

I N G E O M I N A S  
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

BOLETIN INFORMATIVO No. 56

SEPTIEMBRE DE 1991

REPUBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA



1257  
56

#93451  
Nov. 18/91

I N G E O M I N A S

OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Dirección : Avenida 12 de Octubre No. 15 - 47  
Manizales - Caldas - Colombia  
Teléfonos : (5768) 843004 - 843005 - 843007  
Fax : 826735  
Apartado Aéreo : 1296

BOLETIN INFORMATIVO No. 56

Septiembre de 1991

La información contenida en este boletín es preliminar, de carácter informativo, confidencial y sujeta a modificaciones. Por lo tanto, debe solicitarse autorización escrita al O.V.C. antes de ser citada en alguna publicación.

MANIZALES - COLOMBIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS  
MINERIA Y QUIMICA  
INGEOMINAS  
SUBDIRECCION DE GEOFISICA  
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Director General : Adolfo Alarcón G.  
Subdirector de Geofísica : Carlos Coral G.

Cuerpo Técnico Científico del Observatorio Vulcanológico  
de Colombia con sede en la ciudad de Manizales:

Director : César A. Carvajal M.  
Grupo de Deformación : Luis F. Guarnizo A.  
Héctor Mora P.  
Jair Ramírez C.  
Grupo de Geología y Geoquímica : Claudia M. Alfaro V.  
Marta Calvache V. (1)  
Ricardo A. Méndez F.  
Grupo de Sismología : Olga P. Bohórquez O.  
Fernando Gil C.  
John M. Londoño B.  
Fernando A. Muñoz C. (1)  
~~Jairo de J. Patiño C.~~  
Alvaro P. Acevedo N.  
Jairo L. Socarrás B.

Estudiante Asistentes Grupo de Sismología:

Universidad de Caldas	Universidad Nacional
Jorge A. Giraldo Botero	Claudia B. Castrillón Suárez
Isabel C. Gómez Gutiérrez	Lina M. Frasca Aristizábal
Carlos A. González Bedoya	Juán C. Pineda Suárez
Adriana M. Martínez Gómez	
José M. Martínez Londoño	
Carlos A. Vargas Jiménez	

(1) Comisión de estudios en U.S.A.

## VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

1501 - 02

04.88 N - 75.37 W

### RESUMEN

La actividad se caracterizó por presentar niveles muy bajos de energía liberada a lo largo de todo el mes, en correspondencia con la muy baja ocurrencia de movimientos sísmicos de origen volcánico. La señal de tremor ocurrió en forma de pulsos muy esporádicos, caracterizados por presentar muy bajos niveles de intensidad. La descarga de SO<sub>2</sub> también se mantuvo en niveles muy bajos. No se presentaron cambios en la deformación del edificio volcánico.

### SISMOLOGIA

#### NUMERO DE EVENTOS SISMICOS Y ENERGIA LIBERADA

Tanto la sismicidad para los movimientos sísmicos de alta frecuencia, como para los de baja frecuencia, permaneció en niveles muy bajos, situación que se ha mantenido desde ~~dos meses atrás.~~ Sólo en los primeros días del mes se presentó un incremento en la ocurrencia de sismos, pero éstos no superaron los bajos niveles de actividad (Ver Fig. 1). La energía sísmica liberada en concordancia con la ocurrencia de eventos sísmicos, se mantuvo en niveles muy bajos a lo largo de todo el mes.

#### TREMOR

La señal sísmica de tremor al igual que en el pasado mes se manifestó como pulsos, con una ocurrencia muy esporádica, siendo la mayoría de ellos de muy corta duración (inferior a 5 minutos) y con niveles de energía muy bajos (Ver Fig. 1). Durante este mes no hubo emisiones de cenizas asociadas a los pulsos de tremor.

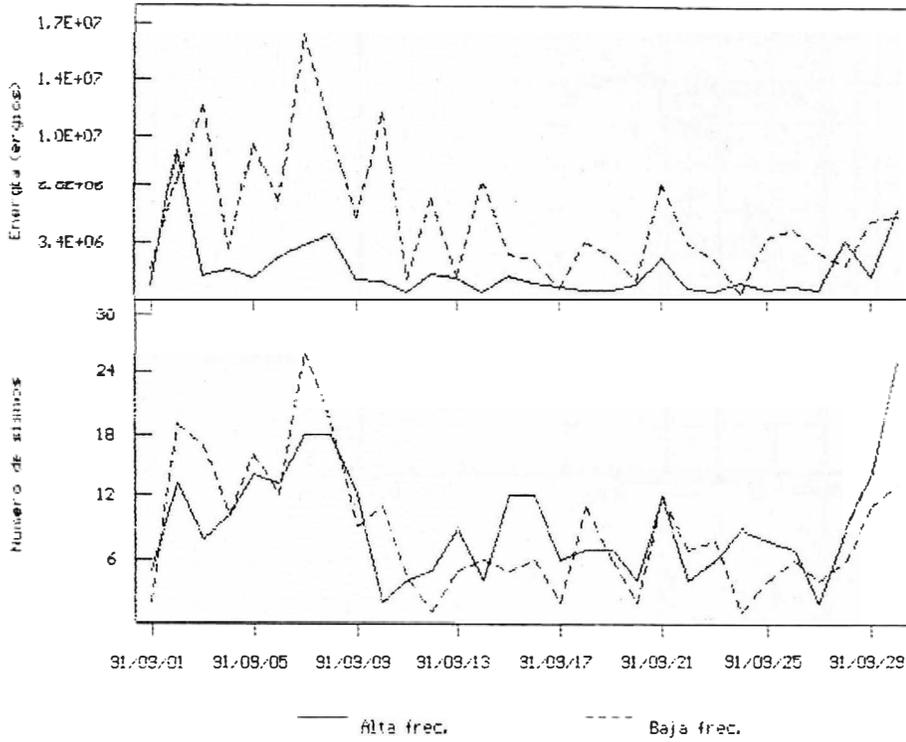
## LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA

Los epicentros de los sismos localizados, no mostraron una fuente muy definida, habiéndose presentado en forma dispersa en los alrededores del cráter. Los focos sísmicos se concentraron, en su mayoría, en un rango de profundidad comprendido entre 0.5 y 4.5 Km. (Ver Fig. 2). En general todos los sismos fueron de muy poca energía, y por ende sus magnitudes presentaron valores muy bajos (Ver Tabla 1).

TABLA 1. PARAMETROS DE LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA. SEPTIEMBRE DE 1991

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO	GAP	DMIN	RMS	ERH	ERZ	QM
910903	1721	23.65	4-53.63	75-19.35	1.37	0.21	8 137	1.9	0.06	0.3	0.6	B1
910907	1534	43.26	4-53.18	75-19.21	2.24	0.28	6 225	2.3	0.06	0.7	1.7	C1
910907	22 2	19.74	4-52.34	75-17.69	3.02	0.31	6 286	5.0	0.02	0.6	0.7	C1
910908	557	47.61	4-53.06	75-18.35	1.40	0.22	5 259	3.9	0.02	0.9	0.3	C1
910909	1645	48.93	4-52.67	75-20.15	2.35	0.08	5 187	1.1	0.04	0.9	1.2	C1
910910	5 5	28.76	4-53.76	75-19.98	2.00	0.87	5 171	0.7	0.14	1.9	2.1	C1
910912	2315	20.53	4-54.55	75-18.55	0.04	0.56	5 237	2.7	0.02	0.4	0.2	C1
910916	2224	40.28	4-54.24	75-18.68	3.07		6 231	3.1	0.02	0.2	0.4	C1
910917	1435	30.16	4-52.97	75-19.82	1.07	-0.05	5 253	1.6	0.02	0.4	0.4	C1
910920	2055	5.13	4-54.77	75-17.79	0.44	-1.12	7 272	3.1	0.07	1.8	1.8	C1
910921	1739	23.10	4-52.54	75-18.70	2.60	1.05	5 262	3.2	0.03	1.4	2.0	C1
910928	138	29.13	4-53.94	75-19.55	0.08	1.09	5 205	1.6	0.09	0.5	0.7	C1

