

IV CONGRESO GEOLOGICO CHILENO – AGOSTO 1985  
 Universidad del Norte – Antofagasta

2-1 LINEAMIENTOS Y VULCANISMO DE LA PUNA ARGENTINO-CHILENA ENTRE LOS 25°Y  
 27°DE LATITUD SUR \*

ALDERETE, M.C.   \*\*  
 BORTOLOTTI, P.   \*\*   \*\*\*  
 MOYANO, R.O.   \*\*\*  
 OJEDA, J.R.   \*\*\*

RESUMEN

Se trata de una contribución al conocimiento geológico del área, mostrando la relación entre fotolineamientos-tectónica y vulcanismo Cenozoico.

A los bosquejos geológicos existentes se transfirió la información detectada mediante la interpretación de imágenes LANDSAT en blanco y negro y falso color, tratando de trasladar al sector chileno las observaciones de la Puna Argentina; a su vez se los enmarca en el contexto global propuesto por diversos autores.

Se presentan gráficos elaborados originalmente a escala 1: 500.000 del sector comprendido entre los 25°y 27°de latitud sur y los meridianos de 66°45' y 69°de longitud oeste.

ABSTRACT

The interpretation of LANDSAT images (Black and white and false color ) were tranfered to the traditional geological outlines.

The possibility to unify criteria with observations made in the Argentine Puna and those concerning to Chilean Territory were also / treated.

\*\*   Universidad Nacional de Tucumán

\*\*\*   CONICET-GEOTUC

\*   CONTRIBUCION GEOTUC N°11

## INTRODUCCION

Importantes trabajos de investigación geológica se realizan por parte de especialistas de Argentina y Chile; a ellos se suma éste que trata de mostrar parte de los resultados obtenidos por medio de gráficos que cubren una extensa área de la denominada "Puna Argentino-Chilena".

Se presentan, además de un bosquejo geológico estructural, algunas ideas que relacionan la tectónica visible con la efusividad, sin hacer consideraciones genéticas ni interpretación, salvo el procesamiento estadístico que permite trazar curvas de isodensidad. Se espera en el futuro confrontar estos y otros datos con todas las ideas presentadas por los diversos autores hasta la fecha relacionados a cuestiones tectónicas, volcánicas, geoquímicas, sísmicas y petrológicas que permitan ubicar la problemática del área de una manera más correcta.

Los resultados por lo tanto no son definitivos sino conducentes a una metodología de investigación que oportunamente se sumará a mayores trabajos de campo y confrontación aunando las ideas con las de otros autores.

## UBICACION GEOGRAFICA

La región estudiada se encuentra enmarcada dentro del ambiente geológico-geográfico conocido como Puna, en su parte austral, abarcando tanto territorio argentino como chileno. Se extiende desde la vertiente oriental de la Cordillera de Domeyko al poniente hasta el sector occidental de los Valles Calchaquíes al naciente; al norte se considera el límite arbitrario del paralelo de 25°S y al sur una línea / imaginaria que pasa por la Cordillera de San Buenaventura. Toda esta región cubre un área cuadrangular de alrededor de 50.000 Km<sup>2</sup> siendo / sus coordenadas geográficas de 25° y 27° de latitud sur y 66°45' y 69° de longitud oeste.

El territorio considerado, al igual que todo el ambiente de Puna, se caracteriza por su pronunciada altura, cordones sobrelevados de dirección meridiana y amplias depresiones intermontanas, generalmente /

ocupadas por salares; características son extremada aridez, riguroso / clima, escasa población y dificultosas vías de acceso.

#### INVESTIGACIONES ANTERIORES

Los antecedentes bibliográficos existentes para la región se / vieron particularmente incrementados en los últimos años; la mayoría de ellos a escala regional y casi siempre circunscriptos a territorio argentino o chileno, salvo aquellos de magnitud continental (Fig. 1).

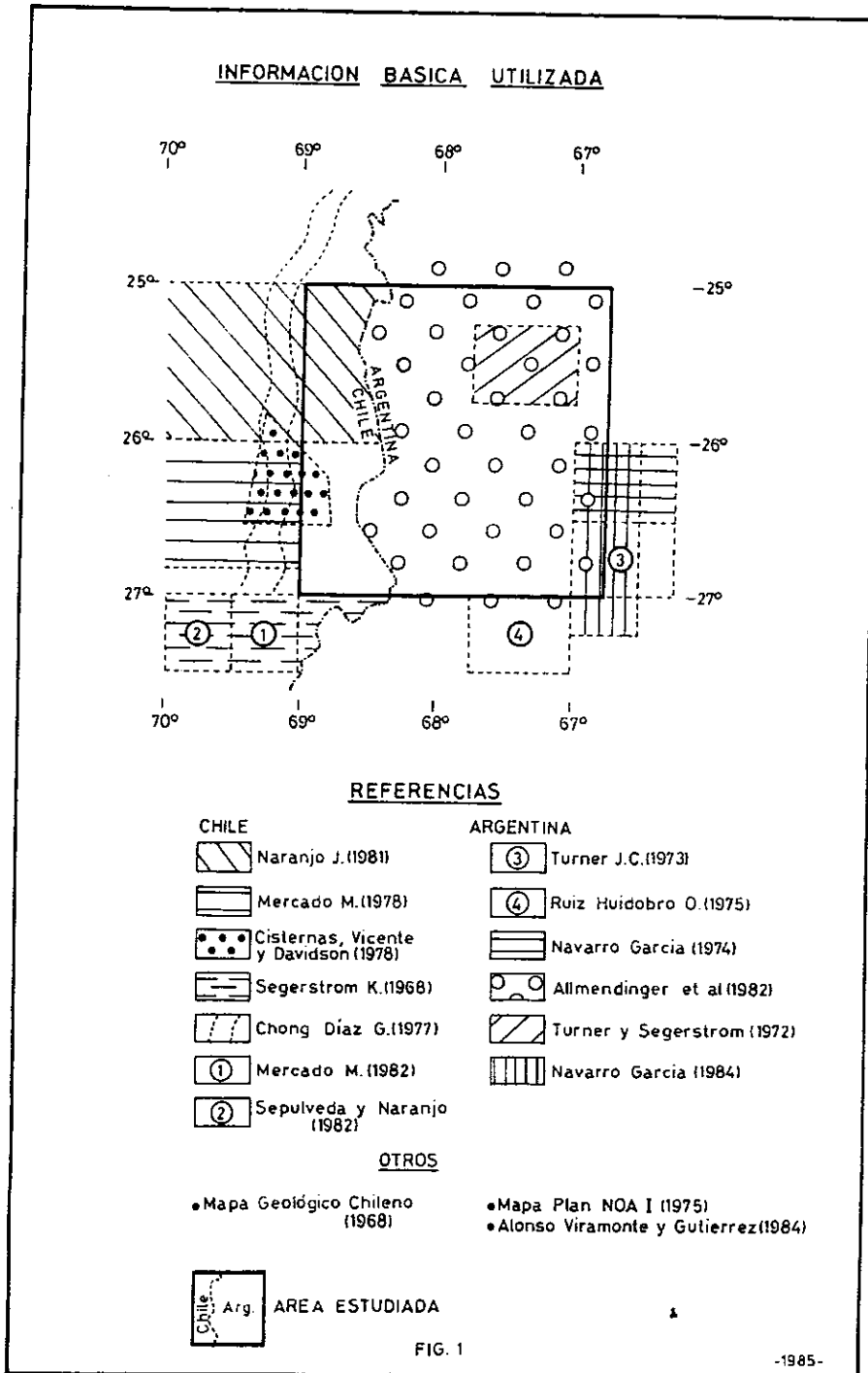
Entre los autores que trabajaron en la zona merecen destacarse a Vilela (1953), Segerstrom (1968,1970), Turner (1969), Turner y Segerstrom (1972), Schwab (1972), Coira y Pezzutti (1973), Mendéz et al (1973), Baldis et al (1975), Davidson y Godoy (1976), Mon (1976,1979), Chong Diaz (1977), Deruelle (1977), Cisternas et al (1978), Mercado (1978), Turner y Méndez (1979), Naranjo (1981), Aceñolaza y Toselli (1981), Moya y Salfity (1982), Lahsen (1982), Alonso et al (1984), Salfity et al (1984) y Navarro Garcia (1984).

