación Sencca por sus características litológicas y posición respecto al estrato original. Las dataciones realizadas indican una edad de 8,7, 7,5 y 7,6 Ma (cerca de la base y próximo al tope), lo cual descarta su pertenencia a esta última unidad debiendo co-

responder a flujos piroclásticos prebarroso. Esta unidad conforma la plataforma ignimbrítica originaria de colapso y vaciado en un *sistema de calderas* posiblemente distribuidas en el sector Occidental (arco de Vizcachas-Suches), o en todo caso podría corresponder a los flujos piroclásticos tardíos de la Formación Maure.

En la cumbre del cerro Sílice (estratovolcán Yulaca) se dató un mineral de alteración (alunita), en una extensa zona, tiene una edad de 2,64 Ma que sugiere que los fluidos hidrotermales se emplazaron durante este periodo.

Omate: Al norte del volcán Ticsani, en la localidad de Sayacuesta, lavas andesíticas porfíricas del complejo volcánico Moraline fueron datadas en 0,5 Ma. Corresponden a uno de los últimos eventos efusivos de características fluidales que han dado lugar a embalsamiento de antiguos valles pleistocénicos. Asimismo en el cerro Totorane una muestra obtenida en tobas riolíticas con abundante biotita tienen una edad de 8,3 Ma que puede correlacionarse a los flujos piroclásticos observados en Tarata – Mazocruz, y corresponden a una plataforma prebarroso que ha sido asignada en la actualidad como parte del Grupo Maure (QUISPEIVANA, L. & ZAPATA, A., 2000)

Palca: Tres dataciones realizadas en los estratovolcanes Cóndor Pico (2,6-2,7 Ma) y Queñuta (3,1 Ma) en lavas porfíricas, muestran sistemas volcánicos más jóvenes asociados a zonas de extensión como consecuencia del sistema transcurrente dextral Apurímac-Caylloma-Maure, que originó estructuras volcánicas circulares como consecuencia del colapso de la *caldera Maure*. Los cuerpos subvolcánicos asociados al volcanismo del Barroso afloran en el cerro Pacocahua representando la cámara magmática riolítica-porfírica con una datación de 3,4 Ma.

Una datación de 3,3 Ma? obtenida cerca de Cruzpujo-Chinchillane (río Uchurume) en tobas blancas con biotita, es asignada a la Formación Sencca (MONGE, R. & CERVANTES, J., 2000), corresponde a plataformas basales ignimbríticas de un volcanismo del Barroso entre el evento de 2 y 5 Ma, lo cual marca el diacronismo entre estos flujos piroclásticos. Esto no sería compatible en tiempo ya que habría más de una plataforma piroclástica, separadas por intervalos muy largos.

En el sector sur del arco del Barroso, en la quebrada Toquela se dataron lavas porfíricas en roca total, con una edad de 3,5 Ma. Esta estructura en forma de colada, al parecer, corresponde a los primeros eventos efusivos del volcanismo, que sugiere que el arco *Barroso* es muy joven en esta parte, en comparación con otras estructuras más viejas como Sillapaca o la faja volcánica Chuquiananta ubicada más al occidente de este complejo volcánico.

Huaytire: Tres dataciones realizadas en la Formación Vizcachas (GALDOS, J. & TICONA, P., 2000) compuestas por tobas pardas líticas con cuarzo, biotita y pómez, y distribuidas a lo largo del río Vizcachas, tienen edades entre 8,5, 8,7 y 9 Ma, lo cual apoya la idea de un gran evento piroclástico entre los 10 y 8 Ma y que puede

atribuirse a las facies finales de la Formación Maure. Las diferencias litológicas y cambios rápidos de facies laterales hacen difícil la correlación litológica.

Punta de Bombón: En el cerro Piedra Grande-El Fiscal, se tomó una muestra de la Formación Millo en tobas y brechas volcánicas (SÁNCHEZ, A. & ROSELL, W., 2000) que se encuentran subhorizontales inconformes sobre intrusivos jurásicos, la edad obtenida fue de 8,7 Ma que corresponde en equivalencia al evento piroclástico en el tope de la Formación Maure desarrollada en la Cordillera Occidental.

Mollendo: Al NO de la ciudad, afloran inconformes al batolito Atico-Camaná secuencias sedimentarias continentales asignadas a la Formación Millo (SÁNCHEZ, A. & ROSELL, W., 2000). Una intercalación de tobas con biotita fresca tiene una edad de 3,8 Ma, la cual es más correlacionable con la localidad tipo descrita en la quebrada Millo, en Aplao y está relacionada al *evento Sencca*. Estos datos entre 2 y 8 Ma, para la Formación Millo hacen improbable que sean parte del mismo evento y lo más seguro es que existan dos periodos de paroxismos piroclásticos. El evento Clemesí entre los 8 y 10 Ma depositó tobas en la cuenca intramontañosa de Huaytire-Mazo Cruz-Arequipa-Aplao que a su vez, incursionaron occidentalmente en la cuenca Moquegua y al parecer no llegaron a los contrafuertes del Complejo Basal de la Costa y el Arco Volcánico Jurásico. Otro evento estaría entre los 4 y 2 Ma, que se depositó entre Arequipa y Tarata y cuyas facies occidentales incluso se encuentran inconformes sobre el Complejo Basal de la Costa en la Faja Costanera.

Formación Huilacollo: Esta unidad ha sido reconocida y datada en las hojas de Tarata y Palca, la primera ubicada en el cerro Estrone o Huycuto compuesta por lavas andesíticas porfíricas, se encuentra a manera de un alto estructural limitado por piroclastitas y eventos lávicos del Grupo Barroso. La edad obtenida de 21,3 Ma, muestra una correlación con secuencias efusivas posteriores a la colmatación de la cuenca por la Formación Tarata superior (secuencias lagunares) con posterior dislocamiento de la cuenca. Esta relación discordante puede observarse al sur de la laguna Aricota en Cerro Negro. En cambio, en la hoja de Palca, las relaciones no son claras, la edad obtenida en el río Azufre (hito 55, frontera Perú-Chile) tiene una edad de 11,2 Ma (MONGE, R. & CERVANTES, J., 2000), una edad muy joven para este volcanismo; la muestra fue obtenida en lavas porfíricas grises siendo muy probable que esté asociado con el evento Clemesí y que exista un contacto no cartografiado que se encuentre adosado a la Formación Huilacollo.

También en Omate, secuencias similares afloran en Carumas, discordantes sobre el Grupo Puno y en la cuenca del río Coralaque, donde lavas de composición andesíticas, aglomerados y brechas rosadas, tienen una edad de 11,8 Ma y se encuentran asignadas a la Formación Pichu. Es evidente que la edad obtenida es totalmente inferior con el estratotipo original entre 30 y 50 Ma (Paleógeno-Neógeno), posiblemente la edad obtenida corresponda a un evento volcánico posterior equivalente al volcanismo similar en Palca, Huaytire o Mazo Cruz (Barroso temprano? o Sillapaca?). Está por comprobarse si lo que se encuentra suprayaciendo al Grupo Puno en Carumas

sea realmente la Formación Pichu o un equivalente de la Formación Samanape del sector de Moquegua como parte del evento Tacaza.

Formaciones Moquegua-Samanape: Dos nuevas dataciones realizadas en la Formación Moquegua al NE de Clemesí y SE de Puquina tienen una edad de 25,6 y 28 Ma, respectivamente (SÁNCHEZ, A. & ROSELL, W., 2000; ATENCIO, E. & ROMERO, D., 2000) y corresponden a tobas blancas con biotita bien distribuidas y frescas que se intercalan con secuencias de conglomerados subhorizontales y se encuentran discordantes sobre el Grupo Toquepala (Qda. Honda). Comparando con edades similares del cerro Baúl (25 Ma) al norte de la ciudad de Moquegua y otras, la correlación es buena, la edad de 28 Ma, es a la fecha la más antigua encontrada para la Formación Moquegua superior (Oligoceno). Las tobas intercaladas con las facies de conglomerados fluctúan entre 25 y 28 Ma (Oligoceno tardío), lo que hace probable que la Formación Sotillo incluso abarque parte del Eoceno y esté depositado en un ambiente tectónicamente pasivo poco después del volcanismo Paleoceno que expulsaron los flujos piroclásticos del Grupo Toquepala superior (Formación Samanape), Grupo Tacaza y Huilacollo?. La formación de los mantos ignimbríticos asociadas al evento Huaylillas y que comprende parte de las facies finales de las formaciones Moquegua y Huilacollo han sido originadas en calderas de colapso producto de la deformación transcurrente entre los sistemas de falla Incapuquio y Apurímac-Maure, produciendo áreas anómalas de distensión que fueron aprovechadas por el magmatismo que en esa época fue muy abundante debido a la mayor velocidad e inclinación de la placa de Nasca (ver Fig. N° 9)

El Problema de la Unidad Samanape es parte del evento Tacaza?

Esta unidad fue redefinida en la hoja de Moquegua (MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A., 2000) como parte de la Formación Quellaveco sobreyacente de la unidad Carpanito e infrayacente del subvolcánico Yarito de posible edad Paleocena-Eocena, con edades radiométricas de $51 \pm 1,6$ Ma, cerca de la mina Cuajone, que corresponden a volcánicos andesíticos (Miembro inferior) y de $35,2 \pm 1,3$ Ma, en el cerro Laranpahuare en tobas grises (Miembro superior). Al no existir más datos geocronométricos se considera probable que esta unidad sea contemporánea o parte inicial del gran evento Tacaza, en la secuencia superior como mínimo por su similitud petrográfica y geoquímica (MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA A. D., 2002). En Tarata, en la margen izquierda del río Tala se hizo muestreo en lavas porfíricas asignadas a la Formación Samanape (DE LA CRUZ, N. & DE LA CRUZ, O., 2002), que suprayacen discordante a volcanitas gris marrones de la Formación Matalaque. La edad obtenida fue de 24,6 Ma, una cifra muy cercana al evento Tarata inferior que aflora a sólo 5 km al NO de Tala, en el cerro Covarirca y que tiene una edad de 23,2 Ma, mientras que las facies del río Sume son más efusivas, en el cerro Covarirca son flujos piroclásticos y brechas volcánicas que conservan similares características

petrográficas, morfoestructurales y geocronométricas que en otros sectores como Moquegua y Omate. Se puede concluir que las unidades Samanape, Pichu, Huilacollo y Tarata, en realidad están incluidas dentro del evento Tacaza.

La evaluación geoquímica preliminar hecha en el sector oriental de la hoja de Moquegua infiere una fuerte variación geoquímica de las secuencias volcánicas con un alto contraste en las REE (La/Yb), en comparación con el Grupo Toquepala superior (Formación Quellaveco *sensu strictus*). Así mismo el bajo fraccionado de elementos mayoritarios y trazas evidencian poco desarrollo de su evolución en relación al fuerte marco evolutivo del Grupo Toquepala inferior, en la Formación Huaracane (ver Caracterización Geoquímica Fig. 11-14).

Las relaciones estratigráficas con la Formación Huilacollo datadas en 21,3 Ma, al norte de Candarave no son del todo claras, pudiendo corresponder al evento volcánico efusivo asociado con facies posteriores a la unidad Samanape.

Para mayor detalle de las unidades volcánicas (ver Fig. N° 10) datadas en relación con la estratigrafía de la región y su posición geográfica.

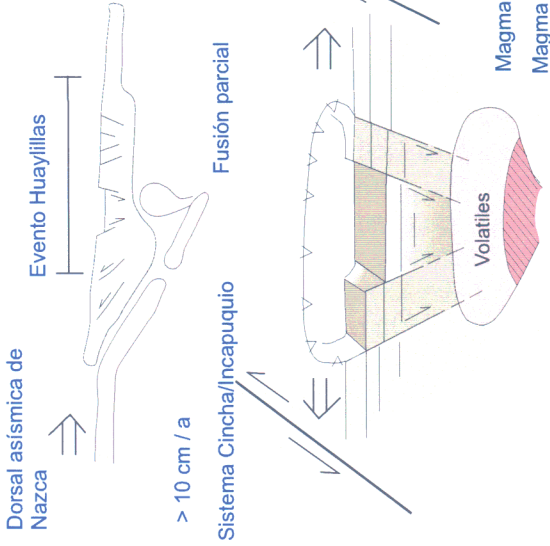
Grupo Toquepala

Cinco nuevas dataciones han sido realizadas en la hoja de Moquegua sector NO, a lo largo de la carretera Moquegua-Torata-Otora, cuatro de ellas en el cerro Los Ángeles, se tomaron muestras en ignimbritas muy soldadas, cristalolíticas con cuarzo libre y pocos líticos, las edades halladas muestran un rango de 71, 71,4, 72,4 y 71,6 Ma. La edad de 72,4 Ma pertenece a las secuencias inferiores (faldas del cerro), mientras que las tres edades restantes corresponden al tercio superior, la finalidad asociada era obtener la riolita internacional y el tiempo geocronométrico promedio. Una quinta edad de 65 Ma fue obtenida en los alrededores del pueblo de Otora, sobre lavas andesíticas afaníticas grises que suprayacen a niveles sedimentarios de limolitas, areniscas y gravas consolidadas rojizas. Estos niveles continentales/lacustres corresponden al paso KT (Cretáceo-Paleógeno) y cuyas posiciones litoestratigráficas son similares a las halladas en la cuenca del río Sama (Pachía).

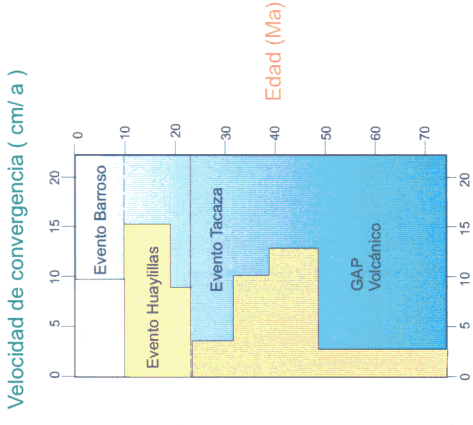
Estos nuevos datos cambian el concepto sobre la edad del Grupo Toquepala que anteriormente, otros autores sugirieron que comenzó alrededor de los 60 Ma (VATIN-PERIGNON, N. et al., 1982) en el cerro Los Ángeles y que posteriormente (BOILY, R. LUDDEN, J. N. & BROOKS, C., 1990; BOILY, R., BROOKS, C. & JAMES, D. E. 1984) plantean en 100 Ma?; pero sin referencia del lugar ni unidad obtenida, la mayoría de las dataciones en realidad se han hecho sobre la base de la Formación Quellaveco (ZINMERMANN, J. L. & KIHLEN, A., 1983) razón por la que la mayoría de los autores se refieren a estos datos.

DESARROLLO PROBABLE DE LAS CALDERAS MIOCÉNICAS

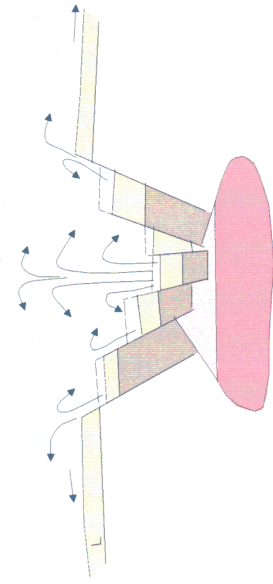
Chachani - Tutupaca - Maure - Barroso/Lauca/Payachata



Evento de extensión posterior al paroxismo próximo al Mioceno.
 Velocidad para el Neógeno > 10 cm/año
 Convergencia oblicua. Las calderas se desarrollaron entre las fallas Cincha/Lluta - Incapuquio y Apurímac/Maure



Velocidad de extensión Atlántica (cm/a)



Ignimbritas Huayllillas/Sencoca/Anashuayco y tardíos de la Formación Moquegua

Ventana de colapso, el grosor de las ignimbritas será mayor dentro del colapso a medida que subsida la caldera

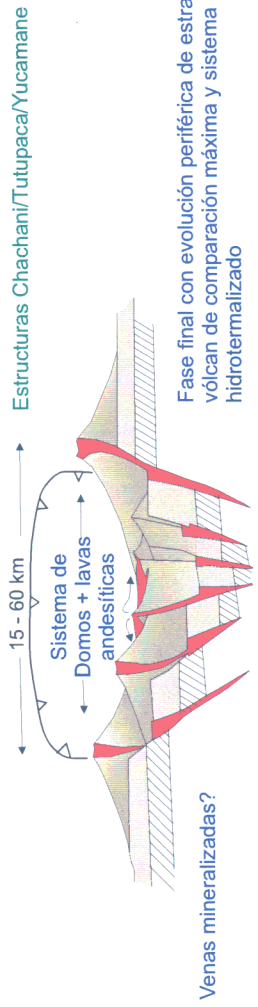


Fig. N° 9

El presente estudio ha demostrado que las secuencias datadas anteriormente en el cerro Los Ángeles en alrededor de los 60 Ma, en realidad tienen entre 71 y 72 Ma y queda por averiguar la base del grupo que aflora bastante bien y poco alterado en la quebrada Guaneros (Clemesí).

La edad obtenida en Chinchare (Omate) es de 75 Ma, donde parece ser la base de la Formación Huaracane y no necesariamente corresponder al inicio del volcanismo Toquepala ya que ésta se encuentra sobreyaciendo indistintamente tanto a la Formación Matalaque como a la Formación Guaneros. En la quebrada Guaneros podría obtenerse con mayor seguridad, una edad próxima a los primeros eventos piroclásticos por existir un conglomerado basal (25°) discordante sobre lavas grises muy inclinadas (60°) atribuidas a la Formación Guaneros.

Formación Chocolate

En la hoja de Puquina, próximo a la mina Chapi aflora una secuencia de volcanitas macizas conformando al parecer, un sinclinal sobre el Grupo Yura, esta secuencia ha sido atribuida a la Formación Matalaque (ATENCIO, E. & ROMERO, D., 2000) basándose en relaciones similares observadas entre Omate y Puquina; sin embargo la edad obtenida en el cerro Volcancillo es de 168 Ma que no es compatible en tiempo con esta unidad estratigráfica, es probable que sean secuencias pertenecientes a la Formación Chocolate tardía? como fue cartografiada en la década del 60 (SZEKELY, T.S., 1963) basándose en la petrografía y correlaciones con su similar de Arequipa.

Unidades Intrusivas

Batolito Challaviento

Tres nuevas dataciones realizadas en tonalitas y granodioritas en las localidades de Tarata y Palca confirman la edad indicada en trabajos anteriores. La primera de 41,6 Ma fue tomada en el cerro Pícaro, 3 km al SO de Tarata, en tonalitas que intruyen a las calizas de la Formación Gramadal y son cubiertas en disconformidad por las secuencias volcánicas de la Formación Tarata inferior que sugiere una diferenciación magmática de SO a NE (carretera de Tarata a Solobaya) que pasan a granodioritas y más al oriente, en el cerro Tengaño a sienogranitos, las relaciones estratigráficas con la roca caja no están aún establecidas; pero dada la estructura regional de los buzamientos en unidades jurásicas (Grupo Yura) con inclinación al NE, es posible que estas unidades se comporten como «*placolitos*» como puede comprobarse por la regla de la «v» producto de la erosión en las quebradas Salla, Cachetada y río Tarata.

Cuadro de correlación estratigráfica (16°-18°30' Sur)

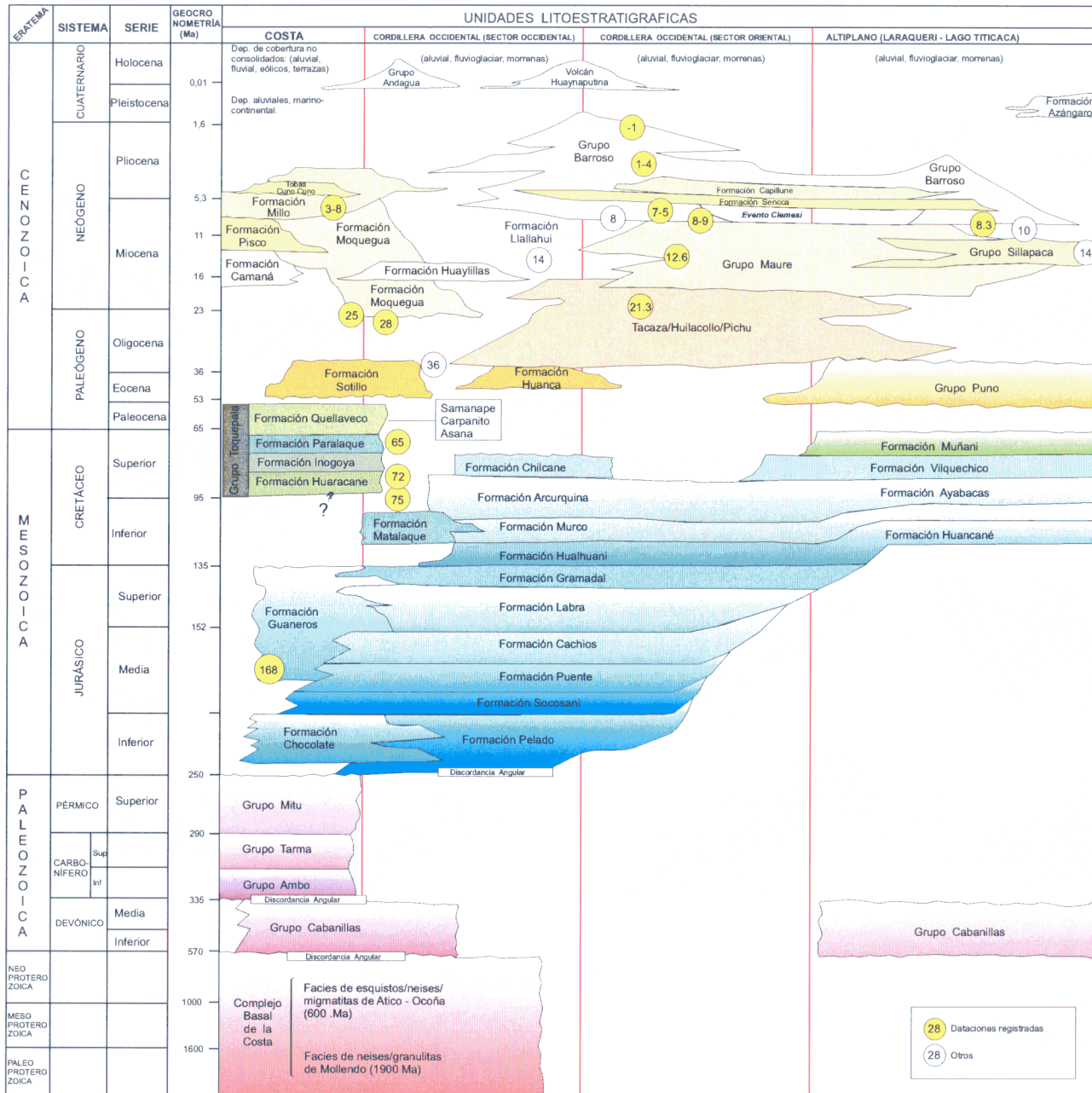


Fig. N° 10

Después de Sánchez y León 2001

La muestra para la segunda datación de 46,6 Ma fue tomada en el cerro Pachaza y una tercera en el cerro Autencane (quebrada Quilla) con una edad de 43,7 Ma. La primera muestra está constituida por sienogranitos muy similares a los plutones aflorantes al NE de Tarata, intruyen a las areniscas de la Formación Hualhuani y se encuentran en disconformidad con la facies de la Formación Tarata inferior, la segunda edad pertenece a la misma faja intrusiva de Challaviento con edades reportadas anteriormente de 39 y 45 Ma.

Un problema de edad en esta unidad se ubica al extremo NO de la hoja de Palca, en la quebrada Chuchuma, cartografiado como Challaviento y se prolonga al norte hasta la parte oriental del pueblo de Tarata, la edad obtenida en granodioritas es de 15,5 Ma, lo cual indica que este cuerpo o parte de él sean pulsos posteriores y que se diferenciaron del batolito principal.

Superunidad Yarabamba

El Batolito de Yarabamba ha sido datado en 5 sectores con edades correspondientes entre 60 y 84 Ma.

- a) Clemesí: En la quebrada Tunaquea se dató en 81 Ma? unas granodioritas de hornblendas asignadas a la Superunidad Yarabamba, que intruye al Grupo Toquepala indiferenciado y es cubierto en forma disconforme por la Formación Millo del Mioceno tardío.
- b) Moquegua: La mina Tojenes está ubicada entre Toquepala e Ilabaya, consiste de un gran cuerpo de diorita y granodioritas que intruyen a las facies volcanoclásticas de las formaciones Quellaveco (unidad Samanape), Paralaque y Matalaque. Se encuentra limitada por el occidente con el sistema transpresivo Incapuquio. La edad obtenida en este sector fue de 60,4 Ma, datada en aplitas que cortan el cuerpo diorítico mayor. Estos diques podrían corresponder a las diferenciaciones monzoníticas que intruyen a esta unidad más al norte, entre la mina Toquepala y Cuaione que reportan edades próximas entre 58 y 65 Ma (MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A., 2000).
- c) La Joya: En el sector SO entre las pampas de Camaroneros y Crucero (cerro Botija) monzogranitos han sido datados en 84 Ma, (VALENCIA, M. & CHACALTANA, C., 2000) es probable que sean pulsos magmáticos tardíos asociados a la Superunidad Linga que en la región están representados por monzodioritas.
- d) Palca: En el cerro Autencane-quebrada Quilla un pequeño cuerpo intrusivo de composición granodiorítica intruye a secuencias volcánicas de la Formación Matalaque con una edad de 70,1 Ma, igualmente en el paso Huayllillas Sur, 5 km al sur de la muestra anterior ha sido datado un cuerpo que intruye a

la Formación Hualhuani en 74 Ma. Estos intrusivos se alinean al este del sistema transpresivo Incapuquio.

Superunidad Punta Coles

En la hoja de la Joya, en el cerro Escalera se dataron unas monzodioritas cuarcíferas que se encuentran en contacto fallado con el complejo basal en 170 Ma.

Intrusivos No Asignados al Batolito de la Costa

En base a sus relaciones estratigráficas y geocronométricas se ha diferenciado cuerpos subvolcánicos y plutónicos no asignados al batolito de la costa, efectuándose cuatro dataciones en sectores diferentes:

- a) Ichuña: Una datación en la quebrada Pataqueña, en el extremo oriental de la hoja, donde intrusivos porfíricos latíticos grises intruyen a secuencias sedimentarias de la Formación Maure indica 8,6 Ma (LIPA, V. & VALDIVIA, J., 2000) que ubican a estos intrusivos en el Mioceno tardío. Es posible que muchos de los cuerpos intrusivos andesíticos distribuidos a lo largo de la faja mesozoica tengan la misma edad.
- b) Puquina: Una muestra tomada cerca del río Esquino, en una secuencia volcánica del Grupo Toquepala indica una edad de 9,2 Ma que denota incompatibilidad geocronométrica, aunque la muestra posee características petrográficas muy similares a la facies de la Formación Huaracane (Moquegua). ATENCIO, E. & ROMERO, D., 2000 niegan la correlación estratigráfica concluyendo que el cuerpo es posterior al evento Toquepala e incluso a la Formación Moquegua formando parte de las facies ignimbríticas proximales que dieron origen a las tobas más occidentales de la Formación Millo. Las pérdidas de Ar por apertura del sistema son poco probables desde la casi nula alteración de la biotita y el control de prefactibilidad obtenido en laboratorio.
- c) Omate: En la quebrada Portillo, (NO de Omate) un cuerpo monzodiorítico que intruye al Complejo Basal de la Costa y al parecer corta a la facies volcanoclástica de la Formación Llallahui tiene una edad de 8,4 Ma. Asimismo un cuerpo mayor de monzodioritas cuarcíferas con más de 15 km de longitud intruye a manera de «placolito» a las volcanitas de la Formación Matalaque y tiene una edad de 11,9 Ma (Mioceno). Estos cuerpos intrusivos al parecer, tienen una correlación en tiempo entre 8 y 12 Ma coincidiendo con los eventos volcánicos post – Huaylillas (evento Clemesí).

IX CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE LAS SECUENCIAS VOLCÁNICAS E INTRUSIVAS EN LA REGIÓN

Se ha realizado una evaluación preliminar de los elementos mayores, menores y trazas (incluidos REE), que confirma por los resultados encontrados, la «Evolución magmática de los materiales en un sistema abierto con contaminación cortical» a través del tiempo con la evolución de eventos mayores (variación de Sr) y con cristalización fraccionada (sistema cerrado) en los eventos individuales y más específicamente en estructuras volcánicas recientes (poca variación de Sr). El fuerte contraste puede observarse entre la contaminación de unidades neógenas vs. las unidades jurásicas-cretácicas como producto del engrosamiento cortical, el traslado de los arcos magmáticos y los fallamientos profundos (transcurrentes) en dirección este.

Unidades Volcánicas

Secuencias Jurásico-Cretáceas (Guaneros-Matalaque)

1) Formación Guaneros

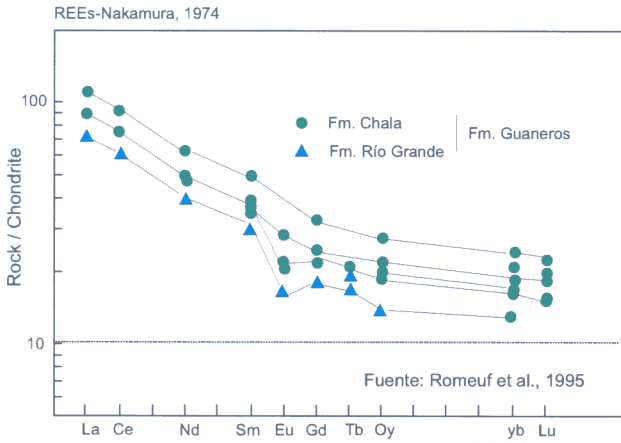
Los datos geoquímicos fueron obtenidos de trabajos realizados en la década del 90 (ROMEUF, et al., 1995) en los sectores de Chala y Río Grande. Estas unidades corresponden en realidad a la Formación Guaneros del Jurásico superior.

El diagrama de tierras raras normalizadas muestra una concordancia y paralelismo entre las secuencias de Chala y Río Grande con una tendencia marcada en la anomalía de $Eu(-)$ para el sector norte (Fig. N° 11). Asimismo los espectros se encuentran sobre el valor 10 lo que indica alta concentración de LREE y HREE sugiriendo la nula presencia de granate en la fuente principal. Las proporciones La/Yb_N vs Yb_N confirman un campo entre 4 y 6 para las muestras de Chala y un campo >8 para las muestras de Río Grande, esto demuestra posiblemente una corteza poco engrosada entre 30 y 40 km, estas diferencias en los campos pueden indicar incluso que la corteza no era uniforme a lo largo de la margen andina.

2) Formación Matalaque

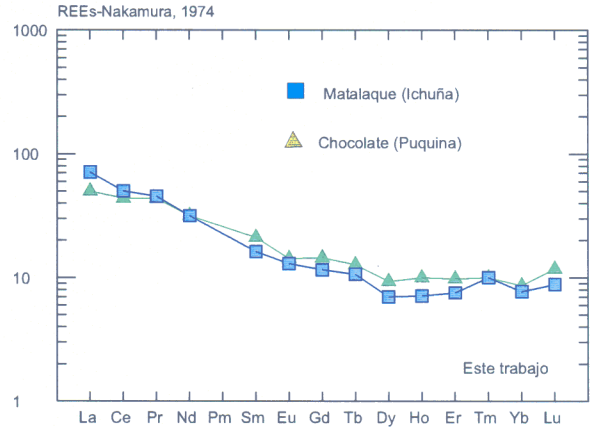
No se ha realizado hasta la fecha una caracterización geoquímica detallada en esta unidad, las muestras obtenidas en Ichuña y Puquina tienen un campo de 8 en la proporción La/Yb_N vs Yb_N , (ver Fig. N° 11) que infiere un bajo nivel de contaminación y grosor continental. Su posición litoestratigráfica encima del Grupo Yura y debajo de las calizas cretácicas de la Formación Arcurquina indica su ubicación en el Cretáceo inferior. La sección de Carumas (Omate) muestra un dominio de ambiente continental con presencia de conglomerados, areniscas volcanoclásticas, lodolitas, flujos

Fm. Guaneros



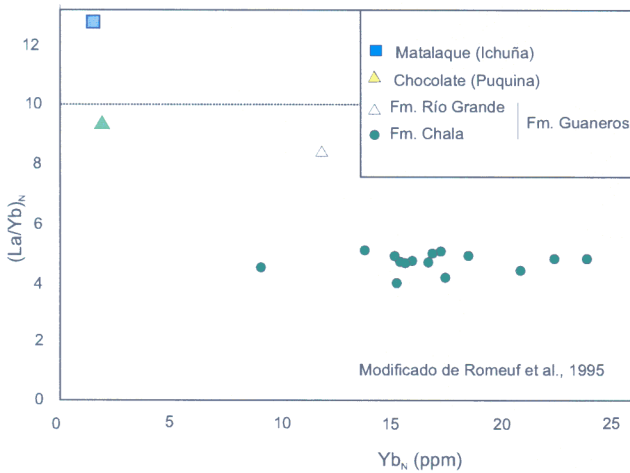
Patrones REE para las volcanitas en los sectores de Chala y Río Grande, normalizados después de Haskin et al, 1968

Fm. Chocolate/Matalaque



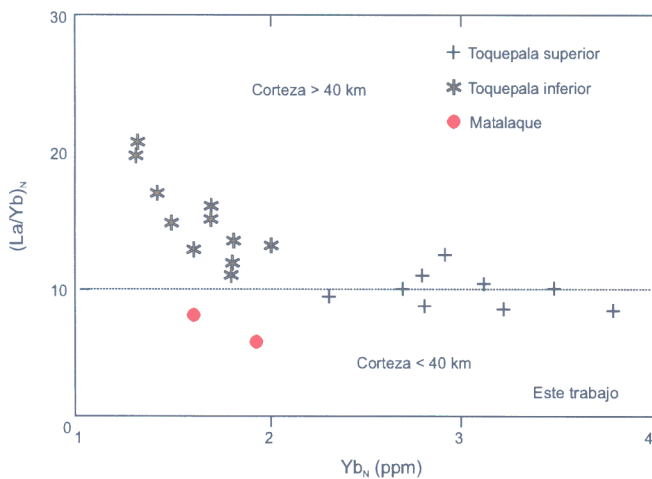
Patrones REE para las volcanitas en los sectores de Puquina (Chapi) e Ichuña (Huarina), nótese el poco fraccionamiento que los espectros de Chala y Río Grande, posiblemente como consecuencia de la proximidad de alteraciones hidrotermales (anomalía de Huarina/Matalaque y mina de Chapi) normalizados después de Haskin et al., 1968

Fm. Guaneros



Rasgo típico de razones LREE con respecto a HREE ($La/YbN = 4,6$). Para las secuencias lávicas, nótese la constante entre las muestras analizadas, lo cual puede interpretarse aparentemente como originadas en una corteza poco engrosada y desarrollada.

Fm. Matalaque/Gpo. Toquepala



Para las secuencias volcánicas de las unidades Matalaque y Toquepala, pueden diferenciarse preliminarmente dos campos dentro del Grupo Toquepala: uno más fraccionado y aparentemente con mayor evolución (*) y un campo menos diferenciado (+). La unidad Matalaque se encuentra por debajo del vector 10 de La/Yb (●). Las interpretaciones preliminares abordan una inversión en la evolución geoquímica del Grupo Toquepala, la razón podría explicarse en el funcionamiento de fallas litosféricas que aportaron material de elementos incompatibles?

Fig. N° 11

piroclásticos gris rojizos y esporádicas lavas afaníticas grises terminando en depósitos de cenizas? y conglomerados gris rojos. Esta sección muestra un arco volcánico cuyo eje de magmatismo ha migrado en dirección este, en relación con las unidades Chocolate y Guaneros. También se puede mencionar que los cambios de facies son muy radicales, en el norte (efusivo), en el centro volcanoclástico y en el sur (piroclástico explosivo). Los diagramas REE muestran poco fraccionamiento sin anomalía aparente de *Eu* para algunas muestras de la Formación Chala.

Secuencias Cretáceas

3) Grupo Toquepala

Para efectos de estudio se ha tomado la caracterización realizada en la hoja de Moquegua (MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A., 2002) donde se analizaron las formaciones Huaracane, Paralaque y Quellaveco (Carpanito/Asana), a través de los diagramas Harker y tierras raras (REE) estas muestran una relación evolutiva con tendencia a una cristalización fraccional (sistema cerrado).

-Para el Miembro inferior; En la Formación Huaracane, las concentraciones mayores de SiO_2 varían entre 65 y 75 %, el Al_2O_3 entre 12 y 15 % y MgO entre 0,2 y 1,3 %, el contenido total alcalino ($Na_2O + K_2O$) se encuentra entre los valores 6 y 10 %, químicamente tiene una variación entre andesitas y riolitas subalcalinas (Figs. N° 12-13).

Para el Miembro superior; La Formación Paralaque tiene 56 % de SiO_2 , 16 % de Al_2O_3 , 4 % de MgO y álcalis $Na_2O + K_2O$ 5 % (ver Figs. N° 12-13).

La Formación Quellaveco está representada por las unidades Asana, Carpanito y Samanape. La unidad Carpanito presenta una composición química entre traquiandesitas y traquiandesitas a basaltos. Las riolitas de la unidad Asana varían hacia composiciones más diferenciadas aunque se encuentran infrayaciendo a Carpanito. La génesis para la primera secuencia puede ser producto de fallas profundas que contribuyeron en el transporte de material menos contaminado.

- * La Unidad Asana (equivalente a Tinajones) tiene entre 76 y 77 % de SiO_2 , 12 % de Al_2O_3 , 4 % de MgO y álcalis $Na_2O + K_2O$ 5 %, geoquímicamente están en el campo de las riolitas.
- * La Unidad Carpanito baja su concentración de SiO_2 entre 55 y 60 %, Al_2O_3 entre 14 y 18 %, MgO entre 1,5 y 4 % y $Na_2O + K_2O$ se encuentra entre 5 y 10 %; geoquímicamente se encuentra en el límite de andesitas basálticas a andesitas.

Grupo Toquepala

Clasificación Litoquímica

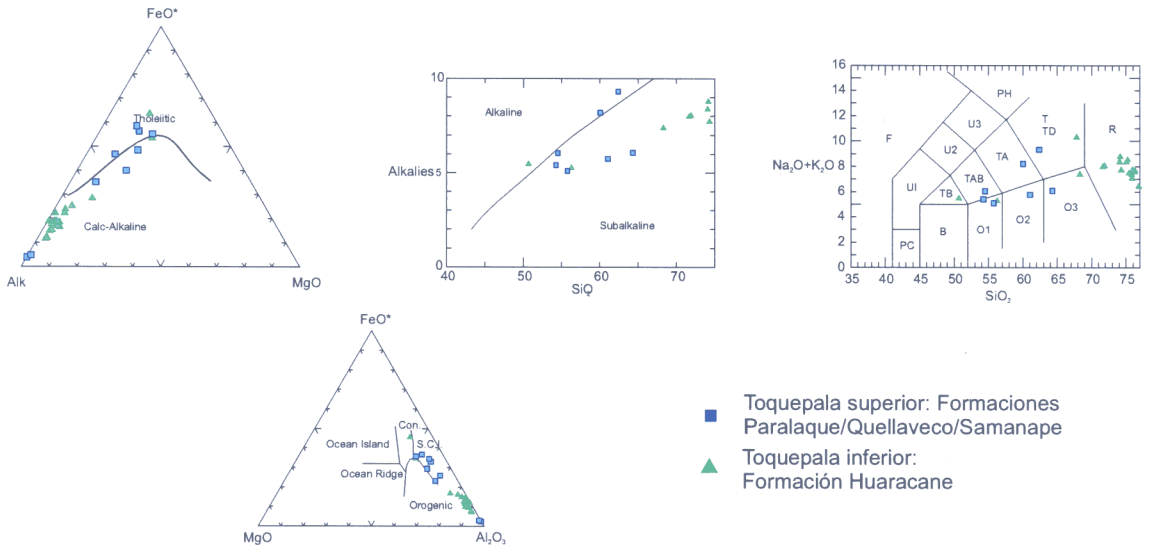


Fig. N° 12 El Grupo Toquepala ha sido dividido en superior e inferior para poder discriminar en forma general los diversos materiales volcánicos. La secuencia inferior muestra una alta diferenciación que abarca mayormente el campo de las "riolitas" con alto sílice (>70% de SiO_2). Petrográficamente son flujos de tobas lapilli muy soldadas, con intercalaciones de debris flow, esta característica contrasta fuertemente con las facies terminales de la Formación Guaneros que son andesitas basálticas, la zona de transición entre estas dos unidades es muy discutible, al parecer existe una ligera discordancia angular observada al NO de la hoja de Clemesí (Pampas de Guaneros). En algunos sectores (sector oriental de la clemesi), existe una transición geoquímica por el incremento de SiO_2

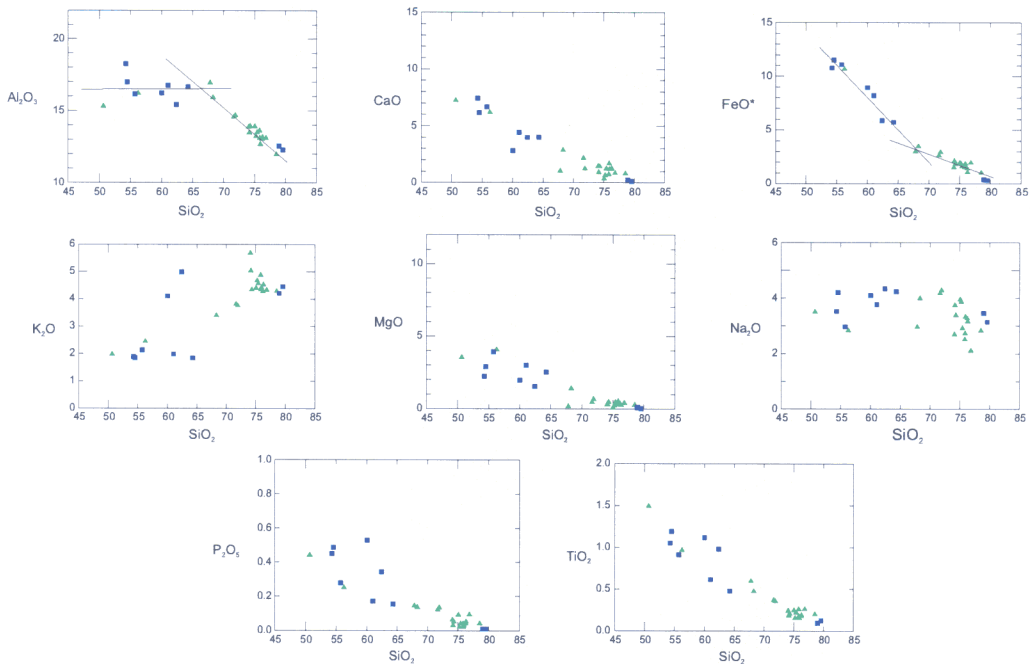


Fig. N° 13 La caracterización geoquímica en los elementos mayoritarios a través de los diagramas Harker, se interpretan como un fraccionamiento lineal independiente para cada campo (superior / inferior) y que está fuertemente marcado en el punto 65% de SiO_2 , la secuencia inferior de composición riolítica muestra un fraccionamiento del Al, K en el tiempo enriqueciéndose de alcalis con el incremento de la sílice, mientras que los elementos máficos: Fe, Mg, Ti o Ca se empobrecen inversamente. La interpretación no corresponde a una evolución correlativa entre ambas secuencias, el contraste geoquímico demuestra dos magmatismos diferentes: las facies inferiores corresponden a materiales diferenciados félsicos y altamente "contaminados" mientras que las facies superiores menos evolucionadas e intercaladas incluso con mantos de lavas andesita-basalto pueden corresponder a los inicios del evento Tacaza?, con lo cual parte de las niveles superiores del Grupo Toquepala (Formaciones Quellaveco/Samanape) geoquímicamente no pertenecerían al fraccionamiento de las secuencias inferiores.

Elementos Mayoritarios (Harker)

- El Fe es compatible en el rango composicional tanto para las secuencias inferiores como para las superiores, esta última rápidamente es empobrecida hasta el rango 65-75 % de SiO_2 , se infiere que es asimilado en la biotita (inferior) y ortopiroxeno (superior).
- El Ti es compatible asimilándose posiblemente en la magnetita (opacos) o titanio magnetita.
- Para el Na y K, la unidad Carpanito muestra incompatibilidad mientras que la Formación Huaracane tiene comportamiento compatible entre los rangos 65 y 78 % de SiO_2 como consecuencia de la incorporación en las estructuras de las plagioclasas.
- El Mg se comporta compatible; para la unidad Carpanito el Mg tiene una fuerte disminución a partir de 55 % - 60 % de SiO_2 el cual puede interpretarse como incorporación en los núcleos de crecimiento de ortopiroxeno, mientras que para Huaracane el SiO_2 está entre 65 y 78%, se encuentra más diferenciada y su evolución geoquímica está controlada por el fraccionamiento de la biotita.
- Por último, tanto el Al como el Ca disminuyen en ambas unidades con el aumento de SiO_2 (55-78 %) que son absorbidas por la plagioclasa.