# ENERGIA Y NUMERO DE SISMOS SEPTIEMBRE DE 1991



## PARAMETROS DE TREMOR

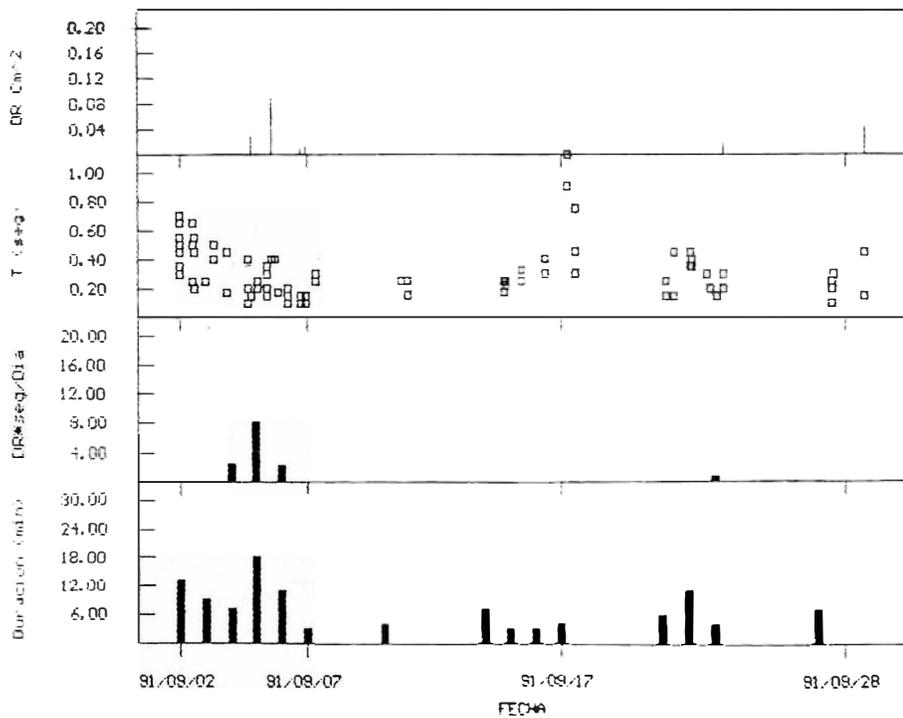


FIG. 1. —

SISMOS LOCALIZADOS DE ALTA FRECUENCIA SEPTIEMBRE DE 1991

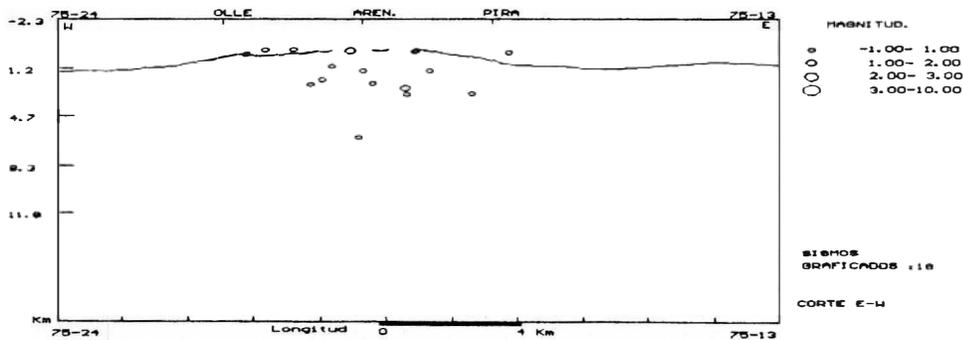
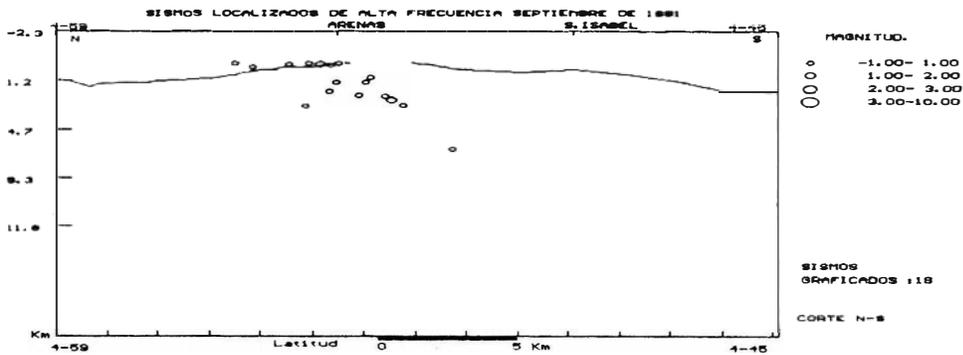
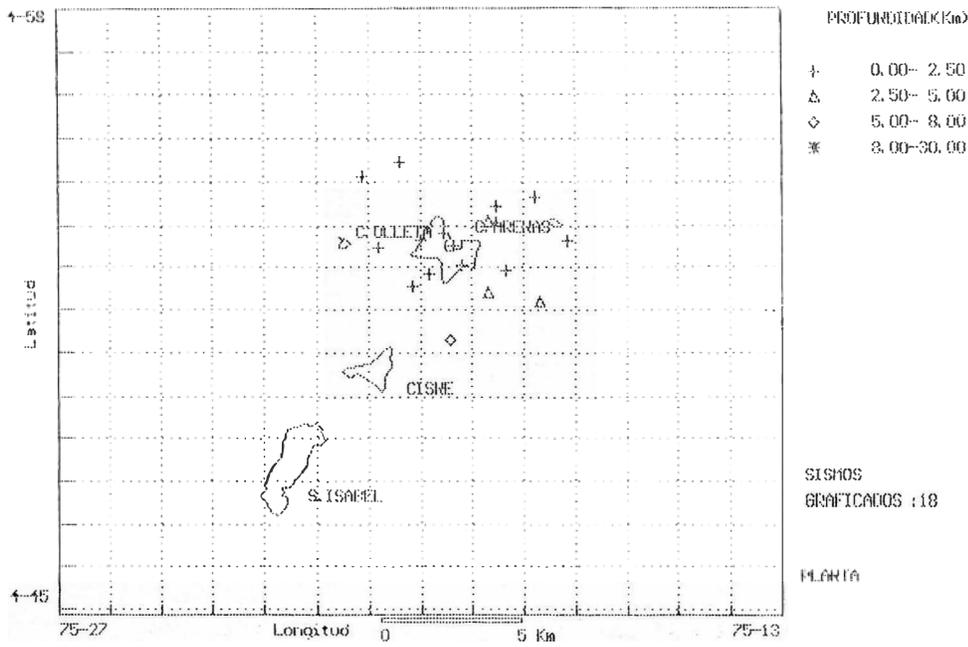


FIG. 2. \_

## GEOQUIMICA

### COSPEC

Se realizaron ocho medidas del contenido de dióxido de azufre de la columna de vapor del volcán Nevado del Ruiz; con los siguientes resultados: (Ver fig. 3).