#### RESEÑA GEOLOGICA

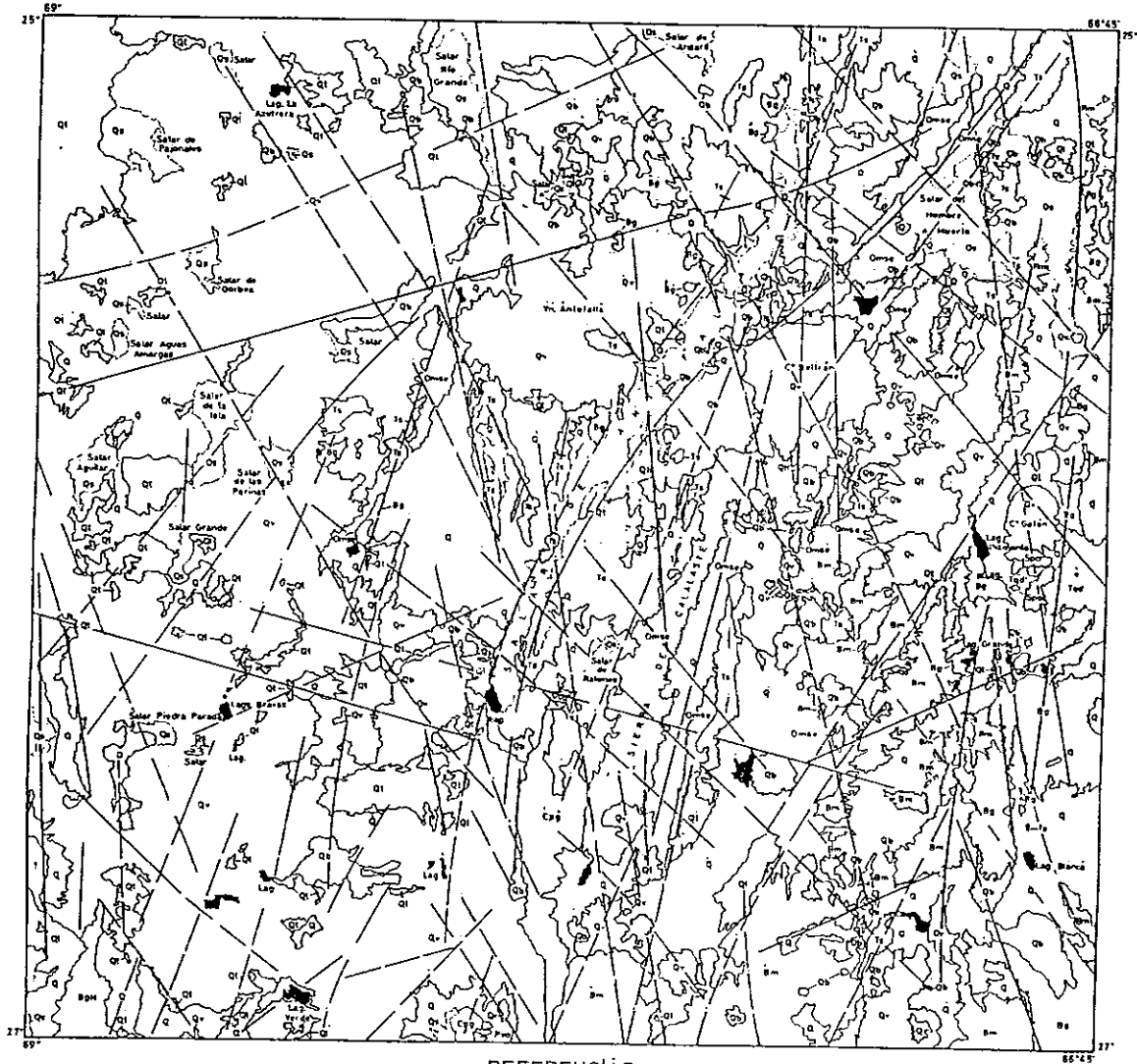
En forma generalizada la columna estratigráfica está constituida por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias del Paleozoico sobre las que se asienta una potente secuencia sedimentario-volcánica del Cenozoico (Lámina 1).

Paleozoico: El Basamento metamórfico (Bm), que ocupa gran parte del sector oriental, constituido por pizarras, esquistos, micacitas y gneises, fue indicado en los mapeos regionales como de edad Precámbrica; Viramonte et al (1976) y Alonso et al (1984) consideran para esta región un aumento progresivo del metamorfismo en sentido oeste-este, desde una secuencia ordovícica normal en la Sierra de Calalaste hasta facies de mediano a alto grado metamórfico, también de edad ordovícica, en contacto con la parte occidental del extremo austral de la faja eruptiva de la Puna.

Los autores consideran a estas rocas como de edad Paleozoica inferior, para diferenciarlas de las de comprobada edad Ordovícica presentes en la sierra anteriormente citada.

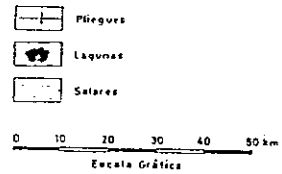
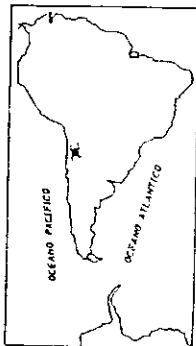


# ESQUEMA GEOLOGICO



## REFERENCIAS

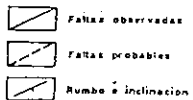
Qs	Evaporitas - Salares	
Q	Sedimentos eólicos, aluviales, coluviales, depósitos aterrazados	CUARTARIO
Qb	Basaltos - Vulcanitas y piroclásticas	
Q1	Tobas dacíticas, riódacíticas, lutitas, ignimbritas	CUARTARIO TERCARIO
Qd	Dacitas	
Qv	Andesitas	
Tc	Conglomerados, sedimentitas continentales, areniscas limosas, areniscas lobuladas, brechas andesíticas, areniscas calcáreas	TERCARIO
Pp	Vulcanitas riolíticas, riones capas no desilicas - Batolito El Hielo	PERMICO
Cps	Sedimentitas continentales	CARBONICO
Sp	Pérfidos dacíticos, riódacíticos, riolíticos	SILURICO
Om	Metasedimentos, lutitas, pizarras	ORDOVICICO
Bg	Basamento granítico	PALEOZOICO inferior a medio
Bm	Basamento metamórfico Esquistos, filitas, pizarras, migmatitas	



AUTORES: ALDEREF, M.C.  
BORIOLOTTI, P.  
MORANO, R.O.  
OJEDA, J.R.