Elementos Traza REE

Los estudios preliminares de los patrones y espectros entre los elementos LILE/HFSE y las tierras raras ligeras y pesadas; LREE / HREE indican lo siguiente:

- * Para las tierras raras (REE) los gráficos nos demuestran una cristalización fraccionada tanto para la Formación Huaracane como para la Formación Quellaveco (miembros Asana y Carpanito) el espectro muestra un subparalelismo en todas las unidades. La pendiente es baja en su mayoría y se encuentra en el rango 10 a excepción de la unidad Carpanito (<10) sugiriendo poco fraccionamiento del magma (Fig. N° 14). Igual relación puede concluirse de la unidad Asana observándose empobrecimiento en LREE que sugiere poco fraccionamiento del magma en comparación con las otras unidades. La anomalía de Eu negativa en todas las muestras, puede indicar la cristalización fraccionada de la plagioclasa al 10 %. Otra posibilidad sería que esta anomalía se deba a la asimilación anterior de hornablenda o clinopiroxeno en las fases iniciales, aunque la presencia de estos minerales no forma una importante acumulación en los materiales eyectados debido posiblemente, a que nunca lograron ser extraídos de la cámara magmática. La escasa pendiente de los espectros, en algunos casos próximos al parámetro 10 puede ser debido a la poca presencia de granate en la fuente, siendo menos posible

la interacción de olivino o piroxeno, ya que estas generalmente tienden a formar cúmulos en las fuentes magmáticas (gravedad), distorsionando las interpretaciones petrogenéticas.

Multielemental LILE/HFSE: (Spider) éstas fueron normalizadas al MORB (WILSON, M., 1995). Los gráficos de todas las unidades analizadas, muestran un típico espectro tipo marco tectónico por subducción (margen convergente) con altos contenidos en *K*, *Rb*, *Ba* y *Th* (LILE) y bajos valores en *Ta*, *Y* (HFSE). La anomalía negativa de $Nb > 1$ (Huaracane) y menor (Asana y Carpanito) son muy típicos en estos tipos de marco (WILSON, M., 1995; WINTER, J. D., 2001). El $Nb > 1$ (Huaracane) evidencia contaminación cortical, Nb próximo a 1 (Asana-Carpanito) puede indicar poca contaminación cortical en los procesos magmáticos.

Es notorio que la concentración LILE está en función del comportamiento de las fases fluidas, mientras que HFSE son controladas por la química del fundido original y la relación en los procesos cristal/fusión que han tomado durante la evolución de las rocas (Fig. N° 14).

Razones La/Yb_N vs. Yb y variantes

Razones La/Yb_N se encuentran para todas las unidades entre 5 y 20. La Formación Huaracane tiene un rango La/Yb_N entre 10 y 20 y < 2 en Yb , mientras que la unidad Asana se encuentra entre 5 y 8 para La/Yb_N y < 2 en Yb . La unidad Carpanito evoluciona al parámetro 10 (La/Yb_N); pero con alta concentración de Yb (3-4 ppm). Las razones Ba/La y La/Sm se encuentran entre 24-72 y 5-13 respectivamente, los gráficos La/Yb_N vs. Yb y La/Sm vs. La/Yb muestran una buena diferenciación de las secuencias volcánicas estudiadas. Los campos menos evolucionados están representados por la unidad Asana que evoluciona a materiales más fraccionados y contaminados (Carpanito).

Una observación plantea que la Formación Huaracane como base del Grupo Toquepala parte de un alto fraccionamiento ($La/Yb_N = 10-20$) y que aparentemente las secuencias suprayacentes son menos evolutivas. Puede interpretarse como una «inversión» del magmatismo que por efecto de fallamientos profundos, contribuyen con el aporte de material mantélico enriquecido en elementos incompatibles. De acuerdo a las razones observadas puede interpretarse que durante el origen y segregación de los materiales para el Grupo Toquepala, el grosor cortical ya era superior a los 40 km ($La/Yb_N > 10$; $La/Sm > 5$), las anomalías para la unidad Asana ($La/Yb_N < 10$) y Carpanito ($La/Yb_N = 10$) pueden ser producto de fallamientos regionales de profundidad tipo transcurrancia que contribuyeron con el aporte de materiales menos fraccionados (ver Fig. N° 15). En resumen, las secuencias del Grupo Toquepala indican un engrosamiento cortical a partir del Jurásico terminal, con el emplazamiento de cuerpos intrusivos subvolcánicos y las Superunidades Punta Coles, Ilo y Yarabamba. Se encuentran aso-

ciados estrechamente con sistemas transcurrentes profundos que permitieron el emplazamiento de materiales primitivos (Carpanito) desarrollándose la diferenciación geoquímica mayormente, en el Paleógeno (Grupo Tacaza) involucrando posiblemente a facies terminales del Grupo Toquepala (Formación Quellaveco) y que incluso puede hablarse del inicio del evento Tacaza.

4) Secuencia Post-Paleocenas; Tacaza-Huilacollo-Pichu

El evento Tacaza tiene sus correlaciones laterales con secuencias contemporáneas como Huilacollo (Tarata), Llallahui (Ichuña), Pichu (Omate) e incluso con parte del Grupo Toquepala tardío (unidad Samanape²). Estas unidades se encuentran mayormente en el campo de las andesitas y traquidacitas, serie subalcalina y subserie calcoalcalina (Fig. N° 16), su edad está comprendida entre 25 y 40 Ma.

Elementos Mayoritarios (Harker)

- * El *Ti* es compatible entre el rango 60 y 70 % de SiO_2 es posible su asimilación en los minerales opacos que se encuentran presentes en las secuencias volcánicas de magnetita.
- * El *Mg* es compatible en los rangos de 60 a 70 % de SiO_2 pero con fuerte asimilación entre los rangos 60 y 65 % de SiO_2 que sugieren la incorporación en la hornblenda y biotita que se encuentran de manera muy característica en estas unidades.
- * La disminución del *Al* y *Ca* en las series con el incremento paulatino de SiO_2 (60-70 %), indica el fraccionamiento de plagioclasas en el magma.
- * La presencia de *P*, de manera compatible en las unidades indica la presencia de apatito en el magma original (ver Fig. N° 17).

Elementos Traza REE

Cada unidad presenta un espectro independiente, la similitud entre los espectros son muy regulares tanto para Tacaza, Pichu o Huilacollo que denotan un fraccionamiento alto de las REE con pendiente moderada y una imperceptible anomalía negativa de *Eu* (-). Estos espectros indican un enriquecimiento de LREE (50-100) y empobrecimiento de HREE (4-10) que pueden sugerir la presencia de granate en la fuente inicial.

Grupo Toquepala

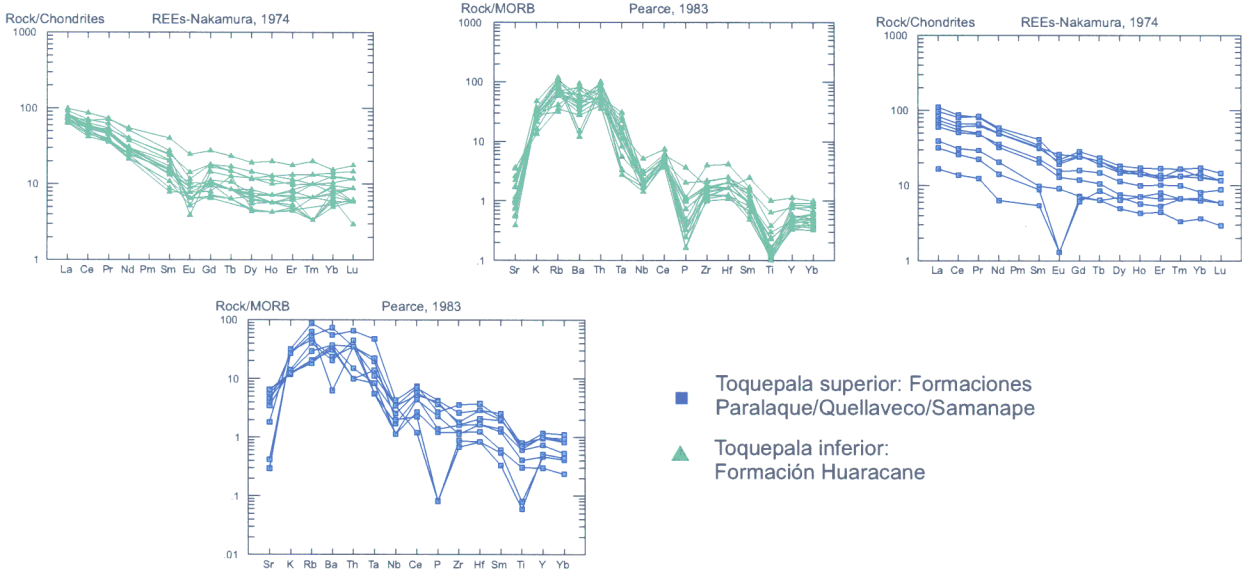


Fig. N° 14 Los diagramas REE para las secuencias inferiores muestran buen paralelismo y moderada pendiente (intervalo 10), con enriquecimiento en LREE y ligero empobrecimiento en HREE, la anomalía negativa de Eu se estima como producto del fraccionamiento de plagioclasa en la fuente. El gráfico multielemental (spider), muestra un campo de arco magmático demostrado fuertemente por la anomalía de Nb, la presencia de granate en la fuente inicial se evidencia por la pobreza de elementos HFSE y HREE. Para las secuencias superiores las diferencias no son dramáticas demuestran un mismo origen, aunque algunos grupos de rocas muestran fuertes anomalías en Eu(-) y P/Ti sugiriendo altas razones de fraccionamiento de las plagioclasas en la fuente

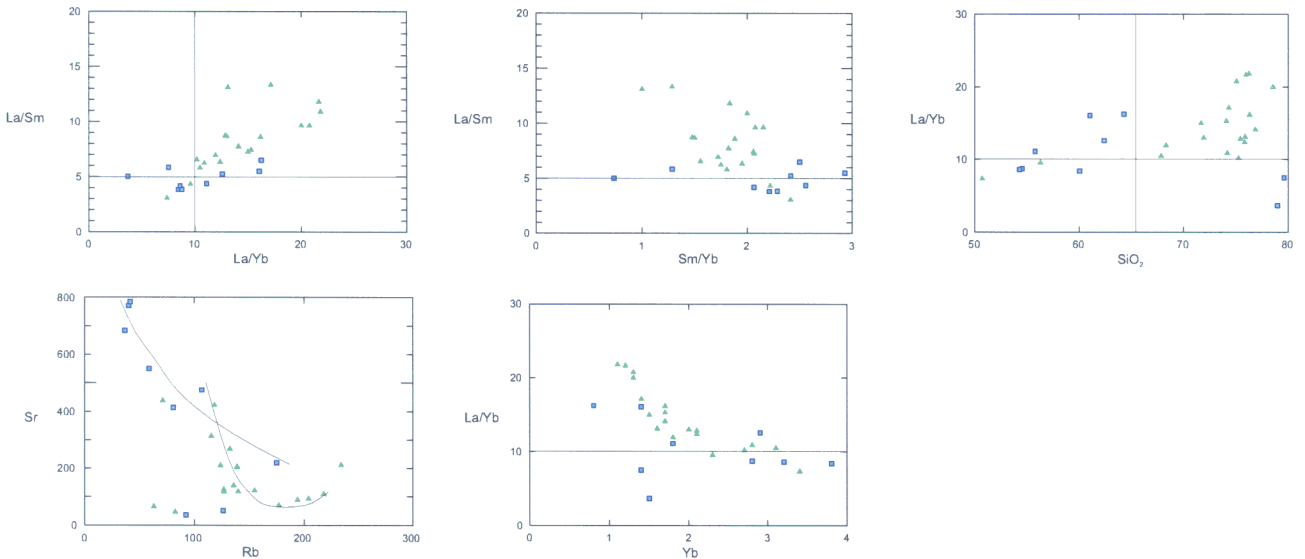


Fig. N° 15 Las razones LREE/HREE: La/Yb vs Yb muestran valores intermedios a las 10 ppm sugiriendo contaminación cortical entre los 10 y 20 de La/Yb, asimismo se interpreta una corteza relativamente engrosada posiblemente mayor a los 50 km. Nótese que las secuencias superiores son ligeramente menos fracionadas y con tendencia a un acortamiento cortical o interacción de las isothermas mantélicas, que pudieron aportar material primitivo. La razón Sr vs Rb no hace más que predecir el fuerte fraccionamiento de las plagioclasas. Por otro lado la razón La/Yb vs SiO₂ demuestra dos campos diferenciados uno entre 55 y 65% (superior) y 68 y 80% de SiO₂ (inferior)

Unidades Tacaza, Huilacollo y Pichu

Clasificación Litoquímica

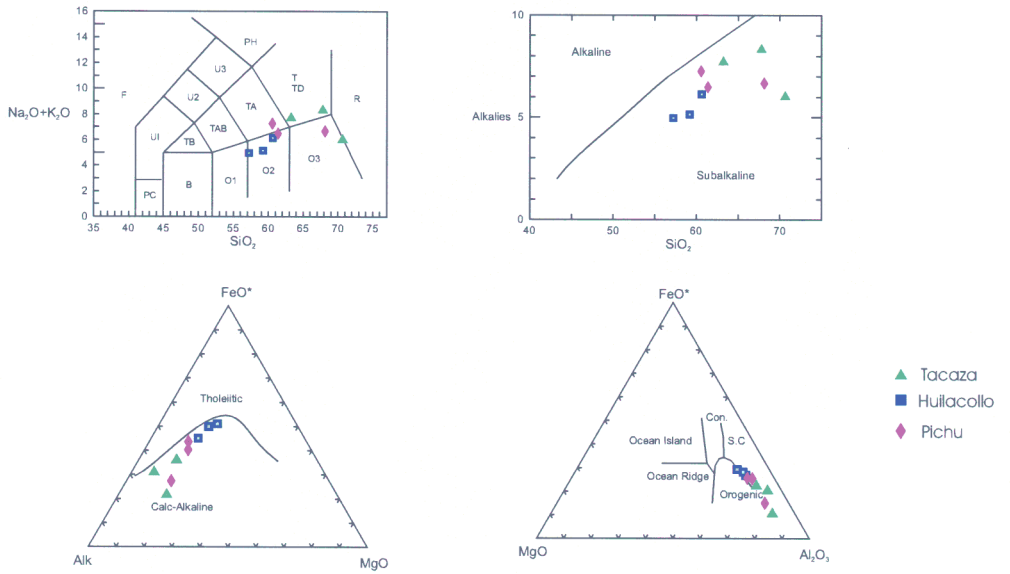


Fig. N° 16

Diagramas Harker

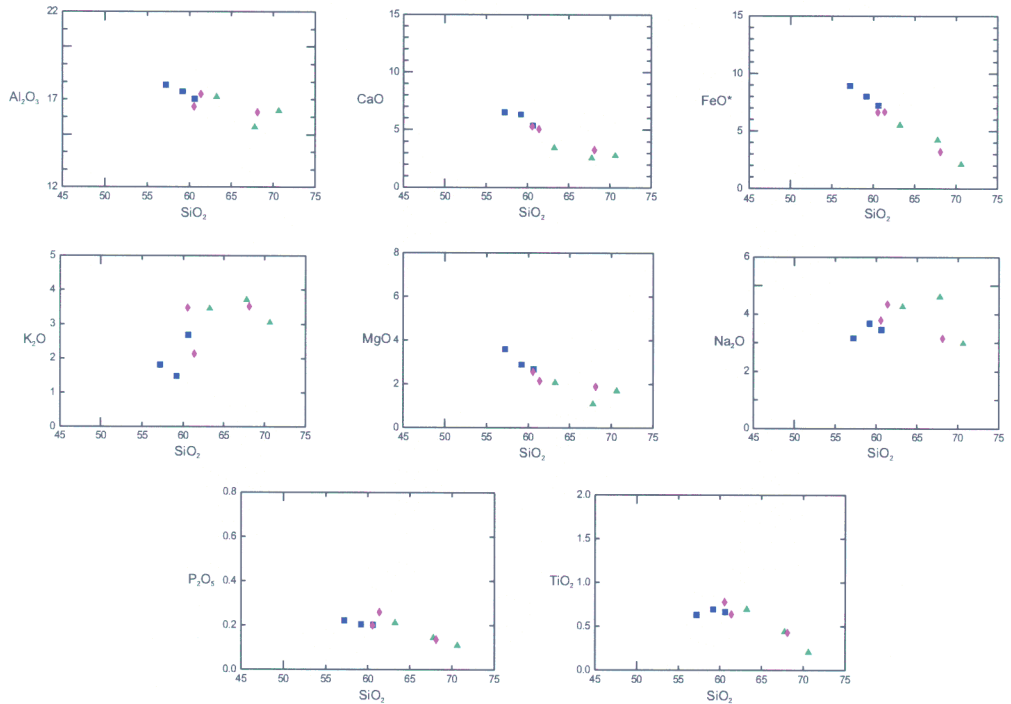


Fig. N° 17

Multielemental LILE / HFSE

- * Los diagramas araña (spider) muestran un típico espectro de subducción con enriquecimiento de LILE (1-100) y empobrecimiento de HFSE (<10). La anomalía de *Nb* (-) asociada a *Ta* (-) y positivas en *Pb*, *Th* y *U*, es típica de marcos tectónicos de subducción (Fig. N° 18).

Razones La/Yb_N vs. *Yb* y variantes

Muestra un alto fraccionamiento ($La/Yb_N > 10 < 40$) y demuestra el paulatino engrosamiento de la corteza (>40 km) heredado del Grupo Toquepala. La pendiente negativa aparentemente, indica un fraccionamiento del *Yb* desde valores de 0,5 (Pichu) hasta próximos a 2 (Tacaza/Huilacollo).

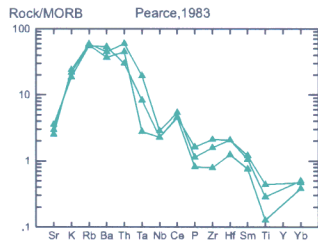
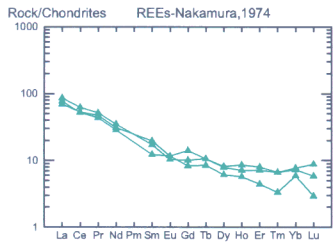
- * Las relaciones La/Sm vs La/Yb_N son similares en la relación $La/Sm (>5)$, lo cual sugiere una fuerte evolución de los materiales magmáticos.
- * El alto contenido de *Rb* (>50) y *Sr* (>200) en el Grupo Tacaza y de 30 a 50 en las formaciones Huilacollo/Pichu son producto de una fuerte asimilación y diferenciación de los magmas.
- * El incremento de la razón La/Yb_N es compatible con el incremento de SiO_2 (>60 %) (ver Fig. N° 19).

5) Secuencias Post Oligocenas; Moquegua-Huaylillas-Llallahui-Maure y Sencca

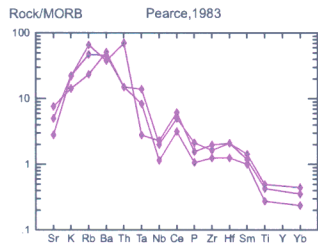
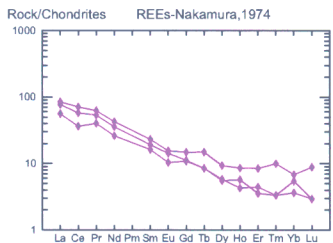
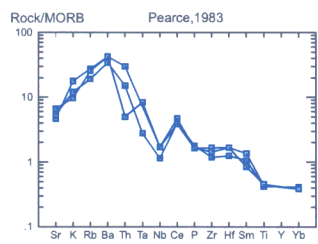
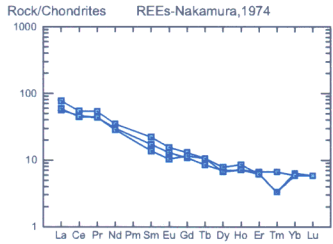
- * Facies de tobas blancas con biotita en las secuencias terminales de la Formación Moquegua han sido observadas en Clemesí, Aplao y Moquegua con edades mayores a los 23 Ma como parte de los primeros flujos piroclásticos del evento Huaylillas, geoquímicamente muy similares (ver Fig. N° 20-21)
- * El evento Huaylillas tiene como sus prolongaciones laterales, al norte del paralelo 14°, a las unidades Alfabamba y Nasca que tienen un rango de edad entre los 23 y 18 Ma.
- * El evento Clemesí-Huaytire-Mazo Cruz está representado por las unidades tobáceas aflorantes entre Mazo Cruz, Huaytire, Moquegua y Clemesí. Tienen edades entre 10 y 8 Ma, químicamente son riolitas calcoalcalinas (Fig. N° 20). En Mazo Cruz ha sido incluido dentro del Grupo Maure superior, en Moquegua está representado por la Formación Millo³ al igual que en las hojas de Clemesí, Punta de Bombón, Ilo y Locumba.
- * El evento Sencca comprende edades entre 2 y 8 Ma y está representado en su mayoría por riolitas calcoalcalinas (Fig. N° 20) a excepción de la Formación Capillune que muestra tendencia a traquidacitas/Traquiandesitas (Fig. N° 24).

³ Esta unidad debe ser reinterpretada en cuanto a nombre y posición en su localidad tipo. Tiene edades < 5 Ma que lo relacionan más con el evento Sencca o Añashuayco de la región de Arequipa. Recientemente en el 2003, los suscritos han descrito tobas blancas muy similares que afloran en el sector norte de la hoja de Clemesí (Qda. Honda) en discordancia sobre el Grupo Toquepala y se encuentran relleno antiguos paleovalles. Estos materiales pueden provenir de la caldera Chachani-Arequipa o Huaynaputina?

Unidades Tacaza, Huilacollo y Pichu



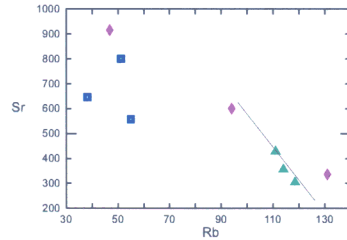
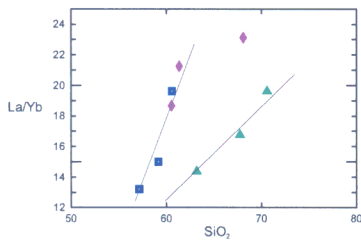
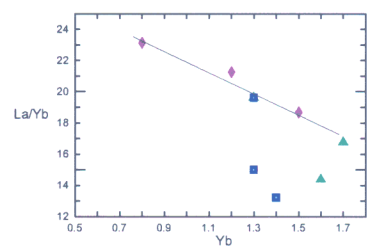
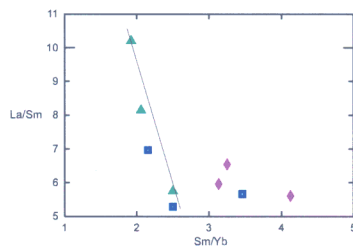
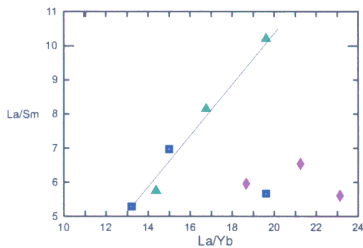
Diagramas REE y Multielemental



- ▲ Tacaza
- Huilacollo
- ◆ Pichu

Fig. N° 18

Razones LREE/HREE y variantes



- ▲ Tacaza
- Huilacollo
- ◆ Pichu

Fig. N° 19

Unidades Moquegua-Huaylillas-Llallahuí

Clasificación Litoquímica

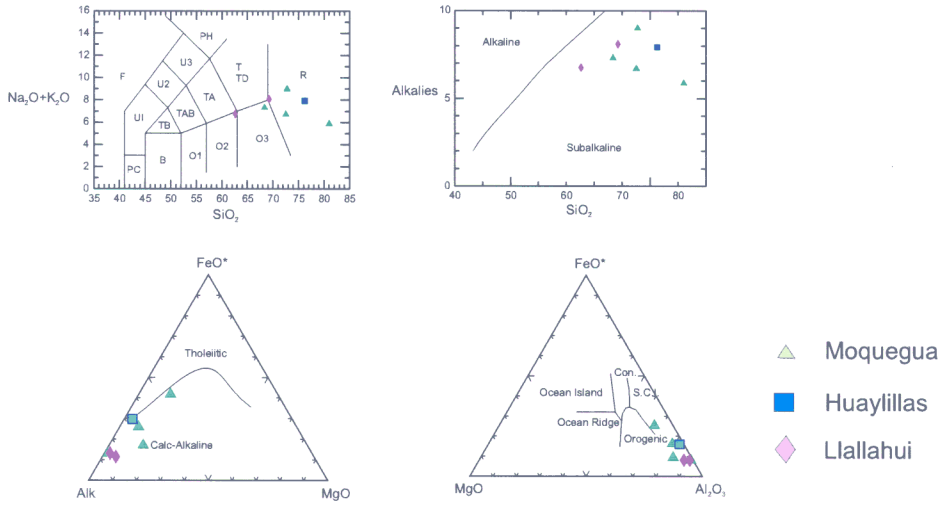


Fig. N° 20

Diagramas Harker

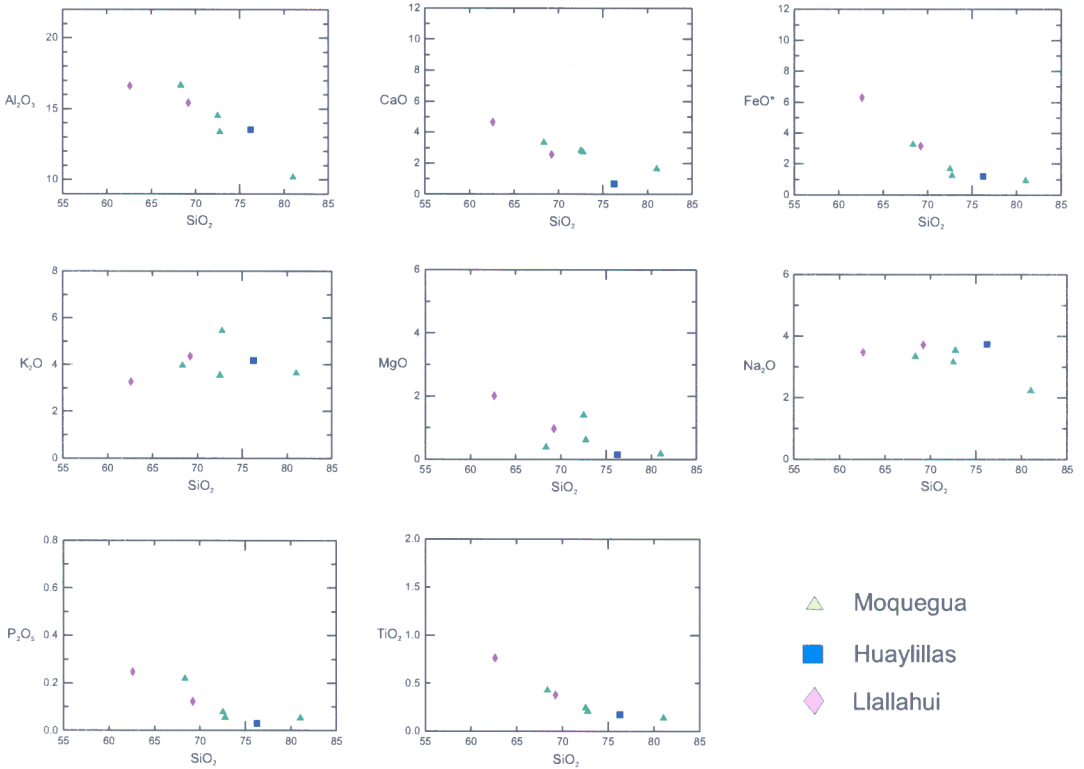
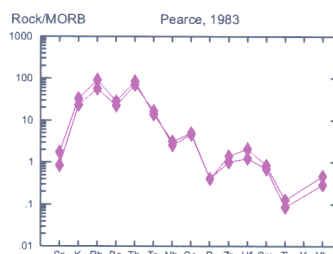
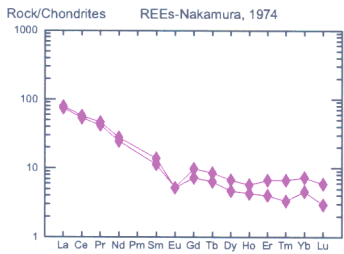
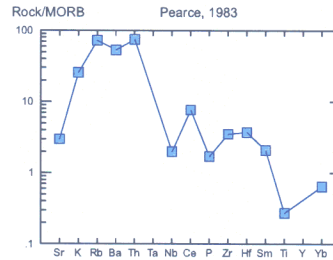
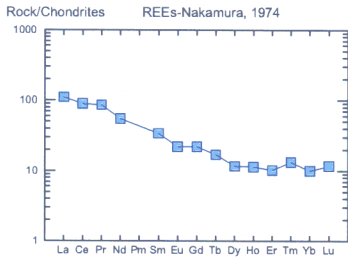
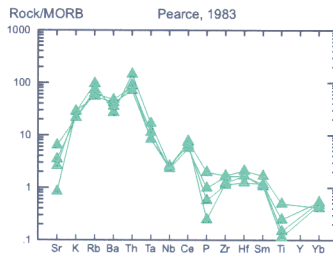
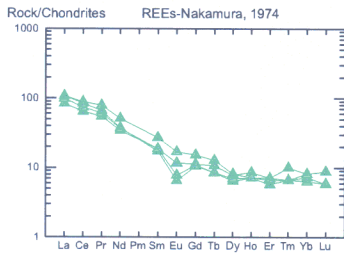


Fig. N° 21

Unidades Moquegua-Huaylillas-Llallahui

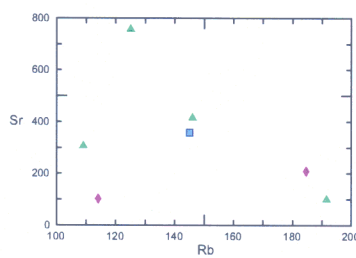
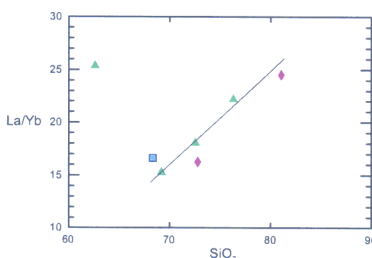
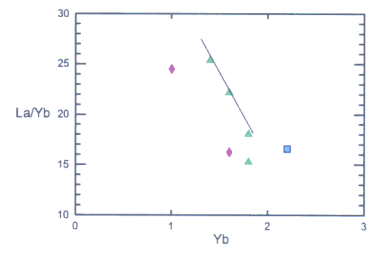
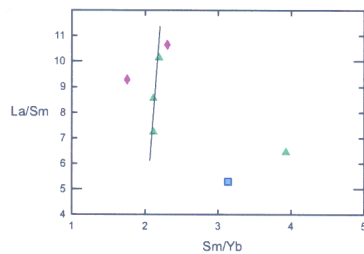
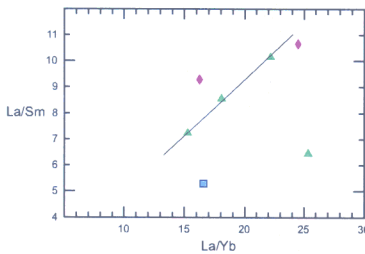
Diagramas REE y Multielemental



- ▲ Moquegua
- Huaylillas
- ◆ Llallahui

Fig. N° 22

Razones LREE/HREE y variantes



- ▲ Moquegua
- Huaylillas
- ◆ Llallahui

Fig. N° 23

Estas unidades se encuentran generalmente en el rango químico de riolitas y esporádicamente dacitas y traquidacitas de la serie subcalalina y subserie calcoalalina, notándose una correspondencia en el fraccionamiento de los magmas a partir del evento Tacaza.

Elementos Mayoritarios (Harker)

- * Los rangos composicionales son compatibles y muestran fraccionamiento de los elementos en las unidades Moquegua, Huaylillas y Llallahui. El Mg presenta un fraccionamiento fuerte entre los 70 y 80 % de SiO_2 al igual que el Ca y Ti. El Al y P muestran buen fraccionamiento; pero con fuerte pendiente para el Al (Formación Moquegua) lo que infiere su incorporación en los cristales de plagioclasa. La fuerte pendientes de P denota poca presencia de apatito en el magma (Fig. N° 21).

Las unidades Maure, Millo, Sencca y Capillune muestran buen fraccionamiento en los elementos Al_2O_3 , CaO y FeO^* así como en K_2O y Na_2O . Es evidente la diferenciación en dos campos entre las unidades Capillune (< 70 % de SiO_2) y alto contenido de FeO^* (> 3%) con las unidades Maure, Sencca y Millo que son muy silíceas (> 70% de SiO_2) y de bajo contenido de $FeO^* + TiO_2$ (ver Fig. N° 25).

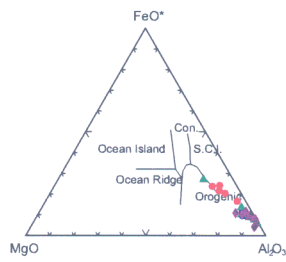
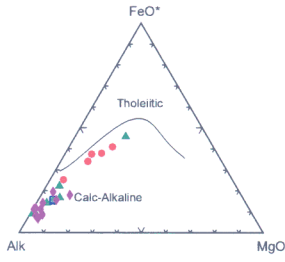
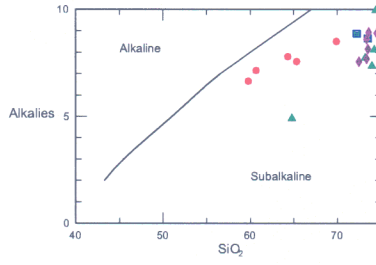
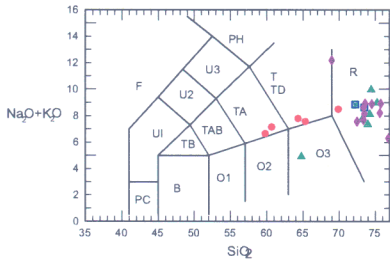
Elementos Traza REE y Multielemental LILE / HFSE

Las REE muestran buen paralelismo en los espectros de las formaciones Moquegua, Huaylillas, Llallahui, Maure y Sencca. Las pendientes son moderadas con enriquecimiento de LREE (90-100) y empobrecimiento de HREE (<10) para Llallahui y parte de Moquegua; esto es interesante dado el hecho de que provienen de magmas más fraccionados (asimilación/contaminación) en una corteza ya evolucionada y con un grosor superior a los 50 km. Las anomalías de Eu (-) están muy pronunciadas en las unidades Moquegua y Llallahui, esta condición sugiere el fraccionamiento de plagioclasas, así como las altas concentraciones de Sr (>200) y Rb (>100), también indica altas diferenciaciones de los magmas en función directa con el alejamiento de la fosa (Figs. N° 22 y 23).

Las Formaciones Maure, Millo, Sencca y Capillune concentran entre 100 - 1000 ppm de LREE con empobrecimiento de HREE en las unidades Sencca, Maure y parte de Capillune. La anomalía de Eu (-) está presente en todas las unidades descritas. Los diagramas multielementales son típicos de un arco magmático (anomalía negativa de Nb) con altas concentraciones de LILE y disminución de HSF (Fig. 26).

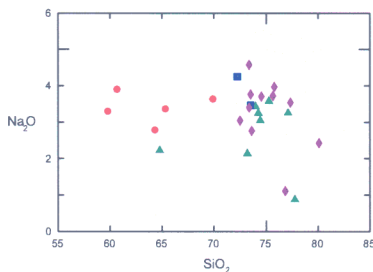
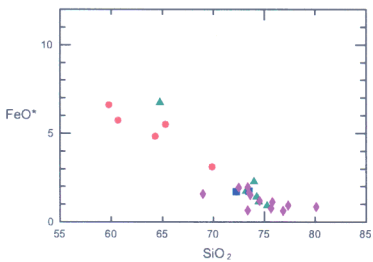
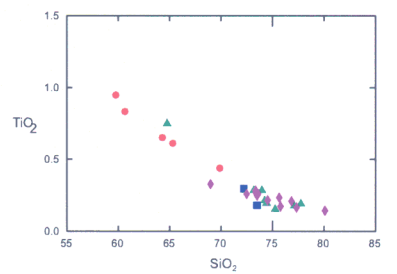
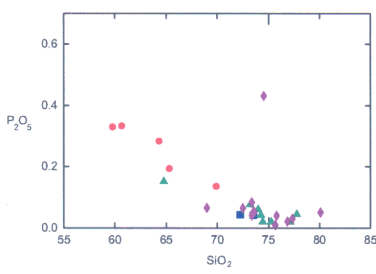
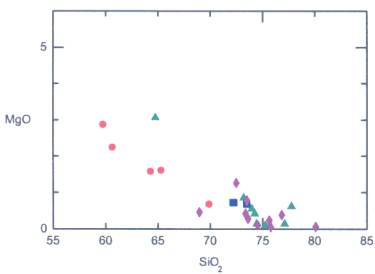
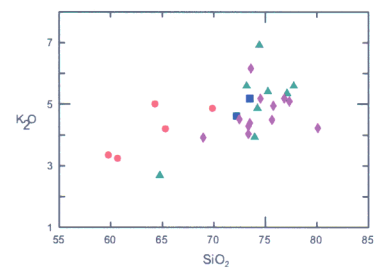
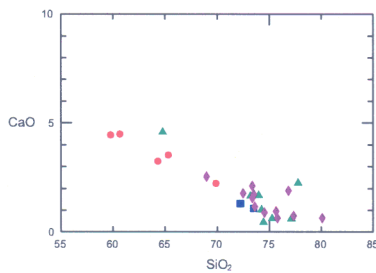
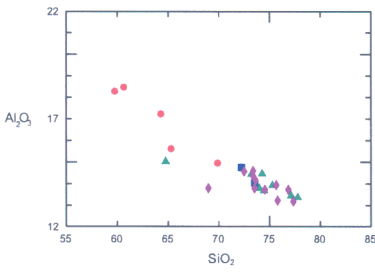
Unidades Maure, Millo, Sencca y Capillune

Clasificación litoquímica



- ▲ Maure
- Millo
- ◆ Sencca
- Capillune

Fig. N° 24



- ▲ Maure
- Millo
- ◆ Sencca
- Capillune

Fig. N° 25

Unidades Maure, Millo, Sencca y Capillune

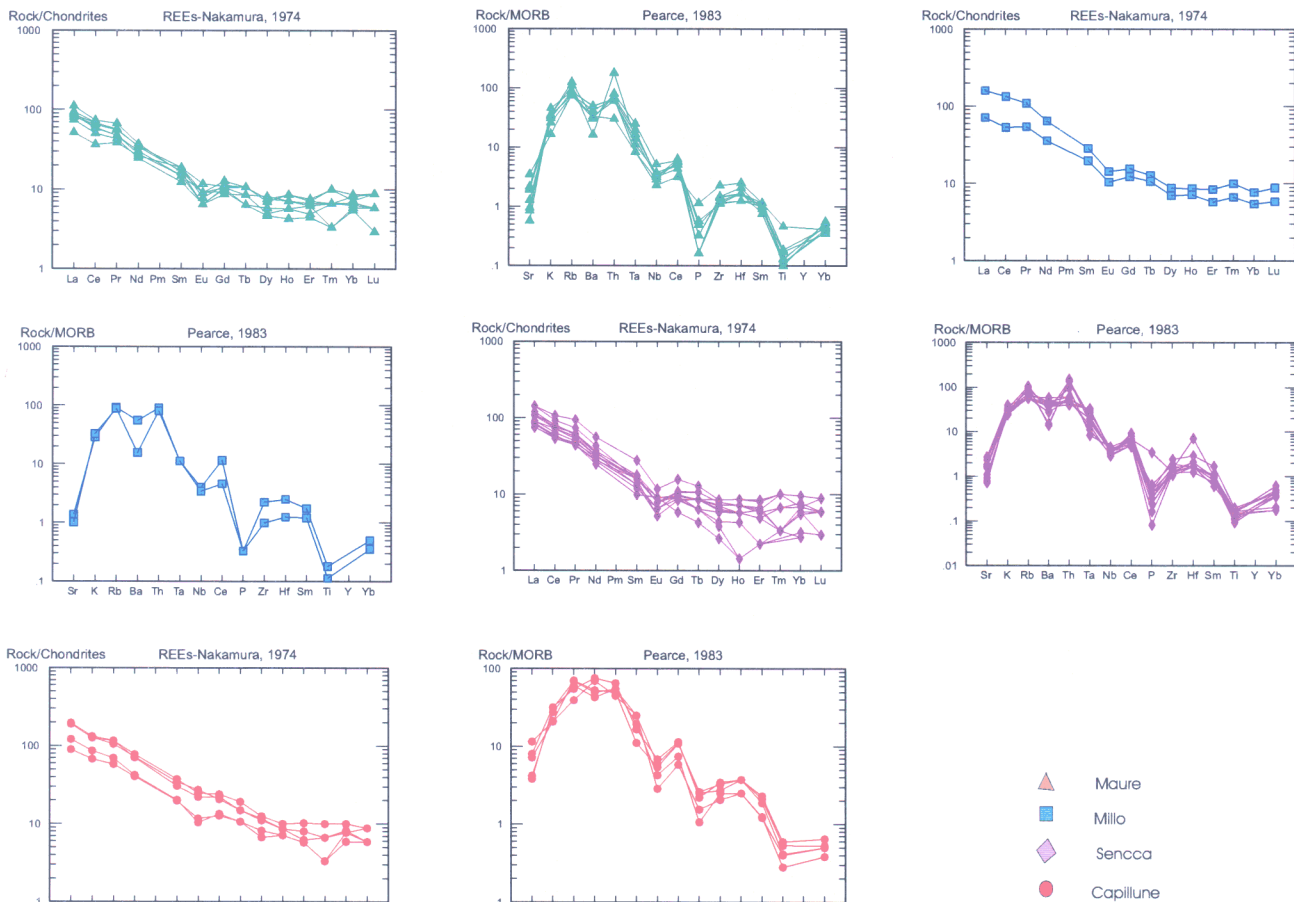


Fig. N° 26 Diagramas REE y Multi elemental, los diagramas muestran fuerte enriquecimiento en **LREE** y tendencia a empobrecer en HREE, mas notorio en la unidad Sencca (<10). La anomalía negativa de **Eu** implica una diferenciación de las plagioclasas en la fuente. Por otro lado los diagramas multi elemental típicos de un arco magmático (anomalía de **Nb**) muestran en la unidad Millo una fuerte anomalía negativa de **P** y **Ti** sugiriendo una mayor asimilación de estos elementos en posibles cristales de "Apatito y Hornablenda/Piroxeno", aunque estos minerales no se encuentran en las facies piroclásticas expulsadas (puede inferirse una fuente rica en estos elementos).

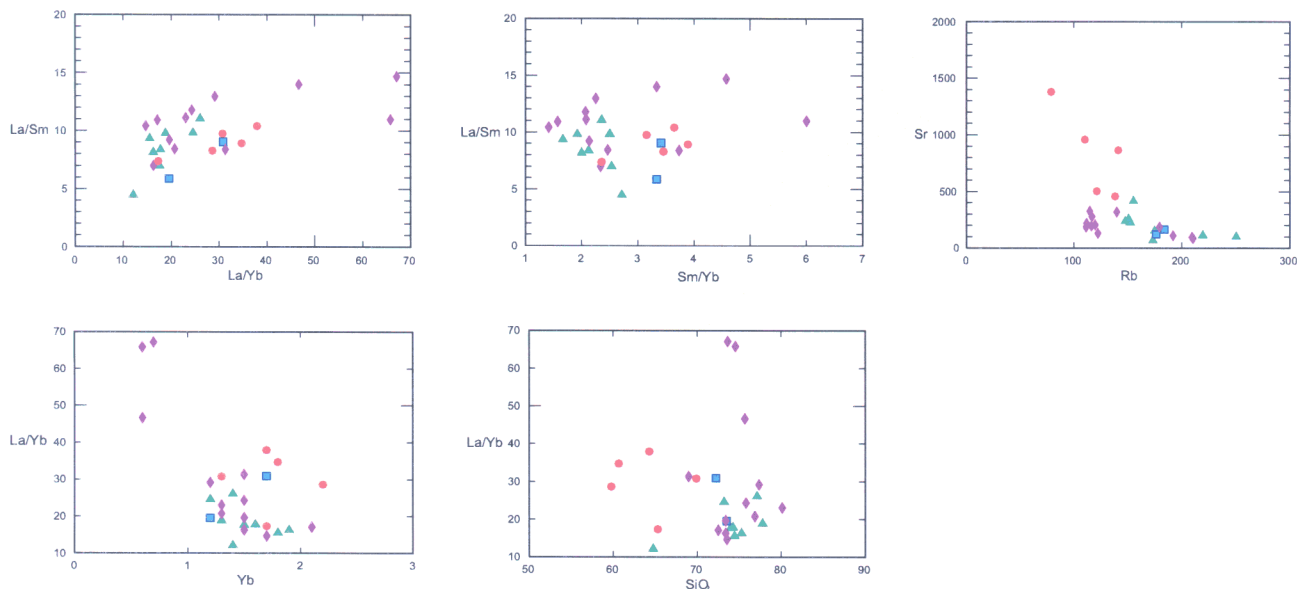


Fig. N° 27 Nótese la diferenciación mas avanzada de las facies "Sencca ($La/Yb = 20-40$) con respecto a Maure y Millo ($10-30$), asimismo la relación Sr vs Rb muestra altas concentraciones de Sr para las facies "Sencca".