Septiembre	6	365
	10	281
	13	1979 (afectada por muy fuerte vientos)
	18	552
	20	963
	25	766
	27	1454
	30	1034

Valores considerados dentro de los rangos de bajos a moderados.

Con base a estos valores se obtuvo un promedio mensual por medida de 924 ton/día con viento medido y de 344 ton/día con viento estandar (1 m/seg); valores ubicados en los niveles bajos registrados en los últimos meses.

### FUMAROLA NEREIDAS

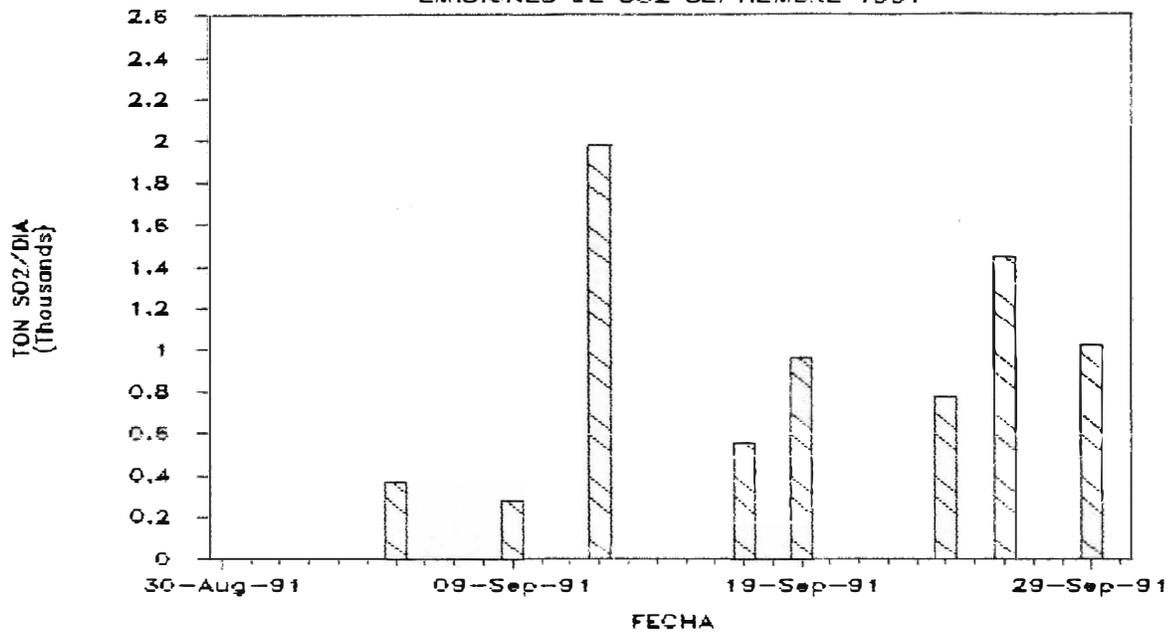
Fué instalada una Caja Japonesa en cercanías de la Fumarola Nereidas, quedando conformada la red, por ocho estaciones.

~~Los análisis de muestras colectadas en la fumarola con botellas de Giggenbach en Junio y Septiembre, son presentados en la tabla siguiente.~~

### COMPOSICION DE GASES COLECTADOS EN LA FUMAROLA NEREIDAS

FECHA	T°C	PORCENTAJE MOLAR EN BASE SECA			S/CO2 *E-3	H2S/SO2
		SO2	H2S	CO2		
91.06.11	85	0.525	2.164	97.311	27.6	4.12
91.09.24	85	0.322	2.555	97.058	29.6	7.03

VOLCAN NEVADO DEL RUIZ  
EMISIONES DE SO2 SEPTIEMBRE 1991



EMISIONES PROMEDIO DE SO2  
1986 - 1991

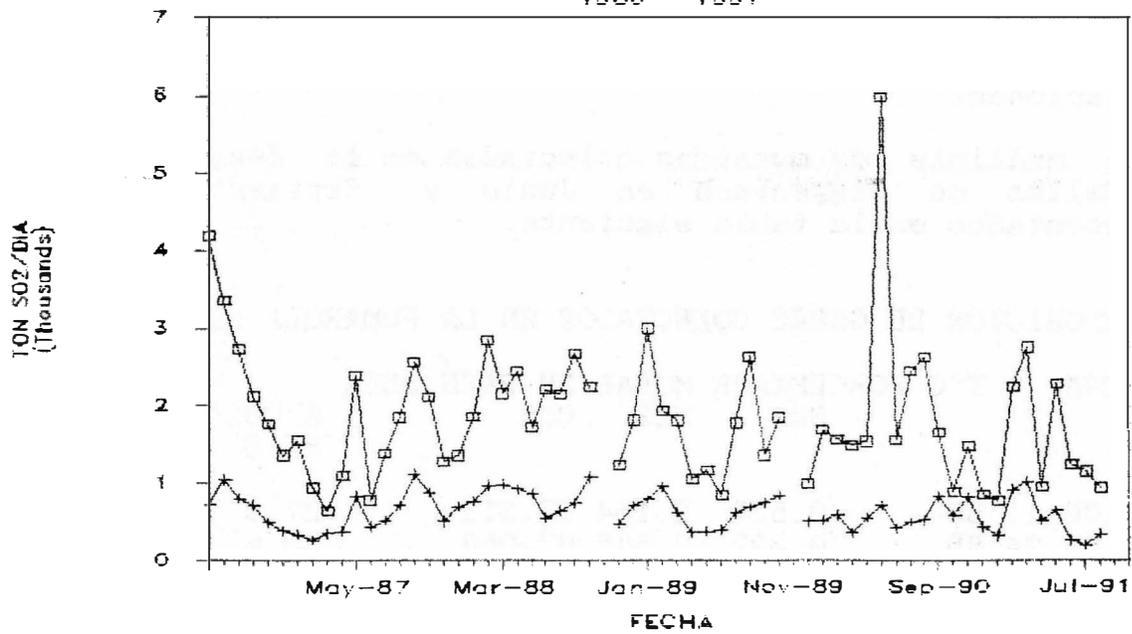


FIG. 3. —

## DEFORMACION

### INCLINOMETRIA SECA.

En septiembre de 1991 sólo se realizaron tres mediciones en igual número de estaciones de inclinometría seca. A excepción de ligeras variaciones en la componente Este de las estaciones "Refugio" y "Pequeño", los resultados hallados reflejan estabilidad con respecto a las medidas inmediatamente anteriores, tal como se aprecia en las figuras 4 y 5 respectivamente.

### INCLINOMETRIA ELECTRONICA.

Las curvas correspondientes a las componentes Norte y Este de la estación "Cumanday" muestran un ligero ascenso a partir del día 11 hasta mediados del mes, retomando la tendencia, muy leve, de descenso gradual a través del mes, como se aprecia en las figura 6.

La componente Radial de la estación "Recio" presenta en términos generales estabilidad a lo largo del mes.

Problemas de recepción de las señales en la sede del OVC a finales del mes impidieron la captación de las mismas desde el día 26.

### VECTORES CORTOS DE NIVELACION.

Se realizó el levantamiento topográfico de cada uno de los puntos materializados correspondientes al nuevo vector corto de nivelación denominado "Tumbas", el cual involucra a dos de los vértices de la estación de inclinometría seca del mismo nombre, con el propósito de observar de una manera más amplia la correspondencia entre los resultados obtenidos mediante los dos tipos de sistemas. Aunque de manera parcial, por razones de índole climáticas, se realizaron algunas lecturas para la obtención del nivel de referencia o nivel base.

