

GEOLOGIA Y VOLCANOLOGIA DEL VOLCAN TURRIALBA, COSTA RICA

Gerardo J. Soto B.

Escuela Centroamericana de Geología-Red Sismológica Nacional
Apdo 35 Universidad de Costa Rica, Costa Rica

RESUMEN

El Volcán Turrialba es el más oriental de la Cordillera Central y se ubica 10 km tras el eje volcánico. Corona al "Macizo del Turrialba", cuya base ha sido datada en 2,15 m.a..

El Turrialba y otras unidades volcánicas coalescentes se han ordenado en 17 unidades volcanoestratigráficas que incluyen estratovolcanes, conos piroclásticos, coladas y campos de coladas y una avalancha.

Las rocas de estas unidades son andesitas basálticas y andesitas. Los minerales presentes son plagioclasa, clino y ortopiroxenos y olivino accesorio hasta un 6-7%. Hornblenda basáltica y biotita son accesorias (<1%) presentes en pocas unidades.

La petroquímica indica que estas rocas son andesitas orogénicas, típicamente calcoalcalinas.

La actividad explosiva registra episodios principalmente estrombolianos, dos fases plinianas y actividad freatomagmática. La actividad histórica desde el siglo XVIII es exhalativa y un ciclo estromboliano entre 1864-66.

Las estructuras volcánicas se alinean según fracturas regionales con dirección NE, con actividad neotectónica.

INTRODUCCION

El Volcán Turrialba es el más oriental de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Su altura máxima es 3340 ms.n.m. en los 10°02' lat. N y 83°46' long. W.

El eje volcánico de la Cordillera está definido por los volcanes Platanar, Poás, Barva e Irazú, y corre en dirección N60W, distanciado 150 km de la Fosa Mesoamericana. El Turrialba se encuentra 10 km atrás del eje volcánico, hacia el NE (figura 1).

El "macizo del Turrialba" es un voluminoso complejo estratovolcánico de aproximadamente 290 km³, que abarca desde la ciudad de Turrialba hasta las llanuras de Guápiles, y desde el río Toro Amarillo hasta cerca del río Reventazón. El "Volcán Turrialba" es el cono compuesto actual, que corona al complejo estratovolcánico.

Bajo el "macizo del Turrialba" hay una compleja, espesa y deformada secuencia sedimentaria perteneciente a la Cuenca de Limón, cuya colmatación sucedió en el Mioceno Superior-Plioceno. Aflora en la base de los flancos oriental y meridional del macizo (Fernández, 1987). Sobreyaciendo a las sedimentitas hay coladas basálticas en el río Guayabo, datadas en 5,1 m.a., y sobre éstas, andesitas de 2,15 ± 0,30 m.a., que pueden considerarse la base del macizo (Tourmon, 1984).

En este trabajo se sintetizan los aspectos geológicos, petrológicos y tectónicos del Volcán Turrialba y otras estructuras volcánicas coalescentes y contemporáneas a este último estratovolcán del macizo del Turrialba.

GEOMORFOLOGIA

Las geoformas del Volcán Turrialba y alrededores se han subdividido en A- Formas de origen volcánico, B- Formas de origen estructural, y C- Formas de origen erosivo (mapa geomorfológico adjunto).

A- Formas de origen volcánico

Incluye una serie de conos compuestos y piroclásticos (caracterizados en la Tabla 1), unidades de flujo, lagunas de represamiento, túneles de lava colapsados, planicies piroclásticas, y los cráteres cuspidales.

Los conos compuestos tiene patrones de drenaje radiales. La abertura erosiva del Volcán Finca Liebres le da una forma de herradura. El Turrialba es asimétrico en dirección NE. El Dos Novillos está parcialmente disectado al S por una fractura, y al W por erosión.

Las unidades de flujo se originan en los diferentes conos y fluyen radialmente a partir de ellos. Los límites laterales los ocupan valles de corte profundo, mientras que en su área interior el patrón de drenaje es paralelo, con cortes erosivos menos intensos. Las pendientes promedio son de 20-25°. La distancia máxima de los flujos es 8 km del punto de emisión.

Dos planicies rellenas de piroclastos se ubican al SW y al S del cono principal. Las antiguas unidades de flujo han sido rellenas por varios m de tefras y forman planicies. Otras estructuras observadas son lagunas de represamiento y túneles de lava colapsados, en la planicie suroccidental.

Los cráteres actuales son tres bien definidos y uno colapsado, en medio de la depresión elongada del graben cuspidal.

B- Formas de origen estructural

Son escarpes de falla con pendientes de 45-75°. Todos están alineados hacia el NE: Río Elia, Río Guácimo, Quebrada Ariete y el graben cuspidal.

C- Formas de origen erosivo

Las volcanitas de las unidades Pre-Turrialba y Finca Liebres, que son las más antiguas, han sido fuertemente erosionadas, dando pendientes de hasta 60°. El cono Finca Liebres ha quedado en forma de herradura, abierta hacia el N.

TABLA 1: CONOS VOLCANICOS EN ALREDEDORES DEL VOLCAN TURRIALBA

Conos compuestos

Nombre	ms.n.m.	Pend.(°)	D inf (m)	D sup (m)	Altura (m)	Vol(m ³)
Finca Liebres	3074	25	~ 3000	~ 1000	500	~ 5x10 ⁹
Turrialba	3340	25	6000	1800	600-1100	15x10 ⁹
Dos Novillos	2530	25	2000	500	300	1,5x10 ⁹

Conos piroclásticos

Tiendilla	2791	18-30	400	80	70	3,6x10 ⁶
El Armado	2750	20-27	680	120	120	1,8x10 ⁷

VOLCANOSTRATIGRAFIA E HISTORIA VOLCANICA

Se han definido 17 unidades geológicas en el Volcán Turrialba y alrededores (figura mapa geológico adjunto).

Las unidades del macizo no relacionadas con el actual volcán se nombraron Pre-Turrialba y afloran al W y S del Volcán.

La Unidad Finca Liebres es contemporánea con las fases iniciales del Turrialba. Comprende al estratovolcán Finca Liebres y las coladas que fluyeron hacia el S, SE y E. Son andesitas con clino y ortopiroxenos.

Las Unidades Turrialba 1, Turrialba 2 (Los Cabros) y Turrialba 3 son de una estratigrafía compleja que incluye coladas de lava y flujos piroclásticos andesíticos.

Las lavas de la Unidad Los Cabros son andesitas bипiroxénicas con olivino accesorio y cumulos de ClPx+Ol. Químicamente son andesitas ácidas a básicas de mediano a alto K.

Las lavas de la Unidad TU-3 son petrográficamente andesitas con dos piroxenos y olivino accesorio. Los olivinos tienen coronas de ortopiroxenos y éstos de clinopiroxenos. Un análisis químico de esta unidad muestra una andesita básica con alto potasio.

La Lava de Aquiares fue eruptada desde una fractura meridional del cono del Turrialba. Es una andesita augítica con olivino accesorio. Químicamente corresponde con una andesita básica con alto potasio.

La Lava la Silvia es andesítica con dos piroxenos.

La Avalancha Bajos se originó por el deslizamiento (producido probablemente por un sismo) de la pared nororiental del cono del Turrialba, facilitado por la zona de debilidad del graben cuspidal. Tiene morfología en tipo "jamón", y se estima de un volumen de 0,9 km³.

La Lava Bajos 1 son andesitas basálticas (con dos piroxenos y olivino con coronas de ortopiroxeno). Destacan en ella megacristales de hornblenda basáltica poiquilitica, de hasta 25 mm.

La Lava Bajos 2 está compuesta por dos subunidades. La inferior aflora más lejos hacia el N del graben, y son andesitas basálticas (dos piroxenos y olivino automórfico glomeroporfirítico, con bordes de reacción). La subunidad superior la sobreyace, y son menos ricas en olivino, y con más ortopiroxenos, además de tener una morfología más abrupta en bloques. Un análisis químico de la subunidad superior muestra un basalto.