Razones La/Yb_N vs. Yb y variantes

La relación La/Yb_N vs. Yb muestra en las unidades Moquegua, Huaylillas y Llallahuí concentraciones entre 10 y 30 de La/Yb_N . El poder separador entre las formaciones puede observarse en el diagrama Sr vs. Rb y La/Yb_N vs. SiO_2 . Estos gráficos pueden demostrar una tendencia a la diferenciación entre las unidades Millo-Maure, Sencca y Capillune, pero con las primeras unidades más ricas en Si (70-80%) y álcalis, propias del mayor evento ignimbrítico heredado de Huaylillas, cambia a magmas más básicos con el SiO_2 de 60-70% que dará paso al evento Barroso (ver Figs. N° 23-27)

6) Evento Barroso

El último evento volcánico conocido en el sur del Perú como Grupo Barroso está diferenciado espacial y geoquímicamente, dividiéndose en 3 sectores con diversos grados de diferenciación con respecto al SiO_2 y álcalis:

Sector occidental A	55-60 % de SiO_2	4-7 % de álcalis (Puquina-Moquegua)
Sector central B	60-65 % de SiO_2	6-8 % de álcalis (Huaytire-Tarata-Pachía)
Sector oriental C	65-75 % de SiO_2	7-9 % de álcalis (Mazo Cruz-Palca)

En general, las rocas tienen un intervalo químico entre andesitas basálticas y riolitas (Fig. N° 28). Es posible interpretar esta diferenciación como un producto de la evolución cortical en grosor hacia el oriente y en relación directa a concentraciones mayores de K y Sr. También existe la tendencia a pensar que las estructuras más occidentales son más antiguas.

Elementos Mayoritarios (Harker)

Para el Mg se diferencia una anomalía en el rango 65% de SiO_2 , entre la transición de A hacia C, similar a la relación entre K y Si, esto puede interpretarse como una rápida asimilación de Mg en piroxeno/hornblenda (Sector A) disminuyendo progresivamente en los sectores B y C directamente proporcional con el incremento de SiO_2 . Se puede diferenciar en el intervalo 65 % de SiO_2 un punto de quiebre con rápido empobrecimiento de MgO con relación a K_2O (ver Fig. 29).

REE y Multielemental LILE/HFSE

Los diagramas para tierras raras muestran buena correlación y similitud entre estas unidades, muy similares a las secuencias post oligocenas (Maure-Millo-Sencca-

Nuevas Dataciones en el Sur del Perú (Paralelos 16° - 18° 30' sur)

Núm.	Código de Muestra	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas UTM	Cuadrángulo	Número de Hoja	Lugar o Paredo	Tipo de Roca	Grupo o Formación	Método Datación	Mineral Dato	Edad Radiométrica	Margen de Error	Observaciones
		Latitud Sur	Longitud Oeste	Norte	Este								
1	Ta-020400	17,425006731191	70,0807088108883	8 093 670	364 305	Cerro Estrope o Huyculo	Lavas	Fm. Huilacollo	K-Ar	RT	21,3	± 0,7	
2	Ta-380500	17,12722335653634	70,3813912794679	8 105 848	363 047		Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	-1	± -1,0	Estratovolcán Chuquiamaña
3	Ta-510500	17,1186075493081	70,2971503342337	8 106 841	362 004	Oeste de Quilicaca	Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	4,8	± 0,5	Estratovolcán Chuquiamaña
4	Ta-570500	17,1174911140774	70,2710329845434	8 107 005	364 782	Qda. Nazaparco	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	5,6	± 0,2	Estratovolcán Chuquiamaña
5	Ta-580500	17,1739809620718	70,2858009856415	8 100 745	363 252	Rio Callazas	Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	6	± 0,3	Estratovolcán Yucamane
6	Ta-610500	17,0919404228026	70,4286886861821	8 109 716	347 987	Qda. Chuquiamaña	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	3,4	± 0,2	Estratovolcán Chuquiamaña
7	Pa-870600	17,4742455908457	70,1323868114334	8 067 623	379 785	Tala (margen derecha río)	Lavas	Fm. Samanape	K-Ar	RT	24,6	± 0,8	Es equivalente al Grupo Tacaza
8	Ta-700600	17,4814779812738	70,0553134287021	8 068 874	387 955	Cerro Picaso	Tonalita	Superunidad Chailiavento	K-Ar	RT	41,6	± 1,0	Intruye a la Fm. Gramadil, infrayace a Tarata
9	Ta-980600	17,2281033387141	70,1084101962170	8 094 873	382 155	Cerro Ichocollo	Brecha	Grupo Barroso	K-Ar	RT	-1	± -1,0	Puede corresponder a la Superunidad Linga?
10	Cl-78	17,02009897206859	71,3227011914675	8 118 754	252 734	Qda. Tunquea	Granodiorita	Superunidad Yarabamba+	K-Ar	RT	81	± 0,2	
11	Cl-96	17,0311706567919	71,0944442697206	8 115 803	277 056	Cerro Volcancillo	Toba	Fm. Moquegua	K-Ar	RT	25,6	± 0,7	
12	98AP075318	17,02005545231140	8 117 700	351 885		Cerro Tulupaca	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	0,244	± 0,037	Estratovolcán Tulupaca NO
13	98AP075419	17,0133423707609	70,3846768191926	8 118 448	352 609	Cerro Tulupaca	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	0,285	± 0,027	Estratovolcán Tulupaca NO Preliminar
14	Hu-010600	16,6053877251294	70,2932499748956	8 163 653	362 048	Huaitre	Brecha	Fm. Maure	K-Ar	RT	12,6	± 1,50	
15	Hu-NO121	16,58765704725196	70,4415430733389	8 165 507	346 212	Cerro Huata	Toba	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	8,5	± 0,50	Flujos finales de la Fm. Maure?
16	Hu-NO122	16,6548458467956	70,4144432977608	8 158 122	349 156	Rio Chila	Toba	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	9	± 0,90	Flujos finales de la Fm. Maure?
17	Hu-NO131	16,6954499397119	70,3607980120911	8 153 640	354 909	Rio Condotroqueña	Brecha	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	8,7	± 0,50	Flujos finales de la Fm. Maure?
18	Ichu-16	16,3314796081985	70,5078547861073	8 193 802	338 947	Qda. Palaqueña	Subvolcánico	INA	K-Ar	RT	8,6	± 0,40	
19	Ichu-11	16,4084881682226	70,7103877316622	8 185 109	317 356	Cerro Alasapa	Brecha	Fm. Lailahul	K-Ar	RT	5	± 0,50	
20	98AP074515	17,3360503845933	70,5306329651678	8 082 621	337 352	Mina Tolenes	Apilta	Superunidad Yarabamba	K-Ar	RT	60,4	± 0,70	
21	JT-000620	16,8676590327968	71,5480662760563	8 133 333	228 511	Cerro Bojila	Monzogranito	Superunidad Yarabamba+	K-Ar	RT	84	± 2,00	
22	JT-000656	16,9301523878568	71,750283146788	8 128 123	207 012	Cerro Escalera	Monzogranito	Superunidad Punta Coles	K-Ar	RT	170	± 4,00	
23	Lo-105	17,7923771948702	70,7284885735224	8 033 007	316 772	Cerro Del Medio	Toba	Fm. Huayllillas	K-Ar	RT	19	± 0,50	
24	206000	16,9636694750734	69,6242422614060	8 124 060	433 541	Paruyo	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,8	± 0,10	Estratovolcán Minasa
25	706000	16,9524820605196	69,6950921860348	8 125 571	425 982	Cerro Pucará	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	5,5	± 0,20	Estratovolcán Minasa
26	906000	16,6762938568221	69,5547219438464	8 158 172	440 852	Mazo Cruz	Lavas	Fm. Sillapaca **	K-Ar	RT	8,3	± 0,30	
27	1106000	16,69760984836181	69,6813989364181	8 153 772	427 353	Mazo Cruz	Brecha	Cerro Talacolla	K-Ar	RT	7,6	± 0,10	Flujos finales de la Fm. Maure?
28	1306000	16,7518207695928	64,8532730938029	8 147 704	409 053	Mazo Cruz	Lavas	Fm. Sencca **	K-Ar	RT	7,5	± 0,30	Flujos finales de la Fm. Maure?
29	1606000	16,8552597931327	69,5589856881181	8 136 373	440 452	Mazo Cruz	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,20	Flujos finales de la Fm. Maure?
30	2706000	16,8956128098995	69,7073703091875	8 131 858	424 862	Cerro Apacheta	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	7,5	± 0,30	Estratovolcán Yulaca
31	3006000	16,8547154485355	69,6821936400288	8 136 392	427 328	Cerro Yulista	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,4	± 0,70	Domo
32	3106000	16,887117591488	69,6560720925144	8 132 751	430 123	Cerro Taruja	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	7,5	± 0,50	Estratovolcán Minasa
33	3206000	16,8518413524049	69,6197628228555	8 136 754	433 978	Cerro Cachuma	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,4	± 0,20	Estratovolcán Yulaca
34	3306000	16,8516413524049	69,6197628228555	8 136 754	433 978	Qda. Cachuma	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,20	Estratovolcán Yulaca
35	3406000	16,8254366879106	69,6462657590511	8 139 643	431 145	Volcán San Francisco de Pachapaqui	Lavas	Grupo Barroso**	K-Ar	RT	6,1	± 0,30	Estratovolcán San Francisco de Pachapaqui
36	4606000	16,7579926522575	69,887271536312	8 147 005	405 384	Huajira Apacheta	Brecha	Grupo Barroso**	K-Ar	RT	8,7	± 1,10	Flujos Iniciales del Gpo. Barroso
37	3906000	16,759647461401	69,3248179426847	8 145 484	395 230	Qda. Sarahocha	Lavas	Fm. Lailahul	K-Ar	RT	8,2	± 0,30	
38	98AP076224	16,8728744685155	69,5632718934837	8 134 423	440 002	Cerro Silice	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,64	± 0,06	Estratovolcán Yulaca
39	Mc-000600	16,9652116596428	66,0611942461305	8 121 950	812 988	Qda. Guerrero	Toba	Fm. Millo	K-Ar	RT	3,8	± 0,10	Edad correlacioneable con la localidad tipo
40	Mc-20000401	17,1595666666667	70,8986666666667	8 101 805	298 020	Cerro Los Angeles	Brecha	Fm. Huaracane**	K-Ar	RT	72,4	± 0,70	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
41	Mc-20000402	17,1532305972440	70,8914284456931	8 102 514	299 804	Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huaracane***	K-Ar	RT	71,4	± 0,80	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
42	Mc-20000403	17,1594201636740	70,8917077970862	8 101 839	299 804	Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huaracane***	K-Ar	RT	71,4	± 0,80	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
43	PS460500	16,9087421522732	71,1392194900303	8 119 673	272 245	Cerro Quilliquine	Toba	Fm. Huaracane***	K-Ar	RT	7,1	± 0,20	
44	PS330500	16,9081692024152	71,2210054863653	8 129 270	263 425	Cerro Camerayoc	Toba	Fm. Moquegua	K-Ar	RT	2,8	± 0,80	
45	OT-03	17,008913875353	70,8695855292939	8 118 509	300 978	Rio Esquiro	Subvolcánico	INA	K-Ar	RT	9,2	± 0,30	Domo subvolcánico
46	HHB20000202	17,1532305972440	70,8914284456931	8 102 514	298 804	Otra	Toba	Fm. Paralaca Sup.	K-Ar	RT	65	± 2,00	Transición cretácica/paleógena
47	OC-000722	16,1930298662579	67,4463682462886	8 209 084	666 082	Base Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huayllillas	K-Ar	RT	17,9	± 0,60	
48	OmH-07	16,5914434796781	70,9493435988541	8 164 630	292 028	Qda. Pastillo	Cuarzo Monzodiorita	INA	K-Ar	RT	1,98	± 0,03	
49	OmH-14	16,586868742912	70,88494275829780	8 139 526	299 149	Qda. Pachas	Tobas Riolíticas	Fm. Huaracane**	K-Ar	RT	8,4	± 0,30	Tobas soldadas, disconformes sobre Matailaque
50	OmH-38	16,58487914976813	70,6777613299515	8 169 612	320 970	Cerro Quento	Andesitas	Fm. Pichu***	K-Ar	RT	11,8	± 0,10	Lavas efusivas
51	OmH-39	16,5949416185145	70,6102391195947	8 164 564	328 718	Cerro Torozani	Toba Riolítica	Fm. Maure	K-Ar	RT	8,3	± 0,60	
52	OmH-55	16,7441772786935	70,5817484983505	8 148 074	331 389	Cerro Señorame	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	0,5	± 0,40	Estratovolcán Marallimane
53	OmH-57	16,6607544168634	70,698764747543	8 157 203	318 834	Cerro Yalgache	Subvolcánico riolítico	INA	K-Ar	RT	11,9	± 0,40	
54	Pa-0106000	13,0665022460591	69,5649412766152	8 555 442	438 752	Cerro Paocachua	Subvolcánico riolítico	INA	K-Ar	RT	3,4	± 0,10	Cerro Paocachua
55	Pa-0906000	17,50639059016993	69,65477329377741	8 084 424	430 178	Cerro Quilquisana	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,7	± 0,10	Estratovolcán Condor Pico
56	Pa-1006000	17,5134176687267	69,66459149655299	8 063 524	429 453	Cerro Quilquisana	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,10	Estratovolcán Condor Pico
57	Pa-2106000	17,6235645721102	69,6997736755799	8 051 324	425 763	Qda. Vilavilque	Latita	Grupo Barroso	K-Ar	RT	3,1	± 0,20	Estratovolcán Quefuta

Capillune). Ligeras anomalías de *Eu* (-) también sugieren fraccionamiento de las plagioclasas (ver Fig. N° 30).

Razones La/Yb_N vs. Yb y variantes

Para el La/Yb_N vs. Yb se verifica un estado avanzado en la evolución magmática enmarcada en una gruesa corteza ($La/Yb_N > 10$) así como una diferenciación y enriquecimiento de SiO_2 y fraccionamiento de HREE (ver Fig. N° 31). El *Sr* vs. *Rb* muestran una disminución del primero en dirección oriental producto de posible interacción de materiales primitivos emplazados a través de fallas litosféricas (Apurímac-Maure y Titicaca), la relación La/Sm vs. Sm/Yb puede demostrar el incremento cortical y el fraccionamiento de HREE.

Unidades Intrusivas

Elementos Mayoritarios (Harker)

Las superunidades Yarabamba, Ilo Punta Coles, Linga y Challaviento muestran una consanguinidad muy similar entre ellas, son subalcalinas de la serie calcoalcalina y de marco tectónico convergente (Fig. N° 32). Los diagramas Harker muestran una buena correlación en la diferenciación de los magmas con variación de sus composiciones entre 55 y 75 % de SiO_2 . El *Ca*, *Ti*, *Fe* y *Mg* se empobrecen con respecto al enriquecimiento en sílice, de acuerdo a las clasificaciones petrográficas que varían entre dioritas (<60-65 % de SiO_2) y granodioritas/monzogranitos (>65 % de SiO_2), cabe resaltar que la Superunidad Yarabamba incluso es más máfica que las superunidades Ilo y Punta Coles (ver Fig. N° 33), aparentemente la unidad Challaviento es la de mayor diferenciación, aunque algunas muestras tienen valores inferiores a 60 % de SiO_2 . Una muestra de Ilo con valores de $SiO_2 > 70$ %, 3 % de *K* alrededor y 15 % de *Al* puede considerarse como contaminación del magma en su ascenso a través de la corteza que posiblemente fue heredado del complejo.

REE y Multielemental LILE / HFSE

Los diagramas de tierras raras muestran buena correlación entre todas las unidades con pendiente moderada (LREE/HREE) y anomalía negativa de *Eu*. Nótese la correspondencia entre las unidades Punta Coles, Ilo y Linga (Fig. N° 34). La presencia de granate en la fuente principal no es tan clara, aunque el ligero empobrecimiento en HREE (alrededor de 10) podría indicarlo. Para los diagramas multielementales es típico de márgenes convergentes con fuertes anomalías de *Nb*, *P* y *Ti* (empobrecimiento en HFSE).

Grupo Barroso

Clasificación petrográfica

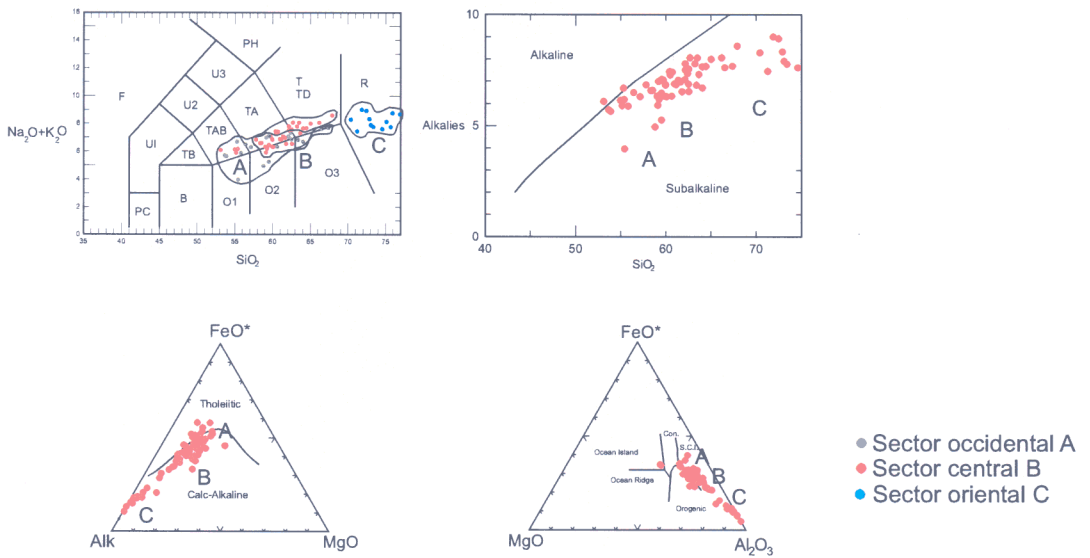


Fig. N° 28 Existe un fraccionamiento de las secuencias del Grupo Barroso en dirección oriental, nótese la evolución de las volcanitas entre los puntos A y B, desde andesitas basálticas hasta riolitas muy diferenciadas ($\text{SiO}_2 > 70\%$) y alto álcali ($> 5\%$), con respecto a las edades en conjunto existe la idea de que las estructuras volcánicas occidentales (estrato-volcanes, domos y complejos) son más antiguas que las estructuras orientales, estas ideas están muy reforzadas por dataciones radiométricas, como ejemplo los complejos a lo largo de la faja Tarata-Moquegua con edades entre los 6 y 11 Ma (Chuquiananta) no tiene correlación temporal en el corredor Palca-Mazo Cruz. Esto plantea la idea de que estas edades muy antiguas son contemporáneas con el evento Clemesí que originaron los mantos ignimbríticos de las facies terminales Maure y Formación Millo, las facies efusivas pertenecerían al Barroso antiguo.

Diagramas de Harker

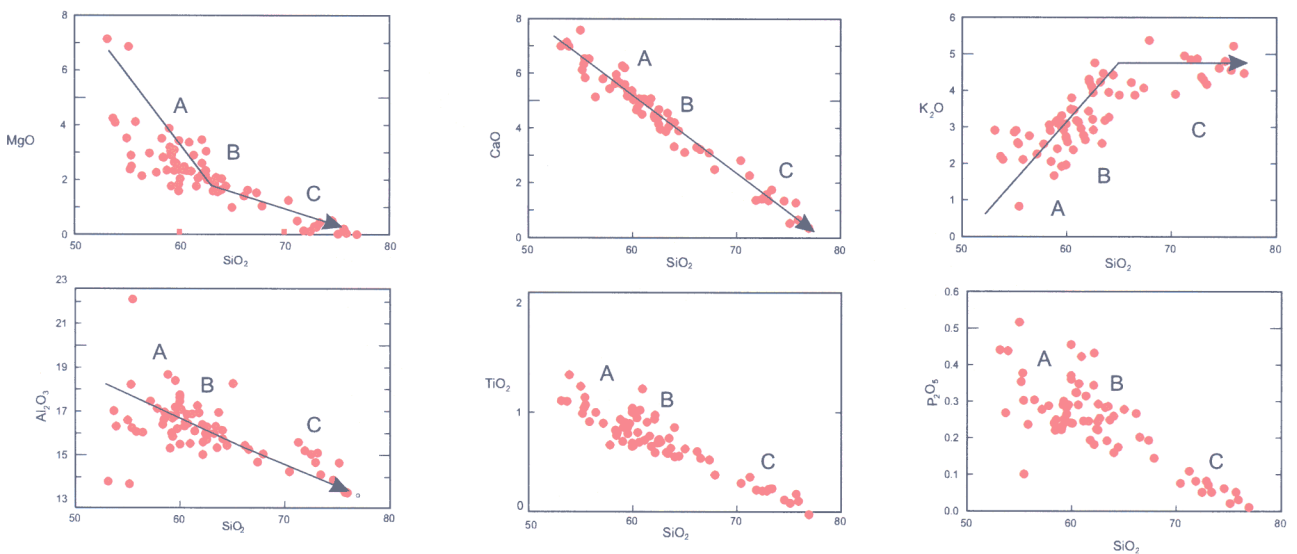


Fig. N° 29 DIAGRAMAS DE HARKER

Buenas correlaciones entre los óxidos y SiO_2 demuestran la avanzada cristalización fraccionada del magma (FX), tanto para las secuencia occidentales, centrales y orientales. El punto de quiebre en K_2O muestra que a partir de los 65% de SiO_2 la asimilación de este elemento se encuentra disminuida y casi estable (secuencias orientales) no así las secuencias occidentales y centrales con alta asimilación sugiriendo una fuerte contaminación? de la corteza superior o un incremento de la presión y temperatura haciendo posible la incorporación de este elemento en la fuente. Similares relaciones se observan en MgO y Al_2O_3 .

Grupo Barroso

Diagramas Multielemental

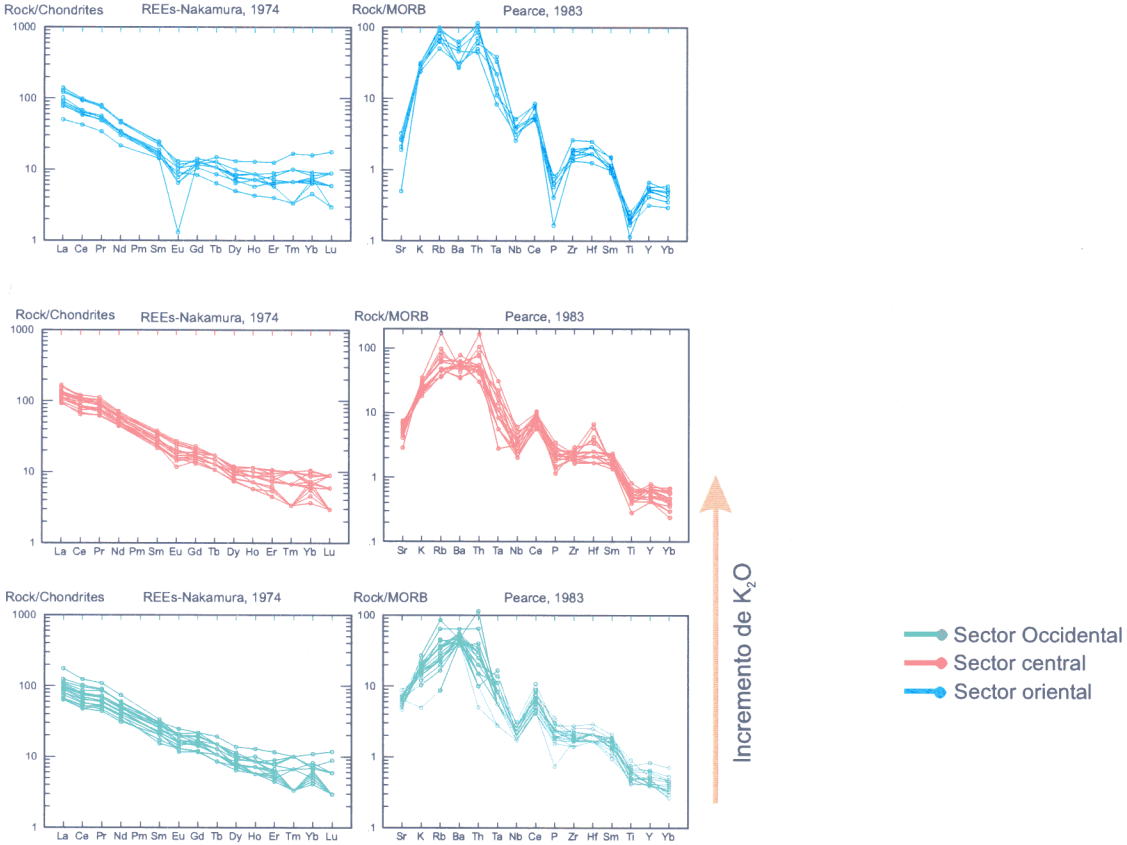


Fig. N° 30 DIAGRAMA MULTIELEMENTAL

Buenas correlaciones entre las secuencias demuestran una cristalización normal de los feldspatos. Una pendiente normal y conservada entre HREE y LREE sugiere buena evolución por FX. La presencia de granate en la fuente está representada por moderada pendiente de HREE (< 10).

Las anomalías de Eu con incremento hacia el sector oriental demuestra la evolución diferencial de los magmas de oeste a este.

Las proporciones LREE/LREE (La/Yb > 10), muestran un origen en corteza muy engrosada (>40 km), Rb muestra poca evolución lateral así como el Sr que disminuye en dirección oriental es atribuido posiblemente a materiales menos diferenciados (fallas litosféricas/aumento-ascensión de la gradiente geotérmica). Asimismo la relación La/Sm vs Sm/Yb muestra incremento de corteza y fraccionamiento de HREE.

Razones LREE/HREE y variantes

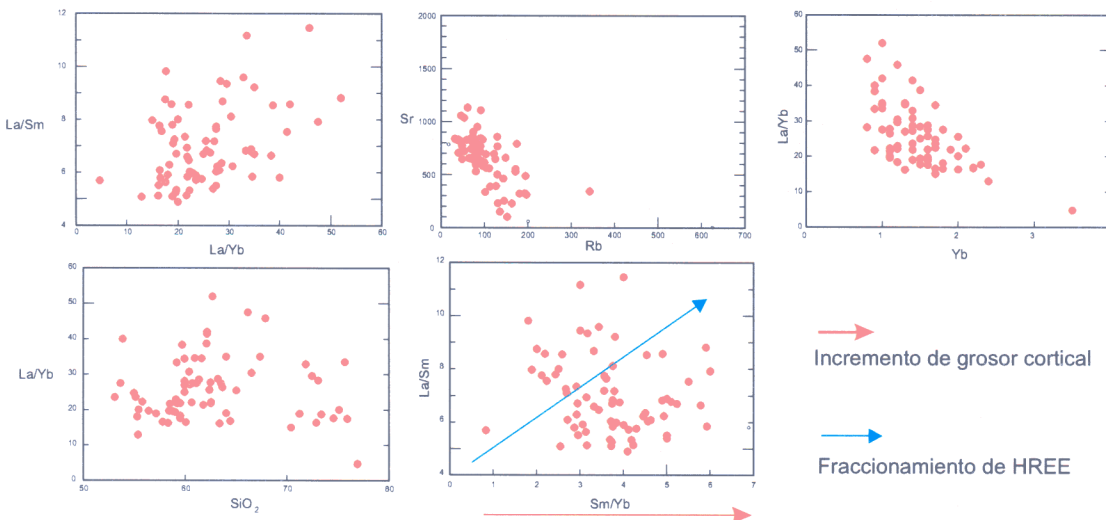


Fig. N° 31

Razones La/Yb_N vs. Yb y variantes

La relación La/Yb_N vs Yb , puede concluirse en lo siguiente: la Superunidad Yarabamba muestra valores muy cercanos a 10 ppm de La/Yb_N , muy similar y por debajo a las superunidades Punta Coles/Linga e Ilo, esto puede sugerir que los magmas de Yarabamba sean menos evolucionados en comparación a sus similares occidentales. Por otro lado las concentraciones de Sr son bajas para las unidades Linga e Ilo, mientras que Yarabamba/Challaviento sobrepasan en muchos casos las 500 ppm. El poder separador de los cocientes REE entre las unidades intrusivas puede observarse en las relaciones: La/Yb_N vs Yb y La/Sm vs La/Yb_N .

Unidades Yarabamba-Challaviento-Ilo-Punta Coles y Linga

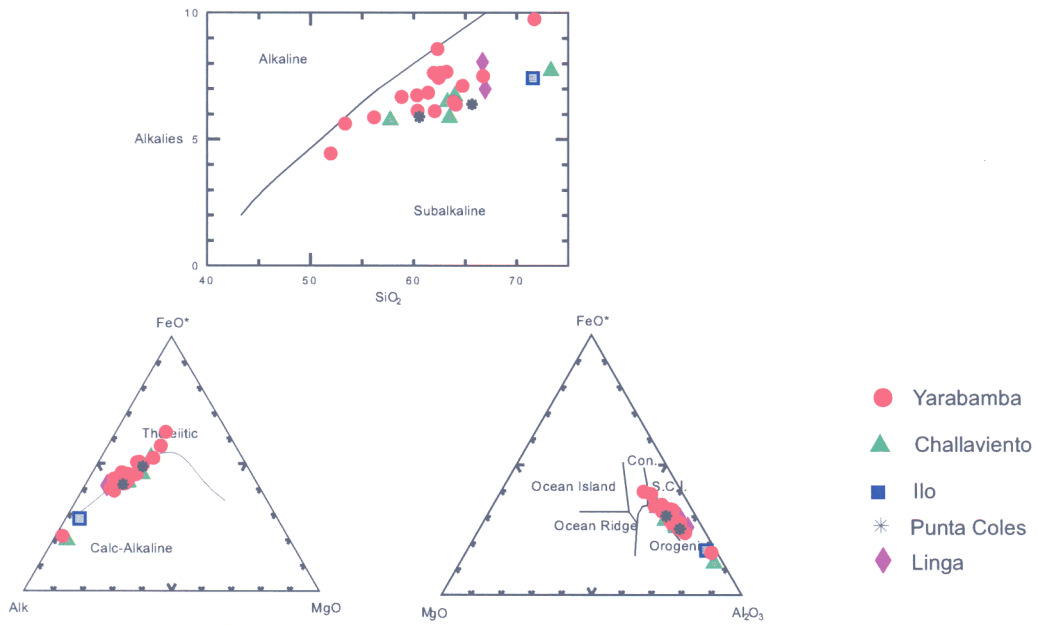


Fig. N° 32 Caracterización geoquímica y tectónica

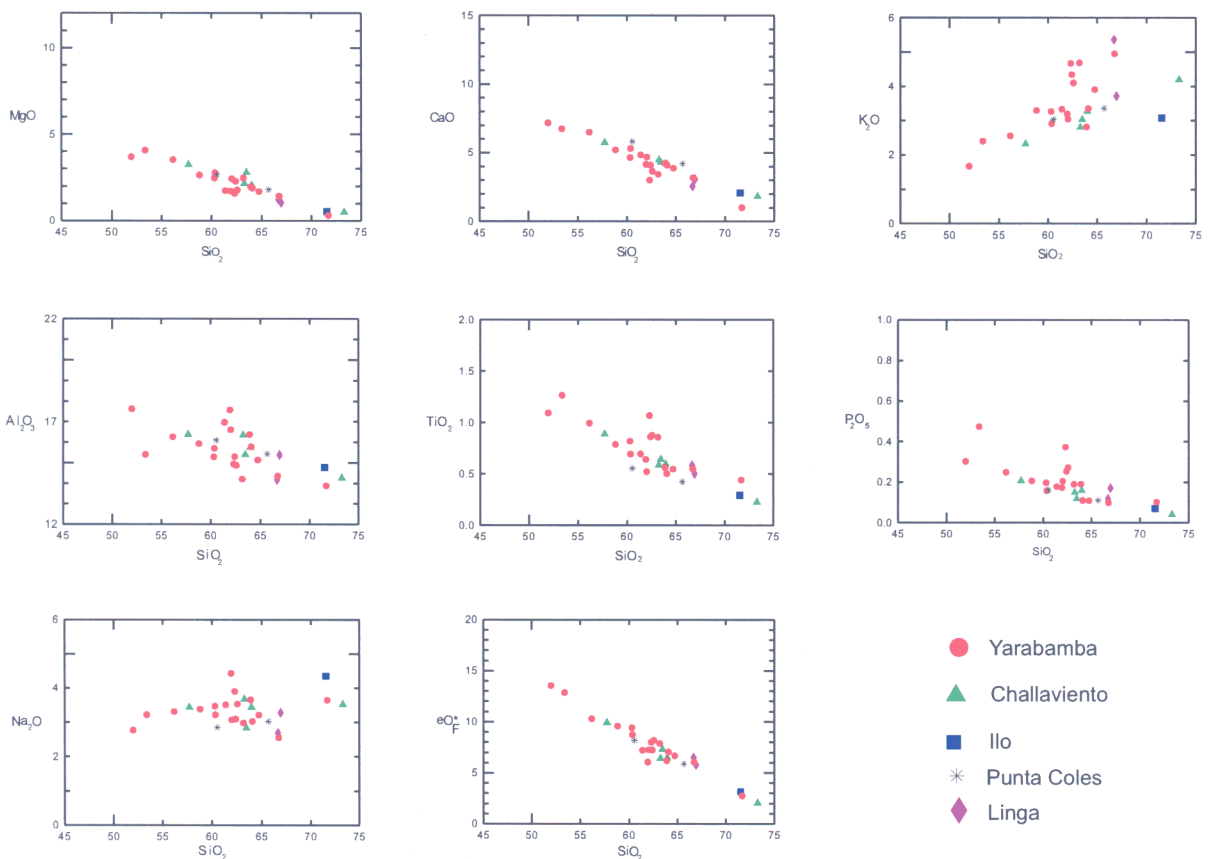


Fig. N° 33 Diagramas Harker

Unidades Yarabamba-Challaviento-Ilo-Punta Coles y Linga

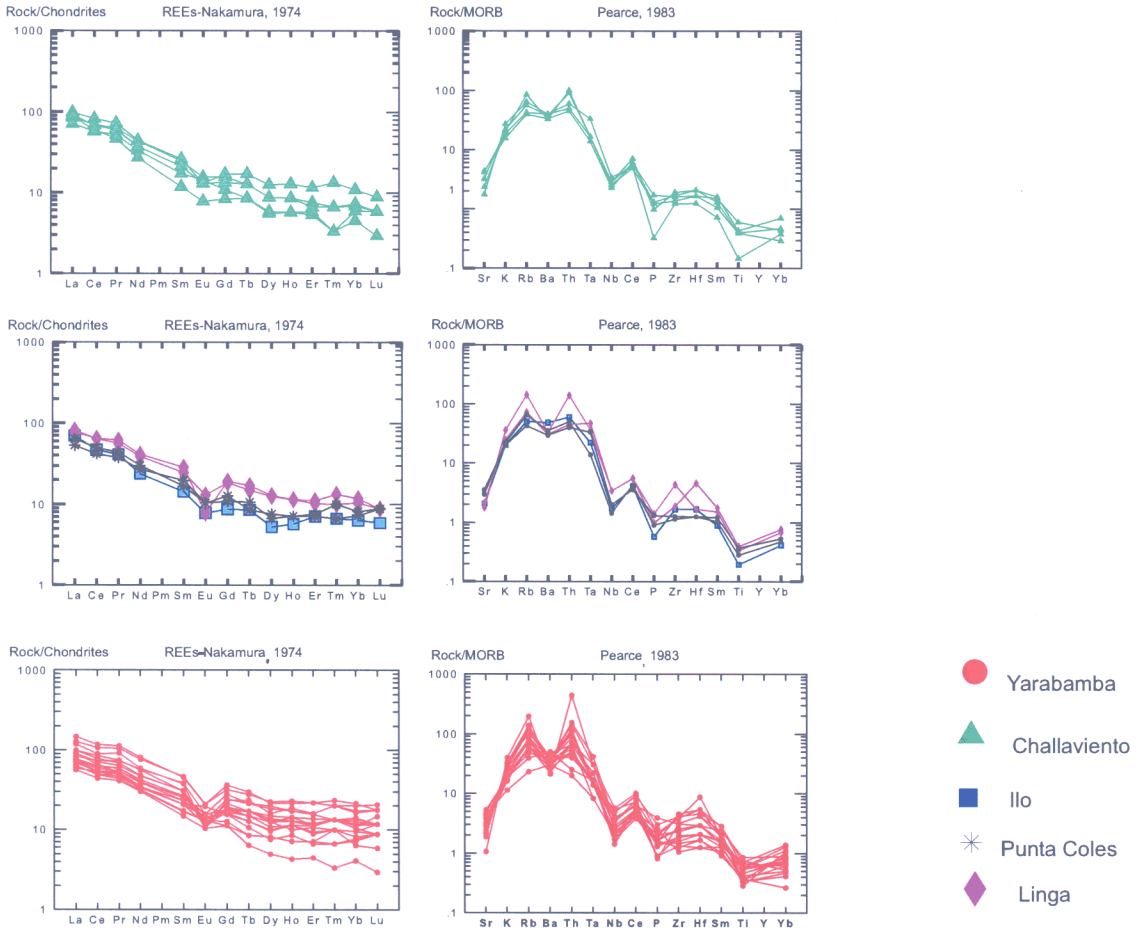


Fig. N° 34 Diagramas REE y Multielemental

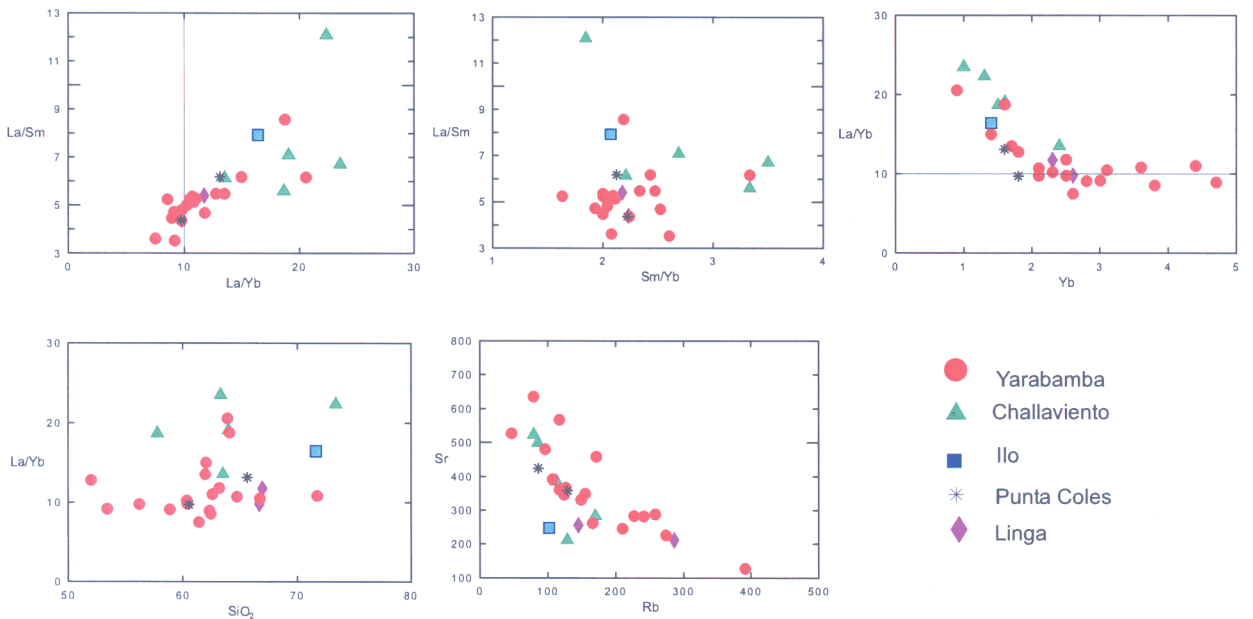


Fig. N° 35

X COMENTARIOS SOBRE EL MAPA DE CONTROL ESTRUCTURAL AEROMAGNÉTICO, CALDERAS Y ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS

Se ha realizado un mapa de controles estructurales, con información de campo (Mapas 1/100 000 y 1/50 000) y reinterpretados en el marco tectónico de una *convergencia oblicua* (CORBETT, G. & LEACH, T., 1998; SAINT BLANQUAT, M., et al., 1998) donde sistemas de fallas transcurrentes están caracterizadas por su asociación con sistemas batolíticos y yacimientos porfíricos de Cu-Au. Esta convergencia oblicua (vector de convergencia) ha generado cizalla simple que originan estructuras de dilatación y deformación extensiva por donde fue facilitado el ascenso de materiales ígneos y sistemas mineralizados paralelos al *arco volcánico* y con juego dextral (ver Fig. N° 36).

Las fallas transcurrentes ligadas a un régimen subductivo se desarrollan en sectores debilitados y paralelos al arco volcánico produciendo el incremento y debilitamiento termal de la corteza que originan un desplazamiento horizontal. El tectonismo de tipo transurrencia (strike-slip) asociado a una subducción oblicua (JARRARD, R. D., 1986) es facilitada por los siguientes factores:

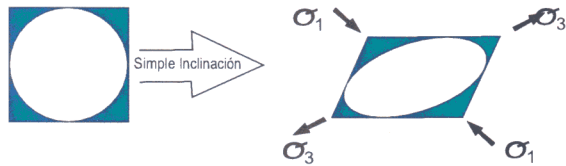
- a) Un margen paralelo y lineal al arco magmático
- b) *El alto flujo de calor en el arco es producto de la debilidad a través de la litosfera continental*

Esto conlleva a pensar en una retroalimentación posible entre el magmatismo y los procesos transpresionales, con generación y emplazamiento de plutones en zonas de debilidad por cizalla a través de diques como un mecanismo viable para el ascenso del magma (PETFORD, N., et al., 2000) (Fig. N° 37).

El Mapa de Controles Estructurales está basado en datos de campo e interpretaciones de imágenes satelitales con conceptos actualizados. Un complejo sistema de fallas transcurrentes con dirección N 60° O y movimientos sinestrales/dextrales en transpresión/transtensión, han contribuido en gran medida con el emplazamiento del Batolito de la Costa. El segmento Toquepala está representado por la Superunidad Yarabamba que aflora al oriente del sistema transpresivo/sinestral Incapuquio, intruyendo a las secuencias piroclásticas del Grupo Toquepala superior. Más al oriente el sistema Apurímac/Cailloma/Maure de movimiento dextral se encuentra emplazado en el mismo arco magmático actual que ha generado cuerpos intrusivos que aún se encuentran infrayaciendo a la cubierta volcano-sedimentaria del evento Barroso.

Entre estos dos sistemas de transurrencia (Incapuquio/Apurímac) se originaron áreas de esfuerzos tipo extensión provocando el debilitamiento de la corteza y el colapso de los materiales corticales que formaron sistemas de calderas durante el Cretáceo (Toquepala) y Paleógeno/Neógeno (Huaylillas-Sencca). Algunos de estos sistemas pueden alcanzar los 50 km de diámetro (Chachani/Arequipa) produciendo en la periferia colapsada, perfectos arcos como los de Suches y Vizcachas (Huaytire).