### CARTOGRAFIA.

Se presenta el mapa del cráter Arenas del Volcán Nevado del Ruiz, elaborado de manera conjunta con profesionales de la República de Alemania, en base a fotografías aéreas tomadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en diciembre de 1989, a partir de la curva de nivel

correspondiente a los 4800 metros sobre el nivel del mar, fuera y dentro del cráter, hasta donde la columna de vapor lo permitió, con el propósito de poder hacer comparaciones posteriores de los diferentes cambios morfológicos que se puedan presentar por la actividad volcánica. El intervalo entre cada una de las curvas es de 10 metros, y el original se realizó a escala 1:5.000. Las diferentes características pueden ser apreciadas en la reducción del plano 1, anexo en este boletín, así como en la gráfica de los perfiles Norte-Sur (A-A') y Este-Oeste (B-B'). fig. 7.

Algunas consideraciones métricas y de localización geográfica relacionadas con el mapa son

- Altura máxima : 5321 metros sobre el nivel del mar, de acuerdo a los resultados de la aerotriangulación, empleando el Sistema BLUH desarrollado en la Universidad de Hannover (Alemania)

- Coordenadas planas del centro del cráter (gráficas) con origen Bogotá X = 1.000.000, Y = 1.000.000

X = 1.032.000 metros            Y = 862.254 metros

- Coordenadas geográficas, correspondientes a las anteriores coordenadas planas, calculadas de acuerdo al Elipsoide Internacional.

$\phi = 4^{\circ} 53' 43.4723$  al norte del Ecuador  
 $\lambda = 75^{\circ} 19' 21.5929$  al oeste de Greenwich

Por otra parte, los lectores podrán apreciar sobre el plano en el sector sur-oeste del cráter un accidente geográfico notable, correspondiente a un cambio morfológico, presumiblemente como respuesta a la alta actividad presentada en junio de 1989, y detectada parcialmente mediante sobrevuelo con helicóptero el 28 de junio, verificada plenamente mediante la misma forma el 25 de julio y con expedición via terrestre el 28 de julio del mismo año. (Ver Boletín Informativo No. 29). Comparación de la misma área mediante la utilización de fotografías aéreas convencionales, tomada con fines cartográficos con película pancromática, correspondientes la primera a diciembre de 1985, y la segunda a diciembre de 1989, permite apreciar las variaciones encontradas. (Ver zonas respectivas indicadas como A). Fig. 8.

Fotos tomadas desde helicóptero permiten apreciar algunas características del mencionado accidente natural. Obsérvese en la foto inferior, al fondo la columna de vapor emanada del cráter principal. (Fig. 9).

Adicionalmente, posterior comparacion entre fotografías aéreas, las primeras de diciembre de 1989 y las segundas al vuelo efectuado en febrero de 1990, dió lugar a una apreciacion de aumento del área correspondiente a dicho fenómeno entre este corto período de tiempo ( Dos meses). En el plano No. 2 se presenta el mapeo correspondiente a lo observado en las fotos de diciembre de 1989, con un cálculo de área de 20.863 m<sup>2</sup>, y de volumen de 228.946 metros cúbicos. El cálculo de área correspondiente a las fotografías de 1990, plano No. 3, arrojó un valor de 23.638m<sup>2</sup>, lo cual daría lugar a un estimativo de 259.892 metros cúbicos asumiendo un promedio de altura al cálculo anterior.

Si se aprecia con detenimiento la fotografía aérea inferior, se puede observar una zona de agrietamiento, la cual se ha demarcado como B, la cual constituiría un área potencial de cambios morfológicos por desestabilización en el evento de una alta actividad volcánica.

Los números marcados corresponden a puntos sobre los cuales se hicieron algunas mediciones, así :

Distancia plana 1 - 2 - 868.94 metros  
Azimut 111°.925  
Diferencia de nivel - 83.12 metros

Distancia plana 3 - 4 832.64 metros  
Azimut 203°.848  
Diferencia de nivel + 87.91 metros

De esta manera, mediante identificación e interpretación de fotografías aéreas se determinaron algunas deformaciones de la superficie del suelo alrededor del cráter Arenas, lo cual constituye en sí, una excelente forma de monitoreo volcánico.

#### RED SISMICA NACIONAL.

Se participó en la determinación de la ubicación geográfica de uno de los sitios escogidos para instalación de instrumental relacionado con la Red Sismica Nacional, correspondiente al de la Central Hidroeléctrica de Betania, identificado como S5, cuyas coordenadas geográficas calculada son :  $\phi = 2^{\circ} 43' 31.3844$  al norte del Ecuador, y  $\lambda = 75^{\circ} 25' 16.539$  al oeste de Greenwich en base al Elipsoide Internacional.

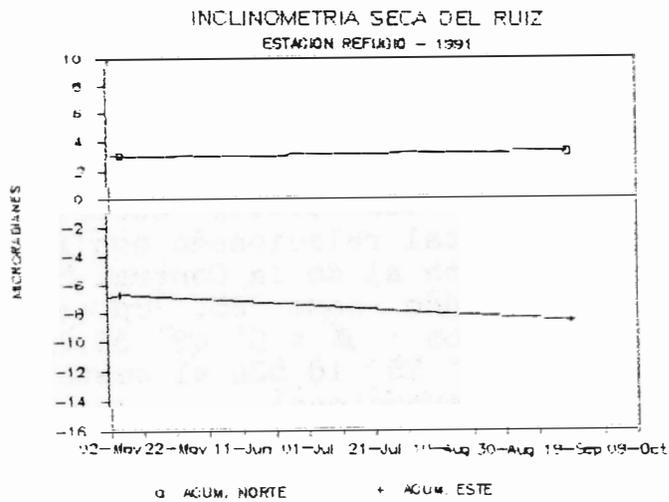
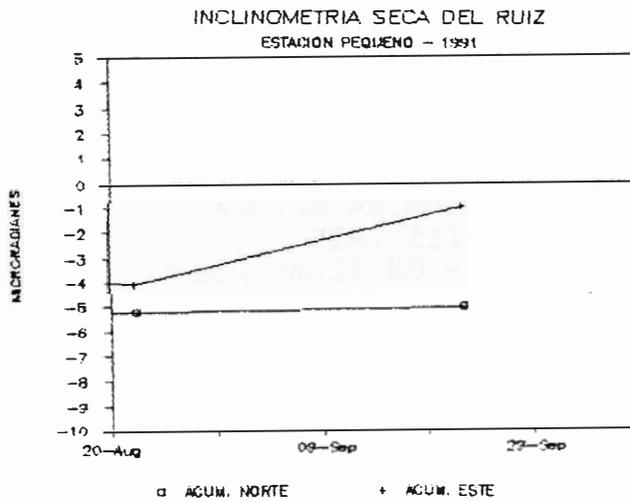
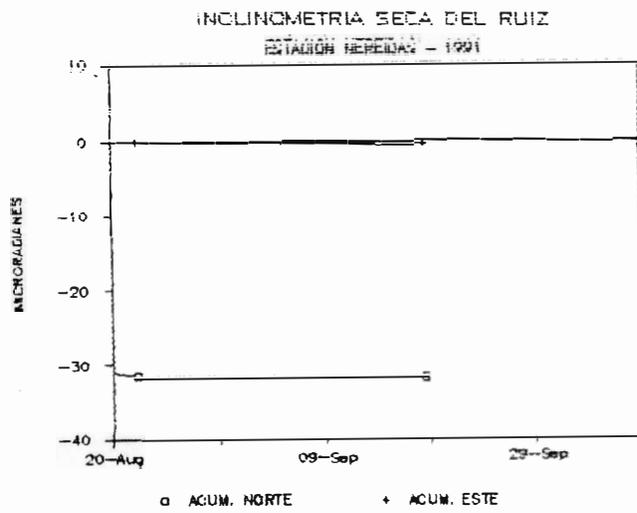
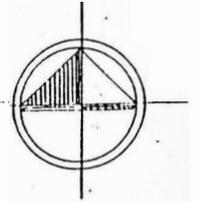
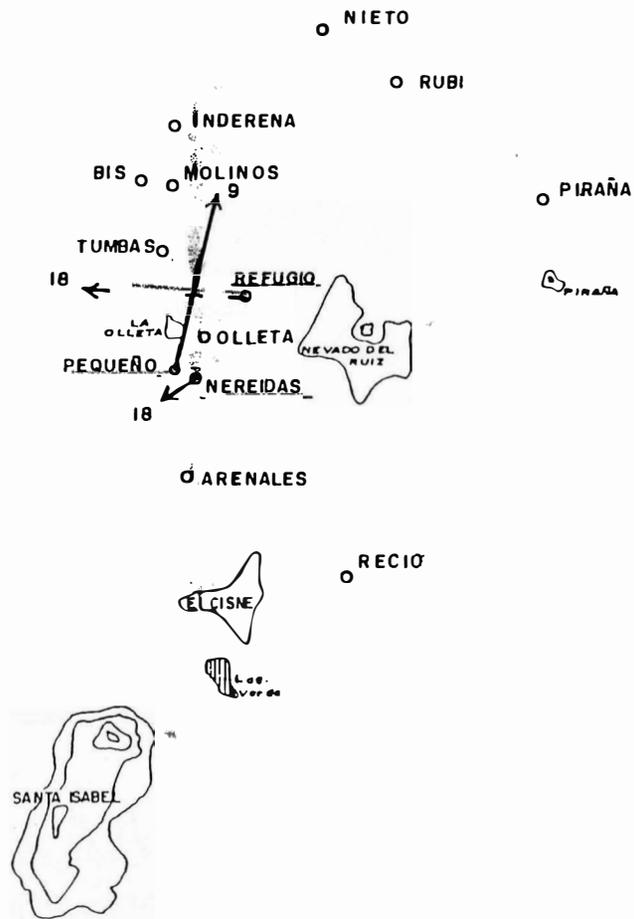