- 1985 -

LAMINA I



Los afloramientos pertenecientes al Ordovícico (Omse) conforman una amplia faja coreespondiente a la Sierra de Calalaste, además de los reconocidos en el borde sur occidental del salar del Hombre Muerto. El conjunto, integrado por lutitas, pizarras y areniscas, asignado primeramente al Precámbrico por Turner (1960), fue reordenado cronológicamente ante el hallazgo de graptolites ordovícicos por Aceñolaza y Toselli (1971).

En el sector oriental de la región se observan las manifestaciones australes de la Faja Eruptiva (Bg) (Méndez et al, 1973) representada por rocas graníticas y granodioríticas de edad Paleozoica inferior. Definidas originalmente como de edad Silúro-Devónica, las numerosas dataciones radiométricas dieron edades que oscilan entre 300 y 440 m.a. lo que indicaría una sucesión de eventos térmicos; recientemente Omari ni et al (1984) comunican el valor de  $471 \pm 12$  m.a. sobre la base de isocrona Rb/Sr para el sector austral de la faja e indicando que su máxima actividad tuvo lugar en concordancia con las fases diastróficas Guandacol y Oclóyica.

En 1975, en un mapa elaborado por el Plan NOA 1, geólogos de esa repartición mapean en el área del cerro Galán, afloramientos de / pórfiros dacíticos y riodacíticos (Sgor) de posible edad silúrica, no mencionados en trabajos posteriores.

Sedimentos continentales Neopaleozoicos (Cpg) del extremo norte de la cuenca de Paganzo afloran en el sector sur del Salar de Antofalla. Los mismos están constituidos por conglomerados, areniscas, margas y lutitas carbonosas y en las cuales se manifiesta, intercalado, un / acontecimiento magmático-efusivo representado por pórfiros andesíticos, dacitas y riolitas (Pvo).

Segerstrom (1968) describe para la región de Portezuelo Colorado, en el ángulo sudoeste, rocas graníticas y granodioríticas del Paleozoico superior (BgH), correlacionables con el Batolito El Hielo, / (Mercado, 1982, y Sepúlveda y Naranjo, 1982).

Cenozoico: Los depósitos sedimentarios referidos al Terciario (Ts) se

encuentran ampliamente distribuidos en la Puna, ocupando en este caso una faja central con una serie de afloramientos discontinuos a ambos lados de la Sierra de Calalaste y de los salares de Antofalla y del / Hombre Muerto. Este complejo, considerado como de una edad que varía de Oligoceno a Plioceno según Turner y Méndez (1979) y Aceñolaza y Toselli (1981), es conocido como Grupo Pastos Grandes; representado por / areniscas, limolitas y arcilitas con intercalaciones volcánicas, tobáceas y boratos hacia el techo.

Las lavas andesíticas, dacíticas y riolíticas del Paleoceno, de amplia distribución en la región central chilena, fueron intensamente erosionadas durante el período de mayor tectónica, responsable del levantamiento de los Andes (Naranjo, 1981). Como consecuencia se formaron depósitos polimícticos de gravas asociadas a flujos ignimbríticos de ex tensa distribución areal hacia el sur del desierto de Atacama; conocidos como Gravas de Atacama (Sillitoe et al, 1968 y Mortimer, 1973) son considerados de edad Miocena sobre la base de dataciones radiométricas efectuadas en ignimbritas.

En la región puneña considerada en este trabajo, los afloramientos de gravas están limitadas al extremo noroccidental, no conociéndose equivalentes en el sector argentino por lo que fueron representados conjuntamente con los depósitos ignimbríticos que afloran hacia el oes te del Salar de Antofalla (Qt).

A partir del Mioceno comienza una importante actividad volcánica que imprime una nueva fisonomía al sector occidental de la Puna, con la construcción de enormes aparatos volcánicos y la emisión de gran cantidad de cenizas.

Siguiendo a Lahsen (1976) y dividiendo la actividad volcánica en dos episodios, uno Preplioceno y Mioceno y otro Plioceno-Cuartario, observamos que el primero se caracteriza por ignimbritas dacíticas y riolíticas, interestratificadas con lavas andesíticas, estratos volcanes andesíticos y domos riolíticos (Qv, Tqd y Qt), mientras que el segundo posiblemente de mayor actividad, por una mayor proporción de estratos

volcanes, diversos flujos ignimbríticos, sucesivas emisiones de lava de composición andesítica, dacítica y riolítica, además de derrames fisurales y centros monogénicos con expulsión de lavas basálticas (Tqd, Qt y Qb).

Los sedimentos más jóvenes, originados a consecuencia de la intensa denudación de las áreas positivas y las particulares condiciones paleoclimáticas están representados por importantes espesores detríticos y evaporíticos, acumulaciones fluviales y lacustres además de salares y lagunas que ocupan la parte baja de las depresiones.

#### GEOESTADISTICA

La presente investigación trata del análisis de rasgos lineales mapeables y se propone como fin de evidenciar controles regionales y delimitar áreas donde existan condiciones geológicas similares y/o diferentes.

La escala original utilizada, fue 1:500.000 y el procesamiento de la información se logró interpretando imágenes LANDSAT en blanco y negro y falso color, banda 7.

Geolineamientos: siguiendo los criterios adoptados por Figueroa (1971) para fotografías aéreas, se agrupó bajo el nombre de geolineamiento a todo trazo identificado en una imagen satelitaria (Lámina 2).

Debido al diferente significado geológico y a la escala utilizada, adaptamos la clasificación dada por este autor considerando como Macrolineamientos a trazos expresados de manera continua y no menor de 15 km, Megalineamientos A, entre 15 y 30 km y Megalineamientos B, mayores de 30 km, o sea de carácter regional.

#### ANALISIS GEESTADISTICO

Gráficos polares: con el fin de poner en evidencia los rumbos principales, se delimitaron los geolineamientos, procediendo a su medición con respecto al norte para luego volcarlos en tres gráficos semicirculares correspondiendo cada uno a las categorías dadas oportunamente (Fig. 2).