OBLICUO



Modelo inclinado de los elementos Riedel

MODELOS FRACTURADOS

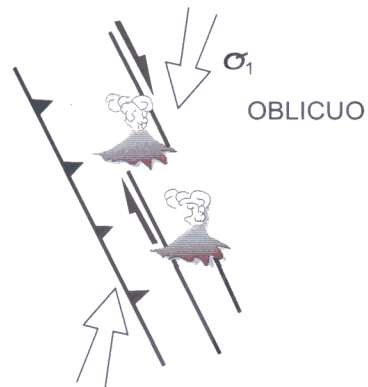
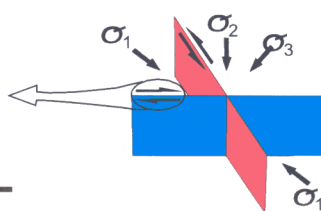
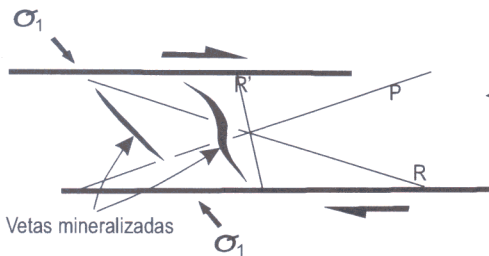
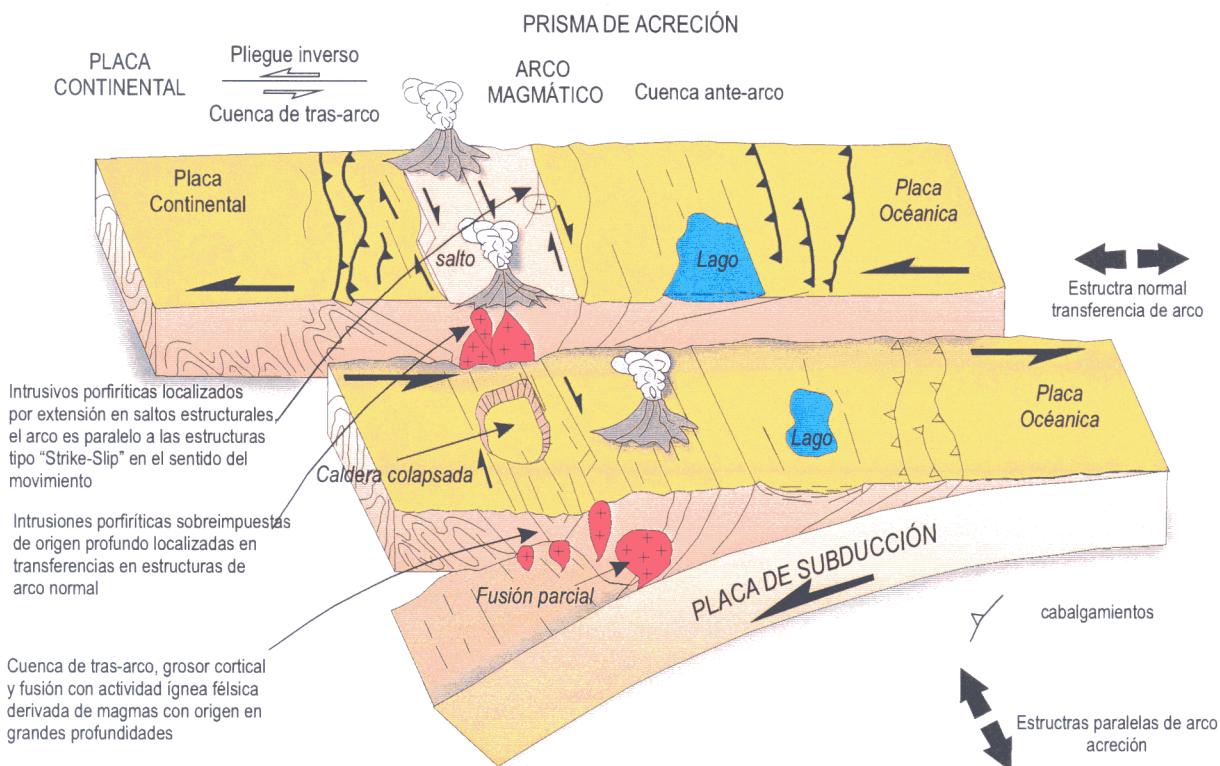


Fig. N° 36 Convergencia y fracturamiento oblicuo, está asociado a fallas transcurrentes mayores, está caracterizado por originar extensión en asociación de "Strike-Slip", o fallas transcurrentes, esta extensión facilita el emplazamiento de intrusivos y en la evolución de sistemas mineralizantes de origen magmático en altos niveles corticales, según algunos autores este tipo de convergencia oblicua propicia la formación o no de pórfidos de cobre-oro, así como sistemas de baja y alta sulfuración. Tomado de Corbett y Leach, 1998. Society of Economic Geologists, Special publication, N°6. Pp. 31-68.



Tomado de Corbett y Leach, 1998. Society of Economic Geologists, Special publication, N° 6.

Fig. N° 37

Sistemas de calderas mucho mayores han sido interpretados como Barroso-Lauca-Payachata.

Muchas estructuras asociadas a estos sistemas transcurrentes son gravitatorias con inclinación de sus planos en dirección NO, afectando a terrenos muy jóvenes (pampas de Clemesí). Estas fallas se prolongan desde Chala hasta Ilo teniendo en algunos casos, una componente horizontal (Chala/Atico/Parinacochas) con rumbos generales N 40° O y N-S.

El Mapa Aeromagnético de campo total ha proporcionado información muy valiosa, de los sistemas de fracturamiento con dirección N 60° E, que *interceptan al sistema transcurrente Incapuquio* con dirección N 50° O y cuyos afloramientos no son observados en superficie por la gruesa cobertura de las unidades Moquegua, Sotillo o Millo. Estas intersecciones están fuertemente asociadas con el emplazamiento de yacimientos porfíricos tipo Cu-Au. Los yacimiento de Cuajone, Quellaveco y Toquepala se encuentran en este tipo de lineamientos (N 60°) que se proyectan en superficie. El Mapa Aeromagnético interpretado demuestra un complejo sistema de transurrencias dextrales/sinestrales que se observan claramente entre las anomalías de alta y baja atracción magnética. Las intersecciones sugieren fuertemente, posibles emplazamientos de sistemas porfíricos de Cu-Au. Estas ideas están reforzadas en estudios similares realizados recientemente en Chile (TOSDAL, R.M & RICHARDS, J.P. 2001) basándose en estudios regionales efectuados en Argentina (SALFITY, J. A., 1985) donde las direcciones de los lineamientos (N 120°) que interceptan a las fallas transcurrentes Domeyko son similares a las del sur del Perú, diferenciada solamente por la inflexión de Arica (ver mapa de controles estructurales). Esta similitud sugiere que los lineamientos jugaron un rol importante desde tiempos precretácicos y al parecer son producto directo de la apertura Atlántica durante el Jurásico (fallas transformantes).

ANEXO I

Nuevas Dataciones en el Sur del Perú (Paralelos 16° - 18° 30' sur)

Núm.	Código de Muestra	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas UTM	Cuadrángulo	Número de Hoja	Lugar o Paredo	Tipo de Roca	Grupo o Formación	Método Datación	Mineral Dato	Edad Radiométrica	Margen de Error	Observaciones
		Latitud Sur	Longitud Oeste	Norte	Este								
1	Ta-020400	17,4250067371191	70,0807088108883	8 093 670	364 305	Cerro Estrome o Huyculo	Lavas	Fm. Huilacollo	K-Ar	RT	21,3	± 0,7	
2	Ta-380500	17,12722335653634	70,3813912794679	8 105 848	353 047	Oeste de Quilicaca	Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	-1	± -1,0	Estratovolcán Chuquiandanta
3	Ta-510500	17,1186075493081	70,2971503342337	8 108 841	362 004	Qda. Huajajaque	Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	4,8	± 0,5	Estratovolcán Chuquiandanta
4	Ta-570500	17,1174911140774	70,2710329845434	8 107 005	364 782	Qda. Nazaparco	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	5,6	± 0,2	Estratovolcán Chuquiandanta
5	Ta-580500	17,1793809620718	70,2858009856415	8 100 745	363 252	Rio Callazas	Toba	Grupo Barroso	K-Ar	RT	6	± 0,3	Estratovolcán Yucamane
6	Ta-610500	17,0919404228026	70,4286868861821	8 109 716	347 987	Qda. Chuquiandanta	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	3,4	± 0,2	Estratovolcán Chuquiandanta
7	Pa-870600	17,4742455908457	70,1323868114334	8 097 623	379 785	Tala (margin derecha río)	Lavas	Fm. Samanape	K-Ar	RT	24,6	± 0,8	Es equivalente al Grupo Tacaza
8	Ta-700600	17,4814479812738	70,0553134287021	8 068 874	387 955	Cerro Picasso	Tonalita	Superunidad Chailiavento	K-Ar	RT	41,6	± 1,0	Intruye a la Fm. Gramadil, infrayace a Tarata
9	Ta-980600	17,2281033387141	70,1084101962170	8 094 873	382 155	Cerro Ichocollo	Brecha	Grupo Barroso	K-Ar	RT	-1	± -1,0	Puede corresponder a la Superunidad Linga?
10	Cl-78	17,0200997206859	71,3227011914675	8 118 754	252 734	Qda. Tunaquea	Granodiorita	Superunidad Yarabamba+	K-Ar	RT	81	± 0,2	
11	Cl-96	17,0311706567919	71,0944442697206	8 115 803	277 056	Cerro Volcanillo	Toba	Fm. Moquegua	K-Ar	RT	25,6	± 0,7	
12	98A-P075/318	17,0200554523140	70,3915267066624	8 117 700	351 885	Cerro Tupupaca	Lavas	Grupo Barroso	Ar-Ar	RT	0,244	± 0,037	Estratovolcán Tupupaca NO
13	98A-P075/419	17,0133423707609	70,3846768191926	8 118 448	352 609	Cerro Tupupaca	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	0,285	± 0,027	Estratovolcán Tupupaca NO Preliminar
14	Hu-010600	16,6053877251284	70,2932499748956	8 163 653	362 048	Huaitre	Brecha	Fm. Maure	K-Ar	RT	12,6	± 1,50	
15	Hu-NO121	16,5876570472519	70,4415430733389	8 165 507	346 212	Cerro Huata	Toba	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	8,5	± 0,50	Flujos finales de la Fm. Maure?
16	Hu-NO122	16,6548454687956	70,4144432977608	8 158 122	349 156	Rio Chilata	Toba	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	9	± 0,90	Flujos finales de la Fm. Maure?
17	Hu-NO131	16,6954499397119	70,3607980120911	8 153 640	354 909	Rio Condorhuasi	Brecha	Fm. Viscachas*	K-Ar	RT	8,7	± 0,50	Flujos finales de la Fm. Maure?
18	lchu-16	16,3314796081985	70,5078547861073	8 193 802	338 947	Qda. Palacaqueña	Subvolcánico	INA	K-Ar	RT	8,6	± 0,40	
19	lchu-11	16,4084881682226	70,7103877316622	8 185 109	317 356	Cerro Alasapa	Brecha	Fm. Llallahu	K-Ar	RT	5	± 0,50	
20	98A-P074/515	17,3360503945933	70,5306329651678	8 082 621	337 352	Mina Tolenes	Apilta	Superunidad Yarabamba	Ar-Ar	RT	60,4	± 0,70	
21	JT-000620	16,8676590327968	71,5480662760563	8 133 333	228 511	Cerro Bojija	Monzogranito	Superunidad Yarabamba+	K-Ar	RT	84	± 2,00	
22	JT-000656	16,9301523878568	71,750283146788	8 128 123	207 012	Cerro Escalera	Monzogranito	Superunidad Punta Coles	K-Ar	RT	170	± 4,00	
23	Lo-105	17,7927371948702	70,7284885735224	8 033 007	316 772	Cerro Del Medio	Toba	Fm. Huayllillas	K-Ar	RT	19	± 0,50	
24	206000	16,9636694750734	69,6242428164068	8 124 060	433 541	Paruyco	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,8	± 0,10	Estratovolcán Minasa
25	706000	16,9524826065196	69,6950921860348	8 125 571	425 982	Mazo Cruz	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	5,5	± 0,20	Estratovolcán Minasa
26	906000	16,67629385668221	69,5547219438464	8 158 172	440 852	Mazo Cruz	Lavas	Fm. Sillapaca **	K-Ar	RT	8,3	± 0,30	
27	1106000	16,6976094863181	69,6813989364191	8 153 772	427 353	Cerro Pucará	Brecha	Cerro Talacolla	Ar-Ar	RT	7,6	± 0,10	Flujos finales de la Fm. Maure?
28	1306000	16,7518207965928	64,8532730938029	8 147 704	409 053	Cerro Talacolla	Lavas	Fm. Sencca **	K-Ar	RT	7,5	± 0,30	Flujos finales de la Fm. Maure?
29	1606000	16,8552597931327	69,5589585881181	8 136 373	440 452	Cerro Apacheta	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,20	
30	2706000	16,8956128098995	69,7073703091875	8 131 858	424 662	Cerro Yulista	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	7,5	± 0,30	
31	3006000	16,8547154485355	69,6821936400288	8 136 392	427 328	Cerro Taruja	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,4	± 0,70	Domo
32	3106000	16,887117591489	69,6560720925144	8 132 751	430 123	Cerro Orocoma	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	7,5	± 0,50	Estratovolcán Minasa
33	3206000	16,8518413524049	69,6197628228555	8 139 643	431 145	Qda. Cachuma	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,4	± 0,20	Estratovolcán Yulaca
34	3306000	16,8516413524049	69,6197628228555	8 136 754	433 978	Qda. Cachuma	Lavas	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,20	Estratovolcán Yulaca
35	3406000	16,8254366979106	69,6462657590511	8 137 643	431 145	Volcán San Francisco de Pachapaqui	Lavas	Grupo Barroso**	K-Ar	RT	6,1	± 0,30	Estratovolcán San Francisco de Pachapaqui
36	4606000	16,7579926522575	69,887271536312	8 149 005	405 384	Huajira Apacheta	Brecha	Grupo Barroso**	K-Ar	RT	8,7	± 1,10	Flujos Iniciales del Gpo. Barroso
37	3906000	16,7596474761401	69,3248179426847	8 145 484	395 230	Qda. Sarahocha	Lavas	Fm. Llallahu	K-Ar	RT	8,2	± 0,30	
38	98A-P076/224	16,8728744689155	69,5832718934837	8 134 423	440 002	Cerro Silice	Lavas	Grupo Barroso	Ar-Ar	Alunita	2,64	± 0,06	Estratovolcán Yulaca
39	Mc-000600	16,9652116596428	66,0611942461305	8 121 950	812 988	Qda. Guerrero	Toba	Fm. Millo	Ar-Ar	RT	3,8	± 0,10	Edad correlacionable con la localidad tipo
40	Mc-20000401	17,1595666666667	70,8986666666667	8 101 805	298 020	Cerro Los Angeles	Brecha	Fm. Huaracane**	Ar-Ar	RT	72,4	± 0,70	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
41	Mc-20000402	17,1532305972440	70,8914284456931	8 102 514	299 804	Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huaracane***	Ar-Ar	RT	71,4	± 0,80	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
42	Mc-20000403	17,1594201636740	70,8817077970862	8 101 839	299 804	Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huaracane***	Ar-Ar	RT	71,4	± 0,80	Ignimbritas muy soldadas-posible placcillo?
43	PS-460500	16,9057421522732	71,1392194900303	8 119 673	272 245	Cerro Quillinculle	Toba	Fm. Huaracane***	K-Ar	RT	7,1	± 0,20	
44	PS-305000	16,9081692024152	71,2210054863653	8 129 270	263 425	Cerro Camerayoc	Toba	Fm. Moquegua	K-Ar	RT	2,8	± 0,80	
45	OT-03	17,008913875353	70,8655855292939	8 118 509	300 978	Cerro Esquinzo	Subvolcánico	INA	K-Ar	RT	9,2	± 0,30	Domo subvolcánico
46	HHB20000202	17,1532305972440	70,8914284456931	8 102 514	298 804	Otra	Toba	Fm. Paralaca Sup.	K-Ar	RT	65	± 2,00	Transición cretácico/paleógena
47	OC-000722	16,1930296662579	67,4463682462886	8 209 084	666 082	Base Cerro Los Angeles	Toba	Fm. Huayllillas	K-Ar	RT	17,9	± 0,60	
48	Omt-07	16,5914434796761	70,9493435988541	8 164 630	292 028	Qda. Pastillo	Cuarzo Monzodiorita	INA	K-Ar	RT	1,98	± 0,03	
49	Omt-14	16,586868742912	70,8849427582780	8 139 526	299 149	Qda. Pachas	Tobas Riolíticas	Fm. Huaracane**	K-Ar	RT	8,4	± 0,30	Tobas soldadas, disconformes sobre Matlaque
50	Omt-38	16,58487914976813	70,6777613299515	8 169 612	320 970	Cerro Quento	Andesitas	Fm. Pichu***	K-Ar	RT	7,5	± 0,20	Lavas efusivas
51	Omt-39	16,5949416185145	70,6102391195947	8 164 564	328 718	Cerro Tohorani	Toba Riolítica	Fm. Maure	K-Ar	RT	8,3	± 0,60	
52	Omt-55	16,7441772766935	70,5817484983505	8 148 074	331 389	Cerro Señorame	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	0,5	± 0,10	Estratovolcán Marallimane
53	Omt-57	16,6607544168634	70,698764747543	8 157 203	318 834	Cerro Yalgache	Subvolcánico riolítico	INA	K-Ar	RT	11,9	± 0,40	
54	Pa-0106000	13,0665022460591	69,5649412766152	8 555 442	438 752	Cerro Paocachua	Subvolcánico riolítico	INA	Ar-Ar	RT	3,4	± 0,10	Cerro Paocachua
55	Pa-0906000	17,50639059016993	69,65477329377741	8 084 424	430 178	Cerro Quiquisana	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,7	± 0,10	Estratovolcán Condor Pico
56	Pa-1006000	17,5134176687267	69,66459149655299	8 083 524	429 453	Cerro Quiquisana	Andesita porfírica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	2,6	± 0,10	Estratovolcán Condor Pico
57	Pa-2106000	17,6235645721102	69,69597736755799	8 051 324	425 763	Qda. Vilavilque	Latita	Grupo Barroso	K-Ar	RT	3,1	± 0,20	Estratovolcán Quefuta

58	Pa-250600	17,5808984498056	69,6883957158636	8 056 049	426 953	Palca	36-x	Chinchillane	Toba de Cristales	Fm. Sencca	K-Ar	RT	3,3	± 0,30	
59	Pa-310600	17,7637114799083	69,8034628803487	8 035 774	414 828	Palca	36-x	Río Azufre	Andesita	Fm. Huilacollo(a)	K-Ar	RT	11,2	± 0,50	¿Evento Clemesi/Huaytire/Mazo Cruz
60	Pa-360600	17,7383542609368	69,8684249217638	8 038 549	407 929	Palca	36-x	Cerro Autencane qda. Quilla	Granodiorita	Superunidad Yarabamba	Ar-Ar	RT	70,1	± 0,90	Intruye a la Fm. Matalaque
61	Pa-430600	17,7620640710857	69,9211243858488	8 035 899	402 354	Palca	36-x	Chulpapalca	Granodiorita	Superunidad Challaviento	K-Ar	RT	43,7	± 1,20	Intruye a la Fm. Chocolate y Pelado
62	Pa-520600	17,7941322855860	69,8753452145517	8 032 376	407 224	Palca	36-x	Paso Huaylillas Sur	Granodiorita	Superunidad Yarabamba	K-Ar	RT	74	± 2,00	Intruye a la Fm. Hualhuani
63	Pa-560600	17,6223844395055	69,8815345107665	8 051 374	406 479	Palca	36-x	Cerro Chillahuanani	Andesita porfirica	Grupo Barroso	K-Ar	RT	3,5	± 0,10	Arco del Grupo Barroso
64	Pa-570600	17,5905242568613	69,9310880164848	8 054 874	401 204	Palca	36-x	Qda. Pachaza	Granodiorita - Sienogranito	Superunidad Challaviento	K-Ar	RT	46,6	± 1,30	Intruye al Grupo Yura
65	Pa-600600	17,5151767071573	69,9994640973874	8 063 174	393 904	Palca	36-x	Qda. Chucfuma	Granodiorita	INA	Ar-Ar	RT	15,5	± 1,60	Pulso posterior al batolito de Challaviento
66	PB-97	17,0135464304705	71,7058896039912	8 116 955	211 908	Punta de Bombón	35-s	Cerro Piedra Grande El Fiscal	Brecha Piroclástica	Fm. Millo	Ar-Ar	RT	8,7	± 0,30	Evento Clemesi/Huaytire/Mazo Cruz
67	PQ-1330600	16,7860796436071	71,3799527906221	8 142 587	246 323	Puquina	34-t	Qda. Suchuna Cerro Volcancillo	Andesita	Fm. Matalaque (b)	K-Ar	RT	168	± 5,00	Podría corresponder a la Fm. Chocolate
68	PER-01	17,1461666666667	70,8882500000000	8 103 299	299 135	Moquegua	35-u	Cerro Los Angeles Antena TV	Toba	Grupo Toquepala	Ar-Ar	RT	71,6	± 0,70	Ignimbritas muy soldadas

R-1: Muestra internacional de riolitas (Proyecto Multinacional Andino año 2000)

*La Formación Vizcachas en realidad es la parte superior de la Formación Maure consistente en flujos de Ignimbritas (tobas soldadas)

**Las secuencias de tobas asignadas a esta unidad en realidad son parte de la Formación Maure, correlacionables con la Formación Vizcachas de la hoja de Huaytire

***Secuencias medias - inferiores del Grupo Toquepala, la edad promedio de 72 Ma. (Tres dataciones), ha confirmado ser 12 Ma mas antigua que las realizadas por Vatin-Perignon et al.(59,3 Ma - 1982)

+Estas dos edades asignadas a la Superunidad Yarabamba son bastante antiguas pudiendo incluso ser parte de la Superunidad Linga?

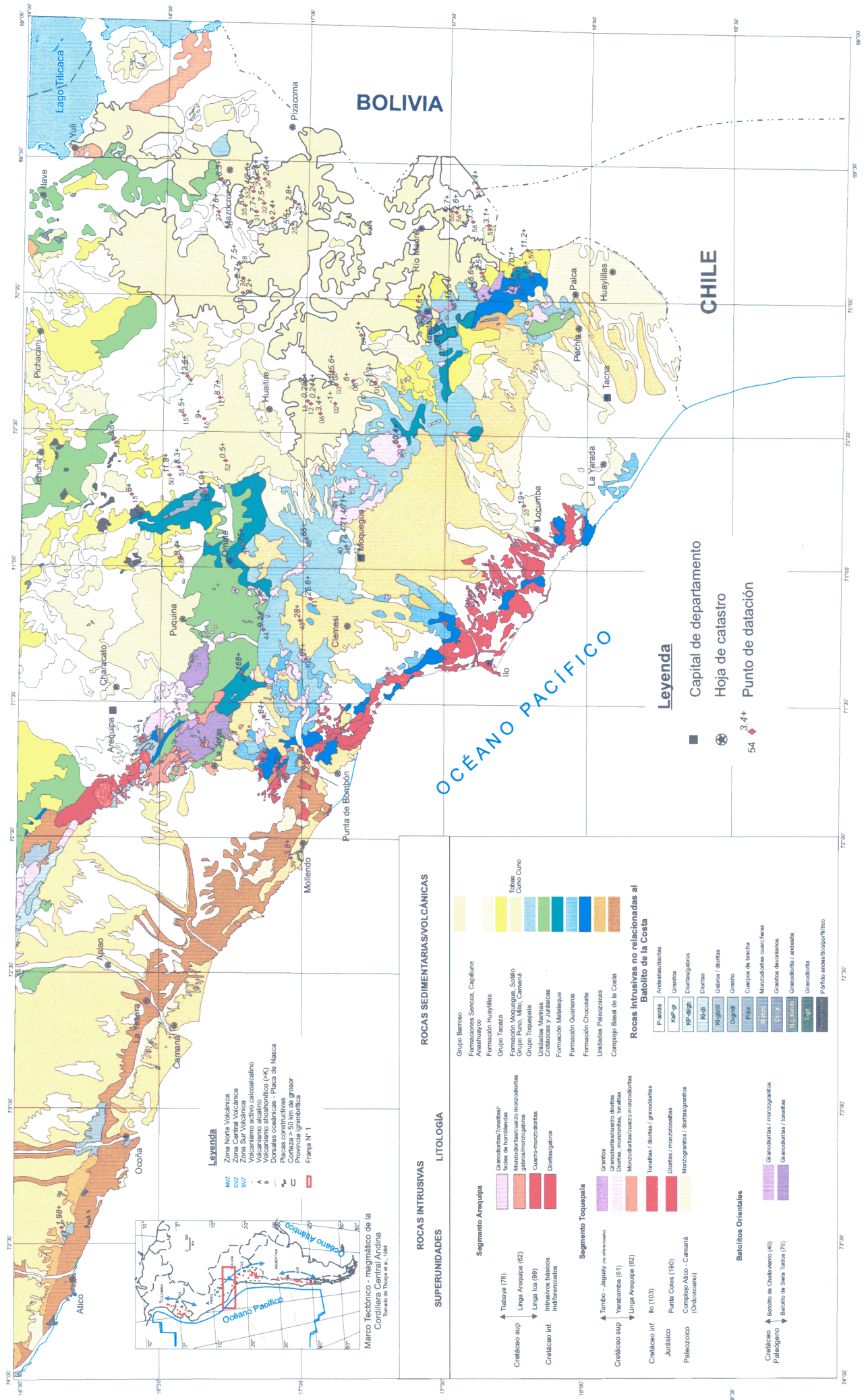
++Secuencias basales del Grupo Toquepala (Omate), sobreyace a la facies volcánicas de la Formación Matalaque, la edad de 75 Ma, es relativa, no representa posiblemente la isocrona real debido a las disconformidades

+++Edad controvertida existiendo la posibilidad de ser en realidad otra unidad más joven y no sea parte de esta unidad cuyas edades son más antiguas (equivalente al Grupo Tacaza y Formación Samanape)

(a)El problema es la baja edad hallada (11,2 Ma) ya que dicha formación es más antigua (20 Ma), es posible que sea una unidad diferente efusiva y que pertenezca al evento Clemesi/Mazo Cruz/Huaytire, que depositaron facies de tobas (Vizcachas)

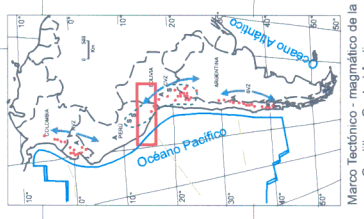
(b)Actualmente cartografiada como Formación Matalaque, aunque una datación reciente (MAP -2000) de 168 Ma tiene más relación con las unidades Chocolate/Guaneros

Mapa de Rocas Ígneas y nuevas dataciones K-ar, paralelos 16° 00' - 18° 30' Sur



Legenda

- WZ Zona Norte Volcánica
- ZV Zona Sur Volcánica
- SVZ Zona Sur Volcánica
- Vulcanismo activo calicoatolítico
- Vulcanismo oligoceno (P-K)
- Dorsales oolíticas - Plioca de Nisca
- Plazas constructivas
- Provincias ígneas
- Provincias ígneas
- Franja N° 1



Marco Tectónico - magnético de la Cordillera de la Antártida (Córdoba et al., 1984)

ROCAS INTRUSIVAS SUPERUNIDADES		ROCAS SEDIMENTARIAS/VOLCÁNICAS	
Segmento Arequipa	<ul style="list-style-type: none"> Trabaya (78) Linga Arequipa (62) Linga Ica (69) Intrusivos básicos indiferenciados 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo Birmeo Formaciones Surcos, Capilluno Anahuayco Formación Huayllillas Grupo Tazaca Formación Moquegua, Solito Formación Tarma, Camaná Grupo Toquepala Unidades Marías Formación Masillaque Formación Guanone Formación Chocoteño Unidades Paleozóicas Complejo Basal de la Costa 	<ul style="list-style-type: none"> Tobas Cerro Cuno
Segmento Toquepala	<ul style="list-style-type: none"> Trambo - Jajuyu (no datados) Yarabamba (61) Linga Arequipa (62) Ilo (103) Punta Coles (190) Complejo Alto - Camaná (Chivichano) 	<ul style="list-style-type: none"> Rocas intrusivas no relacionadas al Batolito de la Costa Puerto Andesalocadas MAR-g Granitos MP-epg Dioritas/gabros Kj-d Dioritas Pg-graf Gabros / dioritas Oy-gf Granito Pbc Cuerpos de bracha Monocristalinos cuaríferos Dip-gf Granitos devonianos Pg-cam Granodiorita / andalita rgf Granodiorita Puerto andesalocaprotítico 	
Batolitos Orientales	<ul style="list-style-type: none"> Batolito de Chaitweino (40) Batolito de Salas (100a) (70) 		

Legenda

- Capital de departamento
- ⊙ Hoja de catastro
- 54 3.4+ Punto de datación

ANEXO II-A

Anexo II -A Geoquímica de las Muestras Datadas (K-Ar)

Muestra	Su.Pta. Coles	Fm. Chocolate	Fm. Matalaque	Grupo Toquepala			
	JT000656	PQ1330600	OMT14	MO20000401	MO20000402	MO20000403	PER1
Hoja	La Joya	Puquina	Omate	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua
Coordenadas	8126123/207012	8142587/246323	8139526/299149	8101805/298020	8102514/298804	8101839/299845	8103299/299135
Tipo de roca	Monzogranito	Lavas	Toba	Toba	Toba	Toba	Toba
SiO ₂	65,25	55,82	72,86	73,24	74,48	74,15	75,09
TiO ₂	0,42	0,63	0,21	0,25	0,17	0,25	0,15
Al ₂ O ₃	15,33	15,82	13,04	13,15	12,75	12,65	12,53
Fe ₂ O ₃	4,26	7,13	1,57	1,71	1,38	1,85	1,6
FeO	2,01	2,76	0,13	0,17	0,13	0,22	0,4
MnO	0,1	0,17	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04
MgO	1,78	3,1	0,42	0,28	0,31	0,38	0,35
CaO	4,18	2,91	1,21	0,72	1,15	0,81	1,18
Na ₂ O	3,01	5,53	2,81	2,42	3,19	2,03	3,29
K ₂ O	3,34	2,64	4,41	4,71	4,18	4,18	4,37
P ₂ O ₅	0,11	0,19	0,04	0,04	0,04	0,09	0,03
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	0,35
Rb	129,5	73,8	136	194	140	127	127
Ba	711	500	925	1045	860	694	823
Sr	358	334	139,5	89,1	118,5	118	126
V	115	210	10	10	10	25	19
Ni	-1	10	-1	5	5	5	-1
Zr	102,5	123	110,5	197,5	111	133,5	90
Sc	-	-	-	-	-	-	2,7
Cu	95	70	-1	5	-1	5	4
Ag	3	-1	-1	-1	-1	-1	-
CO ₂	-1	-1	-1	0,2	-1	-1	0,09
LOI	0,77	4,3	2,36	2,51	1,37	2,8	1,17
Sn	-1	1	-1	-1	-1	-1	1,2
Ta	2,5	-1	3	-1	0,5	-1	0,6
Th	10	6	20	19	16	12	14,3
U	3,5	2,5	5	3,5	3,5	2	2,52
W	59	9	118	26	45	21	1,7
Zn	50	210	20	30	40	45	22
La	21	16,5	27	26	24	24	26
Ce	43	38	49,5	51	41,5	46	45,1
Pr	4,9	4,9	5,4	5,7	4,5	5,2	4,2
Nd	19	20	18	19	14	18	13,8
Gd	3	4	2,9	3,1	2	2,8	1,8
Tb	0,5	0,6	0,4	0,5	0,3	0,4	-1
Dy	2,3	3,2	2,4	2,6	1,6	2,4	1,6
Ho	0,5	0,7	0,5	0,5	0,3	0,4	0,3
Sm	3,4	4,3	3,1	4,1	2,2	3,1	2,2
Eu	0,8	1,1	0,5	0,7	0,4	0,5	0,5
Er	1,6	2,2	1,5	1,6	1,1	1,4	1,02
Lu	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,21
Tm	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	-1
Yb	1,6	1,9	2,1	2,1	1,1	1,7	1,2
Co	15,5	21,5	14	4	4,5	6,5	2
Cs	3,6	56,4	1,8	9,7	6,7	12,7	7,2
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	16	19	13	15	14	15	12
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	3	3	4	6	3	4	2,61
Li	-	-	-	-	-	-	36
Mo	-	-	-	-	-	-	3
Nb	5	4	7	7	5	5	6,58
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	-1	5	15	30	25	20	20,7
S	-	-	-	-	-	-	-1
Y	14	19	13,5	16	10	12,5	11,5

Muestra	Grupo Toquepala		Superunidad Yarabamba				
	OT03	PA870600	CL78	JT000620	98AP074/515	PA360600	PA520600
Hoja	Moquegua	Tarata	Clemesí	La Joya	Moquegua	Palca	Palca
Coordenadas	8118509/300978	8067623/379765	8116754/252734	8133333/228511	8082621/337352	8038549/407929	8032376/407224
Tipo de roca	Toba	Lavas	Granodiorita	Monzogranito	Aplita	Granodiorita	Granodiorita
SiO ₂	51,68	60,73	61,89	60,93	69,95	63,71	53,29
TiO ₂	1,52	0,61	0,7	0,7	0,43	0,5	1,12
Al ₂ O ₃	15,61	16,68	17,1	15,84	13,53	15,67	18,06
Fe ₂ O ₃	11,12	5,82	5,04	5,89	2,91	4,46	8,84
FeO	6,01	2,93	2,73	3,51	0,07	2,99	5,91
MnO	0,16	0,09	0,1	0,11	0,02	0,08	0,15
MgO	3,59	2,96	1,75	2,79	0,3	1,88	3,78
CaO	7,37	4,39	4,88	5,36	0,98	4,08	7,35
Na ₂ O	3,56	3,75	3,54	3,25	3,56	3,01	2,84
K ₂ O	2,01	1,97	3,36	2,94	5,95	3,33	1,71
P ₂ O ₅	0,45	0,17	0,18	0,16	0,1	0,11	0,31
H ₂ O	-	-	-	-	0,48	-	-
Rb	71	58,6	171,5	117	391	107	46,4
Ba	554	747	761	710	423	967	607
Sr	438	550	458	361	127,5	392	527
V	335	125	100	145	35	90	180
Ni	10	20	15	15	-1	10	15
Zr	158,5	145	143,5	169	287	120	95
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	40	35	50	70	145	15	50
Ag	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	1,59	2,38	0,53	0,35	0,83	1,65	0,97
Sn	1	1	1	1	1	1	-1
Ta	0,5	1	3	3	5,5	1,5	1,5
Th	8	7	20	9	88	13	4
U	3	1,5	8,5	3,5	14,5	2,5	0,5
W	12	25	64	56	148	35	29
Zn	105	95	70	115	20	130	80
La	25	22,5	19,5	24,5	39	30	23
Ce	59,5	47,5	46	53	77	56,5	47
Pr	8	5,6	6,1	6,6	10,2	5,7	5,5
Nd	34,5	20,5	24	25	37	20	21,5
Gd	7,6	3,3	4,8	4,9	6,4	3,1	4,3
Tb	1,1	0,5	0,8	0,7	1,1	0,4	0,6
Dy	6,6	2,6	4,6	4,3	5,5	2,8	3,3
Ho	1,4	0,5	0,9	0,9	1,3	0,5	0,8
Sm	8,2	4,1	5,4	5,1	7,6	3,5	4,2
Eu	1,9	1	1,2	1,2	0,8	1	1,5
Er	4	1,5	2,7	2,5	3,6	1,6	2
Lu	0,6	0,2	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3
TM	0,6	0,2	0,4	0,4	0,6	0,2	0,3
Yb	3,4	1,4	2,6	2,5	3,6	1,6	1,8
Co	32	14,5	18	21	19	16,5	30
Cs	2,5	2,7	16	6,2	7,1	4,3	1,9
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	25	20	24	18	15	18	22
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	4	4	5	5	10	3	3
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	6	6	6	5	12	7	7
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	15	5	25	20	-1	10	-1
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	34	14	24,5	23,5		14	17,5

Muestra	Superunidad Challaviento			Fm. Moquegua			Fm. Huilacollo	
	PA430600	PA570600	TA700600	CL96	HHB000202	TA020400	PA310600	
Hoja	Palca	Palca	Tarata	Clemesí	Moquegua	Tarata	Palca	
Coordenadas	8035899/402354	8054874/401204	8066874/387955	8115803/277056	8102514/298804	8093670/364305	8035774/414828	
Tipo de roca	Granodiorita	Granodiorita	Tonalita	Toba	Toba	Lavas	Lavas	
SiO ₂	58,61	64,15	63,72	65,55	65,96	59,99	56,77	
TiO ₂	0,9	0,65	0,59	0,22	0,41	0,66	0,63	
Al ₂ O ₃	16,62	15,55	16,45	13,11	16,08	16,87	17,7	
Fe ₂ O ₃	6,39	4,95	4,51	1,63	3,22	5,78	6,53	
FeO	4,31	2,92	2,4	0,03	0,23	1,96	3	
MnO	0,1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,13	
MgO	3,28	2,81	2,16	1,26	0,37	2,66	3,57	
CaO	5,83	4,33	4,5	2,54	3,21	5,31	6,47	
Na ₂ O	3,49	2,86	3,7	2,85	3,22	3,42	3,14	
K ₂ O	2,35	3,06	2,82	3,2	3,82	2,66	1,8	
P ₂ O ₅	0,21	0,12	0,15	0,07	0,21	0,2	0,22	
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	
Rb	79	170	85,2	146	145	55	38,2	
Ba	671	656	801	706	1065	849	685	
Sr	523	283	499	415	358	557	646	
V	155	110	95	35	5	125	150	
Ni	30	25	5	15	5	30	25	
Zr	145	171,5	123	101	318	149	106,5	
Sc	-	-	-	-	-	-	-	
Cu	50	55	35	20	-1	55	30	
Ag	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	
CO ₂	-1	-1	-1	-1	0,6	-1	-1	
LOI	0,63	0,83	0,55	8,45	2,43	1,39	2,15	
Sn	1	2	-1	1	1	-1	-1	
Ta	2,5	3	3	1,5	-1	-1	0,5	
Th	9	20	10	18	15	6	3	
U	2	5,5	1,5	3,5	3,5	0,5	0,5	
W	56	55	62	27	28	40	18	
Zn	85	60	65	45	90	70	80	
La	28	32,5	23,5	32,5	36,5	25,5	18,5	
Ce	60	71	49,5	64	77	47	40	
Pr	7	8,1	5,8	6,8	9,6	6	4,9	
Nd	27,5	28	21	23	34,5	22	19	
Gd	4,3	4,7	3	3	6,1	3,6	3	
Tb	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,5	0,4	
Dy	3	4,3	2	2,4	4	2,3	2,4	
Ho	0,6	0,9	0,4	0,5	0,8	0,5	0,5	
Sm	5	5,3	3,5	3,8	6,9	4,5	3,5	
Eu	1,2	1	1,1	0,6	1,7	1,2	1	
Er	1,7	2,6	1,2	1,5	2,3	1,5	1,4	
Lu	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,2	0,2	
TM	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	
Yb	1,5	2,4	1	1,8	2,2	1,3	1,4	
Co	29,5	22,5	20	8,5	4,5	22,5	24,5	
Cs	2,5	3,9	2,2	7,1	27,7	1,6	0,9	
F	-	-	-	-	-	-	-	
Ga	23	19	21	19	21	20	23	
Ge	-	-	-	-	-	-	-	
Hf	4	5	4	3	9	4	3	
Li	-	-	-	-	-	-	-	
Mo	-	-	-	-	-	-	-	
Nb	8	10	9	9	7	6	4	
Os	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	-1	15	-1	30	40	15	-1	
S	-	-	-	-	-	-	-	
	16	23	10,5	14,5	20	13,5	12,5	

Muestra	Fm. Huayillas		Intrusivos No Asignados				
	LO105	PA600600	OMT57	PS330500	OMT07	ICHU16	PA010600
Hoja	Locumba	Palca	Omate	Puguina	Omate	Ichuña	Palca
Coordenadas	8033007/316772	8063174/393904	8157203/318834	8129270/263425	8164630/292028	8193802/338947	8555442/438752
Tipo de roca	Toba	Granodiorita	Granodiorita	Sub-volcánico	Monzodiorita	Sub-volcánico	Sub-volcánico
SiO ₂	67,7	56,53	62,17	59,73	60,66	69,39	72,42
TiO ₂	0,37	0,86	0,76	0,81	0,77	0,27	0,14
Al ₂ O ₃	15,09	17,06	15,69	16,93	16,22	15,25	14,83
Fe ₂ O ₃	2,99	7,76	5,49	5,81	5,75	1,65	1,16
FeO	0,4	3,04	2,59	2,31	2,56	0,41	0,49
MnO	0,08	0,12	0,08	0,11	0,09	0,03	0,06
MgO	0,95	3,48	2,43	2,1	2,93	0,36	0,2
CaO	2,51	6,74	4,07	4,64	5,08	1,08	1,69
Na ₂ O	3,64	3,21	3,45	3,81	3,63	4,2	4,02
K ₂ O	4,27	2,42	4,1	3,76	3,2	4,82	4
P ₂ O ₅	0,12	0,18	0,17	0,39	0,19	0,07	0,03
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
Rb	109	120	239	96	137	123	177,5
Ba	834	536	677	1285	803	1340	1035
Sr	306	441	365	844	494	246	351
V	75	190	135	100	135	5	5
Ni	15	20	20	10	20	5	5
Zr	145	175	253	208	183,5	245	92
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	15	130	100	20	30	25	-1
Ag	-1	-1	-1	6	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	1,3	0,08	0,74	0,63	0,57	1,31	0,13
Sn	-1	1	1	-1	-1	3	-1
Ta	1,5	2	4,5	1	0,5	1,5	2,5
Th	14	14	33	13	23	10	15
U	5,5	3,5	8	3,5	5	3	5
W	31	45	101	44	41	21	57
Zn	50	105	65	95	45	60	60
La	27,5	23,5	32,5	48	35	48,5	30,5
Ce	55,5	54,5	74	95,5	70,5	103,5	61,5
Pr	6,1	6,6	8,7	11,5	8,2	11,8	6,5
Nd	21,5	26	32,5	45	30	43	22,5
Gd	3,1	4,6	5,3	6,2	4,8	5,5	2,7
Tb	0,5	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4
Dy	2,7	3,8	4,1	4,1	3,2	3,9	1,9
Ho	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	0,4
Sm	3,8	5,1	6,2	7,1	5,2	7,1	3,3
Eu	0,9	1,2	1,1	1,9	1,2	1,4	0,9
Er	1,6	2,2	2,4	2,2	1,7	2,2	1,1
Lu	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1
TM	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1
Yb	1,8	2	2,3	2	1,9	2	1,1
Co	11	34	30,5	19,5	18,5	9	7
Cs	1,1	5,9	13,6	2,5	5,4	1,6	5,8
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	20	21	20	22	19	23	20
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	4	5	8	6	6	7	3
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	8	7	11	9	8	12	8
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	20	-1	5	25	15	20	35
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	15	20,5	22	20,5	16,5	21,5	10,5

	Fm. Maure		Fm. Pichu	Fm. Viscachas			Fm. Sillapaca
Muestra	HU010600	OMT39	OMT38	HUNO121	HUNO122	HUNO131	90600
Hoja	Huaytire	Omate	Omate	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Mazo Cruz
Coordenadas	8163653/362048	8164564/328218	8169612/320970	8165507/346212	8158122/349156	8153640/354909	8156172/440852
Tipo de roca	Brecha	Toba	Andesita	Toba	Toba	Brecha	Lavas
SiO ₂	69,98	73,07	57,58	66,35	73,34	73,33	63,27
TiO ₂	0,2	0,28	0,74	0,32	0,28	0,29	0,65
Al ₂ O ₃	13,62	13,61	15,78	15	12,25	13,8	17,78
Fe ₂ O ₃	1,16	2,1	6,12	2,36	1,73	1,61	3,86
FeO	0,29	0,35	0,8	0,97	0,29	0,38	0,73
MnO	0,08	0,05	0,13	0,08	0,03	0,03	0,09
MgO	0,39	0,54	2,44	1,24	0,37	0,44	0,96
CaO	0,96	1,66	5,04	2,19	1,52	1,51	3,03
Na ₂ O	3,06	3,39	3,6	3,29	3,08	3,69	4,02
K ₂ O	4,59	3,88	3,31	3,82	3,73	4,02	3,77
P ₂ O ₅	0,04	0,06	0,19	0,07	0,07	0,02	0,27
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
Rb	174,5	147,5	131	161	130,5	158,5	71,2
Ba	992	613	754	615	526	606	1560
Sr	152,5	238	336	291	242	238	828
V	10	35	125	40	30	30	45
Ni	15	-1	20	5	5	5	-1
Zr	131	103,5	177,5	136	82	98	220
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-1	5	50	15	10	5	15
Ag	-1	5	-1	-1	-1	-1	5
CO ₂	-1	0,2	1	-1	-1	-1	-1
LOI	4,35	1,02	4,42	4,76	1,87	0,73	1,52
Sn	1	-1	-1	1	-1	-1	1
Ta	1,5	3,5	0,5	1,5	3	3,5	0,5
Th	13	14	14	15	11	15	10
U	4	4	3	4	3	4	3
W	36	55	11	23	60	66	11
Zn	50	50	65	60	55	50	100
La	28,5	26,5	28	32	28	32,5	51
Ce	58,5	56	61,5	66	57	66	104,5
Pr	6,4	6,2	7	7,4	6,3	7,2	12,5
Nd	21,5	22	27	26	22	24	45
Gd	2,9	3,1	4,1	3,4	2,7	3,2	5,4
Tb	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8
Dy	2,6	2,6	3,2	2,9	2,2	2,6	3,8
Ho	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8
Sm	3,4	3,8	4,7	4,5	4	4	7,1
Eu	0,7	0,6	1,2	0,8	0,6	0,7	1,9
Er	1,7	1,5	1,9	1,6	1,4	1,6	2,1
Lu	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
TM	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3
Yb	1,6	1,5	1,5	1,5	1,2	1,5	2
Co	8	9	18	7,5	9,5	10	6,5
Cs	9,9	4	6,1	8,3	126	6,5	1,2
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	22	18	20	21	15	18	25
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	4	3	5	4	3	3	6
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	10	11	8	11	8	10	11
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	20	5	-1	10	10	5	10
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	15,5	14,5	16,5	16,5	12,5	14,5	20