FIG. 4.\_



0 1 2 3  
MICORADIANES

**INGEOMINAS**  
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

**INCLINOMETRIA SECA**  
**VECTOR RESULTANTE**

Autor: Grupo de Deformación

Dibujo Clara Ines Restrepo V.

2 1 0 1 2 Km  
Escala de Longitud en Kilómetros

SEPT./91

FIG. 5

# V.N. DEL RUIZ INCLIN. ELECTRONICA

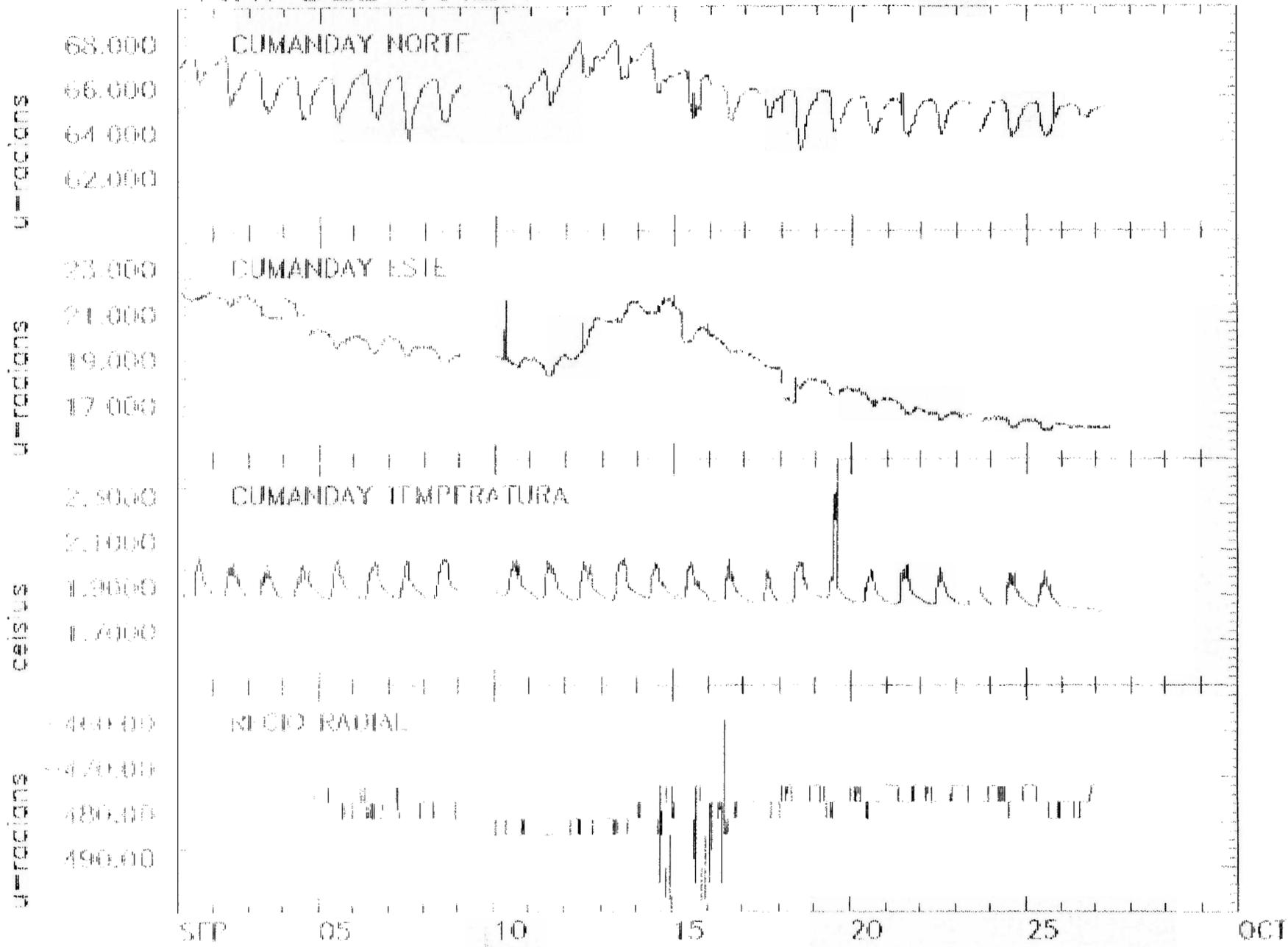
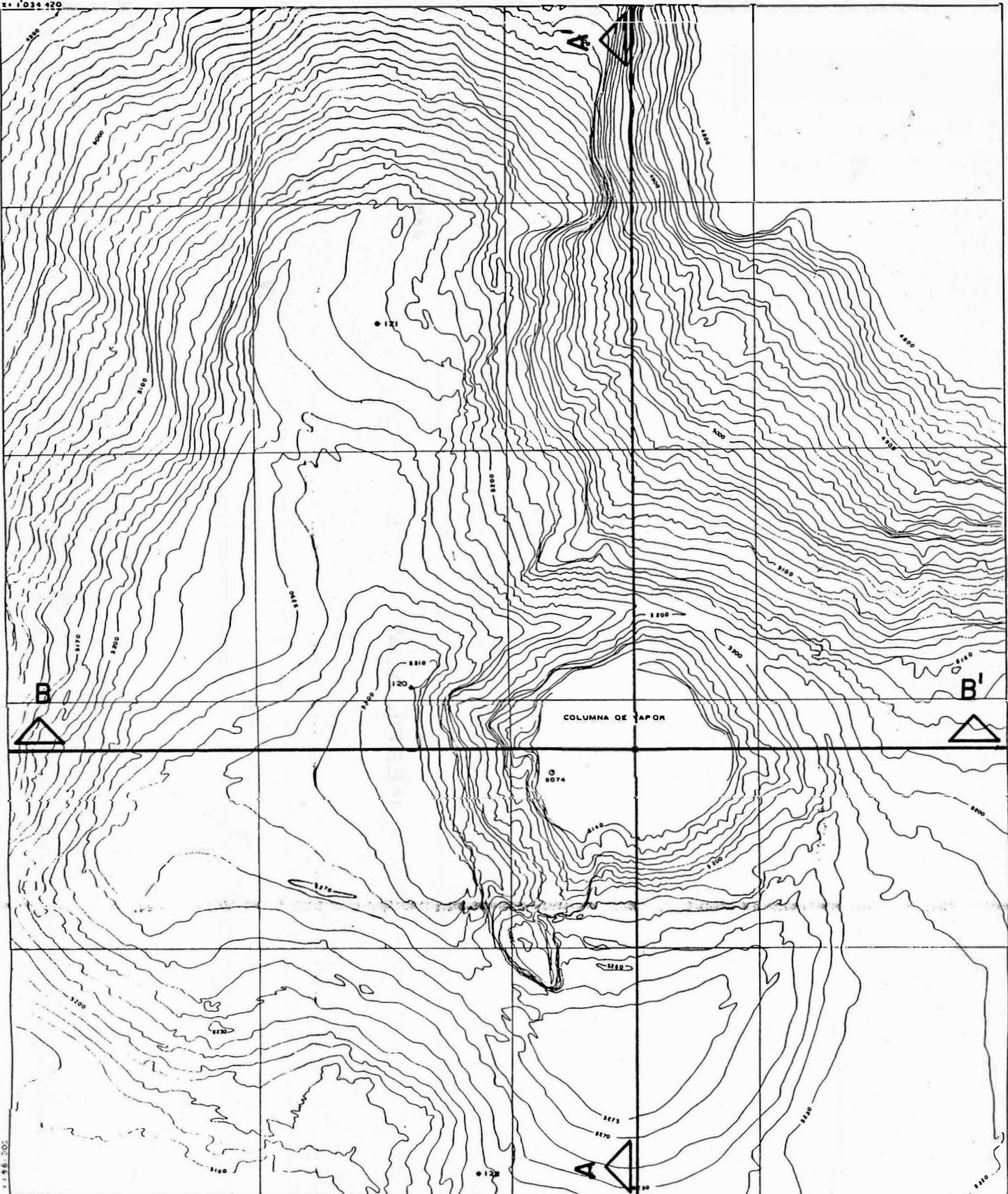