La Lava El Armado fue eruptada desde una fractura meridional al Volcán Turrialba. Es una andesita basáltica con olivino, algunos de los cuales tienen coronas de reacción de ortopiroxenos. La Lava Tiendilla es similar, pero con olivino accesorio no más.

Los conos piroclásticos El Armado y Tiendilla crecieron sobre los puntos de efusión de las respectivas coladas, a lo largo de la fisura.

La Lava La Picada son andesitas bипiroxénicas con olivino accesorio. Esta es probablemente la colada más reciente del Turrialba.

El Volcán Dos Novillos es un estratovolcán pequeño parcialmente erosionado, cuya actividad se supone contemporánea con las unidades TU-2 a TU-8. No hay análisis de rocas.

El estratovolcán Turrialba está formado por lavas, flujos piroclásticos no soldados, piroclastos de caída y coladas piroclásticas. Es un edificio con amazón de lavas, pero en donde los piroclastos son volumétricamente mayoritarios. Las lavas analizadas en la cima y flancos son andesitas basálticas y andesitas. Muestran clino y ortopiroxenos, y olivino accesorio. Son comunes las texturas glomeroporfiríticas de Pl+OPx, y algunos xenolitos gabroicos con ClPx+Pl+Ol. También son comunes las coronas de OPx envolviendo los Ol. La hornblenda es rara, y sólo se encuentra en pocas lavas, opacitizada.

Los flujos piroclásticos del cono del Turrialba son andesíticos, con líticos y bombas centimétricas a decimétricas con matrices cineríticas no soldadas. Afloran muy bien en el flanco septentrional y NE hasta distancias de 6 km de la cima.

Se han identificado depósitos de oleadas piroclásticas hasta cerca de la Lechería La Central, a 2,5 km de la cima. En la cumbre son abundantes, y se produjeron principalmente en los cráteres del NE y el central.

Los piroclastos de caída documentan eventos principalmente estrombolianos. Hay 2 eventos plinianos puniticos, separados por un evento vulcaniano andesítico. Posteriores a éste hubo otros episodios estrombolianos, un evento freático grande, más actividad estromboliana y otro evento freático. Melson et al. (1986) sugieren una edad cercana a los 2000 años para el evento pliniano, 1970 ± 90 años para el gran evento frático y 725 ± 50 para el segundo.

La edad de los eventos plinianos corresponde aproximadamente con 2 horizontes de cenizas en turbas en El Silencio de Siquirres (35 km al ENE), datadas por Cohen et al. (1986) en 2330 y 3370 años.

Las pómez son de color crema con fragmentos andesíticos similares a los del evento vulcaniano intercalado. Esto sugeriría una invasión de la cámara diferenciada (magma ácido) por un magma andesítico no miscible mecánicamente, que provocaría la secuencia explosiva.

La geología de la cima muestra paredes abruptas de lavas y piroclastos. Las paredes corresponden con los escarpes del graben cuspidal, en cuyo interior se han instalado múltiples cráteres. Hay cuatro cráteres actualmente. El más occidental colapsó hacia el NW. Los otros tres muestran una migración hacia el SW, siendo el cráter SW el activo en tiempos históricos. En éste y el central hay actividad solfatárica actual. Las lavas y piroclastos de la cima son andesitas basálticas y andesitas, bipiroxénicas y con olivino accesorio.

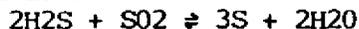
ACTIVIDAD HISTORICA Y ACTUAL

Desde principios del siglo XVIII existen reportes de intensa actividad fumarólica en la cima del Turrialba. Numerosos reportes de mediados del siglo pasado lo corroboran, y algunos manifiestan haber observado desde lejos probable actividad piroclástica restringida al cráter. El primer ascenso a principios de 1864 confirma la actividad fumarólica intensa en el cráter SW (von Seebach, 1865; Hoffman, 1868a,b; González, 1910; Fernández, 1921).

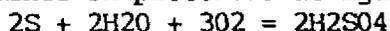
En setiembre de 1864 se inició un ciclo estromboliano ($VEI \leq 2$) que duró hasta febrero de 1866. Las cenizas fueron arrastradas por los alisios del este, y cayeron en San José, el Valle Central occidental y hasta en Puntarenas (von Seebach, 1865; González, 1910). En la cima se depositaron 2,20 m de ceniza y bombas.

Desde 1866 al presente, sólo hay actividad solfatárica en los cráteres central y SW, con precipitados de azufre. Esta actividad es típica de baja temperatura, controlada por la condensación de vapor de agua en contacto con la atmósfera ($T_{eb}=88^{\circ}C$ a 3200 ms.n.m.).

El azufreprecipitado se forma según la reacción en presencia de agua, que se decanta rápidamente hacia la derecha:



tal como se ha observado en el Teide en Tenerife (Araña & Ortiz, 1984). Parte del azufre se oxida rápidamente en presencia de agua, formando ácido sulfúrico



lo que le da gran acidez a los condensados de las solfataras ($pH=1,5-2,0$ en el cráter SW y $pH=4,5-5,5$ en el cráter central).

PETROGRAFIA Y PETROLOGIA

Petrográficamente, las lavas del Turrialba son andesitas y andesitas basálticas. La fase mineralógica más abundante es la plagioclasa (An 30-60), luego la augita, ortopiroxeno y magnetita. El olivino está ausente o accesorio, y sólo en ciertas lavas alcanza el 6-7%. Asimismo la hornblenda es accesorio, destacándose los megacristales de la Unidad Bajos 1. La biotita accesorio se ubicó en la Unidad Finca Liebres. Ambas fases hidroxiladas deben corresponder con eventos efusivos con alta presión de vapor de agua.

Las texturas son hipocristalinas porfiríticas, con matriz intersertal, con vidrio pardo de claro a oscuro.

Petroquímicamente se usaron 15 muestras representativas (tabla 2). Según el diagrama de Peccerillo & Taylor (1976) 2 son basaltos, 6 andesitas basálticas, 5 andesitas y 2 dacitas. Según el diagrama de Gill (1981), de las 15 muestras, 9 son andesitas orogénicas: 5 básicas y 4 ácidas, 2 dacitas y 4 basaltos.

Comparando la petroquímica y la petrografía, el primer diagrama resulta de buen ajuste, en donde predominan las andesitas basálticas, cuya moda muestra 2 piroxenos (clino+orto) y olivino accesorio. Las 2 dacitas analizadas corresponderían con diferenciados ácidos, similares a los piroclastos pumíceos observados.

Según los diagramas para series magnéticas de Irvine & Baragar (1971) y Miyashiro (1974), los productos del Turrialba corresponden enteramente con la serie calcoalcalina.

ESTRUCTURA VOLCANO-TECTONICA

Existe un claro alineamiento estructural en dirección SW-NE (figura adjunta, cf. Soto, 1988) de:

- 1- Volcán Finca Liebres,
- 2- Solfataras de Quebrada Gato,
- 3- Conos piroclásticos El Armado y Tiendilla,
- 4- Volcán Turrialba y sus 4 cráteres,
- 5- Graben cuspidal del Turrialba,
- 6- Escarpes de la Q. Ariete y ríos Guácimo y Elia,
- 7- Volcán Dos Novillos.

Un enjambre sísmico en la falda SE del Irazú en 1982 evidenció una falla de dirección N46E (Güendel, 1985). Esta sería la prolongación hacia el SW de la zona de fractura, para una longitud total de 15 km. Otras fracturas regionales en la vertiente del Caribe, con la misma dirección, provocaron flujos lávicos en el Plio-Pleistoceno, y cortan conglomerados continentales Pleistocenos (Cervantes, en preparación). Esto evidencia una actividad de las fracturas durante todo el Cuaternario, hasta el presente.