En un primer intento se adoptó un intervalo de 20° pero esto no



### DIAGRAMAS DE GEOLINEAMIENTOS

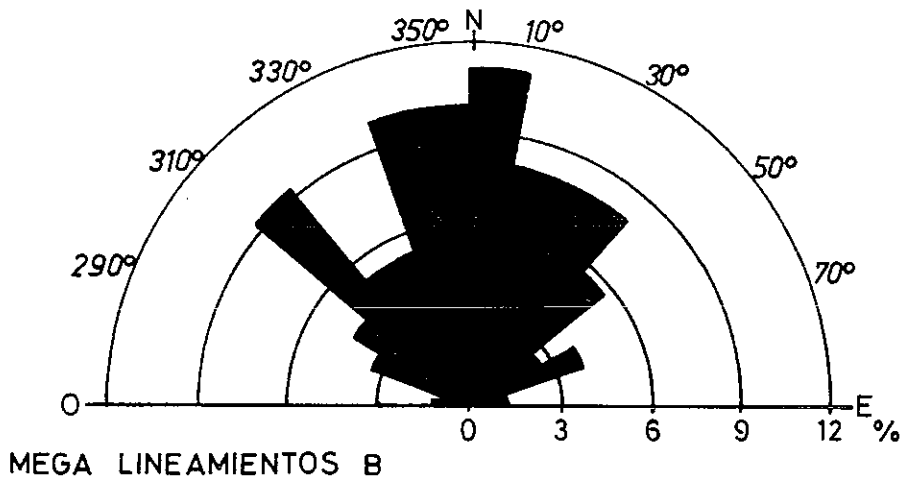
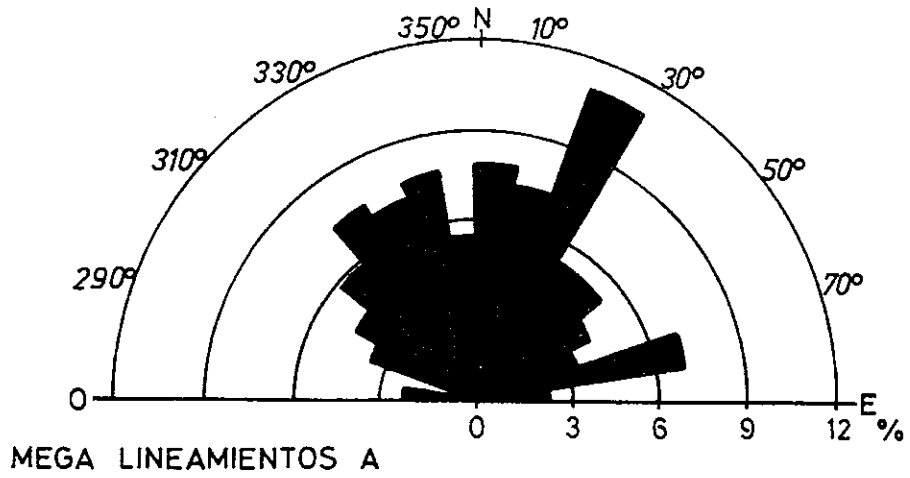
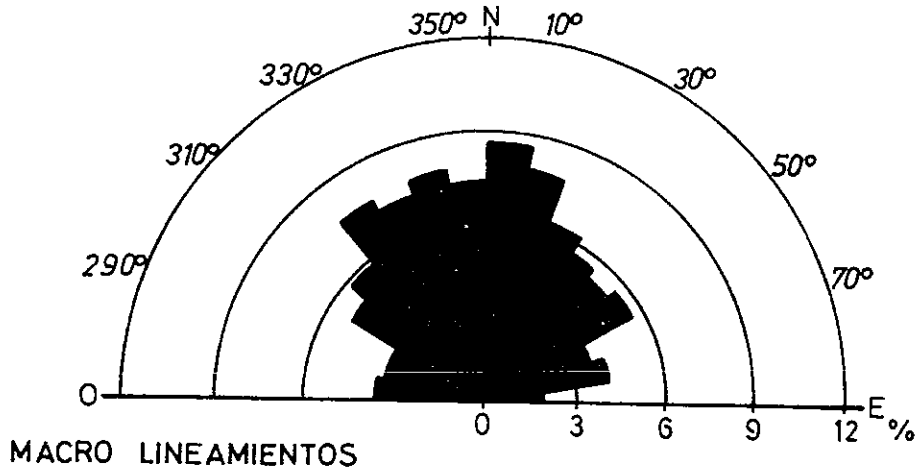
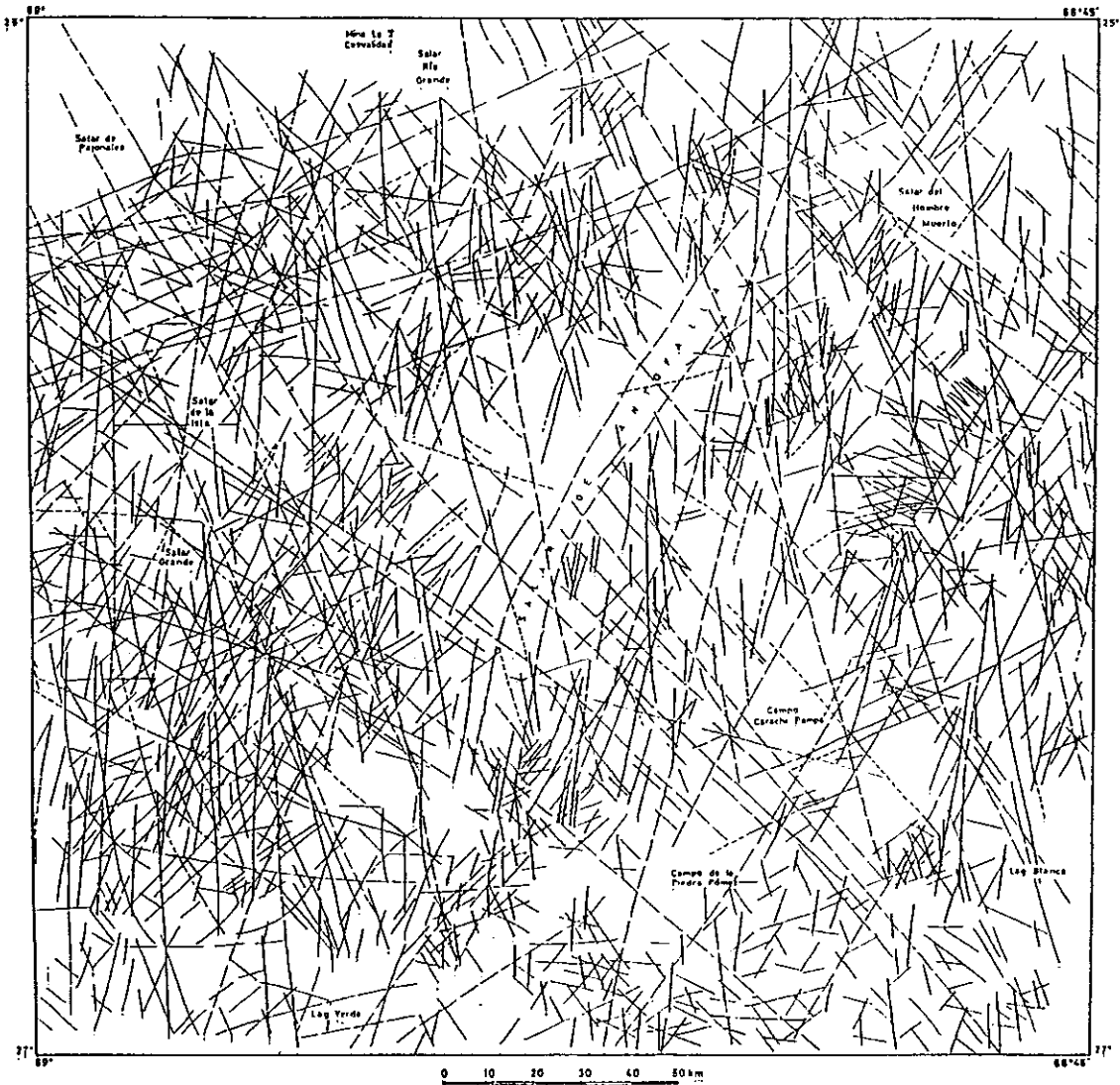


FIG. 2

# MAPA DE GEOLINEAMIENTOS



0 10 20 30 40 50 km  
Escala Gráfica

LAMINA II

AUTORES: ALDEREJE, H.C.  
BORJOLOTTI, P.  
MOYANO, R.O.  
DJEDA, J.R.