FIG. 6. — START DAY IS SEP 01 1991 GMT JULIAN DAY 244

1: 1'034 420



1: 1'032 000

- PUNTO DE AEROTRIANGULACION
- COTA FOTOGRAFICA
- x CENTRO GEOMETRICO APROXIMADO DEL CRATER

ORIGEN DE COORDENAS PLANAS: BOGOTA  
 SEPARACION CURVAS DE NIVEL CADA 10 METROS  
 INSTRUMENTO: STEREOCORD 0.3 ZEISS  
 MAXIMA ELEVACION: 5321.01 m s. n. m (PUNTO DE CONTROL 120)  
 RESTITUCION ELABORADA A PARTIR DE LAS FOTOGRAFIAS AEREAS IOAC. VUELO C-2408 - FOTOS N° 213\_215 - DIC. 1989

© INGEOMINAS - OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA  
 IMA INTERNATIONAL ADVANCED TRAINING CENTRE FOR PHOTOGRAMMETRY OPERATORS - IPO - STUTTGART, ALEMANIA  
 CARTOGRAFIA ELABORADA BAJO EL PATROCINIO DE LA DAAD REPUBLICA DE ALEMANIA

<b>INGEOMINAS</b>	
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA	
CRATER ARENAS - VOLCAN NEVADO DEL RUIZ	
Autor:	Diseño:
Ing Héctor Mora Paz Prof Dr Ing Hans F. Mohl	Clara Inés Restrepo V
<p>0 100 200m ESC 1:5000</p>	<p>JUNIO 1991</p>
<b>PLANO 1</b>	