La presencia de fracturas con esta dirección en esta parte del arco volcánico, puede deberse a un efecto combinado de los esfuerzos de bajocorrimiento de la subducción, y a transcurrentes que estarían formando la Zona de Fractura Incipiente de Costa Rica en el meridiano 84° W (Alvarado et al., 1987; Soto, 1988).

CONCLUSIONES

El Volcán Turrialba corona al macizo homónimo cuya base se dató en 2,15 m.a..

Las geofomas principales en la zona son volcánicas, estructurales (escarpes de falla) y erosivas (unidades más antiguas).

Las unidades volcanostratigráficas definidas son 17 e incluyen conos compuestos y piroclásticos, campos de coladas y flujos piroclásticos, coladas de lava y una avalancha.

Las lavas del Turrialba son andesitas y andesitas basálticas, cuyas fases mineralógicas predominantes son plagioclasa, clino y ortopiroxenos, olivino y magnetita. La hornblenda es rara y accesorio.

La petroquímica muestra andesitas orogénicas típicamente calcoalcalinas.

La actividad explosiva es predominantemente estromboliana y freatomagnética. Hubo 2 eventos plinianos en los últimos 3 mil años, separados por un evento vulcaniano, todo en un probable corto lapso. A posteriori la actividad ha sido freática y estromboliana, y actualmente exhalativa no más.

Las estructuras volcánicas están alineadas según fracturas regionales al NE, producto probable de la combinación de esfuerzos de subducción y transcurrentes de la ZFICR.

REFERENCIAS

- Alvarado, G., Barquero, R., Boschini, I., Chiesa, S. & Carr, M., 1987: Relación entre la neotectónica y el vulcanismo en Costa Rica. Revista CIAF, Bogotá, 11,1-3:246-264.
- Araña, V. & Ortiz, R., 1984: Volcanología. Madrid, 510 pp.
- Cervantes, J.F., en prep.: Geología del Proyecto Hidroeléctrico Siquirres, Cuenca de Limón, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, Univ. de Costa Rica.
- Cohen, A.D., Raymond, S., Mora, S., Alvarado, A. & Malavassi, L., 1986: Características geológicas de los depósitos de turba en Costa Rica (estudio preliminar). Revista Geológica de América Central, 4:47-67.
- Fernández, R., 1921: Un volcán olvidado. Revista de Costa Rica, 3,4-5:110-120.
- Fernández, A., 1987: Geología de la Hoja Topográfica Tucurrique (1:50000 IGNCR 3445I). Tesis de Licenciatura Escuela Centroamericana de Geología, Univ. de Costa Rica, 206 pp.
- Gill, J., 1981: Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Berlín, 390 pp.
- González, C., 1910: Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica 1608-1910. Tipografía de Avelino Alsina, San José, Costa Rica, 200 pp.
- Güendel, F., 1985: Enjambres sísmicos en el Volcán Irazú. Catálogo de temblores 1984, OVSICORI, Universidad Nacional, Costa Rica: 100-104.
- Hoffman, C., 1858a: Una excursión al Volcán de Cartago en Centroamérica. En: Carl Hoffman, viajes por Costa Rica; C. Meléndez, 1976:87-111.
- Hoffman, C., 1858b: Una excursión al Volcán Barva en 1855. En: Carl Hoffman, viajes por Costa Rica: C. Meléndez, 1976: 113-169.

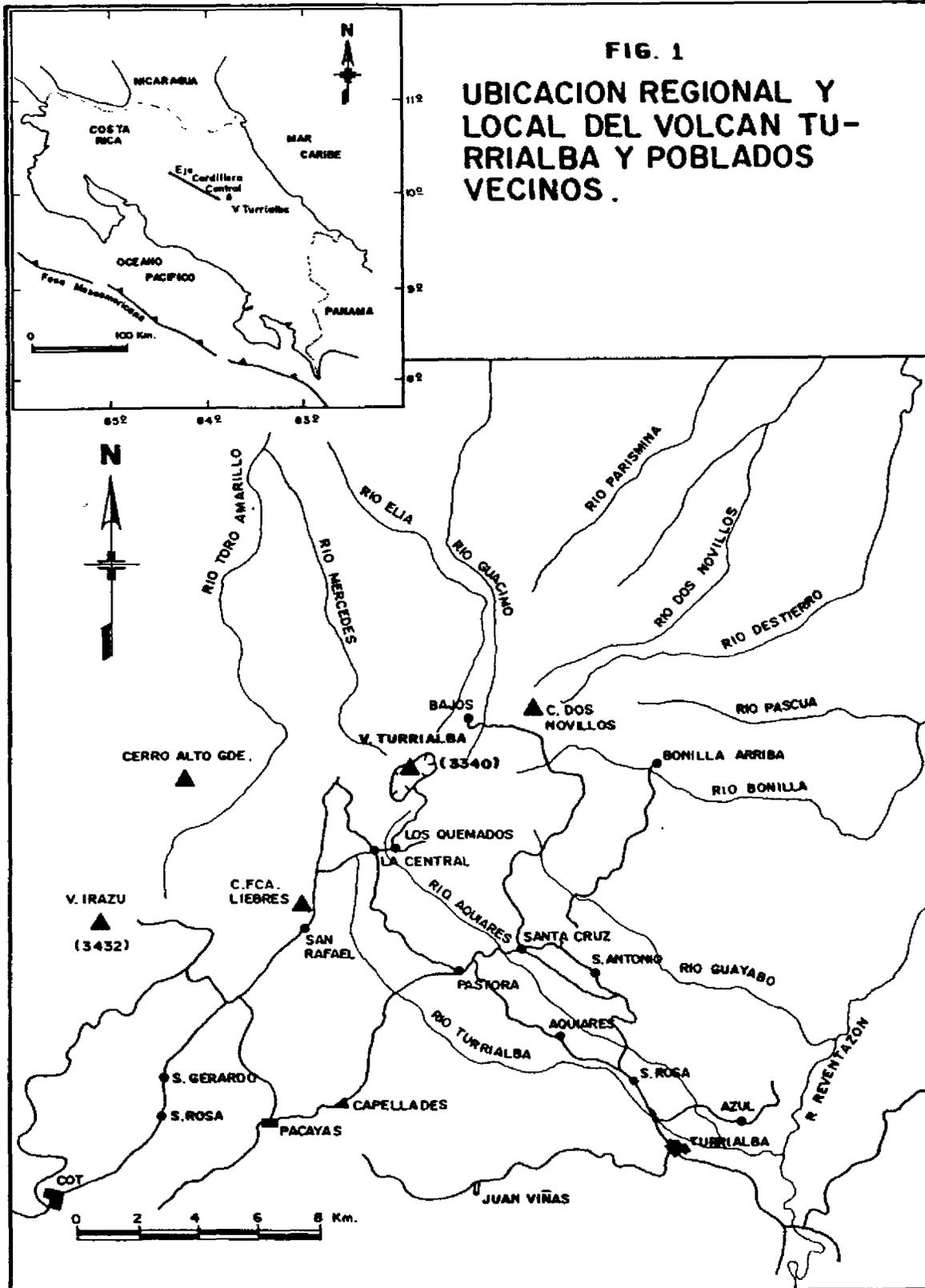
- Irvine, T.N. & Baragar, W., 1971: A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8:523-548.
- Melson, W., Barquero, J., Sáenz, R. & Fernández, E., 1986: Erupciones explosivas de importancia en volcanes de Costa Rica. *Boletín de Volcanología, OVSICORI, Universidad Nacional, Costa Rica*, 16:15-19.
- Miyashiro, A., 1974: Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*, 274:321-355.
- Peccerillo, A. & Taylor, S.R., 1976: Geochemistry of calc-alkaline volcanic rocks from Kastanou area, Northern Turkey. *Contributions to Mineral Petrology*, 58:63-81.
- Soto, G.J., 1988: Estructuras volcano-tectónicas del Volcán Turrialba, Costa Rica, América Central. *Actas V Congreso Geológico Chileno, Santiago*, 8-12 de agosto de 1988, Tomo III:163-175.
- Tournon, J., 1984: Magmatismes du Mésozoïque à l'actuel en Amérique Centrale: l'exemple de Costa Rica, des ophiolites aux andésites. Tesis doctoral, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 335 pp.
- von Seebach, K., 1865: Volcanes situados al norte de las tierras altas de Costa Rica: Turrialba, Irazú y Tenorio. En: Karl von Seebach y sus estudios sobre Costa Rica. *Publicaciones del Liceo de Costa Rica* Nº 9, 1922:9-28.