-1985-

permitía apreciar la acentuación de las distintas tendencias. Luego se eligió un intervalo de  $10^\circ$  con el que se logró una visualización clara sin incurrir en una exageración.

Isodensidad de Geolineamientos: sobre el mapa de geolineamientos y con el fin de delimitar áreas de mayores concentraciones, se subdividió con una red meridiana de 10 km de lado. Se contabilizó la cantidad de rasgos lineales, ya sea que queden comprendidos total o parcialmente dentro de cada cuadrícula, obteniendo un número o valor central, dado que expresa un conjunto de observaciones y que corresponde a la densidad de fractura en esa unidad de superficie. Posteriormente se realizó una suavización del contraste situación que se resuelve con la semisuma del valor central más los 8 valores adyacentes, obteniendo así variaciones areales graduales de densidad. Para representar se unen a estos valores con Curvas de isodensidad. (Lámina 3).

Isodensidad de intersección de geolineamientos: se ha llevado a cabo este análisis tratando de visualizar áreas con alta densidad de intersecciones. El procedimiento seguido fue como en el caso anterior en cuanto al cuadrículado. Se dió un valor numérico de 1 para cada cruce de geolineamientos y 0 en el caso de no existir.

Estos valores se sumaron obteniéndose un valor central. A partir de este punto se procedió como se indica para isodensidad de geolineamientos. (Lámina 4).

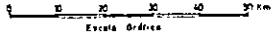
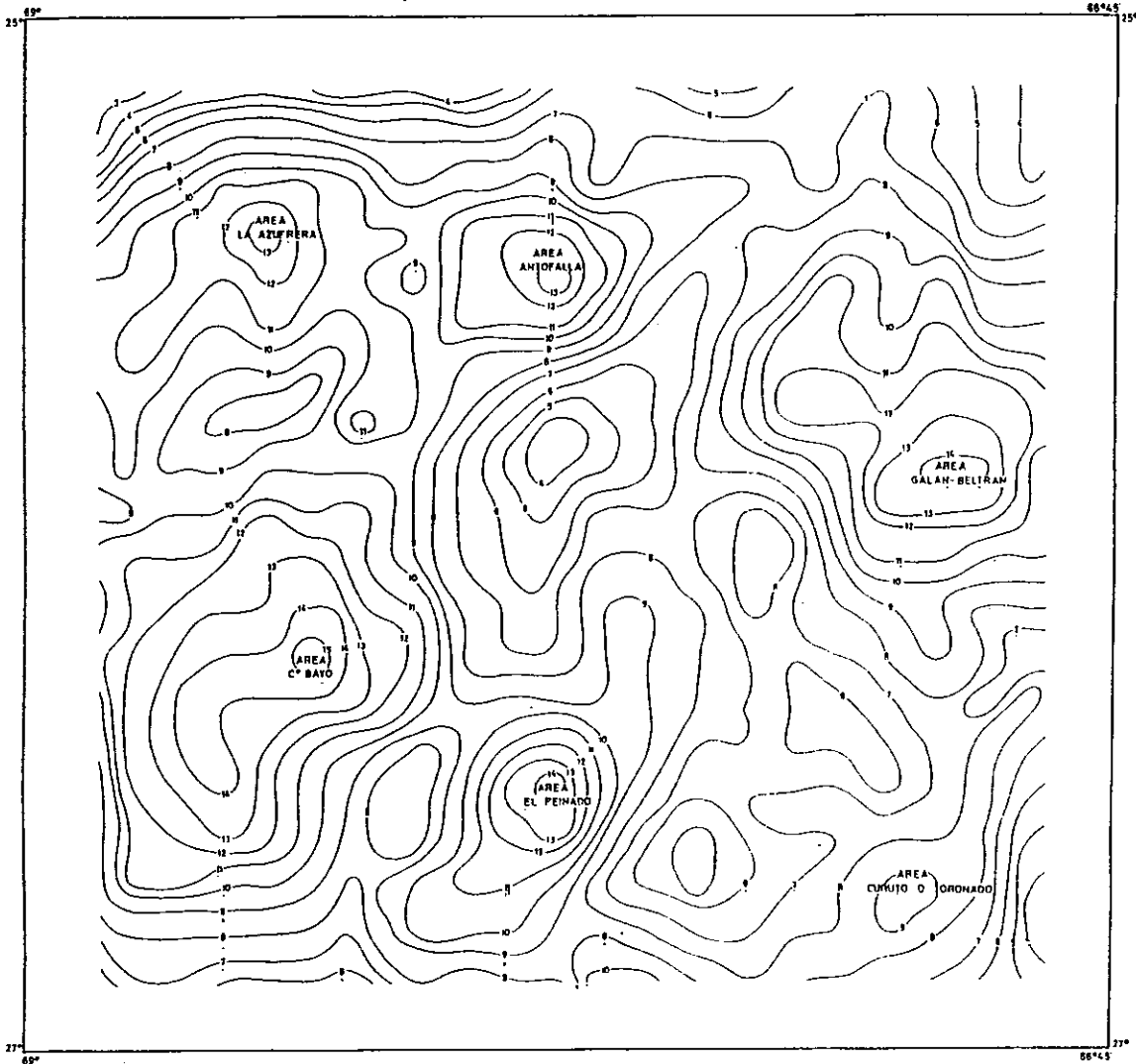
## CONCLUSIONES

Un primer intento de correlación de Geolineamientos, logrados a partir de imágenes LANDSAT, fue realizado en 1984 (Alderete et al) con el fin de encontrar evidencias de anomalías, apoyado todo esto por la interpretación de imágenes y/o fotointerpretación.

En base a los resultados obtenidos se elaboró el presente trabajo arribando a conclusiones sin ser absolutas o definitivas.

El gráfico polar de Macrolineamientos muestra una dirección entre  $N 320^\circ$  y  $N 60^\circ$ , observándose un pequeño pico en dirección  $N-N 10^\circ$  siendo su mínima expresión en dirección  $E-0 (N 90^\circ)$ .