Muestra	Gpo. Barroso*			Fm. Millo		Fm. Llallahuí	
	110600	130600	460600	PB97	MO000600	ICHU11	390600
Hoja	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Pta. De Bombón	Mollendo	Ichuña	Mazo Cruz
Coordenadas	8153772/427353	8147704/409053	8147005/405384	8116955/211908	8121950/812988	8185109/317356	8145484/395230
Tipo de roca	Brecha	Lavas	Brecha	Brecha	Brecha	Brecha	Lavas
SiO ₂	70,81	59,1	72,28	65,9	69,16	75,53	60,85
TiO ₂	0,28	0,86	0,3	0,27	0,17	0,17	0,74
Al ₂ O ₃	14,7	17,07	14,94	13,46	13,21	13,4	16,15
Fe ₂ O ₃	1,79	6,34	2,01	1,48	1,19	1,06	5,11
FeO	-1	2,02	0,03	0,23	0,57	0,23	1,52
MnO	0,04	0,09	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06
MgO	0,11	2,63	0,27	0,66	0,65	0,15	1,95
CaO	1,38	5,14	1,34	1,19	1,02	0,67	4,52
Na ₂ O	3,97	3,46	3,58	3,88	3,26	3,7	3,38
K ₂ O	4,76	2,97	4,25	4,21	4,88	4,14	3,18
P ₂ O ₅	0,05	0,28	0,07	0,04	0,04	0,03	0,24
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
Rb	180	72,8	192,5	183,5	176	191,5	125
Ba	1270	1200	1135	1095	309	538	941
Sr	320	860	322	164,5	121	99,3	757
V	15	170	25	15	15	5	130
Ni	-1	5	-1	15	15	5	25
Zr	173	170	163,5	202	89,5	110	152
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	-1	5	-1	5	5	-1	75
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,6
LOI	0,57	1,44	0,63	7,34	5,27	0,15	3,16
Sn	-1	-1	-1	2	1	1	-1
Ta	2,5	1	9,5	2	2	3	2
Th	21	6	22	18	16	29	17
U	4,5	1,5	6,5	4,5	5,5	9,5	6,5
W	42	14	67	32	34	51	14
Zn	50	100	65	60	50	35	85
La	35,5	40,5	42,5	52,5	23,5	35,5	35,5
Ce	74,5	87	81,5	115,5	46	72,5	76,5
Pr	7,4	10,4	8,7	12,2	6,1	7,4	8,8
Nd	24,5	40	28,5	40,5	22,5	23,5	32
Gd	3,1	5,8	3,6	4,3	3,4	2,9	4,2
Tb	0,4	0,8	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6
Dy	1,9	4,1	2,2	3	2,4	2,2	2,8
Ho	0,4	0,8	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Sm	3,8	7,2	4,5	5,8	4	3,5	5,5
Eu	1	2	1	1,1	0,8	0,5	1,3
Er	1,3	2,4	1,4	1,9	1,3	1,3	1,6
Lu	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
TM	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Yb	1,2	2,3	1,5	1,7	1,2	1,6	1,4
Co	6,5	18	7,5	8,5	6,5	8	20,5
Cs	13,8	1,2	19,1	4,9	6,1	4,6	6,5
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	19	24	18	22	22	18	22
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	5	5	5	6	3	4	5
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	9	9	12	14	12	9	8
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	10	5	10	30	25	20	5
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	12,5	21	14	16,5	14	13	12,5

Muestra	Fm. Sencca		Gpo. Barroso				
	OC000722	PA250600	TA380500	TA510500	TA570500	TA580500	TA610500
Hoja	Ocoña	Palca	Tarata	Tarata	Tarata	Tarata	Tarata
Coordenadas	8209084/666082	8056049/426953	8105848/353047	8106841/362004	8107005/364782	8100745/363252	8109716/347987
Tipo de roca	Toba	Toba	Toba	Toba	Lavas	Toba	Lavas
SiO ₂	63,17	74,42	51,22	61,56	58,29	58,85	58,21
TiO ₂	0,3	0,23	0,86	0,65	0,71	0,72	0,84
Al ₂ O ₃	12,63	13,71	17,24	17	17,25	17,26	17,17
Fe ₂ O ₃	1,6	0,64	4,94	4,61	6,33	6,4	6,19
FeO	0,01	0,18	0,48	1,27	2,87	2,37	1,77
MnO	0,07	0,01	0,04	0,11	0,09	0,09	0,08
MgO	0,42	0,23	2,38	1,45	2,8	2,67	2,49
CaO	2,33	0,94	3,39	2,52	5,71	5,65	5,29
Na ₂ O	7,57	3,66	1,11	2,65	3,81	3,82	4,43
K ₂ O	3,59	4,42	0,57	3,6	2,41	2,27	2,33
P ₂ O ₅	0,06	0,01	0,06	0,06	0,2	0,2	0,29
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-
Rb	122	116,5	22,6	140	80,8	78	44
Ba	1165	727	533	965	773	785	1035
Sr	131	278	560	441	682	692	802
V	20	35	120	105	135	140	145
Ni	10	10	40	20	15	20	20
Zr	217	111,5	148,5	187	138	138,5	172,5
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	5	5	90	35	65	60	60
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	6,53	0,99	17,17	4,84	0,82	0,8	1,21
Sn	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
Ta	2	2,5	-1	-1	1,5	-1	-1
Th	12	10	2	15	10	9	4
U	4	5	0,5	4	2	2	0,5
W	42	51	5	13	44	19	17
Zn	45	25	95	65	80	80	85
La	47	28	22	29,5	24,5	25	29,5
Ce	92,5	50,5	45,5	56	48,5	48	60,5
Pr	10,5	4,9	5,7	6,6	5,7	6	7,4
Nd	35	15,5	22	23,5	22	22,5	28,5
Gd	4,3	1,6	3,9	3,8	3,6	3,5	4,2
Tb	0,6	0,2	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
Dy	2,9	0,9	2,2	2,5	2,2	2,2	2,7
Ho	0,6	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4
Sm	5,6	2	4,4	4,3	4,2	3,9	5,1
Eu	0,9	0,7	1,1	0,9	1	1,1	1,3
Er	1,8	0,5	1,1	1,4	1	1,2	1,2
Lu	0,2	-1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
TM	0,3	-1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yb	1,5	0,6	1	1,3	0,9	1,1	1,2
Co	10,5	7	22	18	21,5	20	18
Cs	2,2	9,6	19,5	7,1	2,6	3,5	0,5
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	19	19	22	21	21	22	23
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	7	4	5	6	4	4	5
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	11	10	5	8	6	6	7
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	10	-1	15	30	15	15	10
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	16	5	10,5	13,5	10	10,5	11,5

Gpo. Barroso							
Muestra	TA980600	98AP075/318	98AP075/419	60600	70600	160600	270600
Hoja	Tarata	Tarata	Tarata	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz
Coordenadas	8094873/382155	8117700/351885	8118448/352609	8124060/433541	8125571/425992	8136373/440452	8131858/424662
Tipo de roca	Brecha	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	61,52	63,83	63,19	59,37	58,45	63,69	59,74
TiO ₂	0,74	0,73	0,75	1	0,88	0,77	0,94
Al ₂ O ₃	15,65	15,85	15,86	16,08	16,5	16,52	16,15
Fe ₂ O ₃	5,28	4,61	4,9	6,22	6,38	3,68	5,7
FeO	2,21	0,05	1,79	1,85	1,89	0,54	2,25
MnO	0,09	0,08	0,08	0,11	0,08	0,03	0,09
MgO	2,15	1,91	2,01	2,28	3,04	0,84	2,33
CaO	4,33	4,04	4,26	4,78	5,27	3,11	4,61
Na ₂ O	3,61	4,11	4,02	3,87	3,72	3,8	3,91
K ₂ O	3,16	3,29	3,21	3,39	3,25	3,79	3,45
P ₂ O ₅	0,24	0,23	0,24	0,34	0,26	0,29	0,32
H ₂ O	-	0,07	0,13	-	-	-	-
Rb	99,4	90,4	89,6	95,5	96,5	102	90,5
Ba	904	981	970	1115	949	1170	1085
Sr	613	703	701	830	578	727	766
V	110	80	115	145	165	95	110
Ni	5	5	5	20	35	5	5
Zr	137,5	148,5	166,5	215	183	193,5	214
Sc	-	-	-	-	-	-	-
Cu	25	30	35	20	70	10	20
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	0,2	0,8	-1
LOI	1,53	0,14	0,05	0,86	1,06	2,04	1,21
Sn	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Ta	2	2	3	1,5	1	1,5	2
Th	12	11	11	9	9	10	9
U	4	2,5	2,5	3	3	3	2,5
W	29	44	61	29	16	25	33
Zn	85	55	70	115	205	105	105
La	30,5	29,5	29	44	35	35,5	43
Ce	65,5	57	56	92,5	71	74	87,5
Pr	7,6	6,9	6,6	11,2	8,8	8,4	10,6
Nd	28,5	25,5	25	42	34	32	39,5
Gd	4	3,4	3,7	5,9	5,1	4,3	5,8
Tb	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	0,8
Dy	2,8	2,2	2,5	3,8	3,5	2,6	3,7
Ho	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,6
Sm	4,9	4,7	4,4	7,3	6	5,1	6,9
Eu	1,3	1,1	1	2	1,5	1,7	1,8
Er	1,5	1,2	1,4	1,9	1,9	1,3	2,1
Lu	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,3
TM	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3
Yb	1,1	1	1,1	1,6	1,6	1,1	1,4
Co	17,5	17	20	22,5	25	27	19,5
Cs	4,2	2,5	3,5	1,5	7,5	1,9	2,3
F	-	-	-	-	-	-	-
Ga	20	19	19	26	22	25	23
Ge	-	-	-	-	-	-	-
Hf	4	5	5	6	5	6	6
Li	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-
Nb	9	9	8	14	8	11	13
Os	-	-	-	-	-	-	-
Pb	10	10	10	5	10	10	15
S	-	-	-	-	-	-	-
Y	14	-	-	18,5	18	12	18

Gpo. Barroso								
Muestra	300600	310600	320600	330600	340600	OMT55	PA090600	
Hoja	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Omate	Palca	
Coordenadas	8136392/427328	8132751/430123	8136754/433978	8136754/433978	8139643/431145	8148074/331389	8064424/430178	
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	
SiO ₂	62,11	59,86	60,61	59,31	58,36	63,14	57,03	
TiO ₂	0,75	0,81	1,21	0,8	0,84	0,79	0,92	
Al ₂ O ₃	16,18	16,35	15,45	14,95	16,41	16,79	18,08	
Fe ₂ O ₃	5,66	5,64	6,39	4,57	6,56	4,57	6,75	
FeO	0,61	2,12	1,26	1,47	2,48	1,41	3,55	
MnO	0,11	0,09	0,1	0,08	0,09	0,08	0,11	
MgO	3,02	2,45	3,35	1,51	3,51	1,67	2,68	
CaO	4,65	4,7	4,48	3,08	5,63	4,08	6,37	
Na ₂ O	3,6	3,46	3,69	3,44	3,53	4,48	4,06	
K ₂ O	2,9	3,76	3,16	3,66	3,06	3,14	2,26	
P ₂ O ₅	0,29	0,32	0,42	0,24	0,24	0,25	0,33	
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	
Rb	75,6	88,4	90,8	103	72	73,8	61	
Ba	1200	1095	1100	1115	1160	1185	809	
Sr	753	809	843	691	659	866	806	
V	100	110	105	95	160	80	145	
Ni	25	15	40	35	40	5	15	
Zr	180	146,5	204	194,5	165	191,5	144	
Sc	-	-	-	-	-	-	-	
Cu	25	30	25	20	40	40	55	
Ag	21	-1	3	-1	-1	-1	-1	
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
LOI	0,37	1,49	0,9	6,8	0,97	-1	0,19	
Sn	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	
Ta	4	1,5	1,5	1,5	2	1,5	2	
Th	9	8	10	12	6	6	5	
U	2	2,5	3	3,5	1,5	1,5	2	
W	32	15	13	7	12	25	46	
Zn	95	95	120	140	95	90	145	
La	46,5	38	45	45,5	32,5	33,5	26,5	
Ce	97,5	74	96	93	64,5	71	59	
Pr	11,3	8,8	11,6	10,6	8,4	8,4	7,3	
Nd	42,5	32	44	41	31,5	32	29	
Gd	5,5	4,7	6,3	5,6	5,3	4,1	4,6	
Tb	0,8	0,6	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	
Dy	4,1	2,8	3,7	3	4	2,3	3,2	
Ho	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,4	0,6	
Sm	7,2	5,3	7,7	6,8	5,9	5,2	5,3	
Eu	1,7	1,5	2,1	1,8	1,4	1,3	1,6	
Er	2,2	1,4	1,7	1,6	2,3	1,2	1,7	
Lu	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	
TM	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	
Yb	2,1	1,4	1,3	1,3	2	1	1,4	
Co	20,5	17,5	28	17,5	26,5	14,5	26,5	
Cs	0,8	2,4	1,6	1,9	1,4	1,4	1,6	
F	-	-	-	-	-	-	-	
Ga	22	22	25	25	23	23	24	
Ge	-	-	-	-	-	-	-	
Hf	5	4	6	6	5	5	4	
Li	-	-	-	-	-	-	-	
Mo	-	-	-	-	-	-	-	
Nb	11	10	16	13	7	7	7	
Os	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	10	10	-1	10	5	-1	20	
S	-	-	-	-	-	-	-	
Y	19,5	14,5	16	16,5	23,5	10,5	15,5	

	Gpo. Barroso						
Muestra	PA100600	PA210600	PA560600				
Hoja	Palca	Palca	Palca				
Coordenadas	8063524/429453	8051324/425763	8051374/406479				
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas				
SiO ₂	57,87	62,21	59,91				
TiO ₂	1,07	0,72	0,72				
Al ₂ O ₃	17,14	15,64	17,75				
Fe ₂ O ₃	7,02	5,18	5,77				
FeO	3,41	2,18	2,18				
MnO	0,09	0,08	0,1				
MgO	3,2	2,32	1,83				
CaO	5,93	4,13	5,22				
Na ₂ O	4,15	3,61	4,15				
K ₂ O	2,51	3,92	2,7				
P ₂ O ₅	0,36	0,22	0,37				
H ₂ O	-	-	-				
Rb	63	171	73,8				
Ba	1050	935	1115				
Sr	959	528	902				
V	170	115	110				
Ni	35	30	5				
Zr	167	263	170,5				
Sc	-	-	-				
Cu	80	135	25				
Ag	-1	-1	-1				
CO ₂	-1	-1	-1				
LOI	0,02	0,31	0,6				
Sn	1	1	1				
Ta	1,5	1,5	1				
Th	6	17	6				
U	2	6,5	2				
W	25	22	18				
Zn	100	75	95				
La	42	41,5	37,5				
Ce	82,5	90	83				
Pr	9,5	10,5	9,9				
Nd	36,5	38	37,5				
Gd	4,7	4,9	4,6				
Tb	0,7	0,8	0,7				
Dy	3,1	3,6	3,1				
Ho	0,6	0,7	0,6				
Sm	6	6,3	5,6				
Eu	1,6	1,3	1,6				
Er	1,5	2,1	1,7				
Lu	0,2	0,3	0,2				
TM	0,1	0,3	0,3				
Yb	1,2	1,9	1,5				
Co	26,5	19,5	16				
Cs	2,5	5,5	1,3				
F	-	-	-				
Ga	25	23	24				
Ge	-	-	-				
Hf	5	8	4				
Li	-	-	-				
Mo	-	-	-				
Nb	7	9	7				
Os	-	-	-				
Pb	-1	5	-1				
S	-	-	-				
Y	14,5	19,5	15				

ANEXO II-B

Anexo II - B Geoquímica de Muestras sin Dataciones Radiométricas

Grupo o Formación	Com. Atico-Camaná	Permo Triásico	Superunidad Punta Coles	Superunidad Incahuasi	Superunidad Linga	
Muestra	JL0008106	OC000830	JL0008127	OC000826	JL000841	JL000846
Cuadrángulo	La Joya	Ocoña	La Joya	Ocoña	La Joya	La Joya
Coordenadas	8124800/183800	8183478/700768	8128700/197800	8228913/704404	8167900/218000	8169500/211000
Tipo de roca	Granito	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Granito
SiO ₂	74,76	70,92	60,01	60,05	66,73	67,33
TiO ₂	0,14	0,18	0,55	0,59	0,5	0,59
Al ₂ O ₃	12,85	12,93	15,96	16,49	15,32	14,3
Fe ₂ O ₃	0,92	3,03	6,05	6,07	3,78	3,97
FeO	0,22	2,54	2,66	3,96	2,36	2,98
MnO	0,05	0,06	0,1	0,11	0,06	0,07
MgO	0,12	0,62	2,63	2,33	1,04	1,23
CaO	0,91	0,68	5,78	5,88	3,07	2,59
Na ₂ O	3,05	5,04	2,83	2,66	3,27	2,72
K ₂ O	5,14	2,52	3,01	2,85	3,7	5,41
P ₂ O ₅	0,02	0,05	0,16	0,2	0,17	0,12
H ₂ O	0,1	0,28	0,89	-1	0,36	0,6
Rb	257	91	85,8	136	145	286
Ba	162,5	268	592	413	613	659
Sr	105,5	73,6	424	514	256	212
V	5	30	165	130	75	60
Ni	-1	-1	5	-1	-1	-1
Zr	91	86	113	194,5	391	169
Cu	-1	-1	45	10	140	25
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	1,6	-1	0,2	-1	-1
LOI	0,6	2,94	1,44	1,36	0,95	0,47
Sn	1	1	1	2	1	3
Ta	15	7	6	5	8,5	6,5
Th	23	9	8	13	9	28
U	9	2	2,5	5,5	1,5	8,5
W	278	149	149	114	205	156
Zn	30	5	35	60	55	30
La	22,5	19,5	17,5	27,5	27	25,5
Ce	43,5	36,5	36	56	55,5	56
Pr	4,8	4,1	4,2	6,7	6,3	6,9
Nd	16,5	15	17	25,5	24,5	26
Gd	2,9	3	3,5	4,7	5,1	5,3
Tb	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8
Dy	2,2	2,9	2,6	3,3	4,3	4,4
Ho	0,4	0,6	0,5	0,8	0,8	0,8
Sm	2,8	3	4	5	5	5,8
Eu	0,5	0,6	0,8	1,1	1	0,6
Er	1,6	1,9	1,7	2,1	2,3	2,5
Lu	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tm	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Yb	1,6	2	1,8	2,3	2,3	2,6
Co	26,5	19	29	24	21	24,5
Cs	3,3	1	1,5	6,8	4,7	24,1
Ga	19	14	16	19	16	16
Hf	3	3	3	5	4	11
Nb	42	9	7	12	12	12
Pb	40	15	15	20	30	20
Y	15,5	18	17	21	24	25,5

Grupo o Formación	Superunidad Ilo	Superunidad Yarabamba				
Muestra	CL31	TO17	PQ2710800	PQ2720800	PA860800	PA950800
Cuadrángulo	Clemesí	Moquegua	Puquina	Puquina	Pachía	Pachía
Coordenadas	8085577/277664	8101462/320267	8125198/246191	8126300/249427	8026620/389845	8020990/391030
Tipo de roca	Intrusivo	Monzogranito			Granodiorita	Granodiorita
SiO ₂	70,96	62,15	66,9	60,54	61,13	65,05
TiO ₂	0,29	0,87	0,55	0,51	0,83	0,55
Al ₂ O ₃	14,64	14,77	14,38	16,21	15,49	15,2
Fe ₂ O ₃	2,44	5,92	4,08	5,23	6,26	4,58
FeO	0,93	2,8	2,38	2,37	3,9	2,59
MnO	0,03	0,12	0,07	0,11	0,09	0,08
MgO	0,54	1,76	1,43	2,37	2,5	1,69
CaO	2,07	3,63	3,19	4,58	4,71	3,9
Na ₂ O	4,31	3,51	2,56	3	3,52	3,23
K ₂ O	3,05	4,07	4,96	2,97	3,31	3,92
P ₂ O ₅	0,07	0,27	0,1	0,2	0,2	0,11
H ₂ O		1,15	0,42	1,88	1,16	0,38
Rb	101,5	227	274	96	149	166
Ba	966	716	728	778	579	639
Sr	247	283	226	480	331	262
V	30	90	95	100	130	95
Ni	5	-1	-1	-1	10	5
Zr	150	352	284	113	228	177
Cu	10	50	35	35	40	35
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	0,8	-1	-1
LOI	0,63	1,61	0,5	3,24	1,27	0,52
Sn	-1	3	2	1	2	2
Ta	4	5,5	7,5	2,5	4	5,5
Th	12	29	31	11	13	14
U	3,5	9,5	11	3,5	3,5	3
W	127	111	163	58	88	126
Zn	25	75	45	70	50	45
La	23	48,5	32,5	21	23,5	22,5
Ce	40,5	101	67	42	50,5	46,5
Pr	4,6	12,6	7,7	4,9	6,1	5,1
Nd	15	51	30	19,5	24,5	21
Gd	2,4	8,8	5,3	3,5	4,6	4,5
Tb	0,4	1,3	0,8	0,4	0,7	0,6
Dy	1,8	7,7	5,1	2,8	3,7	3,4
Ho	0,4	1,6	1	0,5	0,8	0,8
Sm	2,9	9,2	6,2	3,4	4,7	4,2
Eu	0,6	1,6	0,8	1	1,1	0,9
Er	1,6	4,9	3,1	1,6	2,5	2,1
Lu	0,2	0,7	0,4	0,2	0,3	0,4
Tm	0,2	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3
Yb	1,4	4,4	3,1	1,4	2,3	2,1
Co	13,5	24,5	29,5	20	26	24,5
Cs	2,8	11,8	14,7	3,9	4	7,5
Ga	16	21	16	19	18	16
Hf	4	13	10	4	7	5
Nb	6	20	12	7	9	9
Pb	15	20	30	15	15	15
Y	12	40	27,5	12,5	22,5	22,5

Grupo o Formación	S.U Yarabamba					
Muestra	MO25	MO32	MM15	TO08	MO39	TO50
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua
Coordenadas	8108054/326404	8104779/319981	8098429/327020	8098914/310663	8105165/317084	8080919/335045
Tipo de roca	Granodiorita	Monzonita	Monzonita	Diorita	Monzonita	Diorita
SiO ₂	63,75	61,53	60,84	56,45	61,82	54,03
TiO ₂	0,56	0,85	0,63	1	1,06	1,28
Al ₂ O ₃	16,33	15,07	17,25	16,34	14,81	15,58
Fe ₂ O ₃	4,36	5,61	4,73	7,81	6,32	9,4
FeO	2,25	2,08	1,69	3,31	2,25	4,55
MnO	0,08	0,1	0,09	0,12	0,13	0,16
MgO	1,95	2,24	1,68	3,54	1,56	4,12
CaO	4,22	4,04	4,08	6,53	2,99	6,83
Na ₂ O	3,65	3,05	4,35	3,33	3,87	3,26
K ₂ O	2,81	4,28	3,14	2,57	4,63	2,43
P ₂ O ₅	0,19	0,25	0,17	0,25	0,37	0,48
H ₂ O	0,49	0,93	1,06	0,64	0,77	1,23
Rb	78,8	241	117	126,5	258	124
Ba	1005	679	841	528	799	445
Sr	635	282	567	367	288	346
V	85	95	80	170	90	190
Ni	10	5	5	20	-1	25
Zr	132	350	168	208	371	279
Cu	265	70	200	135	120	235
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	0,2	-1	-1	-1	-1
LOI	1,03	1,74	1,63	0,73	1,32	1,36
Sn	18	4	8	-1	-1	3
Ta	3	2,5	3	2,5	3	3
Th	5	24	8	10	22	14
U	2	14	2	3,5	6	3,5
W	72	43	67	68	56	70
Zn	55	35	85	70	30	100
La	18,5	32,5	23	20,5	42	27,5
Ce	38	73	46	43	92	63,5
Pr	4,6	8,3	5,8	5,2	11,7	8,1
Nd	19	35	22	21,5	48	36
Gd	3,1	6,7	4,3	5,1	10	7,7
Tb	0,3	1	0,5	0,7	1,4	1
Dy	1,7	6,3	2,6	4,3	7,4	6,8
Ho	0,3	1,2	0,6	0,7	1,5	1,2
Sm	3	6,2	4,2	4,7	9,4	7,8
Eu	0,8	1	1,1	1	1,6	1,2
Er	1	3,6	1,5	2,4	4,9	3,5
Lu	0,1	0,6	0,3	0,3	0,6	0,4
Tm	0,1	0,6	0,2	0,3	0,7	0,4
Yb	0,9	3,8	1,7	2,1	4,7	3
Co	17	16,5	21,5	28	17,5	459
Cs	3,3	10,7	5	12,1	8	10,3
Ga	21	17	21	17	20	17
Hf	4	21	5	7	11	7
Nb	6	19	7	8	17	13
Pb	270	20	25	20	20	20
Y	10,5	36	16,5	23	46	35

Grupo o Formación	S.U Yarabamba		Superunidad Tiabaya		Fm. Matalaque	Gpo. Toquepala
Muestra	TO25	TO32	AP000818	AP000821	ICH144	PER1/XRF/A
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Aplao	Aplao	Ichuña	Moquegua
Coordenadas	8089522/319486	8083116/326740	8210443/769225	8224187/805401	8181400/206300	8103299/299135
Tipo de roca	Diorita	Diorita	Granodiorita	Granodiorita	Lavas	Lavas
SiO ₂	63,28	59,81	62,48	63,94	61,67	73,97
TiO ₂	0,86	0,8	0,44	0,32	0,56	0,16
Al ₂ O ₃	14,22	16,19	16,32	16,58	16,06	12,63
Fe ₂ O ₃	5,77	6,47	5,08	4,41	5,88	1,38
FeO	2,7	3,91	2,52	2,33	3,15	0,12
MnO	0,09	0,12	0,14	0,13	0,2	0,05
MgO	2,47	2,68	1,93	2,11	2,42	0,43
CaO	3,44	5,3	5,86	5,42	3,88	1,15
Na ₂ O	2,99	3,44	3,27	3,2	4,03	2,93
K ₂ O	4,69	3,35	2,69	1,77	1,93	4,23
P ₂ O ₅	0,19	0,21	0,15	0,12	0,2	0,03
H ₂ O	0,45	0,84	0,54	0,76	1,73	0,52
Rb	210	155	83	50,2	82	140
Ba	744	648	659	594	306	818
Sr	246	349	502	451	251	114,5
V	115	150	130	105	120	15
Ni	10	10	-1	-1	5	-1
Zr	409	230	91	82,5	147,5	100
Cu	50	105	30	5	-1	5
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	0,2	-1	-1	-1
LOI	1,09	0,48	0,62	0,98	1,75	1,9
Sn	11	4	-1	-1	-1	1
Ta	3	3	5	5,5	2	3,5
Th	17	10	6	3	4	4
U	5	2,5	3,5	1	0,5	3
W	70	63	119	130	40	220
Zn	45	65	45	50	125	50
La	29,5	25,5	17,5	14	23,5	24
Ce	61,5	54,5	30	26	43,5	42,5
Pr	7,1	6,6	3,5	2,9	5,1	4,1
Nd	29,5	26,5	13,5	11	20	14
Gd	5,9	5,1	2,7	2,4	3,2	1,8
Tb	0,8	0,8	0,4	0,4	0,5	0,4
Dy	4,3	4,7	2,9	2	2,4	1,8
Ho	1	0,9	0,5	0,4	0,5	0,4
Sm	6,3	5,4	2,6	2	3,3	2,2
Eu	0,9	1	0,6	0,6	1	0,4
Er	2,6	2,6	1,6	1,2	1,7	1,2
Lu	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Tm	0,4	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2
Yb	2,5	2,8	1,8	1,4	1,7	1,4
Co	20	24	22	23	21	16,5
Cs	10	20,3	5,1	2,6	7	6,6
Ga	17	19	16	16	17	13
Hf	13	7	3	1	4	3
Nb	14	10	8	7	6	8
Pb	15	20	15	10	20	20
Y	27,5	27	14,5	12	15,5	11,55

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala					
Muestra	PER1/XRF/B	PER1/XRF/C	PER1/XRF/D	PER1/XRF/E	PER1/XRF/F	PER1/XRF/G
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua
Coordenadas	8103299/299135	8103299/299135	8103299/299135	8103299/299135	8103299/299135	8103299/299135
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	74,27	74,81	73,9	74,4	74,65	71,17
TiO ₂	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,25
Al ₂ O ₃	12,54	12,43	12,56	12,54	12,57	13,79
Fe ₂ O ₃	1,41	1,41	1,5	1,35	1,35	1,68
FeO	0,13	0,13	0,16	0,13	0,13	0,04
MnO	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,08
MgO	0,39	0,35	0,4	0,35	0,36	0,3
CaO	1,19	1,07	1,13	1,06	1,09	0,59
Na ₂ O	3,12	3,16	3,11	3,12	3,1	2,43
K ₂ O	4,06	4,27	4,35	4,23	4,31	5,8
P ₂ O ₅	0,06	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06
H ₂ O	0,21	0,51	0,48	0,47	0,38	0,93
Rb	143	141	141,5	143,5	142	215
Ba	826	820	814	836	823	1140
Sr	115,5	116	112,5	115	116	93,1
V	15	15	15	20	20	20
Ni	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Zr	99,5	98	111,5	111	98,5	212
Cu	5	-1	5	5	-1	5
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	0,2	-1	0,2	-1	-1	-1
LOI	1,78	1,57	1,39	1,51	1,4	2,65
Sn	2	-1	-1	4	-1	29
Ta	5,5	2,5	3,5	2	1,5	1,5
Th	9	10	10	10	9	13
U	3	3	3	3	3	3
W	240	270	300	120	200	55
Zn	125	35	70	25	55	45
La	24,5	24,5	24	25	25,5	29,5
Ce	43	43	42	44	43	56
Pr	4,2	4,1	4,1	4,3	4,2	5,8
Nd	14,5	14	13,5	14,5	14,5	21,5
Gd	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	3,1
Tb	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
Dy	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	3,1
Ho	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6
Sm	2,4	2,4	2,3	2,4	2,2	3,9
Eu	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8
Er	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	2
Lu	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
Tm	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
Yb	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	2,1
Co	19	22,5	21,5	9,5	13	8
Cs	6,8	7,4	7,2	7,2	6,9	9,6
Ga	14	14	13	13	13	16
Hf	3	3	3	3	3	6
Nb	9	9	10	8	9	9
Pb	25	20	20	15	20	25
Y	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala					
Muestra	PER1/XRF/H	HHB000509	HHB000601A	HHB000601B	HHB000601C	CL42
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Ciemesí
Coordenadas	8103299/299135	8093169/363631	8084856/369156	8084856/369156	8084856/369156	8105696/280779
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Toba
SiO ₂	74,79	66,41	63,22	62,53	60,75	73,53
TiO ₂	0,17	0,44	0,67	0,69	0,67	0,21
Al ₂ O ₃	12,75	15,99	14,96	14,98	15,95	12,86
Fe ₂ O ₃	1,36	3,73	4,75	5,08	5,26	1,63
FeO	0,13	0,13	1,91	2,19	2,14	0,08
MnO	0,06	0,1	0,09	0,09	0,09	0,07
MgO	0,29	0,7	1,95	2,12	2,08	0,38
CaO	1,2	2,81	3,69	4,03	4,79	0,44
Na ₂ O	3,1	3,87	3,4	3,4	3,5	2,82
K ₂ O	4,41	3,43	3,49	3,43	2,88	4,88
P ₂ O ₅	0,04	0,12	0,22	0,22	0,21	0,07
H ₂ O	0,48	-	-	-	-	-
Rb	140,5	99,4	108	105,5	90,6	146
Ba	814	990	962	981	893	1010
Sr	113	332	475	507	587	131
V	15	50	95	100	105	15
Ni	-1	30	10	5	5	-1
Zr	90,5	159,5	135	145,5	131,5	112
Cu	-1	25	20	15	20	-1
Ag	-1	-1	1	-1	-1	-1
CO ₂	0,2	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	1,51	1,35	2,62	2,46	2,82	2,14
Sn	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Ta	1,5	0,5	1,5	3	2	0,5
Th	11	14	18	18	15	18
U	3	2,5	5	5	4	2,5
W	77	49	59	84	68	36
Zn	35	70	70	65	70	55
La	24,5	31	31	31,5	30	26
Ce	40,5	58	60	61,5	58,5	46,5
Pr	4,4	6,9	7,1	7,2	6,8	5,3
Nd	12,5	23,5	24,5	26,5	24	18
Gd	1,8	4,2	3,5	3,8	3,7	2,3
Tb	0,1	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
Dy	1,6	3	2,4	2,4	2,5	2
Ho	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
Sm	2	4,2	4,5	4,5	4,6	3,1
Eu	0,2	1,1	1,2	1,2	1,3	0,6
Er	1	1,8	1,2	1,2	1,5	1,7
Lu	-1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
Tm	-1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2
Yb	1,1	2,1	1,3	1,3	1,4	1,5
Co	11	12,5	24,5	21,5	19,5	4
Cs	7,3	2	4,9	4,9	4	7
Ga	12	18	19	19	20	14
Hf	3	5	5	5	4	4
Nb	4	8	9	9	8	6
Pb	20	40	55	25	25	20
Y	11,55	16,5	12,5	12,5	13,5	12,5

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala					
	TO15	PQ2460800	PA220800	MO01	MM06	PA980600
Muestra	Moquegua	Puquina	Pachía	Clemesí	Moquegua	Pachía
Coordenadas	8102912/298986	8158752/276725	8037150/387995	8104519/287266	8101979/326759	8058575/350420
Tipo de roca	toba	Lavas	Lavas	Riolita	Dolerita	Riolita
SiO ₂	73,23	60,75	62,17	72,85	59,17	72,32
TiO ₂	0,17	0,79	0,46	0,18	1,1	0,22
Al ₂ O ₃	12,64	15,62	16,1	12,57	16	13,28
Fe ₂ O ₃	1,49	5,87	4,29	1,1	7,26	1,68
FeO	0,1	1,68	1,68	-1	2,28	-1
MnO	0,06	0,09	0,1	0,05	0,18	0,08
MgO	0,49	2,25	2,45	0,25	1,93	0,39
CaO	1,63	5,32	3,88	1,2	2,78	1,17
Na ₂ O	2,63	4	4,09	3,01	4,04	4,14
K ₂ O	4,2	2,52	1,78	4,32	4,04	4
P ₂ O ₅	0,02	0,23	0,15	0,05	0,52	0,07
H ₂ O	0,6	0,31	2,45	0,86	1,71	0,44
Rb	155	58	40	82,4	107	140,5
Ba	951	948	618	1480	1465	887
Sr	122	830	771	46,7	475	189
V	15	150	90	10	70	5
Ni	-1	30	15	-1	-1	-1
Zr	100	150	109	106	236	106
Cu	-1	70	50	-1	-1	5
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	0,8	-1	-1	0,6	-1	-1
LOI	2,56	0,96	3,57	2,98	1,81	1,32
Sn	1	1	-1	3	15	12
Ta	5,5	3,5	1,5	1,5	2	3
Th	11	8	2	9	7	12
U	2,5	2	0,5	2	2	3
W	150	65	37	38	38	67
Zn	30	75	40	35	80	25
La	21	29,5	13	27,5	32	24
Ce	36,5	59,5	27	50,5	70	43,5
Pr	4	7,1	3,3	5,2	9,3	4,3
Nd	13,5	27,5	13	18,5	37	15,5
Gd	2,2	4	2	2,9	7,9	2,3
Tb	0,6	0,6	0,3	0,4	1,1	0,4
Dy	1,6	2,3	1,7	2,2	6,3	2,3
Ho	0,3	0,5	0,3	0,4	1,2	0,5
Sm	1,6	5	2	3,2	8,4	2,6
Eu	0,6	1,2	0,7	0,5	1,7	0,6
Er	1	1,3	1	1,5	3,8	1,5
Lu	0,3	0,2	0,1	0,2	0,5	0,3
Tm	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1
Yb	1,6	1,5	0,8	1,7	3,8	1,8
Co	16	29	16,5	5	12,5	7
Cs	7,3	2,9	1,6	4,3	3	5,8
Ga	16	25	16	14	20	14
Hf	3	5	3	4	7	3
Nb	8	10	4	7	12	8
Pb	25	20	5	15	15	10
Y	10,5	12,5	9	14,5	35,5	13,5

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala					
Muestra	OM06	MO02	MO17	MO22	OM7	MO30
Cuadrángulo	Moquegua	Clemesí	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua
Coordenadas	8118918/288565	8104714/287582	8113051/324002	8109005/321835	8116777/287273	8106764/329294
Tipo de roca	Dolerita	Riolita	Riolita	Riolita	Riolita	Riolita
SiO ₂	55,88	75,88	75,84	77,96	69,39	77,52
TiO ₂	0,91	0,19	0,12	0,12	0,34	0,09
Al ₂ O ₃	16,2	11,55	12,54	12,03	14,16	12,31
Fe ₂ O ₃	8,28	1,07	0,7	0,27	2,56	0,34
FeO	3,66	-1	0,05	0,05	0,52	0,07
MnO	0,15	0,07	0,02	0,01	0,09	0,01
MgO	3,91	0,26	0,26	-1	0,63	0,09
CaO	6,68	0,78	0,17	0,1	1,19	0,23
Na ₂ O	2,97	2,73	2,56	3,07	4,13	3,39
K ₂ O	2,13	4,14	4,84	4,36	3,63	4,13
P ₂ O ₅	0,28	0,04	0,03	0,01	0,13	-1
H ₂ O	1,53	0,72	0,85	0,22	1,24	0,44
Rb	80,6	62,8	125	92,2	124	126,5
Ba	406	1875	376	467	936	125
Sr	414	65,5	63,1	35,3	210	50,2
V	170	5	10	-1	30	5
Ni	15	-1	-1	-1	-1	-1
Zr	103	115	102,5	79	166	61,5
Cu	80	-1	5	-1	5	-1
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	0,2	-1	-1	-1	-1
LOI	1,82	2,23	1,82	0,86	2,44	0,83
Sn	111	20	47	63	20	12
Ta	1	2,5	2	3,5	2	4
Th	9	7	7	7	9	7
U	2,5	1,5	2	2	2,5	2
W	26	71	40	70	41	89
Zn	75	25	85	10	50	20
La	20	26	9,5	10,5	26	5,5
Ce	44	47	16,5	22,5	49	12
Pr	5,4	5,1	2,6	2,5	5,3	1,4
Nd	22,5	17,5	10	9	19,5	4
Gd	4,4	2,6	2,6	1,9	2,9	1,7
Tb	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Dy	3,9	1,9	2,8	2,4	2,9	2,2
Ho	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5
Sm	4,6	2,7	2,2	1,8	3	1,1
Eu	1,2	0,5	0,3	0,1	0,6	-1
Er	2,3	1,2	1,7	1,2	1,8	1,8
Lu	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Tm	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Yb	1,8	1,3	1,8	1,4	2	1,5
Co	25,5	6	5,5	8	8,5	5,5
Cs	2,1	3,5	5,6	2,1	5,2	2,9
Ga	18	13	14	11	17	16
Hf	4	3	2	2	4	2
Nb	4	6	8	7	7	12
Pb	15	15	5	15	30	10
Y	22	12	19	14	15,5	15,5

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala					
Muestra	TO04	M40	M43	MO12	MO38	MO14
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua
Coordenadas	8096493/317796	8105155/315666	8101798/324430	8103154/290441	8104314/317902	8112300/323604
Tipo de roca	Riolita	Riolita	Toba	Riolita	Dolerita	Dolerita
SiO ₂	68,79	70,78	72,64	72,29	59,96	54,3
TiO ₂	0,47	0,23	0,18	0,2	0,94	1,05
Al ₂ O ₃	14,59	13,27	13,2	13,54	14,83	18,28
Fe ₂ O ₃	2,85	1,59	1,77	1,66	4,48	7,63
FeO	1,24	-1	0,46	0,29	1,62	3,9
MnO	0,08	0,1	0,07	0,05	0,14	0,16
MgO	0,46	0,27	0,27	0,45	1,47	2,24
CaO	1,31	1,4	0,9	1,4	3,83	7,42
Na ₂ O	3,98	2,57	3,67	3,29	4,17	3,52
K ₂ O	5,18	5,43	4,93	4,22	4,79	1,88
P ₂ O ₅	0,07	0,06	0,03	0,05	0,33	0,45
H ₂ O	0,52	0,66	0,6	0,71	1,23	1,72
Rb	251	218	204	139	175	41,4
Ba	913	1140	297	1230	1110	739
Sr	153	109,5	93,3	203	219	785
V	15	10	15	15	60	125
Ni	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Zr	416	191	151	125	324	164
Cu	20	-1	-1	-1	-1	15
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	0,6	-1	0,2	2	0,4
LOI	0,86	3,15	1,12	1,56	3,95	1,96
Sn	9	3	-1	1	3	3
Ta	4,5	1,5	2	3	8,5	1,5
Th	24	15	17	10	13	3
U	6	3	4,5	2,5	4,5	2
W	88	29	31	61	200	28
Zn	60	35	45	25	45	85
La	35,5	26	30,5	24	36,5	27,5
Ce	78,5	52,5	61	40,5	75	57,5
Pr	9,5	5,4	7	4	9,1	7,4
Nd	38	19	25,5	15,5	35	31,5
Gd	7,2	3	4,7	1,9	6,7	6,8
Tb	1	0,4	0,7	0,3	1	1
Dy	5,8	2,6	4,1	1,5	5,3	5,7
Ho	1,2	0,5	0,9	0,3	1,1	1
Sm	6,9	3,5	4,9	1,8	7	6,6
Eu	1,1	0,5	0,4	0,5	1,5	2
Er	3,3	1,9	2,6	1	2,9	3,1
Lu	0,6	0,3	0,4	0,1	0,4	0,4
Tm	0,6	0,3	0,3	0,1	0,5	0,4
Yb	3,5	1,7	2,8	1,4	2,9	3,2
Co	12,5	6,5	5,5	7,5	75	18,5
Cs	8,1	12,2	6,6	3,4	4,4	0,9
Ga	18	15	16	15	15	22
Hf	12	6	5	4	9	7
Nb	16	8	11	7	15	9
Pb	15	30	20	20	20	15
Y	36,5	17,5	26	10	31	30