TABLE 2: RECOPIACION DE ANALISIS QUIMICOS, VOLCAN TURRIALBA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	51,81	52,21	52,28	54,82	59,62	65,03	51,56	55,66	56,69	60,86	64,01	56,77
Al ₂ O ₃	17,07	17,60	17,44	17,23	16,99	15,69	16,21	17,52	17,11	19,53	17,21	16,20
Fe ₂ O ₃	2,44	2,58	2,32	2,90	2,34	2,38	3,11	3,72	4,90	3,29	2,32	6,36
FeO	5,68	5,54	5,75	4,33	3,49	1,73	5,22	3,17	2,58	1,17	2,12	
MnO	0,13	0,16	0,13	0,12	0,10	0,10	0,16	-	-	-	-	0,11
MgO	6,60	6,10	6,39	5,50	3,86	1,50	6,43	5,51	3,74	1,43	1,71	5,50
CaO	9,47	9,52	9,40	7,87	6,15	3,48	9,77	8,09	7,09	4,69	4,43	7,19
Na ₂ O	3,19	3,03	3,05	3,68	4,10	3,67	3,20	3,40	3,54	4,21	3,63	3,61
K ₂ O	1,57	1,35	1,41	1,77	1,97	3,50	1,39	1,58	2,15	2,58	3,05	2,06
TiO ₂	1,01	1,11	1,06	0,92	0,71	0,58	1,25	0,81	0,91	0,60	0,60	1,01
P ₂ O ₅	0,37	0,34	0,33	0,37	0,29	0,12	0,35	-	-	-	-	-
H ₂ O	-	1,47	0,40	-	-	2,33	0,80	0,84	1,22	1,23	0,90	-
TOTAL	99,34	101,01	99,96	99,51	99,62	100,11	99,45	100,30	99,93	99,59	99,98	99,24

Procedencia de las muestras

No Muestra	Ubicacion	Unidad	Referenci
1	Bomba joven	Cráter central	TU-2 de K
2	Bomba	Cráter central	MacBirney
3	Bomba	Cráter central	MacBirney
4	Lava	565E-217N	TU-5 de K
5	Lava	Borde SW graben cuspidal	TU-6 de K
6	Inclusión en bomba	3 Cráter Central	MacBirney
7	Lava	562,5E-223,7N	Tournon,
8	Lava	568,5E-219,1N	Tournon,
9	Lava	569,0E-215,5N	Tournon,
10	Lava	569,5E-220,6N	Tournon,
11	Lava	560,1E-223,7N	Tournon,
12	Lava	Borde sur cráter central	K.J. Carr
13	Escoria 1864-66	Borde W cráter SW	M.J. Carr
14	Bomba 1864-66	Planicie cuspidal	K.J. Carr
15	Lava	Meseta en planicie cuspidal	M.J. Carr



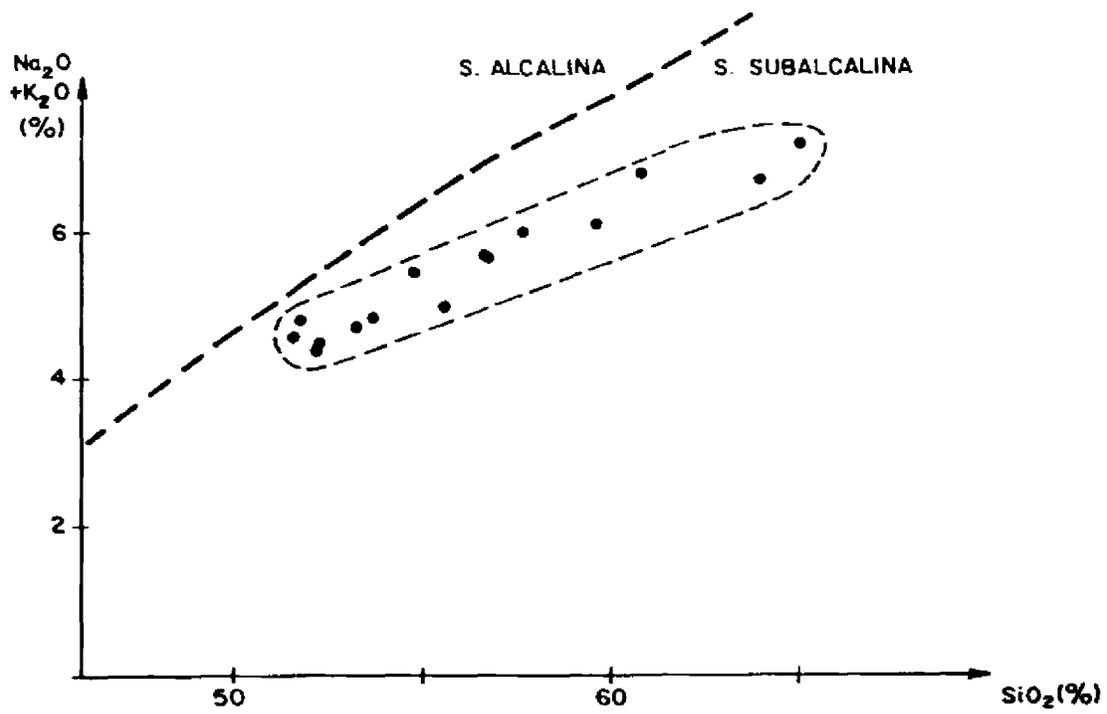


FIG. 10a: Diagrama de álcalis contra sílice, con la curva divisoria de Irvine & Baragar (1971).

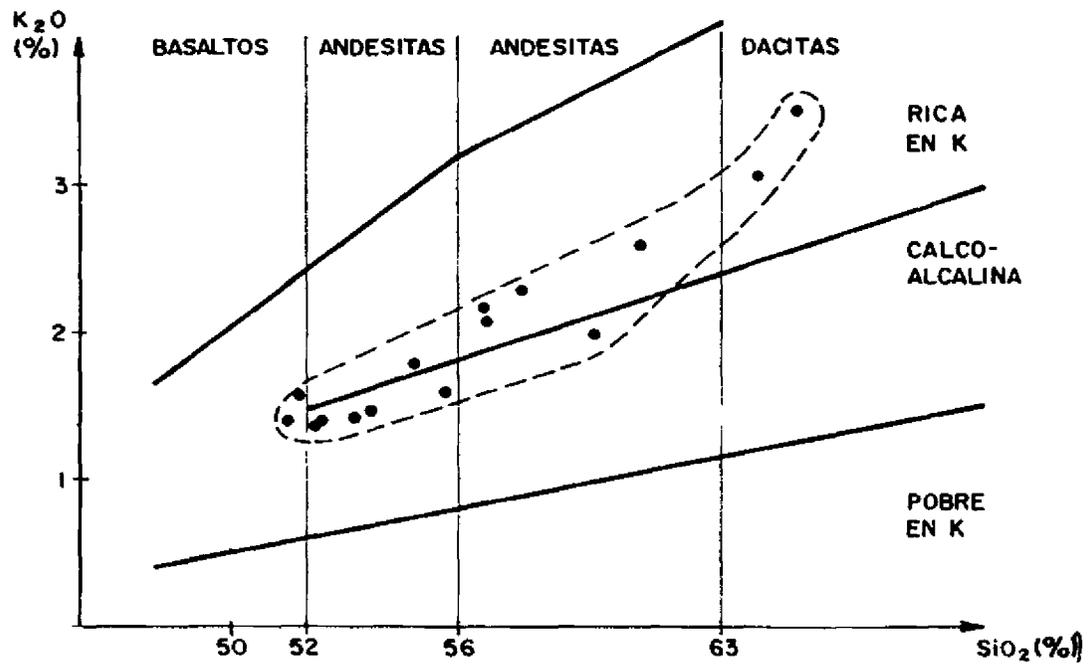


FIG. 10b: Diagrama de potasa contra sílice, con la clasificación de Peccerillo & Taylor (1976).