# ISODENSIDAD DE GEOLINEAMIENTOS

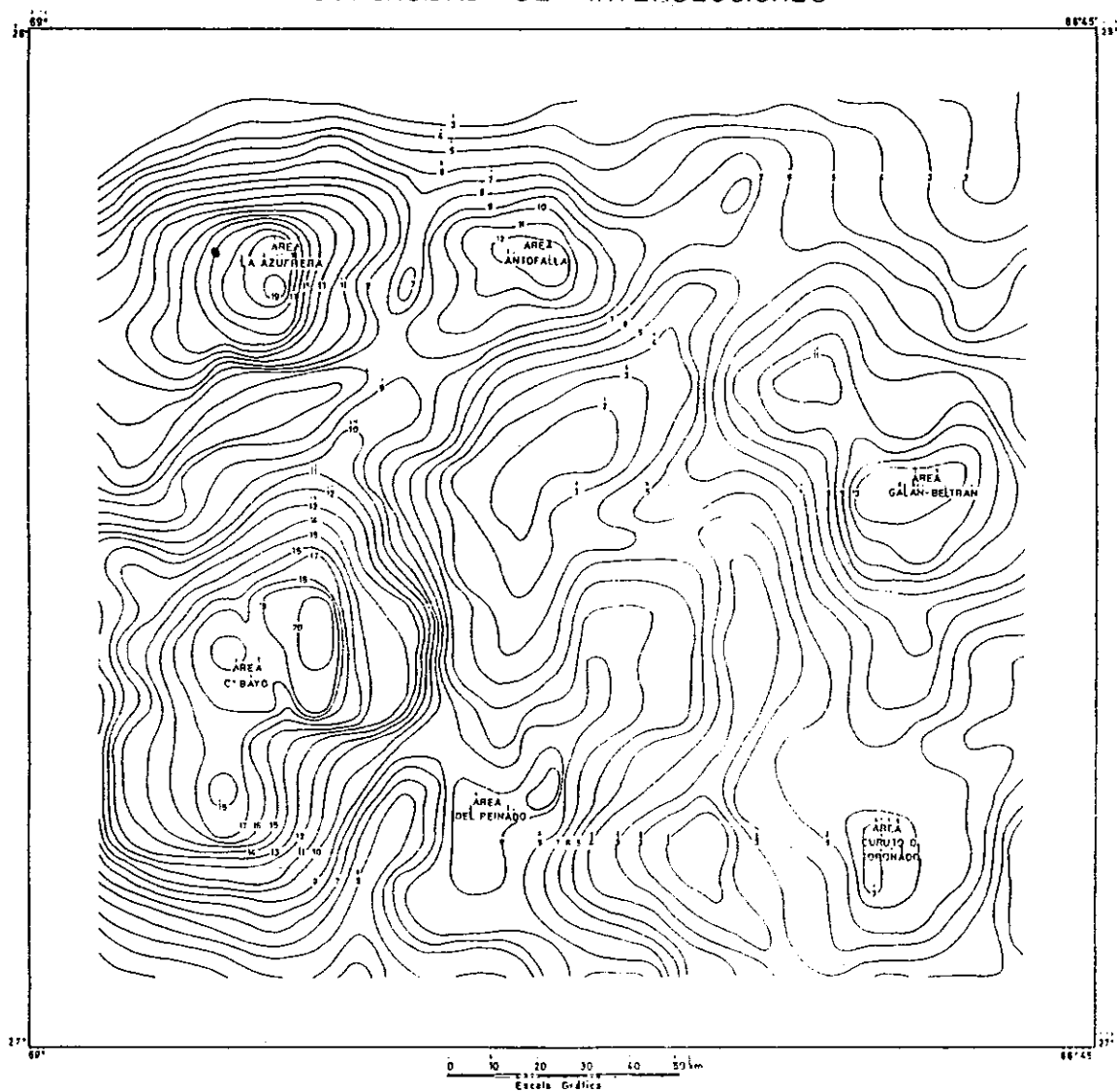


LAMINA III

AUTORES ALBERG E. MC  
BORICHOJI, P  
MAYANO, R O  
O'EDA JR  
-1986-

# ISODENSIDAD DE INTERSECCIONES

2-184



LAMINA III

AUTORES: ALDERETE, M.C.  
BARIOLARI, P.  
LUNARDI, R.O.  
OJEDA, J.H.

1985

El gráfico de Megalineamientos A, está representado por un pico significativo de dirección N 20°-N 30°. Hacia el oeste entre N 320°-N 340° se insinúa una concentración apreciable.

En dirección N 30°- N 50 °y N 70°-N 80° existen otras tendencias, decreciendo en sentido E-O (N 90°).

Los Megalineamientos B, expresan un pico entre N-N 10° para luego distribuirse en N 340°-N, decreciendo hasta alcanzar un máximo entre N 310°- N 320°. Hacia el este las direcciones se ponen de manifiesto entre N 10°-N 40° tendencias que por su cantidad ( 8 por ciento) lo hace llamativa.

Comparando los tres gráficos descriptos, notamos que las acen- tuaciones aseguran un cierto grado de confianza en cuanto a la elec- ción de los criterios de mapeo y clasificación.

Interpretando las curvas de Isodensidad de Geolineamientos y de Intersecciones, surgen áreas anómalas que fueron definidas como:

- Area La Azufrera
- Area Antofalla
- Area Galán-Beltrán
- Area Cerro Bayo
- Area El Peinado
- Area Curuto o Toronado

Los máximos obtenidos para Densidad de Geolineamientos se ven expresados en el área de Cerro Bayo, con un valor central de 15. Expresiones menores, pero no por ello menos significativas, se ponen de manifiesto en orden de importancia, en las Areas El Peinado, Galán-Beltrán, Antofalla y La Azufrera, siendo el mínimo con 9 en Area Curuto o Toronado. Los valores mínimos rodean a estas áreas coincidiendo en general con salares y llanos.

Los mapas de Isodensidad de Intersecciones y de Geolineamientos están en estrecha relación, observándose que los máximos valores se ubican en el Area Cerro Bayo, con 20, continuando en orden de importancia, en las Areas La Azufrera con 19, Galán-Beltrán con 13, Antofalla con

12, El Peinado con 9 y la mínima expresión en el Area Curuto o Toronado con 7. Los valores mínimos coinciden con los salares y llanos.

En general, las áreas descritas, se ubican en zonas cubiertas por rocas del Cuartario-Terciario, representadas por andesitas, tobas dacíticas, riódacíticas e ignimbritas. Se destaca que las Areas de Galán-Beltrán y Curuto o Toronado están ubicadas dentro de un ambiente de metamorfitas y leptometamorfitas, mientras que las ubicadas al oeste del Salar de Antofalla son casi exclusivamente vulcanitas.

El máximo de concentración en cuanto a aparatos volcánicos coincide tanto con las zonas anómalas de Isodensidad de Intersecciones como de Geolineamientos, en especial al oeste del Salar del Antofalla, lo que a su vez nos indica una disminución muy marcada hacia el este, culminando dichos eventos con un gran aparato y una caldera de dimensiones más que considerables como lo es la del Cerro Galán.

A su vez cada afea está delimitada por grandes fracturas de carácter regional como Area La Azufrera, Antofalla, Cerro Bayo y las Areas de Galán-Beltrán, El Peinado y Curuto o Toronado por cruces de grandes fracturas.

#### RELACION VULCANISMO -GEOLINEAMIENTO

A partir de la interpretación de imágenes satelitarias y de los diversos gráficos y diagramas confeccionados surgen algunas ideas para intentar relacionar la actividad volcánica con los geolineamientos. ( Lámina 1 y 5 )

A) El vulcanismo presente en la zona de estudio, se distribuye en la mitad oeste y está representado por andesitas, dacitas, tobas e ignimbritas, mientras que en el sector oriental los afloramientos en su mayor parte corresponden a metamorfitas del Basamento y leptometamorfitas ordovícicas. La distribución de las vulcanitas está controlada por una gran concentración de aparatos volcánicos.

B) La abundancia de afloramientos de vulcanitas y de aparatos volcánicos al oeste indica que la zona de mayor actividad ígnea proviene de ese sector y sus controles se dieron según varias direcciones y

y épocas (dentro del Cenozoico).

C) La cubierta volcánica o Plateau Volcánico, enmascara las líneas tectónicas más antiguas. Sin embargo se aprecia un control según / direcciones SO-NE y NO-SE que corresponderían a líneas modernas superpuestas a las submeridionales que fueron reactivadas en distintas épocas.

D) Este Plateau está cubriendo la zona de empalme entre las unidades mesozoicas de la Cordillera de Domeyko y las entidades terciarias que sobreyacen al Basamento granítico y metamórfico de la Puna Argentina.

E) Las rocas volcánicas originadas por los aparatos más modernos son de distribución más restringida y parecen inscribirse en un sistema NNO-SSE y el submeridional antiguo que controló el sistema morfoestructural de Puna.