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala						
Muestra	MO10	TO48	TO37	TO39	TO36	TO26	
Cuadrángulo	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	Moquegua	
Coordenadas	8103246/296514	8079438/333694	8085679/324274	8085982/322618	8086174/324454	8085792/318434	
Tipo de roca	Toba	Toba	Riolita	Riolita	Riolita	Riolita	
SiO ₂	73,75	56,03	65,22	72,99	70,28	65,08	
TiO ₂	0,15	0,96	0,57	0,24	0,36	0,45	
Al ₂ O ₃	12,96	16,14	16,28	13,52	14,29	15,16	
Fe ₂ O ₃	1,65	7,85	3,17	1,99	2,43	3,52	
FeO	0,36	3,55	0,01	0,09	0,38	0,14	
MnO	0,07	0,13	0,04	0,01	0,08	0,09	
MgO	0,22	4,04	0,14	0,05	0,43	1,32	
CaO	0,64	6,16	1	0,35	2,13	2,73	
Na ₂ O	3,79	2,81	2,84	3,84	4,09	3,8	
K ₂ O	4,58	2,43	7,07	4,28	3,74	3,23	
P ₂ O ₅	0,02	0,25	0,14	0,09	0,12	0,13	
H ₂ O	0,37	1,78	1,17	0,8	0,34	1,39	
Rb	177	118,5	234	139	132,5	115,5	
Ba	241	604	797	1635	1225	759	
Sr	69,6	422	211	206	268	313	
V	10	180	60	30	25	35	
Ni	-1	10	-1	-1	-1	-1	
Zr	149	196	358	140,5	150	157	
Cu	5	105	5	-1	25	-1	
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
CO ₂	-1	-1	0,6	-1	0,2	-1	
LOI	0,84	2,31	2,24	1,31	1,09	2,91	
Sn	-1	-1	3	1	1	-1	
Ta	2,5	1	2,5	4,5	4	1,5	
Th	14	10	19	12	10	11	
U	4	3,5	6	2,5	3	3,5	
W	48	24	37	97	96	25	
Zn	40	70	30	15	45	45	
La	27,5	22	32,5	27	22,5	21,5	
Ce	55	47	74,5	46	42	39,5	
Pr	6,1	5,9	8,2	5,1	4,3	4,2	
Nd	23,5	25	32,5	17	16	15,5	
Gd	4	5	5	2,6	2,6	2,8	
Tb	0,6	0,7	0,8	0,4	0,4	0,3	
Dy	4,1	4	5	2,5	2,1	2,4	
Ho	0,7	0,8	0,9	0,4	0,4	0,5	
Sm	4,2	5,1	5,6	2,8	3,1	3,1	
Eu	0,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,8	
Er	2,4	2,2	3	1,4	1,1	1,5	
Lu	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	
Tm	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	
Yb	2,7	2,3	3,1	1,3	1,5	1,8	
Co	7	39,5	6,5	10,5	10	9	
Cs	5,4	9,4	5,4	2,7	2,1	5,9	
Ga	13	19	16	13	13	17	
Hf	5	6	10	5	4	5	
Nb	10	8	18	10	7	7	
Pb	20	15	20	10	20	15	
Y	23	23,5	27,5	15	13,5	14	

Grupo o Formación	Gpo. Toquepala	Superunidad Challaviento		Gpo. Tacaza		
Muestra	MM13	PA240400	PA310800	PQ3611000	PA420800	TA158080A
Cuadrángulo	Moquegua	Palca	Palca	Puquina	Pachía	Tarata
Coordenadas	8102720/327468	8041850/399995	8026850/409890	8161287/265092	8055880/393575	8071199/377650
Tipo de roca	Dolerita	Granito	Granodiorita	Toba	Lavas	Lavas
SiO ₂	54,92	64,51	71,4	65,01	60,03	66,09
TiO ₂	1,2	0,6	0,22	0,19	0,66	0,43
Al ₂ O ₃	17,12	15,86	13,88	15,05	16,28	15,03
Fe ₂ O ₃	8,64	4,43	1,7	1,9	5,19	3,28
FeO	3,82	2,51	0,45	0,24	0,56	1,16
MnO	0,21	0,07	0,06	0,13	0,04	0,09
MgO	2,92	2,06	0,48	1,56	1,96	1,06
CaO	6,21	4,23	1,77	2,54	3,26	2,48
Na ₂ O	4,23	3,47	3,43	2,74	4,04	4,49
K ₂ O	1,86	3,29	4,08	2,8	3,28	3,62
P ₂ O ₅	0,49	0,16	0,04	0,1	0,2	0,14
H ₂ O	1,25		1,71	2,54	1,65	0,82
Rb	36,4	112,5	128,5	111	114	118,5
Ba	691	761	804	1075	741	899
Sr	684	386	212	428	356	304
V	135	100	25	30	115	50
Ni	-1	15	-1	5	5	-1
Zr	147,5	151,5	110	71	190	143
Cu	5	30	5	20	55	10
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	1,19	0,44	1,93	6,67	4,12	1,69
Sn	2	-1	-1	1	-1	1
Ta	2,5	3	6	1,5	0,5	3,5
Th	2	18	12	6	9	12
U	0,5	3,5	3,5	1,5	2,5	3
W	52	77	134	18	13	61
Zn	70	45	30	50	65	55
La	24,5	30,5	29	25,5	23	28,5
Ce	52,5	58,5	51,5	45	46	54
Pr	7	6,7	5,2	4,9	5,3	5,8
Nd	31	23,5	17	18	19,5	22
Gd	7	3,7	2,3	2,3	3,9	2,8
Tb	0,9	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
Dy	5,1	3	1,9	2,1	2,7	2,8
Ho	1	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6
Sm	6,4	4,3	2,4	2,5	4	3,5
Eu	1,6	1	0,6	0,9	0,9	0,8
Er	2,8	1,5	1,3	1	1,6	1,8
Lu	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3
Tm	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Yb	2,8	1,6	1,3	1,3	1,6	1,7
Co	21	17	19	11	21,5	15,5
Cs	1,4	3,5	9,2	8,9	9,5	5
Ga	20	19	14	17	18	18
Hf	5	5	3	3	5	5
Nb	12	10	12	8	8	10
Pb	10	15	20	30	20	20
Y	29	14,5	12,5	10,5	15,5	15,5

Grupo o Formación	Fm. Huilacollo	Fm. Moquegua		Fm. Llallahuí		
Muestra	PA280800	CL174	AP000931	P16060002	ICH33	ICH130
Cuadrángulo	Palca	Clemesí	Aplao	Pizacoma	Ichuña	Ichuña
Coordenadas	8027250/413625	8092000/271000	8207040/812982	8158800/465300	8217720/307950	8188950/297000
Tipo de roca	Lavas	Toba	Toba	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	57,82	66,57	77,46	63,17	74,16	57,78
TiO ₂	0,68	0,19	0,13	0,55	0,27	0,92
Al ₂ O ₃	17,06	12,22	9,71	17,86	12,8	16,46
Fe ₂ O ₃	6,18	1,18	0,93	2,82	1,84	6,98
FeO	2,28	0,07	0,03	0,8	0,21	2,31
MnO	0,1	0,07	0,05	0,03	0,03	0,11
MgO	2,82	0,56	0,16	0,59	0,32	3,24
CaO	6,19	2,47	1,56	2,48	1,53	6,09
Na ₂ O	3,59	3,24	2,13	3,63	2,72	3,6
K ₂ O	1,45	4,98	3,47	5,24	4,19	2,85
P ₂ O ₅	0,2	0,05	0,05	0,22	0,04	0,23
H ₂ O	1,58	3,53	0,31		0,24	0,18
Rb	51,2	184,5	114	123,5	117,5	100,5
Ba	850	569	448	1525	704	657
Sr	800	209	102	978	196,5	688
V	155	15	10	75	30	170
Ni	10	-1	-1	20	-1	30
Zr	130	127	91	122,5	120,5	178
Cu	65	5	-1	5	5	75
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	0,6	-1	-1	-1
LOI	2,59	7,38	3,4	1,95	1,02	0,38
Sn	1	3	4	-1	-1	1
Ta	1,5	2,5	3	0,5	3	2,5
Th	1	17	14	3	12	13
U	-1	4	3	1,5	2	4
W	40	52	54	13	56	47
Zn	75	30	20	95	25	90
La	19,5	26	24,5	20	24,5	31,5
Ce	38,5	49,5	46	42,5	44,5	63
Pr	4,9	5,2	4,7	5,3	4,6	7,6
Nd	18	17,5	15,5	20	17	28,5
Gd	3,2	2,7	2	2,7	2,4	4,7
Tb	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6
Dy	2,7	2,3	1,6	1,6	1,5	3,3
Ho	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6
Sm	2,8	2,8	2,3	3,6	2,2	5,3
Eu	0,8	0,4	0,4	1,1	0,5	1,2
Er	1,4	1,5	0,9	0,7	1,1	1,7
Lu	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
Tm	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
Yb	1,3	1,6	1	0,5	1,1	1,8
Co	23,5	14	10,5	7	10,5	31
Cs	10,6	7,3	5,1	1	5,4	3,1
Ga	20	13	10	38	12	22
Hf	4	5	3	4	4	5
Nb	6	11	9	7	9	9
Pb	20	15	20	35	20	25
Y	14	14	10	7,5	10,5	17

Grupo o Formación	Fm. Capillune					Fm. Pichu
Muestra	TA1800900	JU155	JU155A	GD223	IL40580	PQ3061000
Cuadrángulo	Tarata	Juli	Juli	Antajave	Ilave	Characato
Coordenadas	8118096/364855	8192000/494100	8192000/494100	8111248/446752	8227186/426332	8174716/265124
Tipo de roca	Pómez	Toba	Toba	Toba	Toba	Lavas
SiO ₂	64,02	58,28	61,19	66,89	56,16	61,51
TiO ₂	0,6	0,8	0,62	0,42	0,89	0,64
Al ₂ O ₃	15,31	17,75	16,4	14,31	17,18	17,35
Fe ₂ O ₃	4,06	4,74	3,82	2,34	5,24	5,17
FeO	1,74	1,24	1,16	0,87	1,49	2,03
MnO	0,07	0,1	0,08	0,07	0,1	0,08
MgO	1,58	2,16	1,51	0,65	2,7	2,15
CaO	3,46	4,31	3,09	2,14	4,18	5,08
Na ₂ O	3,3	3,75	2,65	3,48	3,1	4,36
K ₂ O	4,12	3,12	4,77	4,66	3,15	2,14
P ₂ O ₅	0,19	0,32	0,27	0,13	0,31	0,26
H ₂ O	2,41	1,83	3,16	2,95	2,91	0,19
Rb	121	78,6	110	138	141	46,8
Ba	857	1395	1510	991	1055	1015
Sr	504	1380	959	458	865	915
V	90	50	50	30	90	125
Ni	5	15	10	-1	20	5
Zr	186	295	311	225	245	147
Cu	15	20	5	-1	20	70
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	0,4	-1	-1	-1
LOI	2,45	3,42	4,1	3,25	5,5	0,26
Sn	1	1	1	1	3	1
Ta	4,5	4,5	3	3,5	2	2,5
Th	11	9	13	11	10	3
U	3,5	2	3	3	4	0,5
W	79	84	33	79	26	47
Zn	65	70	75	60	390	70
La	29,5	62,5	64,5	40	63	25,5
Ce	58,5	110	114,5	74,5	109	50
Pr	6,5	11,8	13	7,8	13	6
Nd	25,5	45,5	44,5	26,5	49	22,5
Gd	3,5	5,7	6,1	3,7	6,6	3,1
Tb	0,5	0,7	0,7	0,5	0,9	0,4
Dy	2,8	3,8	4	2,3	4,3	2
Ho	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,3
Sm	4	7	6,2	4,1	7,6	3,9
Eu	0,9	2,1	1,7	0,8	1,9	1,1
Er	1,3	1,8	1,4	1,3	2,3	1
Lu	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1
Tm	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
Yb	1,7	1,8	1,7	1,3	2,2	1,2
Co	31	18	13	18	20,5	22
Cs	4,8	1,8	2,5	3,5	42,8	0,7
Ga	19	27	23	18	26	23
Hf	6	9	9	6	9	5
Nb	10	21	24	15	19	7
Pb	15	15	25	25	55	20
Y	13	17,5	17,5	14,5	24,5	10,5

Grupo o Formación	Fm. Pichu		Fm. Maure			
	Muestra	PI16101	PY56	PQ3591000	PZ130	PI17102
Cuadrángulo	Pichacani	Pizacoma	Puquina	Pizacoma	Pichacani	Pichacani
Coordenadas	8216100/346200	8163115/463115	8159548/270323	8129074/460653	8218100/364200	8192300/351410
Tipo de roca	Toba	Toba	Lavas	Toba	Toba	Toba
SiO ₂	65	74,95	59,76	67,15	73,61	69,58
TiO ₂	0,41	0,17	0,69	0,26	0,15	0,17
Al ₂ O ₃	15,53	13,06	13,86	13,23	13,61	11,95
Fe ₂ O ₃	2,89	1	5,97	1,73	0,84	0,43
FeO	0,47	-1	0,84	0,03	0,13	-1
MnO	0,03	0,02	0,05	0,07	0,05	0,01
MgO	1,8	0,13	2,82	0,78	0,09	0,55
CaO	3,11	0,59	4,22	1,51	0,6	2,01
Na ₂ O	3,01	3,16	2,05	1,96	3,5	0,78
K ₂ O	3,36	5,2	2,48	5,13	5,29	5
P ₂ O ₅	0,13	0,02	0,14	0,07	0,02	0,04
H ₂ O	1,78		2,18	3,74	0,52	3,33
Rb	94	219	155	152	250	150,5
Ba	907	326	664	832	605	660
Sr	600	113,5	416	228	101	258
V	60	10	155	10	5	5
Ni	20	15	20	-1	-1	-1
Zr	112	100	203	101	112	127
Cu	15	5	25	35	-1	-1
Ag	-1	4	-1	-1	-1	-1
CO ₂	0,8	-1	0,2	-1	-1	-1
LOI	3,91	0,78	6,87	6,64	0,87	8,13
Sn	-1	-1	1	1	1	1
Ta	1,5	2,5	1,5	2	4,5	2,5
Th	3	36	6	13	16	12
U	0,5	7,5	2	4	5	3,5
W	35	38	20	22	80	40
Zn	20	35	55	20	30	15
La	18,5	36,5	17	29,5	31	24,5
Ce	31,5	63,5	31,5	51,5	59,5	43,5
Pr	4,5	7,5	4,3	5,3	6,2	4,8
Nd	16,5	23,5	16,5	17,5	22	15,5
Gd	3	2,4	3	2,6	3,5	2,8
Tb	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3
Dy	1,9	1,7	2,4	1,6	2,6	2
Ho	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4
Sm	3,3	3,3	3,8	3	3,8	2,5
Eu	0,8	0,5	0,9	0,7	0,7	0,5
Er	0,8	1,1	1,6	1	1,6	1,4
Lu	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2
Tm	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1
Yb	0,8	1,4	1,4	1,2	1,9	1,3
Co	12,5	7	16,5	9	14	9,5
Cs	12,1	8,4	7,8	6,6	10,5	8,8
Ga	18	22	17	16	16	12
Hf	3	3	6	4	4	4
Nb	4	11	8	13	18	11
Pb	10	25	20	5	25	5
Y	11	10	14	9	18	13

Grupo o Formación	Fm. Maure	No Asignado				
		OM010600	JU141	JU148	JU149	ICH66
Muestra	PI3112	OM010600	JU141	JU148	JU149	ICH66
Cuadrángulo	Pichacani	Omate	Juli	Juli	Juli	Ichuña
Coordenadas	8191100/365500	8144143/296323	8202000/484494	8205490/452783	8201582/454315	8219150/289050
Tipo de roca	Toba	Subvolcánico	Subvolcánico	Intrusivo	Intrusivo	Subvolcánico
SiO ₂	72,83	53,31	64,66	70,64	71,04	66,27
TiO ₂	0,19	0,72	0,72	0,39	0,41	0,47
Al ₂ O ₃	13,37	17,73	14,94	14,29	14,24	15,77
Fe ₂ O ₃	1,12	8,27	3,94	2,04	1,68	2,95
FeO	0,1	4,17	0,99	0,43	0,58	0,39
MnO	0,02	0,14	0,08	0,03	0,04	0,01
MgO	0,13	3,53	1,56	0,45	0,59	0,21
CaO	0,43	6,9	3,08	1,42	1,65	0,14
Na ₂ O	2,98	4,09	3,77	3,28	3,53	0,73
K ₂ O	6,77	1,34	4,14	5,19	4,38	10,82
P ₂ O ₅	0,02	0,19	0,31	0,14	0,13	0,05
H ₂ O	0,31	-	0,3	0,34	0,06	0,74
Rb	173	32,4	99,4	169	167,5	379
Ba	976	476	1365	891	787	1345
Sr	68,2	692	873	393	423	88
V	5	175	60	30	35	50
Ni	-1	25	20	-1	-1	-1
Zr	133	51	215	174	164	204
Cu	-1	95	10	130	-1	-1
Ag	-1	-1	-1	1	-1	-1
CO ₂	0,2	-1	-1	1	-1	-1
LOI	1	2,25	1,39	0,83	1,11	1,49
Sn	-1	-1	-1	3	1	-1
Ta	3	-1	2,5	3	4	2
Th	13	1	11	10	10	11
U	3,5	0,5	3	3	4,5	3
W	55	12	28	51	66	36
Zn	40	80	45	375	35	35
La	28	14	51,5	37,5	30,5	29
Ce	50,5	30	96	66,5	58	55
Pr	5,3	4	10,3	7,1	6,1	6,5
Nd	19	17	37	24	23	24,5
Gd	2,9	3,4	5	3,3	3	3,8
Tb	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6
Dy	2,8	2,1	3,3	2	1,6	3,4
Ho	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7
Sm	3	3,7	5,5	3	3,4	5,6
Eu	0,5	1,1	1,6	0,8	1	1
Er	1,4	1,1	1,6	0,7	0,7	1,8
Lu	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3
Tm	0,2	0,1	0,1	0,1	-1	0,3
Yb	1,8	1,1	1,5	0,8	0,7	2
Co	6,5	26	13,5	8,5	9	14,5
Cs	1,4	8,3	2,2	5,1	3,2	39
Ga	14	25	22	23	23	17
Hf	5	1	6	5	5	6
Nb	12	2	20	16	16	10
Pb	20	5	-1	210	-1	30
Y	16	15,5	16,5	8	9	17

Grupo o Formación	No Asignado					
Muestra	PI2111	PI3113	PI13111	IL40581	P16060003	106128
Cuadrángulo	Pichacani	Pichacani	Pichacani	Ilave	Pizacoma	Pachía
Coordenadas	8193400/351730	8191200/361700	8192830/388300	8222151/419829	8163500/466700	8041825/402282
Tipo de roca	Intrusivo	Intrusivo	Intrusivo	Intrusivo	Subvolcánico	Diorita
SiO ₂	61,05	60,21	63,89	68,27	63,89	57,06
TiO ₂	0,65	0,73	0,34	0,41	0,52	0,78
Al ₂ O ₃	15,77	16,4	15,44	15,85	15,67	16,83
Fe ₂ O ₃	5,05	5,64	2,58	2,04	3,32	5,08
FeO	1,74	2,52	1,11	0,98	0,86	2,67
MnO	0,09	0,1	0,08	0,03	0,07	0,07
MgO	1,42	2,1	1,05	0,7	2,04	3,68
CaO	4,25	4,7	3,39	2,07	3,71	7,22
Na ₂ O	3,06	3,59	2,87	3,51	4,69	3,33
K ₂ O	3,99	3,26	4,41	4,48	2,71	2,48
P ₂ O ₅	0,2	0,21	0,15	0,18	0,25	0,19
H ₂ O	0,4	0,66	1,15	0,48	-	-
Rb	197	133,5	102,5	122,5	61,8	71
Ba	809	761	1165	1465	1830	845
Sr	399	498	444	742	1215	595
V	85	110	65	30	80	170
Ni	-1	5	5	-1	30	25
Zr	179	176	115	198	116,5	110
Cu	40	30	10	-1	15	20
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	1
CO ₂	1,6	-1	1,6	-1	-1	0,4
LOI	3,52	1,67	4,7	1,04	1,52	2,52
Sn	3	1	-1	4	1	-1
Ta	2,5	2	1	3,5	1,5	-1
Th	11	13	3	11	3	10
U	4	4,5	3	7,5	2	2,5
W	54	53	21	64	26	36
Zn	80	80	100	25	95	40
La	31	29,5	11	57,5	31,5	19
Ce	61	58,5	24	111	59	41
Pr	6,9	7,1	2,5	12,8	6,6	5
Nd	26,5	28	9,5	45	24,5	18,5
Gd	4,8	4,9	1,9	6,5	3,3	3,3
Tb	0,6	0,7	0,2	0,8	0,4	0,5
Dy	3,7	3,4	1,1	4,5	1,8	2,6
Ho	0,6	0,6	0,2	0,9	0,3	0,5
Sm	4,1	4,7	1,7	7,2	4,1	3,4
Eu	1	1,2	0,4	1,7	1,2	1
Er	1,9	1,7	0,7	2,2	0,9	1,3
Lu	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
Tm	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
Yb	1,9	2,2	1	1,8	0,8	1,5
Co	16,5	22,5	9	11	13	13,5
Cs	11,7	6,6	2,6	1,6	1,2	14,8
Ga	18	19	16	24	31	19
Hf	5	5	6	12	3	4
Nb	9	10	7	22	11	6
Pb	15	20	10	20	35	5
Y	19	18,5	8	25	9	12,5

Grupo o Formación	No Asignado	Fm. Millo			Fm. Sencca		
		CL173	TO06	PQ3641000	PZ128	PZ134	
Muestra	ICH17						
Cuadrángulo	Ichuña	Clemesi	Moquegua	Puquina	Pizacoma	Pizacoma	
Coordenadas	8182947/309011	8090500/274000	8091392/295235	8155283/260418	8140200/477200	8165850/471589	
Tipo de roca	Granito	Toba	Toba	Toba	Toba	Toba	
SiO ₂	64,68	71,01	67,12	71,33	72,61	78,24	
TiO ₂	0,51	0,21	0,24	0,26	0,21	0,14	
Al ₂ O ₃	15,86	12,57	13,49	14,19	13,37	11,23	
Fe ₂ O ₃	4,7	1,44	1,74	1,99	1,12	0,89	
FeO	2,46	0,11	0,23	0,12	0,15	0,03	
MnO	0,08	0,06	0,08	0,09	0,03	0,02	
MgO	1,76	0,43	1,17	0,41	0,1	0,06	
CaO	3,89	1,29	1,65	1,52	0,87	0,63	
Na ₂ O	3,38	3,23	2,82	3,31	3,61	2,37	
K ₂ O	3,84	4,93	4,18	4,17	5,05	4,13	
P ₂ O ₅	0,14	0,03	0,06	0,04	0,42	0,05	
H ₂ O	-	2,46	3,74	0,7	0,46	0,45	
Rb	149	198	179	111,5	116	191,5	
Ba	835	316	783	950	549	303	
Sr	423	131	186,5	218	195,5	110	
V	95	15	20	30	5	5	
Ni	10	-1	-1	-1	-1	-1	
Zr	187,5	113,5	131,5	115	110	95,5	
Cu	60	5	10	35	10	5	
Ag	2	-1	-1	-1	-1	-1	
CO ₂	-1	-1	-1	-1	0,2	0,2	
LOI	0,25	3,25	5,98	1,44	1,34	1,27	
Sn	-1	3	2	-1	-1	-1	
Ta	2,5	4,5	1,5	5,5	5,5	3	
Th	33	29	19	9	11	27	
U	7	11	12	2,5	3,5	7,5	
W	73	83	17	109	108	44	
Zn	50	35	35	30	30	20	
La	38	34,5	36	29,5	39,5	30	
Ce	72,5	63	70,5	62	68,5	55	
Pr	8,1	6,7	6,6	5,9	6,9	5,5	
Nd	27,5	21	21,5	20	23	18	
Gd	3,7	2,6	2,9	2,7	2,6	2,3	
Tb	0,6	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	
Dy	3	2,1	2,7	2,9	1,5	2,1	
Ho	0,6	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	
Sm	4,9	3,2	3,3	3,2	3,6	2,7	
Eu	1,1	0,5	0,6	0,6	0,7	0,4	
Er	1,7	1,2	1,4	1,9	0,5	1,4	
Lu	0,3	0,2	0,3	0,3	-1	0,1	
Tm	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	
Yb	1,7	1,5	2,1	1,5	0,6	1,3	
Co	17	14	6,5	15,5	14,5	9	
Cs	7,6	17,7	7,7	1,8	2,4	5,5	
Ga	18	14	15	16	19	13	
Hf	6	4	17	5	4	4	
Nb	8	14	16	13	14	13	
Pb	15	35	20	10	-1	5	
Y	16	13,5	16	14,5	7	11,5	

Grupo o Formación	Fm. Sencca					
Muestra	ICH46A	OC000827	JL000891	GD225	PI16103	PI3114
Cuadrángulo	Ichuña	Ocoña	La Joya	Antajave	Pichacani	Pichacani
Coordenadas	8226320/397220	8229250/704655	8130800/215800	8072019/439279	8210700/349200	8194300/365500
Tipo de roca	Toba	Toba	Toba	Toba	Toba	Toba
SiO ₂	74,68	70,17	71,33	70,89	70,05	75,17
TiO ₂	0,17	0,27	0,24	0,25	0,19	0,16
Al ₂ O ₃	13,03	13,74	13,38	13,63	12,51	12,81
Fe ₂ O ₃	1,01	1,81	1,77	1,32	0,63	0,98
FeO	0,2	-1	0,01	0,28	0,01	0,03
MnO	0,06	0,1	0,09	0,04	0,01	0,02
MgO	0,05	0,4	0,76	0,27	0,35	-1
CaO	0,63	2,03	1,68	1,12	1,73	0,72
Na ₂ O	3,91	4,38	3,65	2,66	1,01	3,44
K ₂ O	4,88	3,86	4,26	5,94	4,73	4,95
P ₂ O ₅	0,04	0,08	0,05	0,05	0,02	0,03
H ₂ O	-1	0,32	0,21	2,33	3,13	0,12
Rb	210	119,5	111	114,5	139,5	209
Ba	597	759	743	852	960	278
Sr	86,2	205	186,5	326	320	95,1
V	5	25	25	10	10	5
Ni	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Zr	131	170	110	148	119	111
Cu	-1	-1	5	-1	30	-1
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	0,4	0,2
LOI	0,3	2,38	1,4	2,47	7,65	0,45
Sn	-1	-1	1	-1	1	-1
Ta	4	5	6	3,5	2	3,5
Th	28	11	8	9	12	30
U	6,5	4	2	2,5	3	8,5
W	68	103	121	85	32	66
Zn	30	40	30	40	35	20
La	36,5	24,5	25	47	27	35
Ce	65	48,5	46	80	49	62,5
Pr	6,9	5,2	4,9	8,2	4,9	6,3
Nd	22	19,5	17	27	17,5	20
Gd	2,3	3	2,7	2,4	2,6	2,4
Tb	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4
Dy	2	2,7	2,5	1,3	2,4	2,2
Ho	0,4	0,5	0,5	0,1	0,4	0,4
Sm	3,1	3,5	2,4	3,2	3,2	2,7
Eu	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5
Er	1,1	1,5	1,3	0,5	1,4	1,1
Lu	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2
Tm	0,2	0,1	0,2	-1	0,1	0,1
Yb	1,5	1,5	1,7	0,7	1,3	1,2
Co	15,5	19	19	18	11	12
Cs	6,9	2,2	1,2	9,4	7,9	11,2
Ga	17	17	14	17	13	13
Hf	5	4	3	4	4	4
Nb	13	15	13	12	11	14
Pb	20	5	15	25	20	20
Y	13	15,5	15,5	6,5	13	11,5

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	TA050400	PA010400	CH36052000	MA350500	PA200400	PA260400
Cuadrángulo	Tarata	Pachía	Characato	Mazo Cruz	Palca	Palca
Coordenadas	8073080/385218	8057345/243033	8208385/268247	8166500/442700	8056706/399639	8065565/414648
Tipo de roca	Piroclástico	Toba	Lavas	Lavas	Piroclástico	Lavas
SiO ₂	74,89	58,71	57,49	56,22	72,75	66,12
TiO ₂	0,17	0,86	0,79	1,28	0,2	0,58
Al ₂ O ₃	13,24	16,69	17,89	15,92	13,54	15,17
Fe ₂ O ₃	0,24	6,52	6,82	7,15	1,43	3,72
FeO	0,01	2,29	3,03	3,2	0,46	1,53
MnO	0,01	0,09	0,11	0,11	0,03	0,07
MgO	0,34	3,17	2,73	4,09	0,49	1,61
CaO	0,1	5,54	6,11	6,16	1,31	3,2
Na ₂ O	1,01	3,5	3,8	3,75	2,94	3,73
K ₂ O	3,81	2,39	2,44	3,14	4,5	3,85
P ₂ O ₅	0,05	0,23	0,27	0,53	0,06	0,2
H ₂ O	-	-	-	-	-	-
Rb	115	64,2	46,2	50,4	135	129
Ba	945	784	905	1680	727	935
Sr	24,1	654	790	1335	149,5	500
V	5	160	150	175	20	75
Ni	5	40	10	30	-1	10
Zr	94,5	148,5	147	217	81,5	183
Cu	5	80	50	35	5	20
Ag	1	1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	0,2	-1	-1	-1	-1
LOI	5,32	1,07	0,64	0,54	2,05	0,94
Sn	-1	3	1	-1	-1	-1
Ta	-1	-1	0,5	-1	3	2
Th	8	12	6	8	18	26
U	2	4	1	1,5	4,5	8
W	11	30	46	24	72	57
Zn	20	95	85	110	30	60
La	17	27,5	31,5	61,5	26,5	36,5
Ce	35,5	55,5	56	121,5	49	67,5
Pr	4	6,9	7,8	15,9	5,2	7,4
Nd	14,5	25,5	29,5	59,5	17	27
Gd	2,7	4,5	4,6	7,8	2,4	4
Tb	0,5	0,5	0,6	1	0,4	0,5
Dy	2,8	2,6	3,3	4,2	1,8	2,4
Ho	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,4
Sm	3,2	4,6	5,5	9,9	2,7	4,5
Eu	0,7	1,4	1,3	2,7	0,6	1,1
Er	1,8	1,4	1,6	2,1	1,2	1,1
Lu	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1
Tm	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1
Yb	1,9	1,2	1,5	2	1,5	1,2
Co	7,5	28	22	27	8	14,5
Cs	1	4,8	1,3	0,8	1,7	9,1
Ga	14	22	23	24	14	20
Hf	3	5	4	6	3	6
Nb	10	6	6	11	11	10
Pb	20	35	35	20	20	25
Y	16	13,5	15,5	19,5	12	11

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	PA270400	PA310400	PA360400	PA440400	P16060001	CH109072000
Cuadrángulo	Palca	Palca	Palca	Palca	Pizacoma	Characato
Coordenadas	8064800/415120	8063275/415325	8053125/420625	8050250/413650	8156600/448000	8197212/259320
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Piroclástico	Lavas
SiO ₂	59,97	66,37	60,55	57,68	53,26	57,17
TiO ₂	1,04	0,56	0,9	0,91	1,2	0,77
Al ₂ O ₃	15,5	14,47	15,89	17,63	16,08	17,2
Fe ₂ O ₃	5,92	3,61	5,84	6,6	7,55	6,69
FeO	2,34	1,49	0,9	3,17	2,25	2,42
MnO	0,09	0,07	0,09	0,1	0,08	0,11
MgO	3,43	1,5	2,86	3	3,41	3,51
CaO	5,14	3,05	4,95	5,85	7,34	6,5
Na ₂ O	3,75	3,57	4,05	4,09	3,18	4,19
K ₂ O	3,08	4,01	2,92	2,28	2,77	2,07
P ₂ O ₅	0,36	0,19	0,31	0,28	0,5	0,29
H ₂ O	-	-	-	-	-	-
Rb	90,8	143	81,4	53,2	53,2	35
Ba	900	790	1070	877	1230	740
Sr	713	461	781	720	1035	1005
V	135	70	110	155	170	165
Ni	35	15	40	25	30	30
Zr	174,5	154	174,5	154	178,5	116,5
Cu	35	15	65	85	35	95
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	1	-1
LOI	0,45	1,34	0,69	0,27	3,35	0,2
Sn	-1	-1	-1	-1	1	1
Ta	1,5	2,5	0,5	-1	0,5	2
Th	18	26	12	6	6	2
U	5,5	9	3,5	1,5	1,5	0,5
W	42	66	27	28	15	29
Zn	85	60	105	90	100	95
La	35	35	40	26,5	42	29
Ce	70	61,5	80,5	55	91	56
Pr	8,7	6,8	9,6	6,8	11	6,7
Nd	32	24,5	36	27,5	42,5	25,5
Gd	5,3	3,7	4,7	4,2	6	3,8
Tb	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,5
Dy	2,9	2,1	3,1	2,5	3,8	2,4
Ho	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,5
Sm	6,5	3,8	6,3	5,2	7,3	4,4
Eu	1,6	1,1	1,5	1,3	2	1,3
Er	1,4	1	1,4	1,4	2,1	1,3
Lu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Tm	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
Yb	1,3	1	1,4	1,4	1,7	1,1
Co	19,5	14,5	20	21,5	23,5	28,5
Cs	5,8	10,9	2,3	1,7	0,5	0,6
Ga	22	20	21	22	26	24
Hf	6	5	6	4	5	3
Nb	10	10	9	7	10	5
Pb	20	25	20	15	15	-1
Y	13,5	10	13,5	12,5	19,5	12,5

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	TA130400A	TA140400	TA150400	TA170400	TA180400	PZ126
Cuadrángulo	Tarata	Tarata	Tarata	Tarata	Tarata	Pizacoma
Coordenadas	8106213/344399	8101196/345631	8101964/345511	8105131/349183	8101467/349493	8171704/449384
Tipo de roca	Lavas	Toba	Toba	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	59,87	49,77	54,61	62,81	58,68	59,27
TiO ₂	0,69	0,96	0,87	0,62	0,82	0,99
Al ₂ O ₃	17,62	19,86	17,35	16,17	17,01	17,26
Fe ₂ O ₃	5,5	7,79	6,64	5,12	6,19	6,15
MnO	2,65	0,95	1,76	1,52	2,66	1,62
MgO	0,08	0,09	0,08	0,09	0,1	0,1
CaO	2,37	2,24	2,18	1,82	2,82	1,57
Na ₂ O	5,1	5,24	5,24	4,51	5,76	5,31
K ₂ O	4,36	2,82	3,05	4,24	4,56	4,08
P ₂ O ₅	1,96	0,74	1,55	2,53	2,06	2,71
H ₂ O	0,24	0,09	0,21	0,19	0,25	0,45
Rb	1,02	4	3,05	0,15	0,18	0,16
Ba	31,6	17,4	33,4	48,4	39,8	61,2
Sr	949	813	840	875	853	1800
V	838	784	831	644	830	1130
Ni	125	95	110	110	145	115
Zr	20	55	15	5	25	-1
Cu	148	152	149	126	137	191
Ag	65	150	95	105	80	5
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Sn	1,09	9,25	6,91	0,58	0,29	0,9
Ta	-1	1	-1	-1	1	1
Th	2,5	0,5	0,5	2	2,5	2
U	1	2	1	3	1	6
W	-1	0,5	-1	0,5	-1	1,5
Zn	53	3	10	33	44	36
La	85	90	90	60	80	105
Ce	22,5	22	21,5	21	19,5	58,5
Pr	42	44,5	41,5	41	40	99
Nd	5,1	5,8	5,7	4,9	4,8	12,8
Gd	20,5	24,5	23	19,5	19	51,5
Tb	3,1	3,9	4,4	3,3	3,3	7,5
Dy	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,9
Ho	2,1	2,7	2,7	2,5	2,1	4,7
Sm	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,8
Eu	3,7	4,5	4,1	4,1	3,8	8,5
Er	1,1	1,2	1,1	1	1	2,2
Lu	1	1,3	1,1	1,2	1,2	2,4
Tm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Yb	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3
Co	0,8	1,1	1,1	1,3	0,9	1,7
Cs	26	28,5	23	18	27	18,5
Ga	0,9	1	0,9	0,9	1,3	0,9
Hf	24	27	23	21	22	25
Nb	4	5	4	4	4	6
Pb	7	6	6	7	7	13
Y	20	20	15	15	10	15
	10	12	12,5	12,5	11	25

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	JU152	JU162	ICH59	ICH83	ICH126	CH2010900
Cuadrángulo	Juli	Juli	Ichuña	Ichuña	Ichuña	Characato
Coordenadas	8196300/484650	8189500/474800	8223880/390140	8213760/294300	8200660/291480	8185041/234116
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Toba	Lavas
SiO ₂	60,45	54,25	55	58,38	72,71	59,25
TiO ₂	0,95	1,13	1,13	0,79	0,17	0,87
Al ₂ O ₃	14,62	14,1	16,13	16,61	14,18	15,84
Fe ₂ O ₃	5,32	7,77	8,88	6,51	1,33	6,37
FeO	0,64	4,39	3,15	2,62	-1	3,09
MnO	0,08	0,12	0,11	0,09	0,08	0,1
MgO	3,37	7,29	2,87	2,82	0,02	2,89
CaO	4,38	7,14	6,49	5,95	0,51	5,59
Na ₂ O	3,4	3,26	3,62	3,68	3,24	3,15
K ₂ O	4,19	2,97	2,52	2,9	4,65	3,2
P ₂ O ₅	0,42	0,45	0,3	0,22	0,02	0,25
H ₂ O	0,41	0,23	0,03	0,26	0,9	1,23
Rb	91,2	78,6	91,2	91,6	200	79,8
Ba	1445	832	754	712	616	895
Sr	1105	808	602	630	60	592
V	60	185	260	165	-1	155
Ni	40	125	10	25	-1	25
Zr	238	195	172	187	137,5	202
Cu	5	40	120	60	-1	70
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	0,2	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	1,59	0,32	1,45	0,7	1,73	1,18
Sn	-1	1	1	1	1	1
Ta	3,5	3	1,5	2	2	3,5
Th	9	6	8	9	21	7
U	3	2,5	1,5	2,5	6	1,5
W	50	40	26	35	23	70
Zn	35	80	100	75	45	75
La	58	40	31	31,5	40	38
Ce	106,5	78	64,5	56	80	70,5
Pr	12,6	9,4	8	7,1	8,4	8,7
Nd	46,5	36	33	28,5	29	33,5
Gd	5,9	6	6	4,4	3,9	4,7
Tb	0,8	0,7	0,9	0,6	0,6	0,6
Dy	3,8	4,3	4,7	3,2	2,7	3,4
Ho	0,6	0,8	0,9	0,6	0,5	0,5
Sm	7,7	7	6,1	4,7	5	6,3
Eu	1,8	1,9	1,6	1,1	0,8	1,3
Er	1,8	2	2,6	1,9	1,8	1,6
Lu	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
Tm	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Yb	1,4	1,7	2,4	1,6	2	1,7
Co	14	34,5	29	28	7,5	28,5
Cs	2	2,4	2,7	1,7	4	2,1
Ga	22	22	23	19	19	21
Hf	7	5	5	5	5	5
Nb	20	22	9	8	18	9
Pb	5	20	15	20	30	25
Y	17	20,5	25	19,5	17	18

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	CH2020900	HUSO200	HUSO202	HUNO251	HUNO235	HUNO245
Cuadrángulo	Characato	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire
Coordenadas	8190966/236343	8132312/347736	8133798/346662	8173000/390230	8174256/344745	8165361/366619
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Toba	Toba	Toba
SiO ₂	60,73	59,76	61,43	73,24	65,14	71,28
TiO ₂	0,73	0,73	0,65	0,25	0,33	0,28
Al ₂ O ₃	16,89	16,5	16,36	12,88	13,19	14,35
Fe ₂ O ₃	5,54	5,29	5,13	1,49	2,53	1,83
FeO	2,66	1,79	0,5	0,02	0,02	0,16
MnO	0,1	0,08	0,06	0,03	0,07	0,03
MgO	2,35	2,26	1,5	0,2	1,15	0,29
CaO	5,08	4,95	4,1	1,23	2,61	1,54
Na ₂ O	3,97	3,64	3,99	3,11	4,07	3,88
K ₂ O	2,38	3,06	3,07	4,41	3,61	4,28
P ₂ O ₅	0,29	0,24	0,24	0,05	0,07	0,08
H ₂ O	0,25	1,55	0,5	0,46	1,36	0,28
Rb	45,8	82,8	87,4	144,5	101	162,5
Ba	1005	899	920	1015	623	540
Sr	812	734	639	253	335	228
V	115	130	95	15	50	30
Ni	15	15	10	-1	-1	-1
Zr	157	156	185	158,5	120,5	145
Cu	60	40	60	-1	10	5
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	0,4	-1
LOI	0,44	2,15	2,14	1,64	6,41	0,95
Sn	1	1	-1	-1	1	1
Ta	3	2,5	1	4	4	6
Th	2	6	7	17	10	14
U	-1	1,5	1,5	4,5	2,5	3,5
W	66	60	21	73	90	121
Zn	80	80	90	30	50	50
La	26,5	27,5	29	33,5	25,5	29,5
Ce	50,5	53	56,5	58	52	57
Pr	5,7	6	6,6	5,9	5,6	6,3
Nd	23,5	24	26,5	20,5	21,5	21
Gd	3,2	3,7	3,2	2,3	3,5	3,3
Tb	0,4	0,5	0,5	0,3	0,5	0,6
Dy	2,2	2,1	2,6	1,7	2,9	3,4
Ho	0,4	0,5	0,5	0,3	0,6	0,6
Sm	3,1	3,6	4,3	3	3,2	3,8
Eu	1	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5
Er	1	1	1,1	0,9	1,6	2
Lu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Tm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Yb	1,2	1	1,1	1	1,7	1,8
Co	22	28,5	23	17,5	13,5	33,5
Cs	1,1	2,4	1,6	6,3	4,2	6,4
Ga	21	20	20	14	15	17
Hf	4	4	5	5	3	4
Nb	7	8	8	11	11	14
Pb	20	20	20	20	15	15
Y	11,5	13	12	9,5	16	20

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	HUNO236	HUNO254	HUNO210	HUSE227A	GD221	P117103
Cuadrángulo	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Antajave	Pichacani
Coordenadas	8175300/344200	8156470/363084	8142800/343654	8143500/382500	8120269/455125	8214300/358500
Tipo de roca	Toba	Lavas	Toba	Toba	Lavas	Lavas
SiO ₂	71,41	55,73	65,59	75,31	64,61	57,33
TiO ₂	0,3	1,05	0,38	0,07	0,63	0,88
Al ₂ O ₃	13,74	18,37	14,35	12,9	15,08	16,15
Fe ₂ O ₃	2	7,13	2,31	0,55	3,69	6,56
FeO	0,29	3,19	0,12	0,11	1,21	2,41
MnO	0,04	0,11	0,03	0,14	0,07	0,12
MgO	0,42	2,4	0,46	-1	1,37	1,71
CaO	1,7	6,38	2,09	0,35	3,22	6
Na ₂ O	3,52	4,16	2,31	4,13	3,76	3
K ₂ O	4,06	2,59	4,56	4,38	4,12	2,99
P ₂ O ₅	0,05	0,38	0,1	-1	0,26	0,29
H ₂ O	0,44	0,21	1,97	0,82	1,46	1,35
Rb	130	58,6	126	625	121,5	91,8
Ba	562	951	928	11,5	1075	686
Sr	230	826	391	4,8	694	596
V	35	160	50	-1	60	155
Ni	-1	10	-1	-1	-1	5
Zr	167	199	127	97,5	194	157
Cu	5	35	10	-1	-1	20
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	0,2	-1	0,2	-1	1,6
LOI	1,26	0,78	6,53	1,28	1,73	3,85
Sn	1	1	1	4	-1	1
Ta	7	2,5	1,5	10,5	3	1,5
Th	12	4	9	23	10	11
U	3,5	0,5	2,5	31	3	3
W	148	49	19	97	70	31
Zn	30	95	75	35	75	85
La	30	32,5	26,5	16,5	38	30,5
Ce	55	67	50	36,5	70,5	59,5
Pr	6	8,1	5,6	3,8	8,2	6,9
Nd	21,5	32	20,5	13,5	30,5	28
Gd	3,2	5,4	3,2	3,4	4,3	4,6
Tb	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,6
Dy	2,8	3,3	2,7	4,5	2,6	3,1
Ho	0,6	0,7	0,5	0,9	0,4	0,6
Sm	3,5	5,5	3,4	2,9	4,8	4,4
Eu	0,6	1,5	0,8	-1	1,2	1,2
Er	1,3	1,7	1,3	2,8	1	1,6
Lu	0,2	0,2	0,2	0,6	0,1	0,3
Tm	0,1	0,2	0,1	0,5	0,1	0,2
Yb	1,6	1,8	1,4	3,5	0,8	1,4
Co	23	26	9	6,5	13,5	20,5
Cs	3,4	0,7	8,2	43,7	3,5	1,8
Ga	15	20	16	22	22	19
Hf	4	5	4	5	5	4
Nb	13	10	11	59	14	12
Pb	15	25	25	40	20	20
Y	16	19,5	15,5	32	12,5	18,5