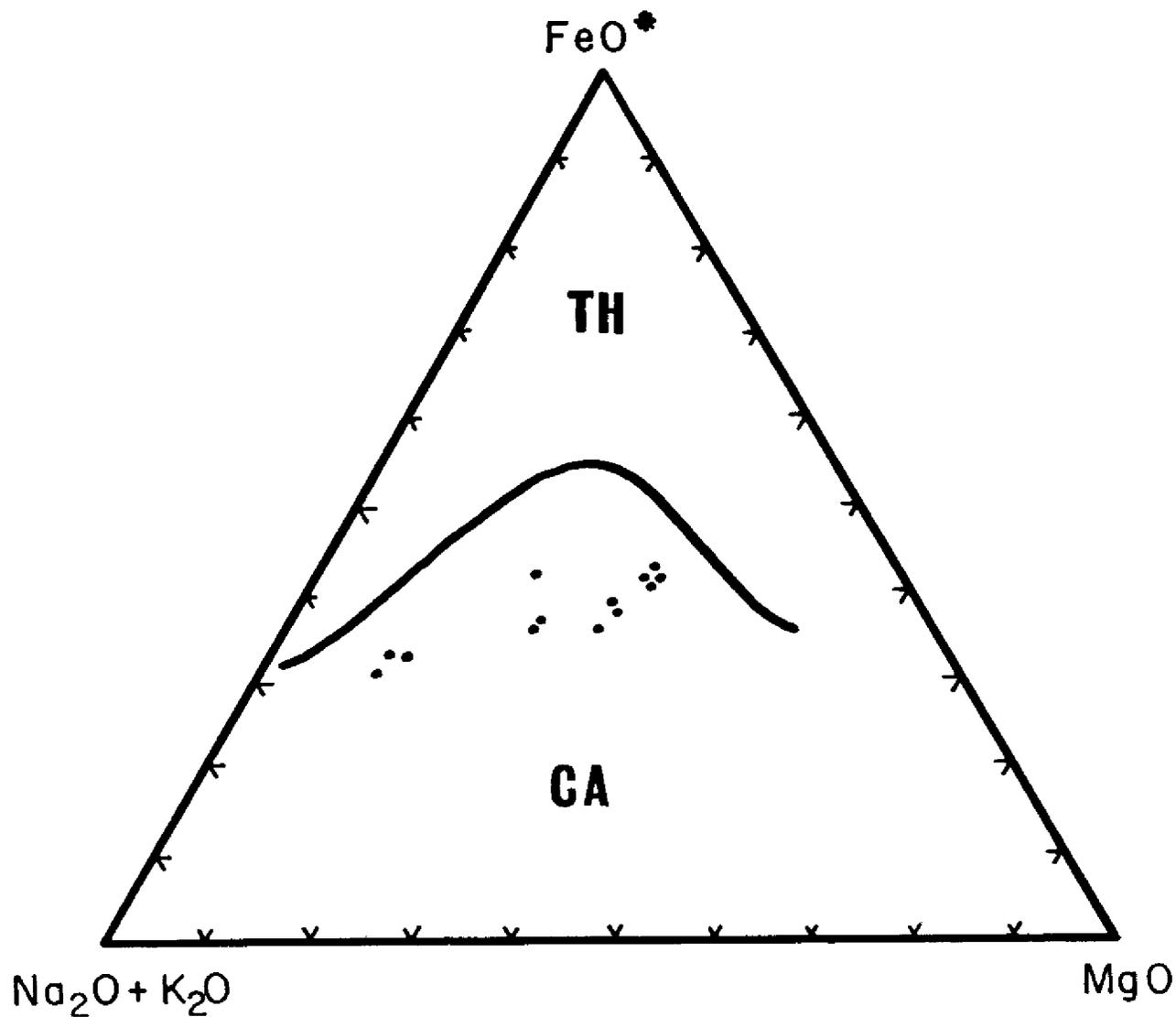


DIAGRAMA AFM (Irvine & Baragar, 1971) CON LOS CAMPOS TOLEITICO Y CALCOALCALINO, GRAFICADO CON DATOS DEL VOLCAN TURRIALBA