F) El vulcanismo que originó los mayores aparatos volcánicos (Cerro Galán, Blanco y otros) está controlado por líneas submeridionales y sus intersecciones; la edad de estas manifestaciones sería mayor que las dadas para el Plateau oeste.

G) El área SE es la menos afectada por este vulcanismo moderno y ello se explicaría porque las líneas submeridionales no solo elevaron los bloques sino que limitaron la llegada de los materiales del oeste. Salvo el caso de Cerro Galán que tiene un aporte importante de material piroclástico e ígneo, es escasa su distribución hacia el este. Esto podría explicarse por la erosión mayor que hubo en la periferia de Puna o en los sectores intermontanos del área.

Cabe destacar que la evolución tectónica de los Andes a partir del Cenozoico medio, está caracterizada por eventos volcánicos cuyos magmas tienen origen en la interacción de la Placa de Nazca subductada y la Placa Continental Sudamericana.

#### INTERPRETACION ESTRUCTURAL REGIONAL

El análisis de las diferentes estructuras en base a interpretación propia y a la consulta realizada de otros permiten mencionar algu



nas observaciones interesantes. (Lámina 5).

A) Las grandes unidades orográficas del área, siguen los lineamientos principales a partir del Salar de Antofalla y de allí hacia el este. Así se suceden la fosa del Salar mencionado, la Sa. de Calalaste, Salar de Incahuasi, Campo de Cortaderas, Sa. de Los Colorados, Campo de Carachi Pampa-Antofagasta de la Sierra, Sas. del Peñón, Campos Negros-Pabellón-Sa. De Laguna Blanca, Cerro Galán y Campos de la Laguna Blanca. Estas entidades son limitadas por la fracturación principal del área. Se las cita de oeste a este con un rumbo SSO-NNE.

B) Al oeste de Antofalla e internándose en territorio chileno, las principales líneas tectónicas visibles son submeridionales SSO-NNE y otras de dirección OSO-ENE que corren una desde el Salar de Aguas / Amargas hasta el norte del Salar de Hombre Muerto y por el norte del Salar de Gorbea hasta el sur del Salar de Arizaro, la otra.

Todas ellas parecen controlar la efusividad que conforma el gigantesco Plateau de andesitas, dacitas, piroclastitas y sus focos emisores que son cuantitativamente más abundantes que en la porción oriental.

C) Las sedimentitas terciarias se localizan según líneas estructurales a las que controlan el relieve originado por la tectónica Andina.

D) Las entidades del Paleozoico tanto inferior como superior afloran también según el mismo control, o sea, esta zona es el límite de las gigantescas unidades que forman el Basamento de Puna y Sas. Pampeanas que desaparecen cubiertas bajo el Plateau Volcánico y no son visibles ya en territorio chileno.

E) El distinto nivel del Basamento se explicaría como que la / porción Puna, de Antofalla al este, es de mayor profundidad en contraposición de la situada al oeste, de menor profundidad. Estas diferencias estarían dadas por el particular comportamiento que se describe para este sector para la Placa de Nazca.

A partir de 1976, cuando Barazangi e Isacks, sobre la base de la distribución de los sismos de profundidad intermedia, destacan la /



segmentación de la Plaza de Nazca en tramos de distinta inclinación, numerosos fueron los autores que se ocuparon del tema. Así podemos citar a Baldis et al (1981), Coira et al (1982), Isacks et al (1982), / Allmendinger et al (1982,1983), Gallardo (1982), Allmendinger (1984) y Jordan (1984), la mayoría de los cuales coinciden que entre los 24°y 27°S existe una zona de transición, ya que al norte de los 24°S la zona de Benioff inclina 30°al oeste y al sur de los 27°S, entre 5°y 10° al este.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Dr. R.R. González por sus sugerencias y lectura crítica del manuscrito. Del mismo modo a los Sres. N.I. Montenegro y A. Gutierrez por su colaboración en la preparación de gráficos, además de todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron posible el mismo. Debe señalarse además el apoyo prestado por la Fundación Miguel Lillo y GEOTUC (Programa del CONICET).

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACEÑOLAZA, F.G. y A.J. TOSELLI, 1971. Hallazgo de graptolites ordovícicos en el supuesto precámbrico de la Puna de Catamarca y Salta. Asoc. Geol. Arg. Rev. XXV (2), Bs. As.
- ACEÑOLAZA, F.G., y A.J. TOSELLI, 1981. Geología del Noroeste Argentino. Publ. esp. Fac.Cienc.Naturales.Univ.Nac.Tuc. N°1287.pp 1-212. San Miguel de Tucumán.
- ALDERETE, M; P. BORTOLOTTI y J. OJEDA, 1984. Análisis de geolineamientos con imágenes LANDSAT del oeste de la Prov. de Catamarca. / Prim.Jorn.Geol. Cat. ( en prensa).
- ALONSO, R; j. VIRAMONTE y R.GUTIERREZ,1984. Puna Austral-Bases para el subprovincialismo geológico de la Puna Argentina. IX.Congr.Geol. Arg. Actas, 1: 43-63. Bs. As.
- ALLMENDINGER, R, 1984. Estructuras transversales de la zona de transición entre 26°y 27°S, provincias de Tucumán y Catamarca, Argentina. Resultados preliminares. IX Congr.Geol.Arg.Actas 11:31-47. Bs. As.
- ALLMENDINGER, R; T.JORDAN, M.PLAMA Y V.RAMOS, 1982. Perfil estructural en la Puna Catamarqueña (25°-27°S),Arg. V.Congr.Latinoam.de / Geol. Argentina, Actas 1: 499-518. Bs. As.

- ALLMENDINGER, R.; V. RAMOS; T. JORDAN; M. PALMA y B. ISACKS, 1983. Paleogeography and Andean structural geometry, northwest Argentina. *Tectonics*, 2: 1-16, Washington, D.C.
- BALDIS, B.; J. FEBRER y A. VACA, 1981. Sobre algunos esquemas estructurales y geotérmicos asociados a la subducción Sudamericana. *Geol. Norandina*, 4, Bogota, Colombia.
- BALDIS, B.; J. VIRAMONTE y J. SALFITY, 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno Central Argentino y el borde austral de la Puna. II Congr. Iberoamer. Geol. Econom. IV: 25-44, Bs. As.
- BARAZANGI, M. y B. ISACKS, 1976. Spatial distribution of earthquakes / and subduction of the Nazca Plate beneath South America. *Geology*, 4: 686-692.
- CISTERNAS, M.; J. VICENTE y J. DAVIDSON, 1978. Estratigrafía y estructura del flanco occidental de la Cordillera Claudio Gay, al sur del Salar de Pedernales, Atacama, Chile. VII Congr. Geol. Arg. Actas 1: 617-628, Bs. As.
- COIRA, B.; J. DAVIDSON; C. MPODOZIS y V. RAMOS, 1982. Tectonic and / magmatic evolution of the Andes of Northern Argentina and Chile. *Earth Science Reviews*, 18: 303-332, Amsterdam.
- COIRA, B. y N. PEZZUTTI, 1973. Vulcanismo Cenozoico en el ámbito de la Puna Catamarqueña (25°30' y 25°50' Lat.S. y 68° y 68°30' Long.W). *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XXXI (1): 33-52, Bs. As.
- CHONG DIAZ, G., 1977. Contribution to the knowledge of the Domeyko / Range in the Andes of Northern Chile. *Geol. Rundschau*, 66, 2: 374 - 404, Stuttgart.
- DAVIDSON, J.; y E. GODOY, 1976. Observaciones sobre un perfil geológico de los Andes chilenos a la lat. de 25°40' S (Prov. de Antofagasta y Atacama). VI Congr. Geol. Arg. Actas 1: 69-87, Bs. As.
- DERUELLE, B., 1977. Subduction et zonation du volcanisme Plio-Quaternaire des Andes du Sud (18°55'S). *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam.* 29 (2): 179-188, Paris.
- FIGUEROA, L., 1971. Fotolineamientos y mineralización en el noroeste argentino. *Prim. Simp. Nac. Geol. Econom.*, 1: 109-124, San Juan.
- FULLER, C. (Director), 1968. Mapa geológico de Chile, escala 1:1.000.000. *Inst. Invest. Geol. Chile*.
- GALLARDO, C., 1982. Aspectos estructurales del modelo sismotectónico de los Andes Meridionales, Chile-Argentina. V Congr. Latinoamer. Geol. Argentina, Actas III: 641-657, Bs. As.
- ISACKS, B.L.; T.E. JORDAN; R.W. ALLMENDINGER y V.A. RAMOS, 1982. La segmentación tectónica de los Andes Centrales y su relación con la geometría de la placa de Nazca Subductada. V Congr. Latinoam. Geol. 3: 587-606, Bs. As.