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	HUSO07	HUSO16	HUSO31B	HUSO33A	HUSO54A	HUSO57A
Cuadrángulo	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire
Coordenadas	8125550/350740	8126553/351895	8140591/353332	8141400/354256	8133380/353217	8134095/342089
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	59,26	59,71	54,11	56,68	60,86	54,15
TiO ₂	0,91	0,9	1,11	0,93	0,68	1,35
Al ₂ O ₃	16,04	16,21	17,16	16,32	16,68	16,4
Fe ₂ O ₃	6,21	5,95	7,69	7,33	5,53	7,98
FeO	2,34	2,61	3,89	3,88	1,56	4,01
MnO	0,1	0,08	0,1	0,11	0,1	0,11
MgO	3,04	2,61	4,28	4,18	2,03	4,11
CaO	5,58	5,19	7,2	6,63	5	7,02
Na ₂ O	3,91	4,15	3,56	3,84	3,83	3,56
K ₂ O	3,1	2,92	2,21	2,14	2,61	2,12
P ₂ O ₅	0,29	0,29	0,27	0,24	0,19	0,44
H ₂ O	0,11	0,21	0,96	0,2	0,44	1,01
Rb	68,4	68,6	40,8	48,2	79,8	45,8
Ba	924	1095	820	804	782	1050
Sr	741	841	818	771	529	1055
V	130	125	195	175	115	130
Ni	20	20	35	40	10	35
Zr	184	206	163	125,5	139	179
Cu	45	65	50	75	55	55
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	0,31	0,34	0,75	0,25	1,41	1,69
Sn	-1	1	-1	33	5	11
Ta	2	1,5	1,5	1,5	1	1
Th	5	5	3	4	6	3
U	1	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5
W	41	28	27	32	19	21
Zn	75	80	90	80	70	90
La	30	34,5	27,5	24,5	23,5	36
Ce	60	68,5	53	49	44	74,5
Pr	6,9	8	6,5	6	5,2	9,5
Nd	27,5	31	25,5	24,5	21	37,5
Gd	4	4,5	4,1	4,3	3,1	6
Tb	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,7
Dy	2,4	2,5	2,5	2,6	2	3,5
Ho	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Sm	4,4	5,2	5	4,6	3,2	6,2
Eu	1,2	1,3	1,4	1,5	1	1,9
Er	1,2	1,2	1,1	1,5	1,3	1,3
Lu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Tm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Yb	0,9	0,9	1	1,1	1,1	0,9
Co	24	19,5	31,5	30,5	23	24
Cs	1,7	1,5	0,9	0,9	1,5	1,5
Ga	20	22	21	21	18	23
Hf	5	5	4	4	4	4
Nb	8	9	7	7	7	9
Pb	95	20	20	15	20	10
Y	12,5	13	13	14	14,5	15,5

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	HUSO72	HUSE213	HUNO243	HUNE255	HUNE248	HUSO70
Cuadrángulo	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire	Huaitire
Coordenadas	8129500/351500	8141000/371000	8174500/359000	8152000/369800	8172550/392100	8134650/363300
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Toba	Lavas
SiO ₂	60,37	58,57	74,34	55,82	61,8	58,34
TiO ₂	0,77	0,73	0,19	0,99	0,72	0,71
Al ₂ O ₃	16,91	15,2	13,02	15,87	15,75	17,29
Fe ₂ O ₃	5,67	6,24	1,11	8,81	4,37	6,42
FeO	1,15	2,43	0,03	3,89	2,24	3,72
MnO	0,08	0,1	0,03	0,5	0,07	0,12
MgO	1,73	3,85	0,05	2,12	1,97	2,29
CaO	4,79	6,23	0,64	5,08	3,91	5,49
Na ₂ O	4,12	3,15	3,48	3,7	3,27	4,35
K ₂ O	2,72	3,14	5,11	2,73	4,69	2,56
P ₂ O ₅	0,24	0,22	0,03	0,3	0,25	0,29
H ₂ O	0,37	0,43	0,34	0,44	1,94	0,46
Rb	71,8	110,5	151,5	70,8	148	83,4
Ba	1025	711	1000	928	1210	1320
Sr	806	558	101	646	658	949
V	100	150	5	160	65	110
Ni	10	25	-1	10	5	-1
Zr	157	143	70,5	163	237	168,5
Cu	45	40	-1	25	5	25
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	1,2	-1	-1
LOI	1,12	1,22	0,68	2,64	1,75	0,78
Sn	5	-1	-1	6	-1	12
Ta	1	1	3	1	2,5	6
Th	6	12	12	6	15	6
U	1,5	4	2,5	1,5	4	2
W	19	21	50	19	53	116
Zn	75	60	30	90	55	90
La	34,5	29	28	31,5	52	36,5
Ce	68,5	57	52,5	64	98	72
Pr	7,6	6,4	5,4	7,6	10,2	8,7
Nd	30	25	19	29,5	39	35,5
Gd	4,1	3,3	2,9	5,2	4,7	5,5
Tb	0,5	0,5	0,4	0,7	0,6	0,8
Dy	2,9	3	2,4	3,9	2,7	4,4
Ho	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,9
Sm	5,1	4	3,2	5,9	5,9	6,3
Eu	1,2	1	0,5	1,5	1,3	1,5
Er	1,3	1,5	1,5	2	1	2,4
Lu	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3
Tm	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3
Yb	1	1,5	1,6	1,6	1	2,2
Co	23,5	24,5	6,5	42,5	11,5	24,5
Cs	1	4,3	13,4	1,9	3,1	3,3
Ga	22	17	14	21	23	29
Hf	5	4	4	5	9	7
Nb	8	9	11	9	11	13
Pb	15	15	20	20	15	15
Y	14,5	18	14,5	19	13,5	25

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	230B	HUNE247B	MA020800	MA030800	MA030900	MA080900
Cuadrángulo	Huaitire	Huaitire	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz	Mazo Cruz
Coordenadas	8151900/382900	8172350/392100	8131968/421189	8131968/421158	8144250/421800	8153050/408750
Tipo de roca	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas	Lavas
SiO ₂	70,55	61,45	61,78	62,59	63,09	62,21
TiO ₂	0,29	0,93	0,63	0,63	0,59	0,75
Al ₂ O ₃	14,93	16,23	15,5	15,83	15,12	15,03
Fe ₂ O ₃	1,82	5,33	4,72	4,55	4,3	4,69
FeO	0,33	1,63	2,6	2,39	1,93	1,52
MnO	0,04	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07
MgO	0,14	2,13	2,59	1,57	1,73	2,04
CaO	1,34	4,38	4,35	3,84	3,82	3,97
Na ₂ O	4,09	3,61	3,25	3,53	3,19	3,52
K ₂ O	4,76	3,4	4,22	4,19	4,33	4,38
P ₂ O ₅	0,08	0,34	0,18	0,28	0,17	0,28
H ₂ O	0,25	0,3	1,33	1,27	1,16	0,33
Rb	196	129	124,5	129,5	194	174
Ba	1160	1285	1250	1230	855	1165
Sr	310	855	645	765	487	789
V	15	120	105	80	85	95
Ni	-1	15	15	-1	10	15
Zr	236	248	179	205	176	238
Cu	-1	15	30	10	35	35
Ag	-1	-1	-1	-1	-1	-1
CO ₂	-1	-1	-1	-1	-1	-1
LOI	0,65	1,02	1,44	1,23	1,53	1,47
Sn	-1	2	1	3	1	2
Ta	2	1,5	3,5	4	5,5	2
Th	23	13	11	10	21	16
U	9	3	3	5,5	12,5	5,5
W	24	25	73	70	96	30
Zn	100	85	80	75	60	75
La	46	58	42	46	37	49,5
Ce	85	107	74,5	88,5	70,5	98,5
Pr	8,9	12,2	8,3	9,5	7,8	11,3
Nd	30	46,5	31,5	36,5	29	41,5
Gd	3,6	5,5	3,6	4,7	4,1	5,4
Tb	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7
Dy	2,6	3,6	2,5	3,5	3,5	3,8
Ho	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,7
Sm	4,8	6,8	4,9	5,3	4,9	6,4
Eu	0,9	1,5	1,2	1,3	1,1	1,4
Er	1,4	1,4	1,2	1,3	1,7	1,5
Lu	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3
Tm	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3
Yb	1,4	1,5	1	1,6	2,2	1,8
Co	11,5	20	23	15	17,5	15,5
Cs	7,7	2,8	2,6	3,9	14,3	5,4
Ga	18	23	24	21	19	22
Hf	6	7	6	10	14	10
Nb	14	11	8	16	18	16
Pb	35	20	20	15	20	15
Y	15	18	12,5	15,5	18,5	19

Grupo o Formación	Gpo. Barroso					
Muestra	MA600800	98AP075/621				
Cuadrángulo	Mazo Cruz	Huaitire				
Coordenadas	8126850/418050	8107199/352691				
Tipo de roca	Lavas	Lavas				
SiO ₂	66,02	60,33				
TiO ₂	0,42	0,93				
Al ₂ O ₃	14,64	15,96				
Fe ₂ O ₃	3,02	5,97				
FeO	1,47	1,81				
MnO	0,06	0,08				
MgO	1,01	2,45				
CaO	2,42	4,67				
Na ₂ O	3,13	3,91				
K ₂ O	5,23	3,12				
P ₂ O ₅	0,14	0,28				
H ₂ O	2,53	0,33				
Rb	342	72,2				
Ba	935	1025				
Sr	342	727				
V	55	135				
Ni	5	20				
Zr	236	162,5				
Cu	50	45				
Ag	-1	-1				
CO ₂	0,2	-1				
LOI	2,6	0,7				
Sn	2	-1				
Ta	3	1				
Th	33	8				
U	11,5	1,5				
W	42	27				
Zn	70	75				
La	55	34				
Ce	100	64,5				
Pr	9,8	8,3				
Nd	33	31,5				
Gd	3,9	4,6				
Tb	0,5	0,6				
Dy	2,5	2,7				
Ho	0,4	0,6				
Sm	4,8	5,6				
Eu	0,9	1,4				
Er	1,2	1,4				
Lu	0,1	0,1				
Tm	0,1	0,1				
Yb	1,2	1,3				
Co	11,5	21,5				
Cs	10,6	4,1				
Ga	21	20				
Hf	16	5				
Nb	21	8				
Pb	30	5				
Y	12,5					

ANEXO III

Otras Dataciones realizadas por diferentes Autores

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
1	Arequipa	Alico 33-0	16° 09' 30" S	73° 48' 00" O	K - Ar	Feldespatio Potásico	Complejo Alíco - Camaná	Granito	177	-	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
2	Arequipa	Alico 33-0	16° 20' 00" S	74° 00' 00" O	Rb - Sr	Biotita	Complejo Alíco - Camaná	Granito rojo	341	± 8	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
3	Arequipa	Alico 33-0	16° 13' 30" S	73° 37' 00" O	K - Ar	Biotita	Complejo Alíco - Camaná	Granito rosado	395	-	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
4	Arequipa	Alico 33-0	16° 30' 30" S	73° 37' 00" O	K - Ar	Muscovita	Complejo Alíco - Camaná	Pegmatita	162	-	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
5	Arequipa	Alico 33-0	16° 00' 00" S	74° 00' 00" O	Rb - Sr	Muscovita	Complejo Alíco - Camaná	Granito	374	± 13	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
6	Arequipa	Alico 33-0	16° 00' 00" S	74° 00' 00" O	K - Ar	Muscovita	Complejo Alíco - Camaná	Granito	339	± 5,0	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull*. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
8	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 29' 51" S	73° 11' 18" O	K - Ar	Biotita	Complejo Basal de la Costa	Esquistos Estaurólitico	208	± 5	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
9	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 29' 51" S	73° 11' 18" O	K - Ar	Muscovita	Complejo Basal de la Costa	Esquistos Estaurólitico	210	± 5	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
10	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 16' 00" S	73° 11' 00" O	K - Ar	Biotita	Complejo Basal de la Costa	Diorita cuarcifera	204	-	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
11	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 15' 00" S	73° 08' 30" O	Rb - Sr	Roca total, Biotita + anfibolita	Complejo Basal de la Costa	Gneis Tonalítico	636	± 83	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Guillermo Morales Serrano Congreso Peruano Geológico IX 1997 pag. 365 a 369.
12	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 18' 50" S	73° 07' 00" O	Rb - Sr	Roca total		Esquistos Biotita	1 340	-	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
13	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 21' 00" S	73° 06' 30" O	Rb - Sr	Roca total, Biotita + anfibolita	Complejo Basal de la Costa	Gneis Tonalítico	636	± 83	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Guillermo Morales Serrano Congreso Peruano Geológico IX 1997 pag. 365 a 369.
14	Arequipa	Ocoña 33-p	16° 20' 30" S	73° 03' 10" O	Rb - Sr	Roca total		Granito Rojo + Gneis feldespatítico	539	± 90	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
15	Arequipa	Camaná 34-q	16° 34' 00" S	72° 41' 50" O	K - Ar	Biotita	Macizo Arequipa	Diorita	458	± 8	Nuevos datos geocronológicos y bioestratigráficos del macizo antiguo de Arequipa.	Guillermo Morales Serrano Congreso Peruano Geológico IX 1997 pag. 365 a 369.
16	Arequipa	Camaná 34-q	16° 32' 50" S	72° 41' 50" O	K - Ar	Feldespatio Potásico	Complejo Basal de la Costa	Granito rojo	374	± 6	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
17	Arequipa	Camaná 34-q	16° 20' 00" S	74° 00' 00" O	K - Ar	Biotita	Complejo Basal de la Costa	Gneis feldespático rojo	365	± 6	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
18	Arequipa	Camaná 34-q	16° 34' 00" S	72° 38' 00" O	K - Ar	Biotita		Granito	447	-	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey.	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 85 pag. 1107 - 1116 July 1974.
19	Arequipa	Camaná 34-q	16° 34' 50" S	72° 36' 30" O	Rb - Sr	Biotita	Complejo Basal de la Costa	Granito rojo	224	± 5	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
20	Arequipa	Mollendo 34-r	16° 50' 00" S	72° 15' 00" O	K - Ar	Muscovita	Complejo Basal de la Costa	Luecrogranito	445	± 8	Nuevos datos geocronológicos y biostratigráficos del macizo antiguo de Arequipa.	Guillermo Morales Serrano Congreso Peruano Geológico IX 1997 pag. 385 a 389.
21	Moquegua	Ciemesí 35-t	16° 41' 00" S	72° 28' 20" O	K - Ar		Grupo Toquepata	Ignimbrita	58	± 3	Les derniers événements andins marqués par le volcanisme cénozoïque de la cordillère occidentale sud-péruvienne et de son piémont pacifique entre 15° 45 et 18° S	Vatin N., Pérignon, Vivier, Sebrier, Fomarí, Bellon, Lefeuvre, 1976.
22	Arequipa	Mollendo 34-r	16° 42' 30" S	72° 25' 10" O	U- Pb			Granulita	720	± 29	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
23	Arequipa	Mollendo 34-r	16° 41' 30" S	72° 25' 10" O	Rb - Sr			Gneis piroxeno	1 811	± 39	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
24	Arequipa	Mollendo 34-r	16° 40' 00" S	72° 24' 00" O	Rb - Sr		Complejo Basal de la Costa	Gneis	2 000	-		J. Cobbing comunicación personal Bol. 46 Ingeniería
25	Arequipa	Characato 33-t	16° 33' 30" S	72° 24' 40" O	K - Ar	Roca total	Volcánico	Andesita	0,078	± 0,35	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metaleogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrer, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
26	Arequipa	Mollendo 34-r	16° 59' 20" S	72° 05' 30" O	Rb - Sr	Roca total + Feldespato Potásico	Complejo Basal de la Costa	Gneis Biotítico	783	± 131	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
27	Arequipa	Characato 33-t	16° 20' 30" S	72° 02' 50" O	K - Ar	Roca total	Fm. Tacaza	Andesita- Dacita Mineral	15,9	± 0,6	Les derniers événements andins marqués par le volcanisme cénozoïque de la cordillère occidentale sud-péruvienne et de son piémont pacifique entre 15° 45 et 18° S	Vatin N., Pérignon, Vivier, Sebrier, Fomarí, Bellon, Lefeuvre, 1976.
28	Arequipa	Characato 33-t	16° 21' 40" S	72° 02' 30" O	K - Ar	Roca total		Andesita- Dacita Mineral	16,4	± 0,6	Les derniers événements andins marqués par le volcanisme cénozoïque de la cordillère occidentale sud-péruvienne et de son piémont pacifique entre 15° 45 et 18° S	Vatin N., Pérignon, Vivier, Sebrier, Fomarí, Bellon, Lefeuvre, 1976.
29	Arequipa	Arequipa 33-s	16° 27' 00" S	71° 57' 00" O	K-Ar		Grupo Barroso Inferior		2,76	± 0,1	Vatin N., Pérignon, Vivier, Sebrier, Fomarí, Bellon, Lefeuvre, 1976	Bonhomme in Vatin-Pérignon et al., 1982.
30	Arequipa	Arequipa 33-s	16° 19' 00" S	71° 42' 00" O	K-Ar		Grupo Barroso Inferior		2,9	± 0,1	Vatin N., Pérignon, Vivier, Sebrier, Fomarí, Bellon, Lefeuvre, 1978	Bonhomme in Vatin-Pérignon et al., 1982.
31	Arequipa	Arequipa 33-s	16° 20' 00" S	71° 35' 00" O	K-Ar		Grupo Barroso Inferior		2,32	± 0,21	Sin referencia	Sin referencia

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
32	Arequipa	La Joya 34-s	16° 31' 00" S	71° 46' 00" O	K - Ar		Grupo Barroso Inferior		3.05	± 3,4		Taupinard In Laharie and Denuau, 1974.
33	Arequipa	La Joya 34-s	16° 31' 34" S	71° 45' 04" O	U - Pb	Zircón	Complejo Basal Linga Arequipa	Monzodiorita	66,6	-	Zircon U-Pb ages of super-units in the coastal batholith, Peru. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes, John Wiley, New York, p. 203-207.	Mukasa, Tilton, 1985.
34	Arequipa	La Joya 34-s	16° 30' 43" S	71° 39' 34" O	Rb - Sr	Roca total	Batolito de la Costa Unidad Linga Arequipa	Gabro (diorita potásica).	68,0	± 3,0		Lebel, Cochierie, Baubron, Fouillac et al., 1985.
35	Arequipa	La Joya 34-s	16° 31' 40" S	71° 37' 00" O	K - Ar	Feldespatio Potásico	Macizo Arequipa	Gneis	433	± 14	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
36	Arequipa	La Joya 34-s	16° 31' 19" S	71° 35' 43" O	K - Ar	Biotita	Batolito de la Costa	Gneis granítico	679	± 12	Age determinations from Andean Peru a Reconnaissance Survey	Steward J.W., Everden J.F. y Snelling N.J.; Geological Society of American bull vol 65 pag 1107 - 1116 July 1974.
37	Arequipa	La Joya 34-s	16° 32' 30" S	71° 35' 20" O	U - Pb	Circón	Batolito de la Costa subunidad Yarabamba - Stock Cerro Verde	Cuarzo monzonita	61,1	-	Zircon U-Pb ages of super-units in the coastal batholith, Peru. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes, John Wiley, New York, p. 203-207.	Mukasa, Tilton, 1985.
38	Arequipa	La Joya 34-s	16° 30' 30" S	71° 34' 30" O	U - Pb	Circón	Batolito de la Costa subunidad Tiabaya	Granodiorita	84,0	-	Zircon U-Pb ages of super-units in the coastal batholith, Peru. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes, John Wiley, New York, p. 203-207.	Mukasa, Tilton, 1985.
39	Arequipa	Mollendo 34-r	15° 52' 00" S	72° 25' 00" O	K - Ar	Biotita		Granito	189	± 11	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
40	Arequipa	La Joya 34-s	16° 55' 00" S	71° 48' 00" O	K - Ar	Biotita	Subunidad llanura pampa de Huagrí	Cuarzo monzonita	189	± 13	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
41	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 00" S	71° 48' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis granítico	890	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
42	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 00" S	71° 48' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis granítico con Sillimanita	650	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
43	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 00" S	71° 48' 00" O	Rb - Sr	Roca total		Apilita	220	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
44	Arequipa	La Joya 34-s	16° 59' 50" S	71° 47' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis con sillimanita	1 910	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
45	Moquegua	Mollendo 34-r	17° 01' 30" S	71° 58' 30" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis biotítico	2 052	± 45	Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of the southern Peru.	Cobbing, Ozard y Snelling; geological society of american bull. Vol 88 N° 2 1977 pag 241 - 246.
46	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 02' 30" S	71° 57' 37" O	K - Ar	Roca total	Formación Toquepala	Piroclástico	59,0	± 3,0	Notes des Membres et Correspondants Notes Présentées ou Transmises par Leurs Soins	Hervé Bailon y Christian Lefevre, 1976
47	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 50" S	71° 47' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis, muscovita, sillimanita	915	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordaniv V. G.; Kawashita K.; Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Dataado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Margen de Error	Referencia	Autor por Referencia
47	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 50" S	71° 47' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis granítico con sillimanita	1 390	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51
48	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 50" S	71° 47' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis granítico con sillimanita	1 630	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
49	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	16° 59' 50" S	71° 47' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Complejo Basal de la Costa	Gneis granítico	1 680	-	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
50	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 01' 46" S	71° 41' 58" O	K - Ar	Biotita	Complejo Basal subunidad Ilo	Granodiorita	156,4	± 4,6	Geologic and Geochronologic Constraints on the Mesallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 - 1583.
51	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 06' 00" S	71° 45' 00" O	K - Ar	Amfibol		Dique básico	140	± 7	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
52	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 05' 25" S	71° 37' 01" O	K - Ar	Biotita	Fm. Churtacala	Fujo de ceniza biotítica	9,5	± 0,5	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru.	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
53	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 03' 00" S	71° 45' 00" O	K - Ar	Biotita		Adamelita	154	± 9	Geocronología del extremo sureste del macizo de arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
54	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 04' 25" S	71° 34' 35" O	K - Ar	Piroxeno	Batolito de Ilo	Cuarzo monzonita	269	± 10	Geocronología del extremo sureste del macizo de Arequipa.	Cordani V. G.; Kawashita K., Siegl G. G.; Vicente J. C., 1985 pág. 45 - 51.
55	Arequipa	Punta de Bombón 35-s	17° 04' 03" S	71° 34' 07" O	Ar - Ar	Biotita, Ortosa, Hornblenda	Intrusivo	Granodiorita	144,68	± 1,101	Geologic and Geochronologic Constraints on the Mesallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
56	Arequipa	Characato 33-t	17° 04' 03" S	71° 34' 07" O	Ar - Ar	Ortosa	Superunidad Ilo	Monzonita	162,55	± 6,58	Geologic and Geochronologic Constraints on the Mesallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
57	Arequipa	Characato 33-t	16° 06' 28" S	71° 23' 45" O	K - Ar	Fracción Vidriosa		Dacita	3,6	± 0,7	Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Perú	Olaide, 1980.
58	Arequipa	Characato 33-t	16° 15' 30" S	71° 28' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	0,45	± 0,11	Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Perú	Olaide, 1980.
59	Arequipa	Characato 33-t	16° 14' 20" S	71° 19' 25" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso (Volcánico Chila)	Andesita	4,10	± 0,40	Notes des Membres et Correspondants Notes Presentees ou Transmiseses par Leurs Soins	Hervé Bellon y Christian Lefevre, 1976.
60	Arequipa	Characato 33-t	16° 16' 00" S	71° 04' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	4,45	± 0,30	Notes des Membres et Correspondants Notes Presentees ou Transmiseses par Leurs Soins	Hervé Bellon y Christian Lefevre, 1976.
61	Arequipa	Characato 33-t	16° 18' 00" S	71° 04' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Tufo riolítico	4,45	± 0,3		Vatin N., Popean G., Oliver R., 1996.
62	Arequipa	Characato 33-t	16° 23' 20" S	71° 16' 40" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso (Volcánico Chila)	Andesita	6,71	± 0,57		Kaneoka, I., Guevara, C., 1984.
63	Arequipa	Characato 33-t	16° 21' 30" S	71° 05' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	2,8	± 0,1	Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Perú	Olaide, 1980.
63	Arequipa	Puquina 34-t	16° 31' 37" S	71° 25' 15" O	Rb - Sr	Roca total	Batolito de la Costa, unidad Ilo, Linga y Yarabamba	Diorita	62,0	± 2,0	Magmatism at a plate edge	Beckinsale, Sánchez, Brook, et al., 1985.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
64	Arequipa	Puquina 34-t	16° 33' 37" S	71° 27' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Batolito de la Costa, unidad Yarabamba	Granodiorita - monzogranito	87,5	± 16,9	Sin referencia	MCL10270203085
65	Moquegua	Puquina 34-t	16° 34' 30" S	71° 25' 30" O	U- Pb	Circón	Intrusivo	Monzodiorita	67,2	-	Common Pb isotopic compositions of the Lima Arequipa and Toquepala segments in the coastal batholith, Peru; implications for magmagenesis	Mukasa, 1986.
66	Moquegua	Puquina 34-t	16° 37' 30" S	71° 24' 30" O	U- Pb	Circón	Batolito de la Costa, unidad Punta Coles	Diorita porfirítica mineral	152	± 4,0	Common Pb isotopic compositions of the Lima Arequipa and Toquepala segments in the coastal batholith, Peru; implications for magmagenesis	Mukasa, 1986.
67	Moquegua	Puquina 34-t	16° 35' 25" S	71° 02' 45" O	K - Ar	Hornblenda	Complejo metamórfico de Omate	Gneis granítico	554,6	± 10,8	Nuevos datos K-Ar en algunas rocas del Perú	Agapito W. Sánchez, F., 1983 Pág. 193-202.
68	Moquegua	Puquina 34-t	16° 36' 20" S	71° 02' 40" O	K - Ar	Hornblenda	Complejo metamórfico de Omate	Gneis granítico	560,8	± 12,3	Nuevos datos K-Ar en algunas rocas del Perú	Agapito W. Sánchez, F., 1983 Pág. 193-202.
69	Moquegua	Ciemesí 35-t	17° 18' 00" S	71° 07' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Fiujo de Ceniza	10,15	± 0,33	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
70	Moquegua	Ciemesí 35-t	17° 18' 36" S	71° 07' 37" O	K-Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Fiujo de ceniza biotítica	10,2	± 0,3	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
71	Moquegua	Ciemesí 35-t	17° 24' 00" S	71° 04' 00" O	K-Ar		Grupo Barroso Inferior		4,45	± 0,3	Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and North of Chile), from Eocene to Present, Geodynamique, 3, 85-106	Feraud In Sébrier et al., 1988.
72	Moquegua	Ciemesí 35-t	17° 24' 00" S	71° 03' 00" O	K - Ar	Biotita			8,94	± 0,61	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
73	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 24' 42" S	71° 02' 47" O	K-Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Fiujo de ceniza biotítica	8,9	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
74	Moquegua	Omate 34-u	17° 27' 30" S	70° 67' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Dacita	0,19	± 0,06	Proyecto de Investigación de la Republica del Perú	Olade, 1980.
75	Moquegua	Ilo 36-t	17° 31' 30" S	71° 21' 40" O	Ar - Ar	Hornblenda	Intrusivo	Diorita	159,32	± 4,78	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
76	Moquegua	Ilo 36-t	17° 31' 30" S	71° 21' 39" O	K - Ar	Roca total	Intrusivo	Diorita	123	± 1,30	Paleomagnetism of Mesozoic rocks from the central Andes of southern Peru: importance of rotation in the development of the Bolivian Orocline	Roperch y Carlier, 1992.
77	Moquegua	Ilo 36-t	17° 34' 18" S	71° 21' 25" O	K - Ar	Biotita	Intrusivos	Diorita	157,6	± 4,7	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
Moquegua		Ilo 36-t	17° 34' 01" S	71° 21' 25" O	Ar - Ar	Hornblenda	Intrusivos	Gabro	182,0	± 4,1	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
	Moquegua	Ilo 36-t	17° 34' 01" S	71° 21' 26" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Diorita	154,8	± 4,8	A K-Ar study of the cordillera real, bolivia and its regional setting Ph.d	Mc Bride, 1977.
	Moquegua	Ilo 36-t	17° 34' 01" S	71° 21' 25" O	K - Ar	Hornblenda	Superunidad Ilo	Gabro	182,0	± 4,1	Sin referencia	Sin referencia
78	Moquegua	Ilo 36-t	17° 35' 00" S	71° 07' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Tonalita	105,6	± 2,3	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
79	Moquegua	Ilo 36-t	17° 34' 58,8" S	71° 03' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Granodiorita	147,8	± 4,90		Mc Bride, 1977.
80	Moquegua	Ilo 36-t	17° 36' 28" S	71° 16' 31" O	Ar -Ar	Hornblenda	Superunidad Ilo	Granodiorita-tonalita	97,39	± 9,86	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85, 1990 Pag. 1520-1583.
81	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 04" S	71° 15' 43" O	Ar -Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Granodiorita, tonalita	104,04	± 4,74	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85, 1990 Pag. 1520-1583.
	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 05" S	71° 15' 44" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Tonalita	97,0	± 2,3	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
82	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 20" S	71° 15' 30" O	K - Ar	Hornblenda	Superunidad Ilo	Tonalita	100,5	± 2,3	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
83	Moquegua	Ilo 36-t	17° 36' 00" S	71° 12' 00" O	K - Ar	Biotita			14,19	± 0,44	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
84	Moquegua	Ilo 36-t	17° 36' 38" S	71° 12' 25" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Flujo de ceniza biotítica	14,2	± 0,4	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
85	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 00" S	71° 12' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Dique ácido	99,4	± 2,2	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
86	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 00" S	71° 11' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Granodiorita	93,8	± 2,9		Mc Bride, 1977.
87	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 18" S	71° 10' 57" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Gmodiorita tonalita	96,1	± 2,9	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
88	Moquegua	Ilo 36-t	17° 36' 00" S	71° 08' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Ilo	Tonalita	99,9	± 2,2	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
89	Moquegua	Ilo 36-t	17° 37' 58" S	71° 20' 13" O	K - Ar	Hornblenda	Superunidad Ilo	Gabro diorítico	195,8	± 4,2	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
90	Moquegua	Ilo 36-t	17° 39' 00" S	71° 20' 30" O	K - Ar	Biotita, hornblenda		Tonalita	103,37	± 2,12	Magmatism at a plate edge	Beckinsale et al., 1985.
91	Moquegua	Ilo 36-t	17° 40' 30" S	71° 21' 00" O	Sr - Rb	Roca total	Superunidad Punta Coles	Diorita	190		Magmatism at a plate edge	Beckinsale, Sánchez, Brook, et al., 1985.
92	Moquegua	Ilo 36-t	17° 39' 30" S	71° 20' 00" O	Rb - Sr	Roca total	Superunidad Ilo	Tonalita	112,0	± 3,2	Magmatism at a plate edge	Beckinsale, Sánchez, Brook, et al., 1985.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
93	Moquegua	Ilo 36-t	17° 40' 01" S	71° 16' 59" O	K - Ar	Biotita	Supernunidad Ilo	Granodiorita	101	± 3,0	A K-Ar study of the cordillera real, bolivia and its regional setting Ph.d	Mc Bride, 1977.
94	Moquegua	Ilo 36-t	17° 40' 43" S	71° 17' 19" O	K - Ar	Hornblenda	Supernunidad Ilo	Granodiorita tonalita	105,6	± 3,2	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pág. 1520-1583.
95	Moquegua	Ilo 36-t	17° 41' 06" S	71° 16' 58" O	K - Ar	Hornblenda	Supernunidad Ilo	Tonalita	99,2	± 2,2	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
	Moquegua	Ilo 36-t	17° 41' 06" S	71° 16' 59" O	K - Ar	Biotita	Supernunidad Ilo	Tonalita	103,7	± 2,3	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
	Moquegua	Ilo 36-t	17° 40' 58" S	71° 16' 52" O	K - Ar	Biotita	Supernunidad Ilo	Tonalita	109,4	± 2,4	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
96	Moquegua	Ilo 36-t	17° 40' 59" S	71° 16' 51" O	K - Ar	Hornblenda	Supernunidad Ilo	Tonalita	113,0	± 2,5	Edades K-Ar en rocas intrusivas del Área de Ilo Dpto de Moquegua	Agapito W. Sánchez F., 1983 Pág. 183-191.
97	Moquegua	Ichuña 33-u	16° 03' 00" S	70° 57' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita, dacita	6,8	± 0,2	Les derniers evenemens andins marques par le volcanisme cenozoique de la cordillera occidentale sud-peruvienne et de son piemont pacifique entre 15°45 et 18°	Vatin, Formen, Perignon, Sebrrier, 1982.
98	Moquegua	Ichuña 33-u	16° 05' 00" S	70° 58' 00" O	K - Ar	Roca total	Volcánico Chilia	Andesita	2,35	-	Sin referencia	CTP003
99	Moquegua	Ichuña 33-u	16° 12' 00" S	70° 52' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Tacaza	Andesita	16,10	± 0,30	Notes des Membres et Correspondants Notes Presentees ou Transmiseses par Leurs Solins	Hervé Bellon y Christian Lefevre, 1976.
100	Moquegua	Omata 34-u	16° 37' 10" S	70° 55' 20" O	K - Ar	Biotita	Complejo metamórfico de Omata	Gneis granítico	445,9	± 9,0	Nuevos datos K-Ar en algunas rocas del Perú	Agapito W. Sánchez, F., 1983 Pág. 193-202.
101	Moquegua	Omata 34-u	16° 56' 20" S	70° 38' 10" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso	Toba	6,5	± 0,3	Sin referencia	7CTM036
102	Moquegua	Moquegua 35-u	16° 57' 30" S	70° 37' 55" O	K - Ar	Roca total	Grupo Tacaza	Andesita	19,50	± 1,30	Notes des Membres et Correspondants Notes Presentees ou Transmiseses par Leurs Solins	Hervé Bellon y Christian Lefevre, 1976.
103	Moquegua	Omata 34-u	16° 59' 08" S	70° 35' 20" O	K - Ar	Biotita	Formación Sanca	Flujo de ceniza homblenda y biotita	6,5	± 0,3	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
104	Moquegua	Omata 34-u	16° 57' 24" S	70° 33' 10" O	K - Ar	Roca total	Formación Capillune	Andesita	3,3	± 0,1	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
	Moquegua	Omata 34-u	16° 57' 24" S	70° 33' 10" O	K - Ar	Plagioclasa	Formación Capillune	Andesita	7,0	± 0,4	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
105	Moquegua	Omata 34-u	16° 58' 09" S	70° 31' 49" O	K - Ar	Plagioclasa	Grupo Barroso	Andesita	5,3	± 0,3	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
106	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 01' 38" S	70° 42' 28" O	K - Ar	Muscovita		Pórfido de cuarzo latita	52,3	± 1,6	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pág. 1520-1583.

Codif	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Databado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
107	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 02' 00" S	70° 42' 00" O	K - Ar	Biotita			13,10	± 0,42	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
108	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 02' 00" S	70° 41' 00" O	K - Ar	Biotita			17,63	± 0,56	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
109	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 02' 22" S	70° 41' 14" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayfillas	Flujo de ceniza biotítica	17,6	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
110	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 02' 25" S	70° 39' 55" O	K - Ar	Roca total	Grupo Toquepala	Toba rólítica	59,3	± 2,0	Les derniers evenements andins marqués par le volcanisme cenozoique de la cordillere occidentale sud-peruvienne et de son pleriont pacifique entre 15°45 et 18°	Vatin, Formen, Perignon, Sebrter, 1982.
111	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 06' 00" S	70° 51' 00" O	K - Ar	Biotita			25,29	± 0,80	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
112	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 06' 20" S	70° 51' 34" O	K-Ar	Biotita	Formación Moquegua superior	Flujo de ceniza biotítica	25,3	± 0,8	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
113	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 05' 00" S	70° 44' 00" O	K - Ar	Biotita			22,83	± 0,70	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
114	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 05' 16" S	70° 44' 35" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayfillas	Flujo de ceniza biotítica	22,8	± 0,7	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
115	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 05' 00" S	70° 41' 00" O	K-Ar		Formación Huayfillas		16,6	± 0,7	Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and North of Chile), from Eocene to Present, Geodynamique, 3, 85-106	Feraud In Sébrier et al., 1988
116	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 04' 00" S	70° 37' 00" O	K - Ar	Biotita			12,47	± 0,58	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978
117	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 04' 22" S	70° 37' 31" O	K-Ar	Biotita	Formación Churillacata	Flujo de ceniza biotítica	12,5	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
118	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 05' 00" S	70° 37' 00" O	K - Ar	Biotita			9,46	± 0,45	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Margen de Error	Referencia	Autor por Referencia
119	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 07' 00" S	70° 38' 00" O	K - Ar	Biotita			13,11	± 0,66	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
120	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 06' 52" S	70° 37' 37" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Flujo de ceniza biotítica	13,1	± 0,7	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
121	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 08' 39" S	70° 38' 53" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayillas	Flujo de ceniza biotítica	18,4	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
122	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 09' 00" S	70° 39' 00" O	K - Ar	Biotita			18,40	± 0,58	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
123	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 10' 00" S	70° 33' 00" O	K - Ar		Grupo Tacaza	Volcánica	35,2	± 1,3	Sin referencia	CT 0059
124	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 14' 00" S	70° 55' 00" O	K - Ar	Biotita			22,68	± 0,82	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
125	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 14' 24" S	70° 54' 39" O	K-Ar	Biotita	Formación Moquegua superior	Flujo de ceniza biotítica	22,7	± 0,8	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
126	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 14' 00" S	70° 42' 00" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Yarabamba	Granodiorita	57,2		Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
127	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 13' 17" S	70° 39' 06" O	K-Ar	Chalcopyrita	Toquepala		57		Isotopic Composition of Pb in Central Andean ore deposits	George R. Tilton, Robert J. Pollak, Alan H. Clark, Ronald C. R. Robertson, Geological Society of America Memoir 154 1981.
	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 13' 17" S	70° 39' 06" O	K - Ar	Biotita		Cuerzo monzodiorita	58,7	± 1,9	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
128	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 14' 00" S	70° 36' 30" O	K - Ar	Biotita	Superunidad Yarabamba	Dacita	57,1	± 0,57	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
129	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 15' 14" S	70° 37' 46" O	Rb - Sr	Roca total	Superunidad Yarabamba	Diorita Granodiorita	61,0	± 4,0	Magmaism at a plate edge	A. Sanchez, Brook, 1985.
130	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 17' 00" S	70° 44' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Millo	Flujo piroclástico	11,17	± 1,34	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
131	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 17' 03" S	70° 42' 39" O	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar	Biotita	Superunidad Yarabamba	Granodiorita	65,4	± 1,73	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Dataado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
132	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 16' 35" S	70° 41' 59" O	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar	Ortosa	Superunidad Yarabamba	Monzonita apilita	62,74	± 0,35	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metalingenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1620-1683.
133	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 23' 00" S	70° 48' 00" O	K - Ar	Biotita			23,25	± 0,80	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
134	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 23' 32" S	70° 47' 40" O	K-Ar	Biotita	Formación Moquegua superior	Flujo de ceniza biotita/hornblenda	23,3	± 0,8	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
135	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 24' 47" S	70° 35' 42" O	K - Ar	Biotita	Fm. Huayfillas	Flujo piroclástico con biotita/hornblenda	18,3	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
136	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 25' 00" S	70° 36' 00" O	K - Ar	Biotita			18,32	± 0,56	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978.
137	Tacna	Locumba 36-u	17° 31' 40" S	70° 51' 00" O	Rb - Sr			Ignimbritas	12,5	-	Sin referencia	Olade CTM - 112
138	Tacna	Locumba 36-u	17° 33' 30" S	70° 51' 20" O	K - Ar		Formación Chuntacala	Volcánicos	10,23	± 0,61	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzajone. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Tosdal, Farrar, Clark, 1981.
139	Tacna	Locumba 36-u	17° 33' 50" S	70° 48' 40" O	K - Ar		Formación Chuntacala	Ignimbritas	10	-	Sin referencia	Sin referencia
140	Tacna	Locumba 36-u	17° 36' 03" S	70° 53' 17" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Flujo de ceniza biotita/hornblenda	10,2	± 0,6	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
141	Tacna	Locumba 36-u	17° 59' 38" S	70° 59' 38" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Flujo de ceniza biotítica	10,4	± 0,9	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
142	Moquegua	Moquegua 35-u	17° 51' 10" S	70° 59' 20" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala	Volcánica	10,4	± 0,9	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
143	Tacna	Locumba 36-u	17° 51' 00" S	71° 00' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Chuntacala		10,39	± 0,9	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Tosdal, Farrar, Clark, 1981.
144	Tacna	La Yarada 37-u	18° 06' 30" S	70° 43' 30" O	Ar -Ar	Roca total		Dacita	124,3	-	Paleomagnetism of Mesozoic rocks from the central Andes of southern Peru: importance of rotations in the development of the Bolivian Orogen	Roperch B. Carlier, 1992.
145	Tacna	La Yarada 37-u	18° 06' 00" S	70° 43' 10" O	Ar -Ar	Roca total		Dacita	129,9	± 0,03	Paleomagnetism of Mesozoic rocks from the central Andes of southern Peru: importance of rotations in the development of the Bolivian Orogen	Roperch B. Carlier, 1992.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
146	Tacna	La Yarada 37-u	18° 08' 00" S	70° 40' 00" O	Ar - Ar		Formación Guaneros	Andesita	157	± 0,40	Volcanismo Jurásico Medio en los Andes del Norte y Centro, Revista Geologica de Chile Vol.22 N° 2.	Romeuf et al., 1995.
147	Puno	Pichacani 33-v	16° 07' 20" S	70° 07' 20" O	K - Ar	Roca total	Grupo Tacaza	Dacita	15,2	±0,6	Les derniers événements andins marqués par le volcanisme cénozoïque de la cordillera occidentale sud-péruvienne et de son piémont pacifique entre 15° 45' et 18° S	N. Vatin, Pérignon, G. Viver, M. Sabrier, M. Fomari, 1982.
148	Puno	Pichacani 33-v	16° 19' 30" S	70° 15' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Maure		8,8	±0,4	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A	Klinck, Ellison, Howkins, 1986.
149	Puno	Pichacani 33-v	16° 20' 10" S	70° 15' 20" O	K - Ar	Roca total	Grupo Maure		8,0	±0,4	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A	Klinck, Ellison, Howkins, 1986.
150	Puno	Pichacani 33-v	16° 21' 40" S	70° 15' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Maure		10,3	±0,4	Sin referencia	NN09
151	Puno	Huaytire 34-v	16° 39' 41" S	70° 05' 30" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso-Tufo de ceniza, centro volcánico Cocachacra	Dacita	6,476	± 0,181	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
152	Puno	Huaytire 34-v	16° 38' 17" S	70° 04' 14" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso Centro Volcánico Cocachacra	Porfido dacítico	7035	± 0,430	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
153	Puno	Huaytire 34-v	16° 37' 59" S	70° 03' 05" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso Centro Volcánico Cocachacra	Andesita	8316	± 0,586	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
154	Moquegua	Huaytire 34-v	16° 38' 30" S	70° 01' 40" O	K - Ar	Biotita	Fm. Llalihaji	Andesita	8,32	±0,59	Sin referencia	NN088
155	Moquegua	Huaytire 34-v	16° 42' 40" S	70° 03' 10" O	K - Ar	Biotita	Fm. Capillune	Toba	6,45	±0,22	Sin referencia	NN091
156	Moquegua	Huaytire 34-v	16° 52' 00" S	70° 10' 45" O	K - Ar	Roca total		Andesita	6,48	± 0,2		Kanboka, I. y Guevara, C., 1984.
157	Tacna	Tarata 35-v	17° 01' 17" S	70° 23' 01" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso	Dacita porfirifica	0,7	± 0,2	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
158	Tacna	Tarata 35-v	17° 01' 15" S	70° 20' 00" O	K - Ar	Roca total		Andesita	0,16	± 0,44	Sin referencia	SERNAGEOMIN Chile - Lote Tutupaca
159	Tacna	Tarata 35-v	17° 02' 30" S	70° 15' 50" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	6,23	± 0,10		Kanboka, I. y Guevara, C., 1984.
160	Tacna	Tarata 35-v	17° 07' 40" S	70° 25' 00" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso	Andesita	3,23	± 0,5	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGENMET A4631. Febrero de 1994.
161	Tacna	Tarata 35-v	17° 08' 20" S	70° 16' 35" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	6,23	± 0,10	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGENMET A4631. Febrero de 1994.
162	Tacna	Tarata 35-v	17° 11' 56" S	70° 17' 20" O	K - Ar	Biotita		Toba andesítica	0,54	± 0,17		NN097

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Dataado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
163	Tacna	Tarata 35-v	17° 12' 20" S	70° 09' 30" O	K - B	Biotita	Fm. Huayllillas	Toba lodacítica	18,15	± 0,43	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGEMMET A4631. Febrero de 1994.
164	Tacna	Tarata 35-v	17° 13' 00" S	70° 09' 30" O	K - Ar			Toba	0,38	± 0,3		SERNAGEOMIN Chile - Lote Tutupaca
165	Tacna	Tarata 35-v	17° 16' 35" S	70° 13' 40" O	K - B			Volcánica	21,6	± 0,7	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGEMMET A4631. Febrero de 1994.
166	Tacna	Tarata 35-v	17° 17' 00" S	70° 13' 00" O	K - Ar	Biotita			21,56	± 0,74	Estudio Radiométrico K-Ar de rocas volcánicas del Oligoceno Y Mioceno del área de Toquepala, Quellaveco, Cuzfome. Ph. D. (Thesis Department of Geology, Queen's University).	Richard Tosdal, 1978
167	Tacna	Tarata 35-v	17° 17' 28" S	70° 13' 55" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllillas	Flujo de ceniza biotita/hornblenda	21,6	± 0,7	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
168	Tacna	Tarata 35-v	17° 15' 25" S	70° 02' 35" O	K - Ar			Andesita	0,54	± 0,4	Sin referencia	SERNAGEOMIN Chile - Lote Tutupaca
169	Tacna	Tarata 35-v	17° 22' 00" S	70° 08' 10" O	K - B	Biotita	Fm. Huayllillas	Toba dacítica.	22,03	± 0,51	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGEMMET A4631. Febrero de 1994.
170	Tacna	Tarata 35-v	17° 24' 20" S	70° 11' 10" O	K - Ar	Biotita	Fm. Huayllillas	Toba rholítica	18,34	± 0,41	Sin referencia	NN076
171	Tacna	Tarata 35-v	17° 24' 00" S	70° 08' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Tacaza	Dacita	15,8	± 0,6	Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and North of Chile), from Eocene to Present, Geodynamique, 3, 85-108	Feraud in Sébrier et al. 1988.
172	Tacna	Tarata 35-v	17° 28' 15" S	70° 02' 00" O	K - B			Granodiorita	40,3	± 1,1	Estudio Geovolcanológico e Inventario sistemático de manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca	Archivo Técnico INGEMMET A4631. Febrero de 1994.
173	Tacna	Pachia 36-v	17° 32' 00" S	70° 02' 00" O	K - Ar	Roca total	Volcánico Presente	Andesita	0,36	± 0,01	Les derniers événements andins marqués par le volcanisme cenozoïque de la cordillère occidentale sud-péruvienne et de son pléistocène pacifique entre 15° 45 et 18° S	Bonhomme in Vatin-Pérignon et al., 1982
174	Tacna	Pachia 36-v	18° 01' 43" S	70° 26' 38" O	K - Ar	Roca total	Formación Huayllillas	Toba	18,40	± 0,50	Notes des Membres et Correspondants Notes Présentées ou Transmises par Leurs Soins	Hervé Belton y Christian Lefevre, 1976
175	Tacna	Locumba 36-u	17° 57' 30" S	70° 23' 20" O	Ar - Ar	Biotita	Superunidad Punta Cotes	Diorita	104,65	± 1,12	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southwestern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 Pag. 1520-1583.
176	Tacna	Pachia 36-v	17° 59' 15" S	70° 15' 10" O	K - Ar		Formación Huayllillas		20,3	± 0,8	Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and North of Chile), from Eocene to Present, Geodynamique, 3, 85-106	Feraud in Sébrier et al., 1988.
177	Tacna	Pachia 36-v	17° 57' 00" S	70° 14' 30" O	K - Ar	Roca total	Formación Huayllillas	Dacita	19,2	± 0,6	Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and North of Chile), from Eocene to Present, Geodynamique, 3, 85-107	Feraud in Sébrier et al., 1988

Cod	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Datación	Mineral o Material Datado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
178	Tacna	Pachia 36-v	17° 51' 58" S	70° 12' 28" O	K - Ar	Biotita	Grupo Barroso	Dacita	1,6	± 0,2	K-Ar Geochronology of the late cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru	Richard M. Tosdal, Edward Farrar y Alan H. Clark, 1980.
179	Tacna	Pachia 36-v	17° 54' 08" S	70° 05' 35" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba	20,65	± 0,94	Sin referencia	NN075
180	Tacna	Pachia 36-v	17° 54' 00" S	70° 04' 30" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba riolítica	23,77	± 0,48	Sin referencia	NN068
181	Tacna	Pachia 36-v	17° 50' 28" S	70° 06' 13" O	K - Ar	Biotita		Monzodiorita cuarzosa	60,9	± 1,83	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
182	Tacna	Pachia 36-v	17° 48' 20" S	70° 05' 25" O	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar	Hornblenda	Formación Chocolate	Granodiorita	78,18	± 4,82	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru.	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontack y Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520-1583.
183	Tacna	Pachia 36-v	17° 46' 25" S	70° 01' 30" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba	19,35	± 0,50	Notes des Membres et Correspondants Notes Presentees ou Transmises par Leurs Soins	Hervé Ballon y Christian Lefevre, 1976
184	Tacna	Pachia 36-v	17° 48' 48" S	70° 00' 17" O	K - Ar	Biotita		Monzodiorita cuarzosa	60,33	± 1,3	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
185	Tacna	Palca 36-x	17° 47' 40" S	69° 58' 20" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba riolítica	21,23	± 0,58	Sin referencia	NN072 -NN073 - NN071
186	Tacna	Palca 36-x	17° 46' 30" S	69° 56' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba riolítica	21,44	±0,82	Sin referencia	NN072 -NN073 - NN071
187	Tacna	Palca 36-x	17° 47' 00" S	69° 50' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba riolítica	22,21	± 0,50	Sin referencia	NN069
	Tacna	Palca 36-x	17° 47' 00" S	69° 50' 00" O	K - Ar	Biotita	Formación Huayllas	Toba riolítica	21,21	± 0,90	Sin referencia	NN069
188	Tacna	Palca 36-x	17° 43' 36" S	69° 55' 16" O	K - Ar	Biotita	Unidad Ataspata	Monzodiorita cuarzosa	42,58	± 0,96	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
189	Tacna	Palca 36-x	17° 42' 24" S	69° 55' 01" O	K - Ar	Biotita	Unidad Ataspata	Monzodiorita cuarzosa	39,15	± 0,85	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
190	Tacna	Palca 36-x	17° 42' 20" S	69° 54' 00" O	K - Ar	Biotita	Unidad Ataspata	Zona de alteración potásica	40,65	± 0,88	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
	Tacna	Palca 36-x	17° 42' 20" S	69° 54' 00" O	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar	Biotita	Unidad Ataspata	Monzodiorita cuarzosa	39,9	± 0,65	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.
	Tacna	Palca 36-x	17° 42' 20" S	69° 54' 00" O	⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar	Biotita	Unidad Ataspata	Monzodiorita cuarzosa	45,5	± 0,65	Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution on the Andes of Southeastern Peru	Alan H. Clark, Edward Farrar, Daniel J. Kontak, Robert J. Langridge Economic Geology Vol 85 1990 pag. 1520 -1583.