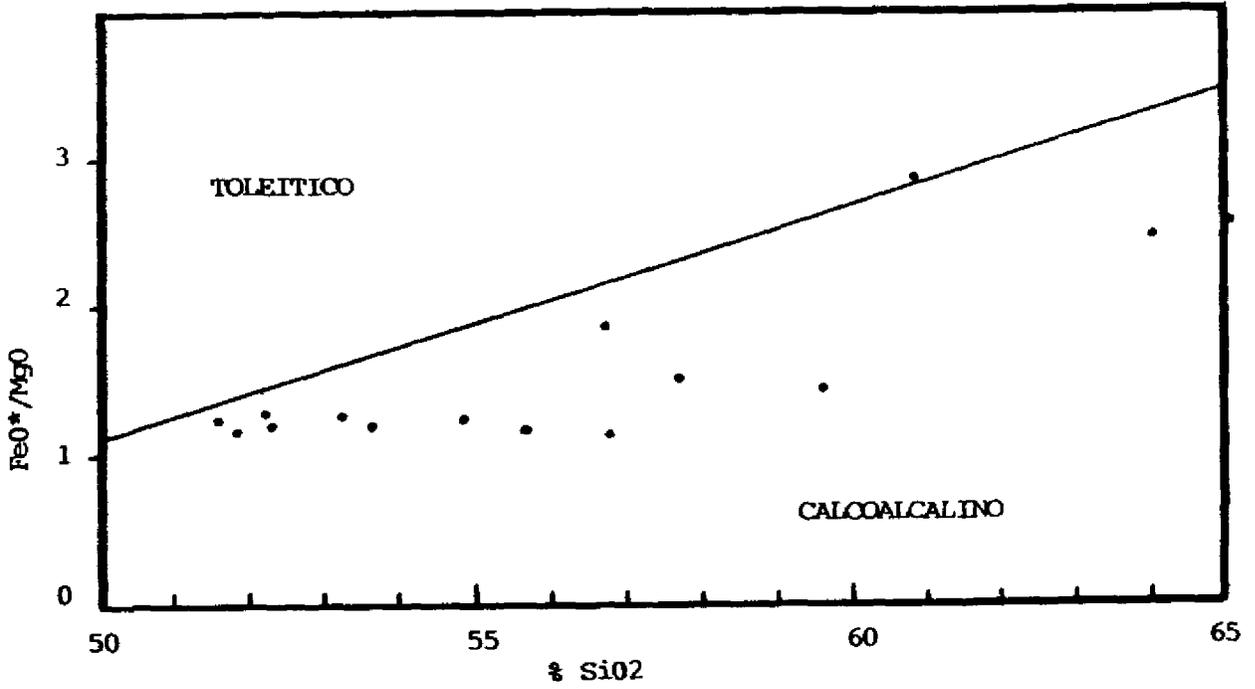


DIAGRAMA DE MIYASHIRO (1974) CON ROCAS DEL VOLCAN TURRIALBA

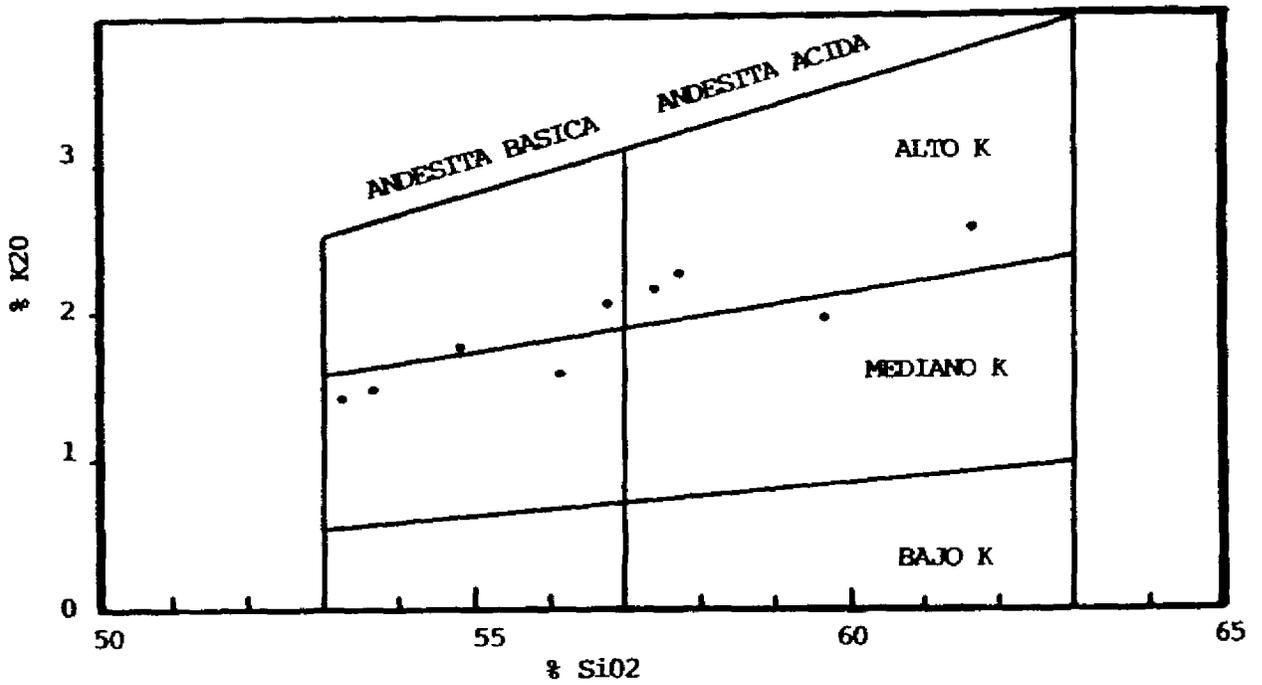
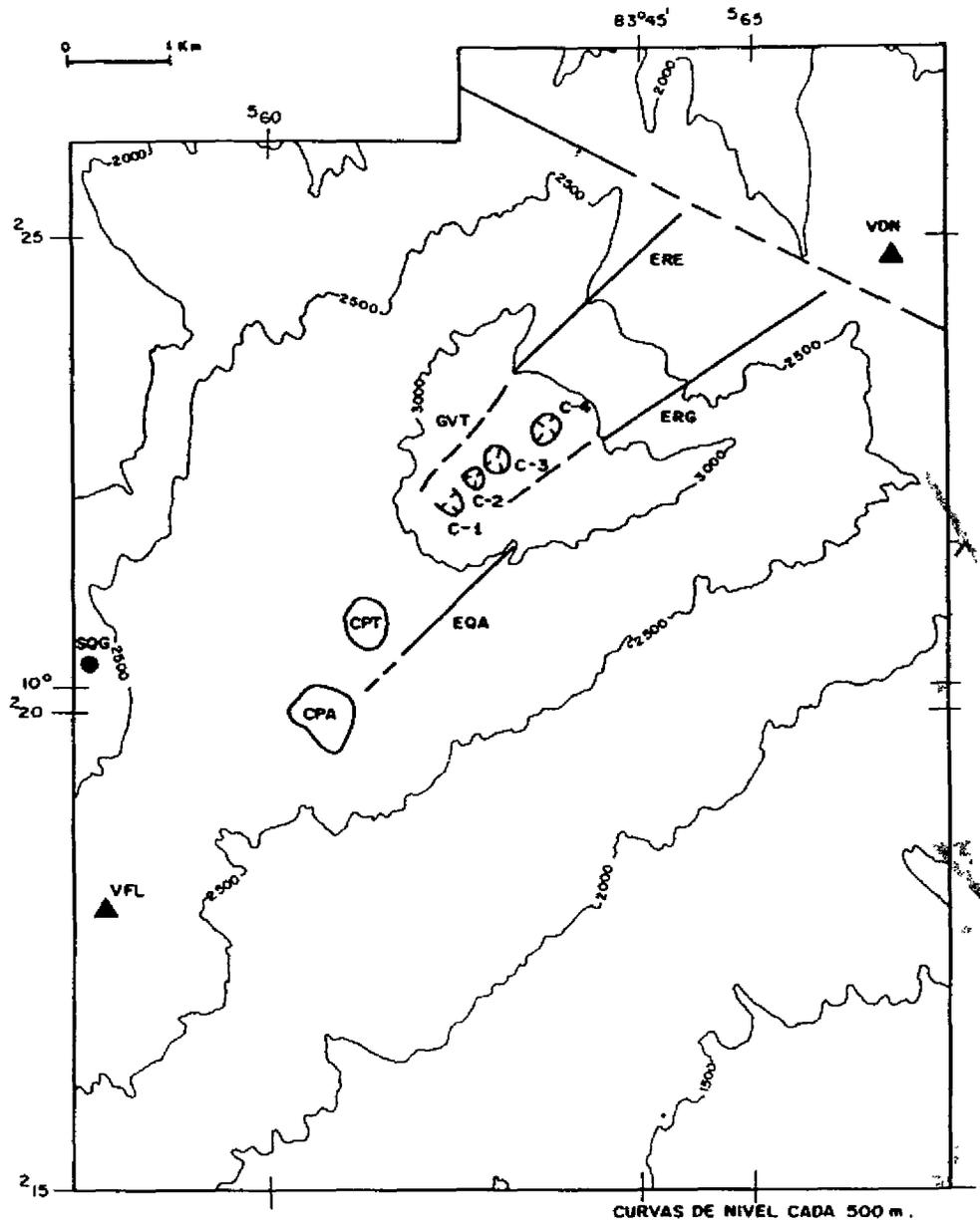