- JORDAN, T.E., 1984. Cuencas, vulcanismo y acertamientos Cenozoicos: Argentina, Bolivia y Chile, 20°-28° Latitud Sur. Actas IX Congr. Geol. / Arg., 11:7-24, Bs.As.
- LAHSEN, A., 1976. La Actividad geotermal y sus relaciones con la tectónica y el volcanismo en el norte de Chile. Primer. Congr. Geol. Chileno, 1:(B 105-B125), Santiago.
- LAHSEN, A., 1982. Evolución tectónica, solevantamiento y actividad volcánica de los Andes del norte de Chile, durante el Cenozoico superior. 3 Congr. Geol. Chil. Actas B1-B27. Santiago.
- MAPA GEOLOGICO PLAN NOA-SERVICIO MINERO NACIONAL. Escala 1:400.000, 1975. (inédito).
- MENDEZ, V.; A. NAVARINI; D. PLAZA y O. VIERA. 1973. Faja eruptiva de la Puna oriental. Actas V Congreso Geol. Arg. 4:89-100, Bs.As.
- MERCADO, M., 1978. Avance geológico de las Hojas Chañaral y Potrerillos Región de Atacama. Inst. Invest. Geol. Mapas Geológicos Prelim. Chile, N°2, 24 págs.
- MERCADO, M., 1982. Geología de la Hoja Laguna del Negro Francisco, Región de Atacama. Inst. Invest. Geol. (Chile). Boln. N°56, 73 p.
- MON, R., 1976. La tectónica del borde oriental de los Andes en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXXI (2):65-72, Bs.As.
- MON, R., 1979. Esquema tectónico de los Andes del Norte Argentino. Rev. / Asoc. Geol. Arg. XXXIV (1):53-60. Bs.As.
- MORTIMER, C., 1973. The Cenozoic history of the southern Atacama Desert Chile. Geol. Soc. Lond. J. Vol. 129: (505-526).
- MOYA, M.C. y J.A. SALFITY, 1982. Los ciclos magmáticos en el noroeste argentino. V. Congr. Latinoam. Geol. Argentina. Actas III:523-536, Bs.As.
- NARANJO, J.A., 1981. Evolución geológica de los Andes de Antofagasta Meridional. VIII Congr. Geol. Arg. San Luis, Actas III:457-470.
- NAVARRO GARCIA, L., 1974. Geología de la comarca comprendida entre la Serranía del Cajón y Carachi Pampa. Prov. de Catamarca y Salta. (Inédito).
- NAVARRO GARCIA, L., 1984. Estratigrafía de la región comprendida entre los paralelos de 26° a 27°15' de Lat. Sur y los meridianos de 66°30' a 67° de Long. Oeste, Provincia de Catamarca. IX Congr. Geol. Arg., Actas I: 353-383, Bs.As.
- OMARINI, R.H.; J.G. VIRAMONTE; U. CORDANI; J.A. SALFITY y K. KAWASHITA, 1984. Estudio geocronológico Rb/Sr de la Faja Eruptiva de la Puna en el sector de San Antonio de Los Cobres, Provincia de Salta. IX. Congr. Geol. Arg. Actas II: 146-158, Bs.As.

- RUIZ HUIDOBRO, O.J., 1975. Descripción geológica de la hoja 12c, Laguna Helada (Prov. de Catamarca). Dir. Nac. de Geol. y Min. Boln. 142, / Bs.As.
- SALFITY, J.; S. GORUSTOVICH, M. MOYA y R. AMENGUAL, 1984. Marco tectónico de la sedimentación y efusividad Cenozoica en la Puna Argentina. IX Congr. Geol. Arg. Actas 1:539-554. Bs.As.
- SCHWAB, K., 1972. Cenozoic volcanism in the Argentine Puna and its relationship to tectonic movements. Inter. Geol. Congr. Rep. 24th Sess. Canadá, 2:211-221.
- SEGERSTROM, K., 1968. Geología de las Hojas Copiapó y Ojos del Salado, Prov. de Atacama. Inst. Invest. Geol. (Chile). Boln. N°24, 58 p.
- SEGERSTROM, K., 1970. Apollo 7 photography in Antofagasta Province - An interpretation. In Geol. Survey Research 1970. U.S. Geol. Survey / Prof. Paper 700-D .
- SEPULVEDA, P. y J.A. NARANJO, 1982. Geología de la hoja Carrera Pinto Región de Atacama. Inst. Invest. Geol. (Chile). Boln. N°53, 60 p.
- SILLITOE, R.; MORTIMER, C.; CLARK, A.H., 1968. A Chronology of landform evolution and supergene mineral alternation, southern Atacama / Desert, Chile. Inst. Min. Metall, Trans, Sect. B., Vol. 77, 166-169.
- TURNER, J.C., 1960. Estratigrafía del Nevado de Cachi y sector al oeste. Acta Geol. Lilloana, 3:191-226, Tucumán.
- TURNER, J.C., 1969. Un perfil transversal de la Puna Austral, Lat. 26° S, República Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIV (4):361-366, Bs. As.
- TURNER, J.C., 1973. Descripción Geológica de la Hoja 11d, Laguna Blanca (Provincia de Catamarca). Dir. Nac. Geol. y Min. Boln. 142, Bs.As.
- TURNER, J.C. y V. MENDEZ, 1979. Puna. II Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. / Cienc. 1:13-56.
- TURNER, J.C. y K. SEGERSTROM, 1972. A conspicuous flexure in regional structural trend in the Puna of Northwestern Argentina. Geol. Survey Research: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 800-B.
- VILELA, C.R., 1953. Los períodos eruptivos en la Puna de Atacama. Rev. / Asoc. Geol. Arg. VIII (1):5-36, Bs.As.
- VIRAMONTE, J.; R. SUREDA y M. RASKOVSKY, 1976. Rocas metamórficas de alto grado al oeste del Salar Centenario, Puna Salteña. VI Congr. Geol. Arg., Actas, 2:191-206, Bs. As.