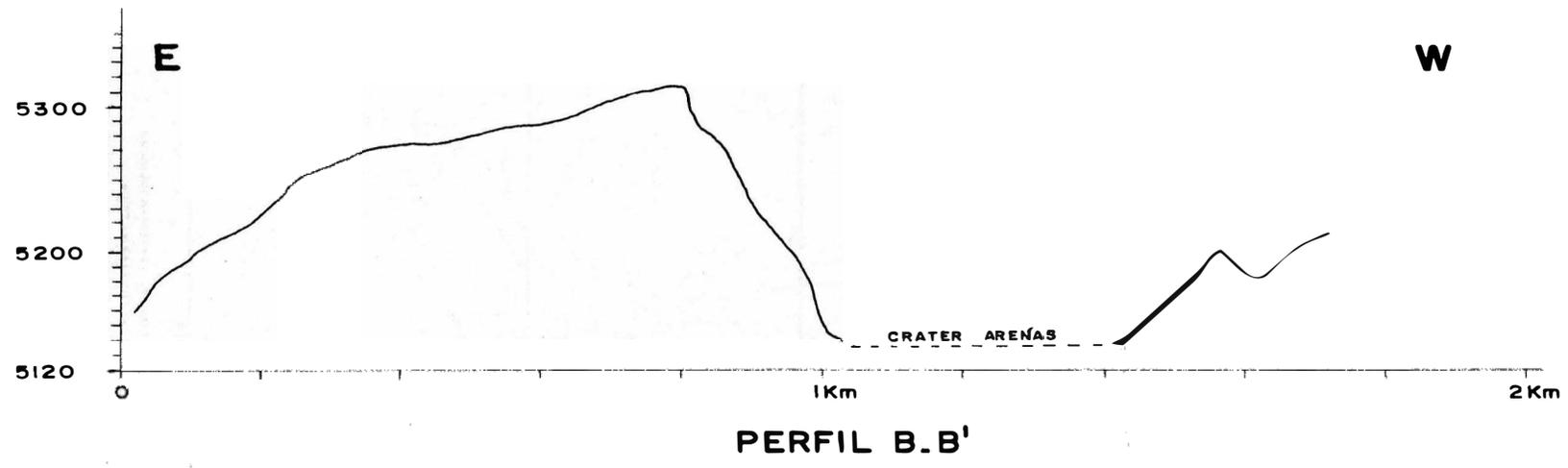
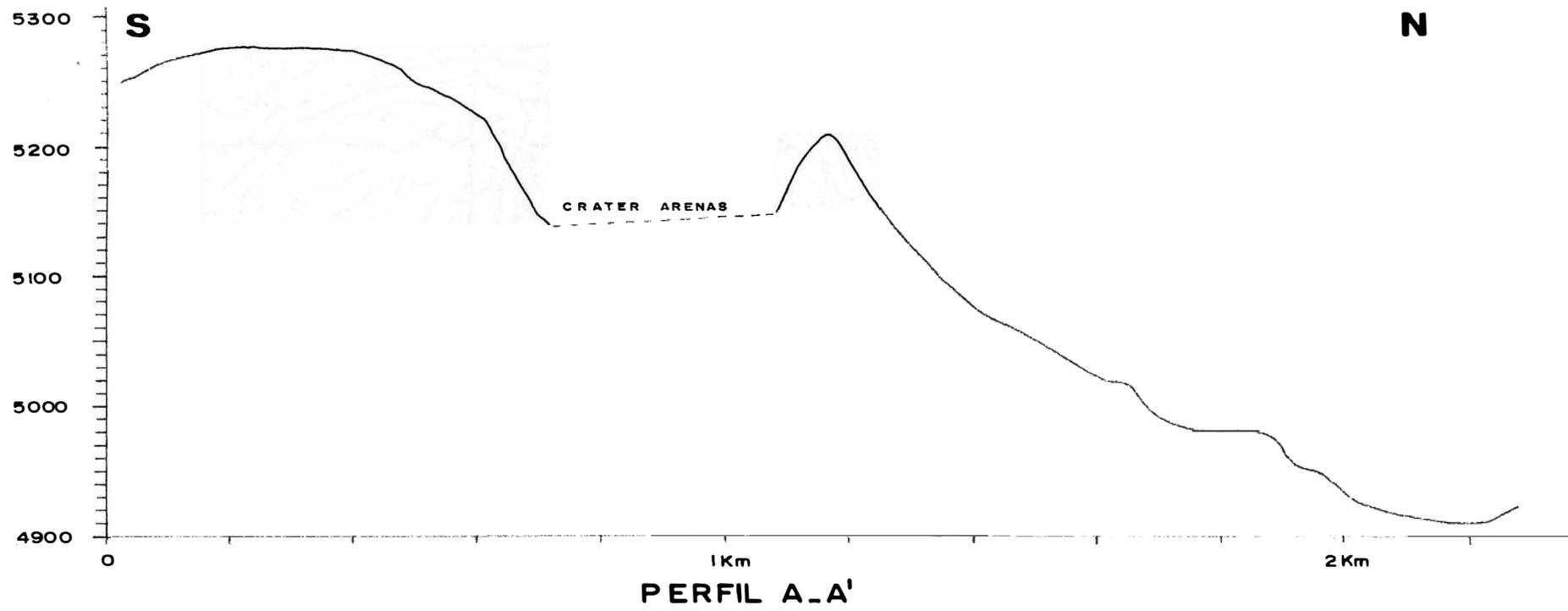
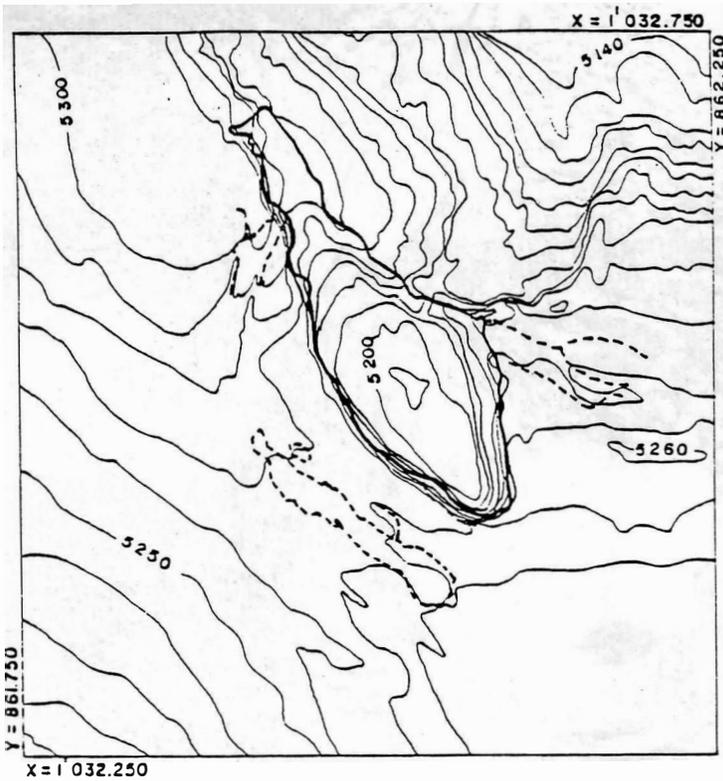


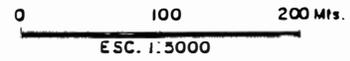
FIG. 7.



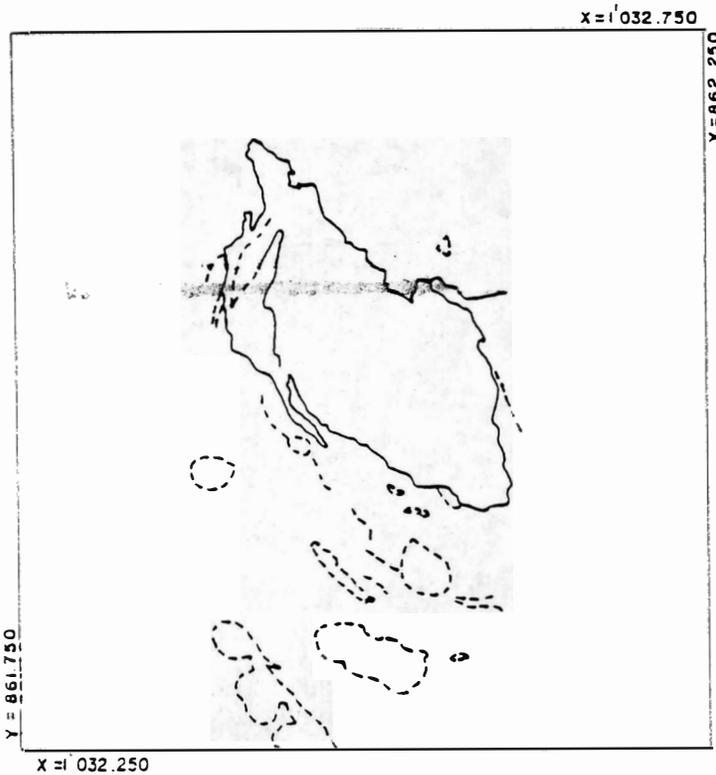
Instrumento: Stereocord G.3 Zeiss  
 Fotos: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC.  
 Numeros: 213 \_215  
 Vuelo: C 2406 \_Diciembre 1989



AUTOR: HECTOR MORA P. JULIO 1990



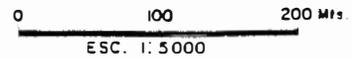
PLANO 2.\_ CAMBIO MORFOLOGICO AL SUR\_OESTE DEL CRATER ARENAS DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ.



Instrumento: Stereocord G.3 Zeiss  
 Fotos: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC.  
 Numeros: 127 \_129  
 Vuelo: C 2418 \_Febrero 1990



AUTOR: HECTOR MORA P. JULIO 1990



PLANO 3.\_ CAMBIO MORFOLOGICO AL SUR\_OESTE DEL CRATER ARENAS DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ.