DIAGRAMA DE ANDESITAS OROGENICAS DE GILL (1981)
CON ROCAS DEL VOLCAN TURRIALBA

FIG. 11

ESTRUCTURAS VOLCANICAS Y TECTONICAS DEL VOLCAN TURRIALBA ALINEADAS AL NE



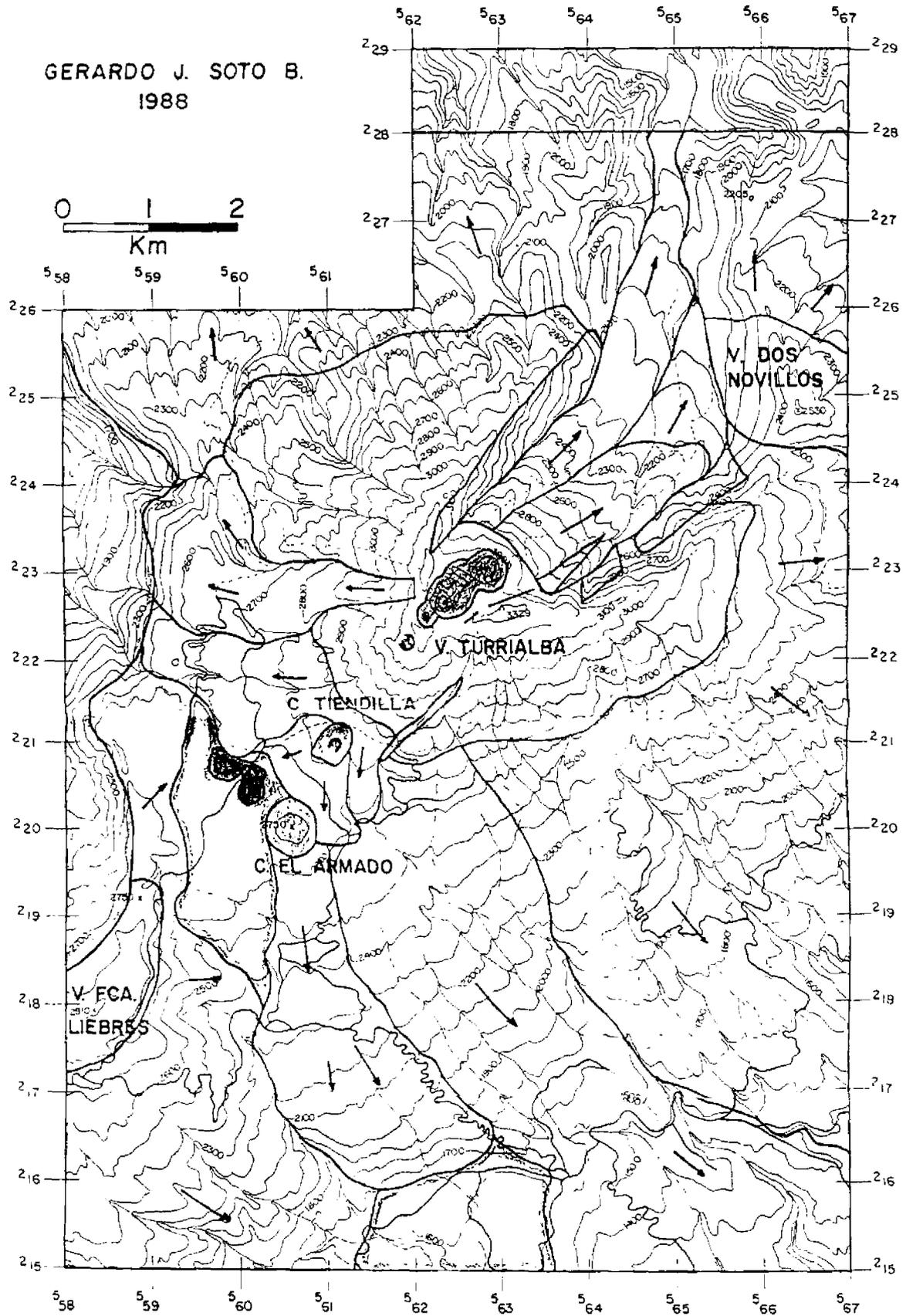
SIMBOLOGIA

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| VFL VOLCAN FINCA LIEBRES. | SOG SOLFATARAS QUEBRADA GATO. |
| CPA CONO PIROCLASTICO EL ARMADO. | CPT CONO PIROCLASTICO TIENDILLA. |
| GVT GRABEN VOLCAN TURRIALBA | ⊙ C1,2,3,4 CRATERES CUSPIDALES. |
| VDN VOLCAN DOS NOVILLOS. | EQA ESCARPE QUEBRADA ARIETE. |
| ERE ESCARPE RIO ELIA. | ERG ESCARPE RIO GUACIMO. |



CURVAS DE NIVEL CADA 500 m.

FIGURA 3: MAPA GEOMORFOLOGICO



ORMAS DE ORIGEN VOLCANICO

- 1 CONOS COMPUESTOS
- 2 CONOS PIROCLASTICOS.
- 3 UNIDADES DE FLUJO
- 4 LAGUNAS DE REPRESAMIENTO
- 5 PLANICIES PIROCLASTICAS.
- 6 CRATERES. (7)

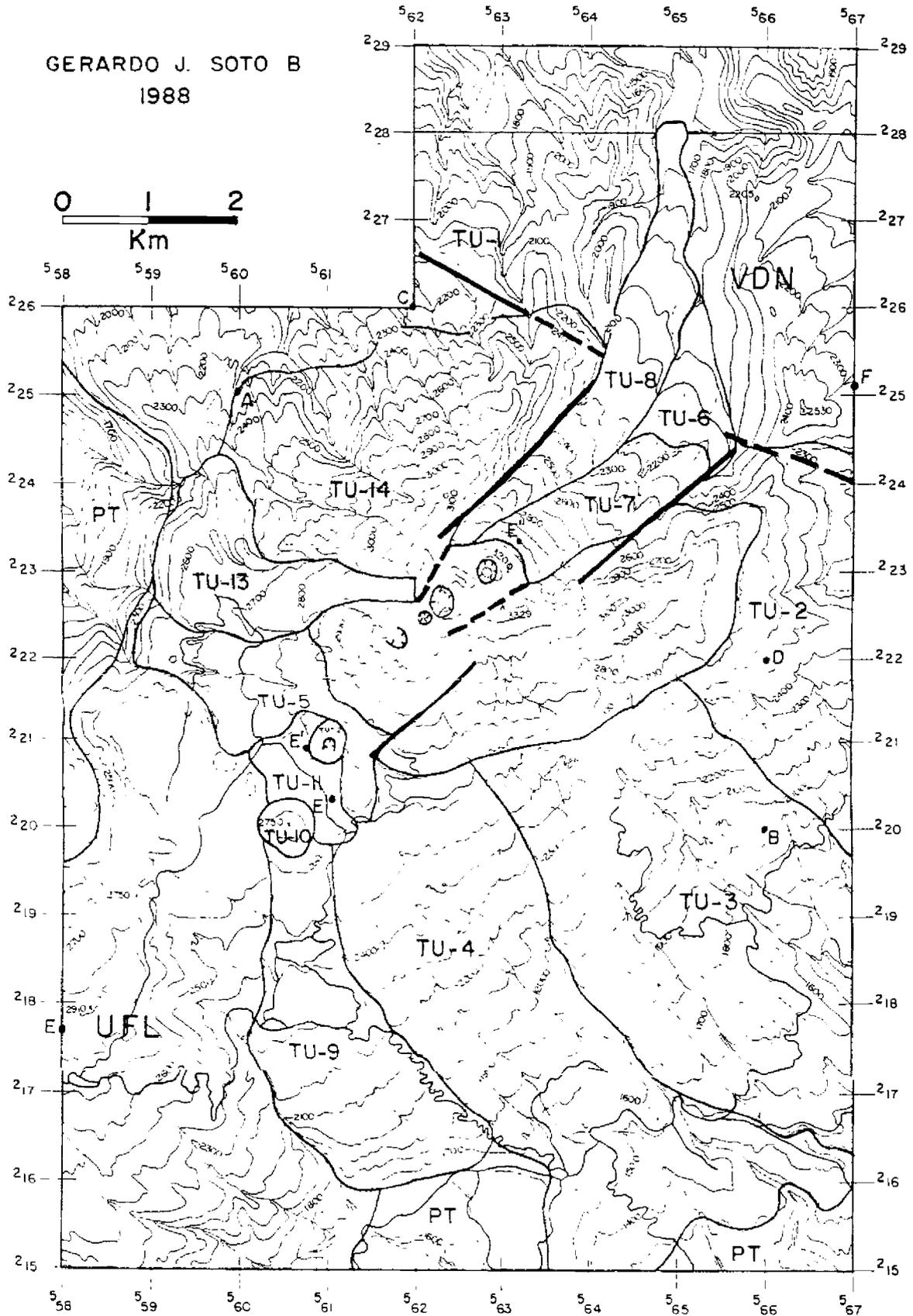
B FORMAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL

- B.I. ESCARPES.