Codi	Departamento	Hoja de Catastro	Latitud	Longitud	Método de Detección	Mineral o Material Detado	Unidad-Formación	Tipo de Roca	Edad	Márgen de Error	Referencia	Autor por Referencia
191	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 57' 20" S	69° 43' 10" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Dacita	5,58	± 0,11		Kaneoka, I.; Guevara, C., 1984.
192	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 47' 10" S	69° 42' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	5,8	± 0,3	Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Perú.	Olade, 1980.
193	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 46' 00" S	69° 41' 00" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	3,2	± 0,11		Kaneoka, I.; Guevara, C., 1984.
194	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 45' 50" S	69° 44' 40" O	K - Ar	Biotita	Fm. Capillune	Toba hofítica.	7,48	± 0,64	Sin referencia	NN089
195	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 32' 45" S	69° 42' 10" O	K - Ar	Biotita	Fm. Llallahuai	Riolita	11,5	± 0,40	Sin referencia	NN084
196	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 30' 30" S	69° 39' 56" O	K - Ar	Biotita	Fm. Llallahuai	Dacita	12,33	± 0,30	Sin referencia	NN081
	Puno	Mazo Cruz 34-x	16° 30' 30" S	69° 39' 56" O	K - Ar	Biotita	Fm. Llallahuai	Dacita	11,08	± 0,96	Sin referencia.	NN081
197	Puno	Juli 33-y	16° 13' 00" S	69° 26' 50" O	K - Ar	Biotita		Intrusivo	16,2	± 1,7	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A.	Klinck, Ellison, Howkins 1986
198	Puno	Juli 33-y	16° 14' 40" S	69° 26' 48" O	K - Ar	Roca total	Unidad Casamiento	Lava	7,2	± 0,4	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A	Klinck, Ellison, Howkins 1986
198	Puno	Juli 33-y	16° 16' 40" S	69° 28' 00" O	K - Ar	Roca total	Unidad Casamiento	Lava	8,7	± 0,4	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A	Klinck, Ellison, Howkins 1986
200	Puno	Juli 33-y	16° 16' 20" S	69° 24' 54" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	6,56	± 0,64		Kaneoka, I.; Guevara, C., 1984.
201	Puno	Juli 33-y	16° 17' 25" S	69° 18' 30" O	K - Ar	Roca total	Grupo Barroso	Andesita	7,20	± 0,09		Kaneoka, I.; Guevara, C., 1984.
202	Puno	Juli 33-y	16° 22' 00" S	69° 13' 40" O	K - Ar	Homablenda	Formación Huayllas	Andesita rosada	16,9	± 0,9	Proy. Integrado del Sur, N° 42, serie A	Klinck, Ellison, Howkins, 1986

ANEXO FOTOGRAFICO

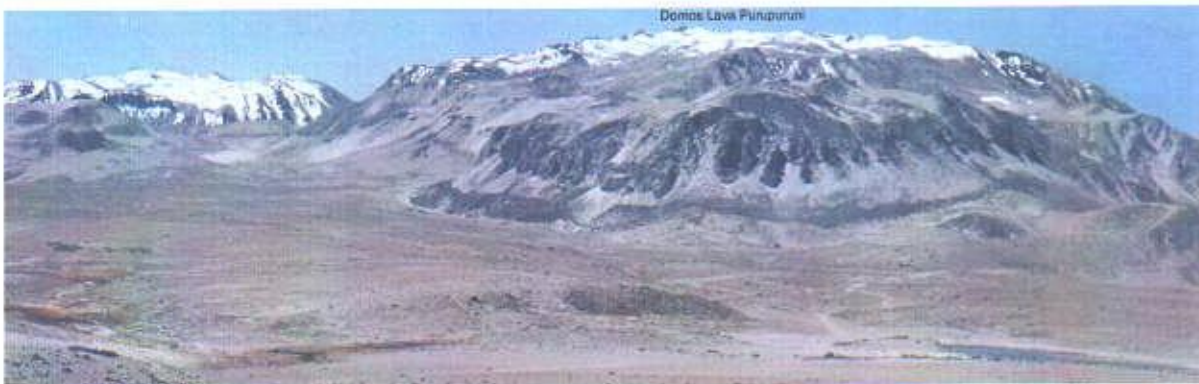
Secuencias Volcánicas - Sedimentarias Neogénicas



Estratovolcán Yucamane, conformado por flujos de lavas de composición andesítica, traquiandesítica y riolacíticas. Vista hacia el este desde las proximidades de Candarave. Hoja de Tarata (De la Cruz, 2000).



Estratovolcán Domo Lava Paucarani, conformado por secuencias de andesitas y traquiandesitas porfíricas. Vista de E-O (coladas recientes) al fondo **Complejo Fisural Barroso**. Hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).



Domos Lava del Purupuruni, en el cerro Torta, pertenecientes al **Grupo Barroso**. Hojas de Rio Mauri y Antajave (Díaz, Montoya y Milla (UNI), 2000).



Grupo Barroso, compuesta por una secuencia de flujos piroclásticos ubicados en la quebrada Chapilaca. Vista hacia el SE, sector de Yulaca hoja de Mazo Cruz (Cerrón y Valdivia, 2000).



Formación Sencca (Plioceno), compuesta por tobas cristalólicas gris blanquecinas (lapillitas ricas en pómez), secuencia ubicada en el río Piaque vista hacia el NO, próximo al poblado de Huanacamaya, hoja de Mazo Cruz (Cerrón y Valdivia, 2000).



Grupo Maure (Mioceno), secuencias volcano-sedimentarias (depósitos epiclásticos), afloramiento y detalle, hoja de Huaitire (Galdos y Ticona, 2000).



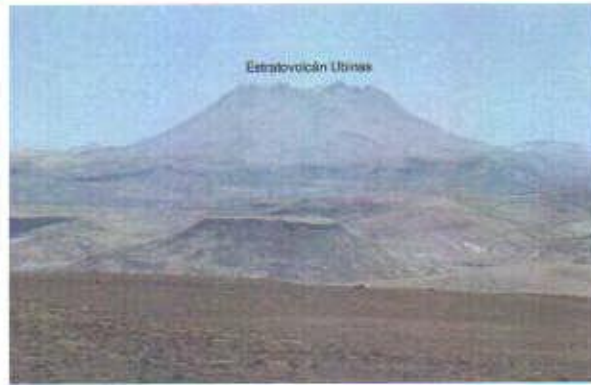
Grupo Barroso (Plio-Pleistoceno), Estratovolcanes Chachani y Misti. Vista hacia el NE desde el sector El Cural. Hoja de Arequipa (Sánchez, 2000)



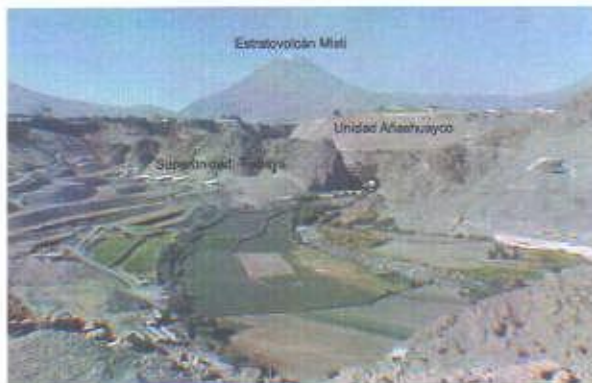
Unidad Añashuayco (Pleistoceno), tobas lapilli conocidas como Sillar de Arequipa, sector quebrada Añashuayco. Hoja de Arequipa. (Chávez y Salas, 2000).



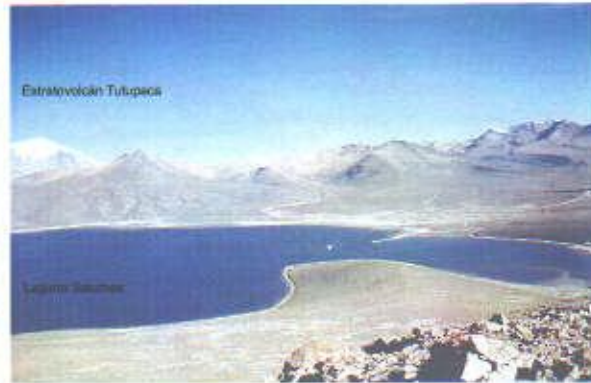
Estratovolcán Chuquiananta formado por flujos lávicos andesíticos pertenecientes al Grupo Barroso. Hoja Huaitire (Galdos y Ticona, 2000).



Estratovolcán Ubinas, hoja de Ichuña, (Lipa y Valdivia, 2000).



Estratovolcán Misti, vista al NE, valle del río Chili, sector Uchumayo. Se observan secuencias de tobas de la unidad Añashuayco inconformes sobre la Superunidad Tiabaya. Hoja de Arequipa (Sánchez, 2000).



Estratovolcán Tutupaca, secuencia de flujos lávicos andesíticos, traquiandesíticos porfíricos pertenecientes al Grupo Barroso. En la base la laguna Suches. Hoja de Huaitire (Galdos y Ticona, 2000).



Grupo Sillapaca (Mioceno tardío), compuesta por flujos piroclásticos. Margen derecha del río Huenque al norte de Mazo Cruz. Hoja de Mazo Cruz (Cerrón y Valdivia, 2000).



Grupo Sillapaca, detalle de los flujos piroclásticos anteriores. Obsérvese el tamaño de los clastos, Qda. Huenque Mazo Cruz (Cerrón y Valdivia, 2000).



Secuencia sedimentaria epiclástica de la **Fm. Capilluna** infrayace a lavas andesíticas del **Grupo Barroso**. Canal de Pastogrande, hoja de Hualtire (Galdos y Ticona, 2000)



Grupo Maure (Mioceno), Secuencias sedimentarias (lacustrinas) al oeste del cerro Pacocahua, frontera con Chile, hacia el techo se observan niveles de tobas. Vista hacia el sur, hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).

Secuencias Volcánico - Sedimentarias Jurásicas/Cretáceas/Paleógenas



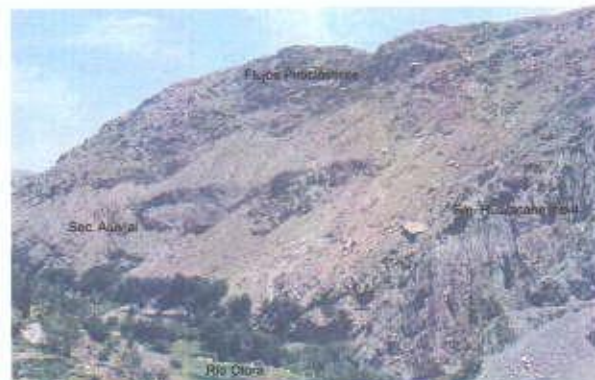
Grupo Toquepala
Formación Huaracane (Miembro 4) conformada por riolitas, cerro Los Angeles, hoja de Moquegua. Muestra internacional PER-1, 71-72 Ma. Moquegua (Martínez y Zuloaga, 2000).



Grupo Toquepala
Flujos piroclásticos de la Fm. Huaracane (Miembro 5), conformado por tobas lapilli margen derecha río Otorá. Hoja de Moquegua, (Martínez y Cervantes, 2002).



Grupo Toquepala
Fm. Huaracane, secuencias de tobas lapilli riolíticas (Miembro 5), con textura eutaxítica estratificada de color rosado. Afloramientos en la Qda. Huaracane, Moquegua. (Martínez y Zuloaga, 2000).



Grupo Toquepala
Fm. Huaracane, vista panorámica en la margen izquierda del río Otorá, en el primer plano ignimbritas (Miembro 4), debajo de Tobas-lapilli (Miembro 5) hacia el techo. Hoja de Moquegua (Martínez y Cervantes, 2002).



Grupo Toquepala
Fm. Huaracane, Vista panorámica en la margen izquierda del río Otorá, se observa hacia la base tobas-lapilli (Miembro 2), secuencias tipo debris flow (Miembro 3) y flujos piroclásticos (Miembro 4). Derecha, detalle de la intercalación de eventos de flujos de avalancha mal clasificados de volcanitas correspondientes al Miembro 3. Hoja de Moquegua (Martínez y Cervantes, 2002).





Formación Moquegua, en contacto con la Fm. Huayllillas en la quebrada Euriptus. Hoja de Tacna. (Sánchez, Rosell y Raymundo, 2000).



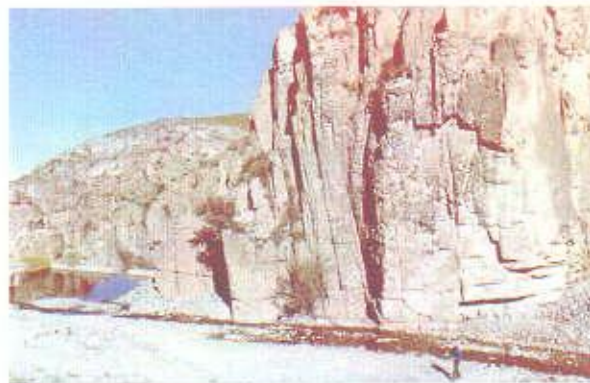
Formación Moquegua, valle del río Locumba, sector de Ilabaya. Hoja de Locumba (Sánchez, Rosell y Raymundo, 2000).



Formación Huilacollo
Secuencia de lavas andesíticas, brechas y piroclastos alterados infrayacen al Gpo. Barroso. Vista de S-N, cerros Huilacollo y Andamarca. Al fondo la cordillera del Barroso. Hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).



Grupo Toquepala
Quebrada Seca, afloramiento de la Fm. Inogoya intercalación de areniscas, lodolitas y niveles de conglomerados. Hoja de Moquegua (Martínez y Zuloaga, 2000).



Grupo Toquepala
Formación Quellaveco: Miembro Samanape inferior. Hoja de Moquegua (Martínez y Zuloaga, 2000).



Grupo Toquepala
Formación Quellaveco: miembro Samanape superior. Hoja de Moquegua (Martínez y Zuloaga, 2000).



Formación Chocolate, en contacto con la Formación Tarata Grupo Tacaza, al oeste del cerro Villacoto, hoja de Pachía (Monge y Cervantes, 2000).



Formación Sotillo, secuencia de limonitas pardo amarillentas que infrayacen a la Fm. Moquegua (conglomerados), hacia el techo la Fm. Millo. Qda. Pedregal hoja de Aplao (Palacios, León y Torres, 2000).



Grupo Tacaza, en las nacientes del río Tambo, hoja de Ichuña (Lipa y Valdivia, 2000).



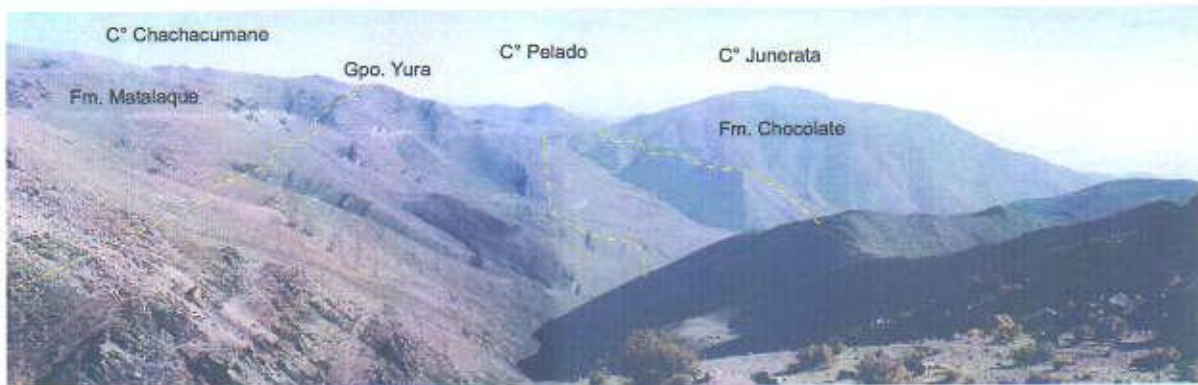
Grupo Toquepala
Fm. Huaracane, en el cerro Quinquiline, al fondo la Fm. Moquegua en el cerro Baúl. Vista de S-N próximo a Torata, hoja de Moquegua (Martínez y Zuloaga, 2000)



Grupo Tacaza, Formación Tarata superior, secuencias volcano sedimentarias buzando al SO, la toba inferior fue datada en 22,7 Ma. Vista hacia el cerro Jacnone de N-S. Localidad de Talabaya, hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).



Grupo Cabanillas (antes Formación Machani) en el cerro Machani. Secuencias de conglomerados en la base, niveles de pelitas, intercalación de areniscas con limolitas en la zona intermedia y areniscas con niveles de calizas en la zona superior. Hoja de Pachía (Monge y Cervantes, 2000).



Cerros Chachacumane y Junerata vista hacia el sur, Qda. Palca, se observa la Formación Matalaque en contacto con el Grupo Yura, este último fallado con la Formación Pelado. En segundo plano la Formación Chocolate (antes Formación Junerata). Hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).



Formación Matalaque en el valle del río Omate, margen izquierda (sector de Quinistaquillas), se observa el contacto con las secuencias sedimentarias del Grupo Yura. Hoja de Omate (Martínez y Zuloaga, 2000).



Calizas Ayavacas sobreyacen al Grupo Cabanillas, sector Cahua Cahuana. Hoja de Ilave (UNMSM, 2000)



Formación Matalaque, secuencias en contacto con el contacto con el Grupo Toquepala inferior. Esta último fue datado en 75 Ma. Hoja de Omate (Martínez y Zuloaga, 2000)



Formación Matalaque, volcanitas andesíticas en la margen izquierda del río Tambo, cortado por un dique alimentador del evento Toquepala. Hoja de Puquina. (Atencio y Romero, 2000).



Formación Chocolate en el río Yura, en contacto con la Formación Socosani. Hoja de Arequipa (Sánchez, 2000).



Formación Chocolate (antes Formación Junerata), secuencias lávicas andesíticas en el cerro Yerbabuenani vista hacia el SE. Hoja de Palca (Sánchez, 2000).



Formación Guaneros en la quebrada el Bronce, niveles de lavas y piroclastitas, vista hacia el sur. Hoja de Ciemés. (Sánchez, Rosell y Raymundo, 2000).

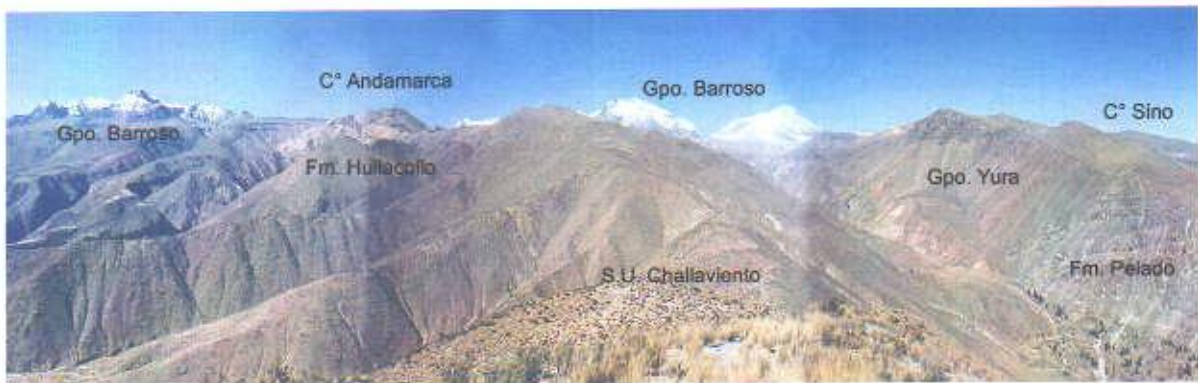
Unidades Intrusivas Jurásicas/Cretáceas



Superunidad Tiabaya, cerro San Nicolás (vista hacia el suroeste desde el sector de Pampas del Cusco) conformada por granodioritas, tonalitas y monzogranitos. Hoja de Arequipa (Martínez y Cervantes, 2003).



Superunidad Siete Toldos, afloramientos en el paraje del mismo nombre constituido principalmente por granodioritas. Hoja de Puquina (Martínez y Cervantes, 2003).



Batolito de Challaviento (cerro Agua Milagro), intruyendo a la Formación Pelado y Grupo Yura en la quebrada Caplina, hacia el oeste en contacto con la Formación Huilacollo infrayace al Grupo Barroso. Hoja de Palca (Monge y Cervantes, 2000).

Unidades Intrusivas Jurásicas/Cretáceas



Superunidad Punta Coles, afloramientos en Puerto Inglés al Sur de Ilo, están conformados por dioritas de hornos intruidos por diques basálticos. Hoja de Ilo (Martínez y Cervantes, 2003).



Superunidad Yarabamba, carretera Arequipa-Chapi, sector Tres Cruces, afloramientos de dioritas y tonalitas. Hoja de Puquina (Martínez y Cervantes, 2003).



Superunidad Linga, granodioritas grises con inclusiones de xenolitos de intrusivos tempranos (posiblemente asociados a los gabros tempranos que afloran en Tiabaya Arequipa). Quebrada Linga-La Joya (Valencia y Chacaltana, 2000)

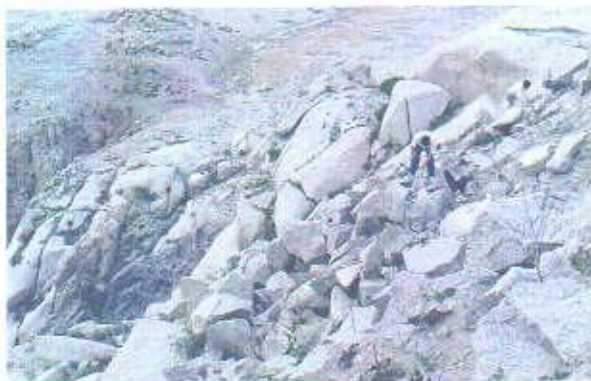
Unidades Intrusivas Paleozoicas



Complejo Atico-Camaná (Ordoviciano), cuerpos graníticos intruyendo al Complejo Basal de la Costa (esquistos), sector Punta Gato, hoja de Atico.



Batolito Atico-Camaná, balneario de Mejía (Punta de Bombón), afloramientos de monzogranitos rojos de grano grueso y diaclasamiento con dirección NO-SE, estos batolitos ordovicianos con características alcalinas, no han sido definidos si fueron generados en un marco tectónico de "rift" o subducción Mejía (Martínez y Cervantes, 2003).



Batolito Atico-Camaná; Izquierda, granitos rojos de grano grueso similares a los de Mejía, (bajada del Toro Camaná), derecha; granitos de dos micas? gris claros con esquistocidad incipiente (playa Bandurria-Atico).

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, L.; LEVI, B. & NYSTROM, J.O. (1989) - The link between metamorphism, volcanism and geotectonic setting during the evolution of the Andes. En: Daly, J.S.; Cliff, R.A. & Yardley, B.W.D. (eds.), *Evolution of metamorphic belts*. Geological Society, London, Special Publication 43, p. 223-232.
- ALEMÁN, A. & LEÓN, W. (2002) - Un arco volcánico mississippiano adyacente a la Cordillera de la Costa?. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 4.
- ATENCIO, E. & ROMERO, D. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Puquina (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- ATHERTON, M.P. (1990) - The Coastal Batholith of Peru: the product of rapid recycling of «new» crust formed within rifted continental margin. *Geological journal*, 25(3-4): 337-349.
- ATHERTON, M.P. (1993) - Granite magmatism. *J. Geol. Soc. London*, 150(6) 1009-1023
- ATHERTON, M.P. & SANDERSON, L.M. (1985) - The chemical variation and evolution of the super-units of the segmented coastal batholith. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), *Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes*, John Wiley, New York, p. 208-227.
- BECKINSALE, R.D., et al. (1985) - Rb-Sr whole-rock isochron and K-Ar age determinations for the coastal batholith of Peru. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), *Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes*, John Wiley, New York, p. 177-202.
- BELLON, H. & LEFÈVRE, C. (1976) - Données géochronométriques sur le volcanisme andin dans le sud du Pérou. Implications volcano tectoniques. *C. R. Acad. Sciences, Paris, Ser. D*, 283(1): 1-4.
- BOILY, M.; BROOKS, C. & JAMES, D.E. (1984) - Geochemical characteristics of the Late Mesozoic Andean volcanics. En: Harmon, R.S. & Barreiro, B.A., (eds.), *Andean magmatism; chemical and isotopic constraints*, Shiva Publications, Nantwich, UK, p. 190-202.

- BOILY, M.; LUDDEN, J.N. & BROOKS, C. (1990) - Geochemical constraints on the magmatic evolution of the pre- and post-Oligocene volcanic suites of southern Peru: implications for the tectonic evolution of the central volcanic zone. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 102(11): 1565-1579.
- BORIC, R.; DÍAZ, F. & MAKSAEV, V. (1990) - Geología y yacimientos metalíferos de la región de Antofagasta. Chile, Serv. Nac. Geol. Min., Boletín 40, 246 p.
- CERRÓN, F. & CHACALTANA, C. (2002) - Presencia de rocas ordovicianas en el Altiplano (SE del Perú) con registro del género *Diplograptus* M'Coy (*Graptolithina*). En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 11.
- CERRÓN, F. & VALDIVIA, J. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Mazocruz (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- CHACALTANA, C.; CERRÓN, F. & VALENCIA, M. (2002) - Nuevas evidencias del Devoniano en sedimentitas de la Cordillera Occidental (SO del Perú) y su implicancia en el análisis tectosedimentario. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p.13.
- CHEN, P.-F., BINA, C.R. & OKAL, E. A. (2001) - Variations in slab dip along the subducting Nazca plate, as related to stress patterns and moment release of intermediate-depth seismicity and to surface volcanism. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 2, 10.1029/2001GC000153.
- CLARK, A.H., et al (1990) - Geologic and geochronologic constraints on the metallogenic evolution of the Andes of southeastern Peru. *Economic Geology*, 85(7): 1520-1583.
- CLARK, A.H., et al (1990) - Geomorphologic environment and age of supergene enrichment of the Cuajone, Quellaveco, and Toquepala porphyry copper deposits, southeastern Perú. *Economic Geology*, 85(7): 1604-1628.
- CLARK, A.H. (1990) - The slump breccias of the Toquepala porphyry Cu(-Mo) deposit, Peru: implications for fragment rounding in hydrothermal breccias. *Economic Geology*, 85(7): 1677-1685.
- COBBING, E.J. & PITCHER, W.S. (1983) - Andean plutonism in Peru and its relationship to volcanism and metallogenesis at a segmented plate edge. En: Roddick, J.A. (ed.), *Circum-Pacific plutonic terranes*. Geol. Soc. Amer., Boulder Colorado, Memoir 159, p. 277-291.
- CORBETT, G.J. & LEACH, T.M. (1998) - Structure of magmatic ore systems. En: Corbett, G.J. & Leach, T.M., *Southwest Pacific rim gold-copper systems: structure,*

- alteration, and mineralization, Society of Economic Geologists, Littleton, Colorado, Special publication 6, p. 31-68.
- DAVIDSON, J.P.; HARMON, R.S. & WORNER, G. (1991) - The source of central Andean magmas; some considerations. En: Harmon, R.S. & Rapela, C.W. (eds.), Andean magmatism and its tectonic setting. Geol. Soc. Amer., Boulder, Colorado, Special Paper 265, p. 233-243.
- DE LA CRUZ, N. & DE LA CRUZ, O. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Tarata (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- DEWEY, J.F. & BIRD, J.M. (1970) - Mountain belts and the new global tectonics. Journal of Geophysical Research, 75(14): 2625-2647.
- ESTRADA, F. (1975) - Geología de Quellaveco. Bol. Soc. Geol. Perú, (46): 65-86.
- GALDOS, J. & TICONA, P. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Huaytire (1/50,000). INGEMMET. Lima. (Informe inédito).
- HAMPEL, A. (2002) - The migration history of the Nazca Ridge along the Peruvian active margin: a re-evaluation. Earth and Planetary Science Letters, 203: 665-679.
- HANSON, G.N. (1978) - The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. En: Allegre, C.J. & Hart, S.R. (eds.), Trace elements in igneous petrology, Earth and Planetary Science Letters, 38(1): 26-43.
- HUSSON, L.; JACAY, J. & SEMPERE, T. (2002) - Cronología estructural del margen sur del Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 28.
- ISACKS, B.; OLIVER, J. & SYKES, L.R. (1968) - Seismology and the new global tectonics. Journal of Geophysical Research, 73(18): 5855-5899.
- JACAY, J., et al. (2002) - Características estructurales del sistema de fallas Incapuquio. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 29.
- JAMES, D.E. (1971) - Plate tectonic model for the evolution of the central Andes. Bull. Geol. Soc. Am., 82(12): 3325-3346.
- JAMES, D.E.; BROOKS, C. & CUYUBAMBA, A. (1974) - Strontium isotopic composition and K, Rb, Sr geochemistry of Mesozoic volcanic rocks of the central Andes. Yearbook Carnegie Inst. Washington, 73: 970-983.

- JAMES, D.E. (1981) - Role of subducted continental material in the genesis of calc-alkaline volcanics of the central Andes. En: Nazca Plate: crustal formation and Andean convergence, Geol. Soc. America, New York, Memoir 154, p. 769-790.
- JAMES, D.E. (1984) - Quantitative models for crustal contamination in the Central and Northern Andes. En: Harmon, R.S. & Barreiro, B.A. (eds.), Andean magmatism; chemical and isotopic constraints, Shiva Publications, Nantwich, UK, p. 124-138.
- JAMES, D.E. & SACKS, I.S. (1999) - Cenozoic formation of the Central Andes: a geophysical perspective. En: Skinner, B.J. (ed.), Geology and ore deposits of the Central Andes, Society of Economic Geologists, Littleton, Colorado, Special Publication 7, p. 1-25.
- JARRARD, R.D. (1986) - Terrane motion by strike-slip faulting of forearc slivers. *Geology*, 14(9): 780-783
- LEFEVRE, C. (1979) - Un exemple de volcanisme de marge active dans les Andes du Pérou (Sud) du Miocène à l'actuel (zonation et pétrogénèse des andésites et shoshonites). Doct. Thesis. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Académie de Montpellier, 555 p.
- LEÓN, W.; ALEMÁN, A. (2002). Evolución tectónica, sedimentológica y estratigráfica de la cuenca Pisco Oriental. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 33.
- LIPA, V. & VALDIVIA, J. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Ichuña (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- LÓPEZ-ESCOBAR L. (1984) - Petrology and chemistry of volcanic rocks of the Southern Andes. En: Harmon, R.S. & Barreiro, B.A. (eds.), Andean magmatism; chemical and isotopic constraints, Shiva Publications, Nantwich, UK, p. 47-71.
- MAROCCO, R. & DEL PINO, M. (1966) - Geología del cuadrángulo de Ichuña. Com. Carta Geol. Nac., Boletín, 14, 57 p.
- MAROCCO, R. (1984) - Dynamique du Remplissage d'un bassin intramontagneux cénozoïque andin; le bassin Moquegua (sud du Pérou). Cah. ORSTOM. Sér. Géologie, 14(2): 117-140.
- MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Moquegua (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).

- MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A. (2002) - Nuevas contribuciones a la caracterización geoquímica del Grupo Toquepala: sector Moquegua, sur de Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 37.
- MARTÍNEZ, W. (2003) - Mapa estructural, volcanes y calderas del sur de Perú, 12°S a 18°30'S. INGEMMET, Lima. (Informe interno).
- MATTOS, R. (1997) - Sinopsis geológica del Cenozoico Neógeno-Cuaternario en la zona interandina de Moquegua. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos. Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 351-356.
- MITCHELL, A.H. & READING, H.G. (1969) - Continental margins, geosynclines, and ocean floor spreading. *Journal of Geology*, 77(6): 629-646.
- MONGE, R. & CERVANTES, J. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de Pachía y Palca (1/50,000). INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- MUKASA, S.B. & HENRY, D.J. (1990) - The San Nicolas batholith of coastal Peru: early Palaeozoic continental arc or continental rift magmatism?. *J. Geol. Soc. London*, 147(1): 27-39.
- MUKASA, S.B. & TILTON, G.R. (1985) - Zircon U-Pb ages of super-units in the coastal batholith, Peru. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), *Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes*, John Wiley, New York, p. 203-207.
- NAKAMURA, N. (1974) - Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38(5): 757-775.
- NOTSU, K. & LAJO, A. (1984) - Regional variation of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in late Cenozoic volcanic rocks from southern Peru. *Geochemical Journal*, 18(5): 241-250.
- PALACIOS, O., et al. (1993) - Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del Lago Titicaca - Sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 42, 257 p.
- PETFORD, N., et al. (2000) - Granite magma formation, transport and emplacement in the earth's crust. *Nature*, 408: 669-673.
- PINO, A., et al. (2002) - Nuevos aportes geológicos en el estudio de la evolución geodinámica de la Cordillera de los Andes en el sur del Perú: el área de Mal Paso-Palca (Tacna). En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 40.

- PITCHER, W.S. (1985) – A multiple and composite batholith. En: Pitcher, W.S., et al. (eds.), *Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes*, John Wiley, New York, p.93-107.
- PITCHER, W.S., et al., eds. (1985) - *Magmatism at a plate edge, the Peruvian Andes*. John Wiley, New York, 328 p.
- QUISPE SIVANA, L. & ZAPATA, A. (2000) - *Revisión geológica del Cuadrángulo de Omate (1/50,000)*. INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- ROLLINSON, H.R (1993) - *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman, Essex, 352 p.
- ROMEUF, N., et al. (1995) - Middle Jurassic volcanism in the northern and central Andes. En: *Rev. Geol. Chile*, 22(2): 245-259.
- ROPERCH, P., et al. (2002) - Nuevos datos paleomagnéticos sobre la rotación antihoraria del antearco del sur del Perú. En: *Congreso Peruano de Geología*, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 48.
- RUTLAND, R.W.R. (1971) - Andean orogeny and ocean floor spreading. *Nature (London)*, 233(5317): 252-255.
- SAINT BLANQUAT, M., et al. (1998) - Transpressional kinematics and magmatic arcs. En: Holdsworth, R.E.; Strachan, R.A. & Dewey, J.F. (eds), *Continental transpressional and transtensional tectonics*, Geological Society, London, Special publication 135, p. 327-340.
- SALFITY, J.A. (1985) - Lineamientos transversales al rumbo Andino en el noroeste Argentino. En: *Congreso Geológico Chileno*, 4, Antofagasta, 1984, Actas, Universidad del Norte, Antofagasta, t. 1, parte 2, p. 119-137.
- SÁNCHEZ, A. & ROSELL, W. (2000) - *Revisión del Cuadrángulo de Punta de Bombón (1/100,000)*. INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- SÁNCHEZ, A. & ROSELL, W. (2000) - *Revisión del Cuadrángulo de Cledesí (1/100,000)*. INGEMMET, Lima. (Informe inédito).
- SÁNCHEZ, A. & MARTÍNEZ, W. (2002) - Nuevos datos geocronológicos (K-Ar) y geoquímicos, en rocas ígneas meso-cenozoicas en la Cordillera de los Andes - sur del Perú. En: *Congreso Peruano de Geología*, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 49.
- SÉBRIER, M., et al. (1988) - Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and northern Chile) from Eocene to present. *Géodynamique*, 3(1-2): 85-106.

- SHACKLETON, R.M, et al. (1979) - Structure, metamorphism and geochronology of the Arequipa massif of coastal Peru. *Jl. Geol. Soc. Lond.*, 136: 195-214.
- SOLER, P. (1991) - Contribution a l'étude du magmatisme associé aux marges actives: pétrographie, géochimie et géochimie isotopique du magmatisme Crétacé a Pliocène le long d'une transversale des Andes du Pérou central. Implications géodynamiques et metallogéniques. Thèse Doct., Académie de Paris, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 950 p.
- SZEKELY, T.S. (1963) - Geology of the Puquina-Omate area of South Western Peru. Thesis Doct., Harvard University, Cambridge, Mass., 119 p.h
- TARNEY, J. & JONES, C.E. (1994) - Trace element geochemistry of orogenic igneous rocks and crustal growth models. *J. Geol. Soc. London*, 151(5): 855-868.
- THORPE, R.S. & FRANCIS, P.W. (1979) - Variations in Andean andesite compositions and their petrogenetic significance. *Tectonophysics*, 57(1): 53-70.
- THORPE, R.S., et al. (1982) - The Andes. En: Thorpe, R.S., ed., *Andesites; orogenic andesites and related rocks*. John Wiley, Chichester, p. 187-205.
- THORPE, R.S. (1984) - The tectonic setting of active Andean volcanism. En: Harmon, R.S. & Barreiro, B.A. (eds.), *Andean magmatism; chemical and isotopic constraints*, Shiva Publications, Nantwich, UK, p. 4-8.
- TOSDAL, R.M.; FARRAR, E., & CLARK A.H. (1981) - K-Ar geochronology of the late Cenozoic volcanic rocks of the Cordillera Occidental, Southern Peru. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 10(1-3): 157-173.
- TOSDAL, R.M. & RICHARDS, J.P. (2001) - Magmatic and structural controls on the development of porphyry Cu ± Mo ± Au deposits. En: Tosdal, R.M. & Richards, J.P. (eds.), *Structural controls on ore genesis*. Society of Economic Geologists, Littleton Colorado, *Reviews in Economic Geology* 14, p. 157-181.
- VALENCIA, M. & CHACALTANA, C. (2000) - Actualización del Cuadrángulo de La Joya (1/50,000). Ingemmet, Lima. (Informe inédito).
- VATIN-PERIGNON, N., VIVIER, G. SEBRIER, M., & FORNARI, M. (1982).- Le derniers événements andins marqués par le volcanisme cénozoïque de la Cordillère Occidentale sud-péruvienne et de son piémont pacifique entre 15°45' et 18° S. *Bull. Soc. Geol. France*, 24(3): 649-650.
- WILSON, M. (1995) - *Igneous Petrogenesis*. Chapman & Hall, London, 466 p.
- WINTER, J.D. (2001) - *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 697 p.

- ZAPPETTINI, E.O., et al. (2001) - Mapa metalogénico de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú (14°S-28°S). Serv. Nac. Geol. Min., Santiago, Publ. Geol. Multinacional, 2, 222 p.
- ZENTILLI, M. & DOSTAL, J. (1977) - Uranium in volcanic rocks from the central Andes. J. Volcanol. Geotherm. Res., 2(3): 251-258.
- ZIMMERMANN, J.L. & KIHLEN, A. (1983) - Détermination par la méthode K/Ar de l'âge des intrusions et des minéralisations associées dans le porphyre cuprifère de Quellaveco (Sud Ouest du Pérou). Mineralium Deposita, 18(2A): 207-213.



Fm. Tarata

Fm. Chocolate

Discordancia angular entre la Formación Chocolate (primer plano) y la Formación Tarata del Grupo Tacaza (segundo plano). Cerro Apacheta - Pachía.

**Av. CANADÁ 1470 - SAN BORJA
Apartado 889 - Lima 41 - Perú
Telfs.: 224-2963 • 224-2964 • 224-2965 • 225-3128
FAX: (51-1) 225 - 4540**

**[http: www.ingemmet.gob.pe](http://www.ingemmet.gob.pe)
e-mail: informacion@ingemmet.gob.pe
ventas@ingemmet.gob.pe**