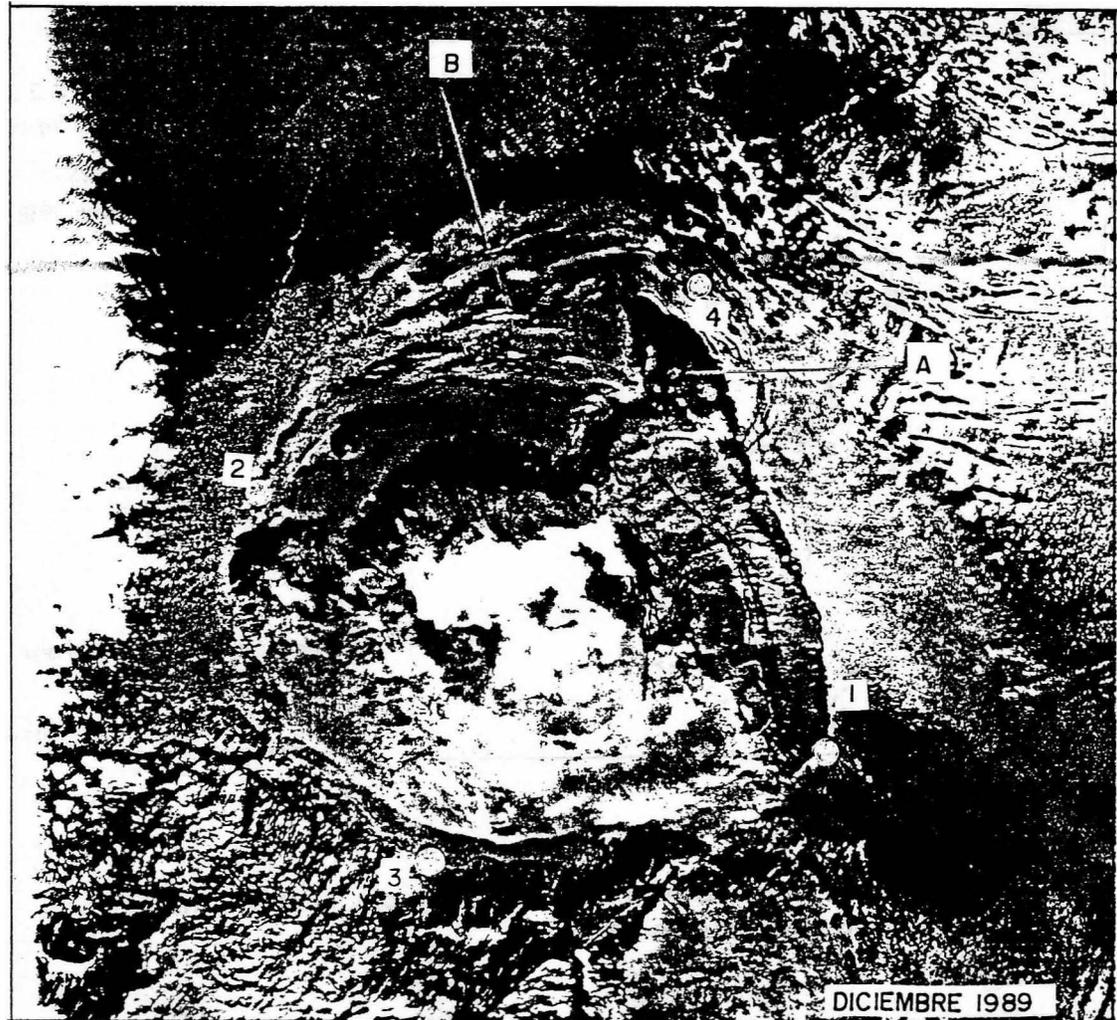


FIG. 8. —

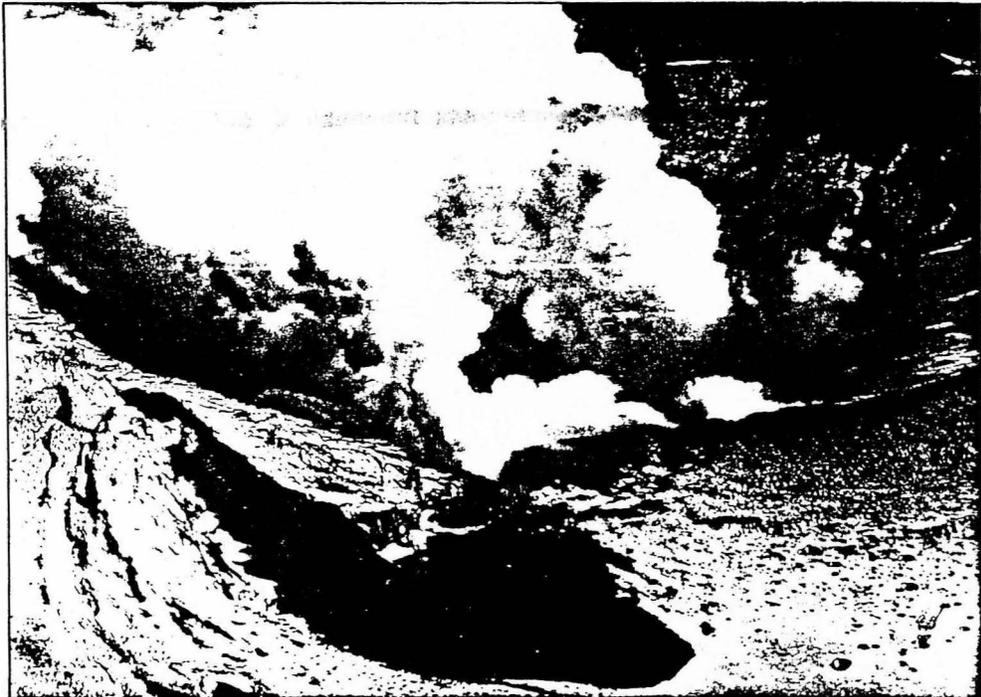
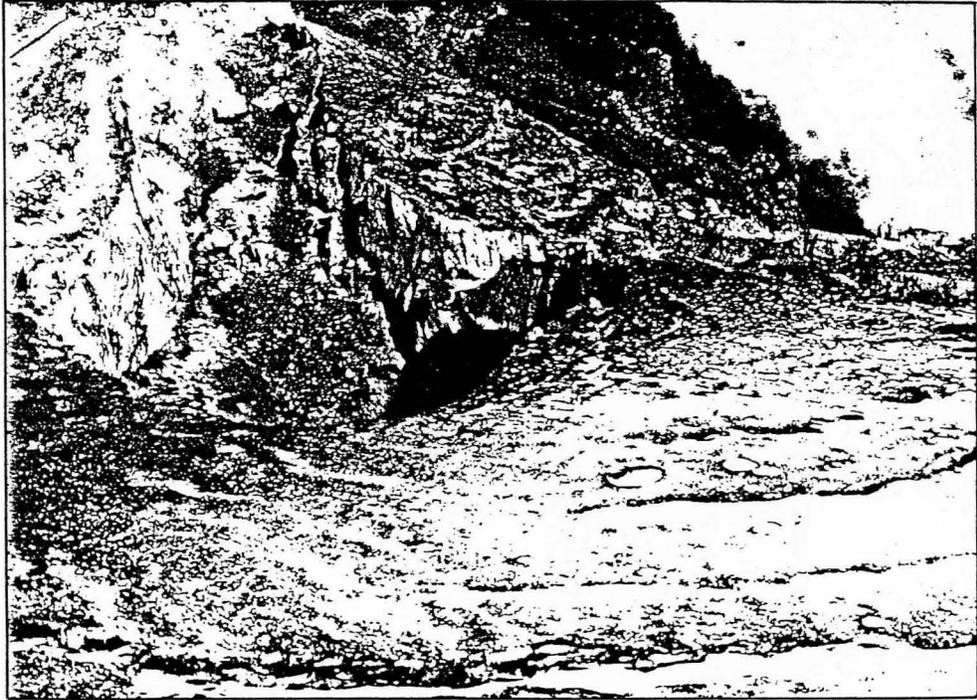


FIG. 9. —