C FORMAS DE OF

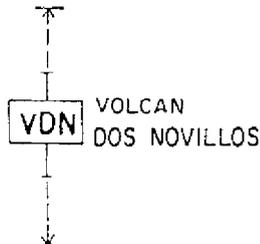
FIGURA : MAPA GEOLOGICO DEL VOLCAN TURRIALBA

GERARDO J. SOTO B
1988

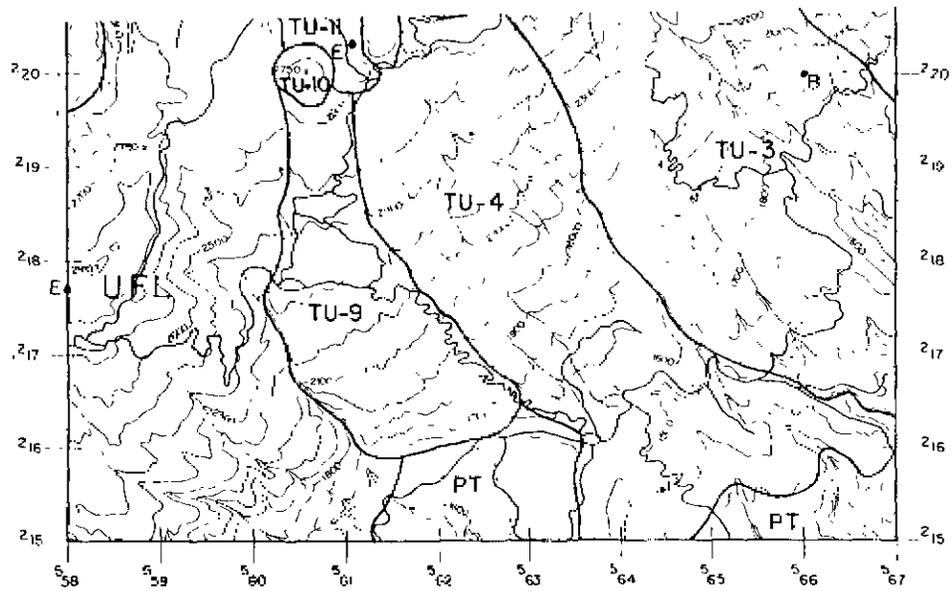


VOLCAN TURRIALBA.
LA PICADA
PIROCLASTICO TIENDILLA.
TIENDILLA
PIROCLASTICO EL ARMADO
EL ARMADO

- | | |
|------|-------------------|
| TU-8 | LAVA BAJOS 2 |
| TU-7 | LAVA BAJOS 1 |
| TU-6 | AVALANCHA BAJOS |
| TU-5 | LAVA LA SILVIA. |
| TU-4 | LAVA AQUIARES. |
| TU-3 | |
| TU-2 | UNIDAD LOS CABROS |



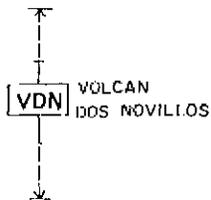
- | | |
|------|-------------------|
| TU-1 | |
| UFL | UNIDAD FINCA LIEB |
| PT | PRE - TURRIALBA |
| | CRATERES. |
| | FALLAS |



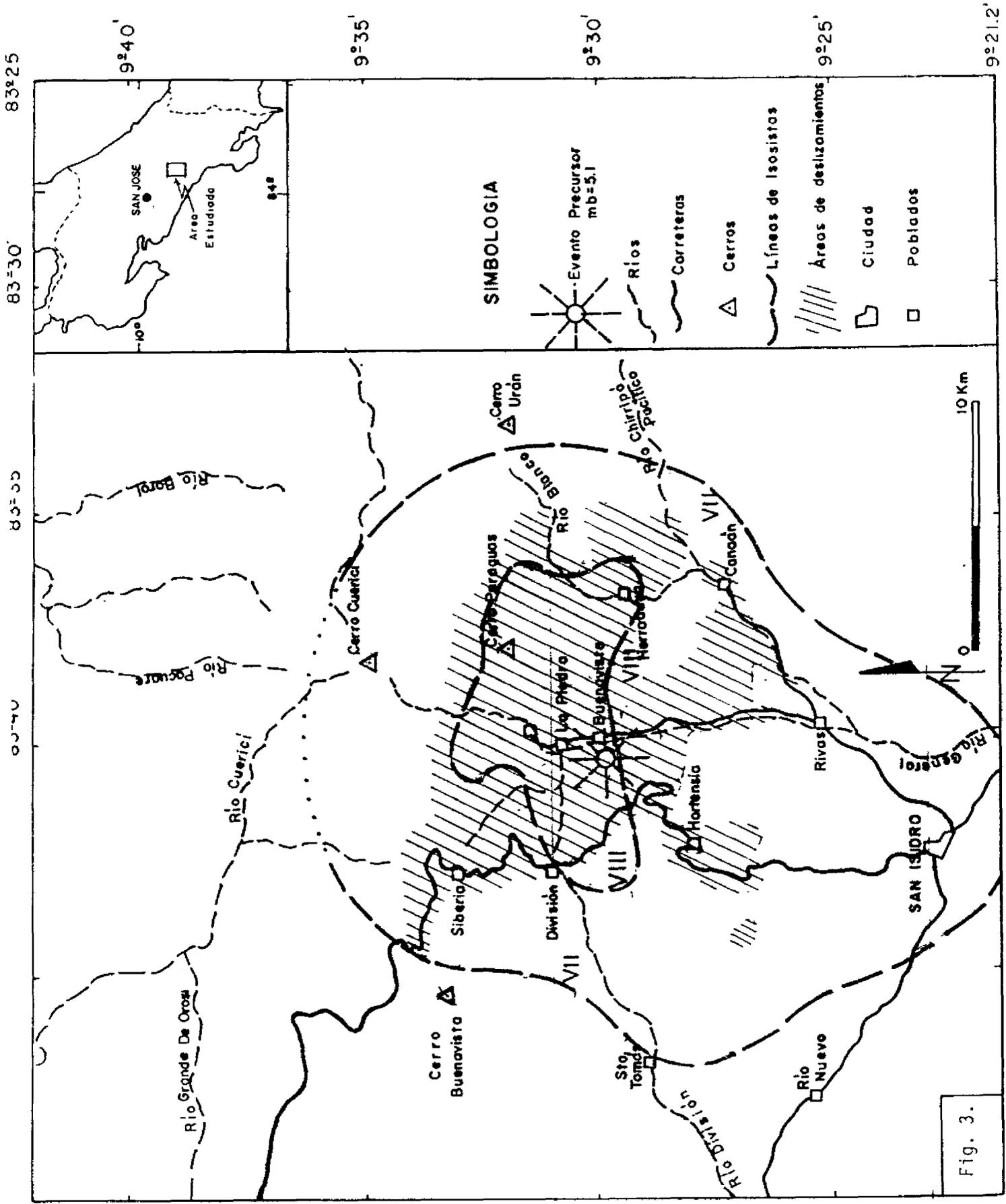
SIMBOLOGIA:

- TU-14 CONO VOLCAN TURRIALBA
- TU-13 LAVA LA PICADA
- TU-12 CONO PIROCLASTICO TIENDILLA.
- TU-11 LAVA TIENDILLA
- TU-10 CONO PIROCLASTICO EL ARMADO
- TU-9 LAVA EL ARMADO

- TU-8 LAVA BAJOS 2
- TU-7 LAVA BAJOS 1
- TU-6 AVALANCHA BAJOS
- TU-5 LAVA LA SILVIA
- TU-4 LAVA AQUIARES
- TU-3
- TU-2 UNIDAD LOS CABROS



- TU-1
- UFL UNIDAD FINCA
- PT PRE-TURRIALBA
- CRATERES
- FALLAS



83°25'

83°30'

83°35'

83°40'

9°25'

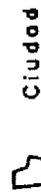
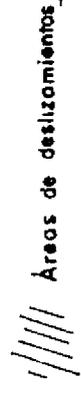
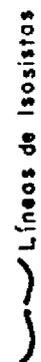
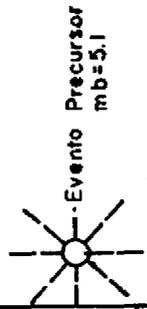
9°30'

9°35'

9°40'

9°45'

SIMBOLOGIA



10 Km

Fig. 3.