



Universidad Autónoma de San Luis Potosí

FACULTAD DE INGENIERIA
AREA CIENCIAS DE LA TIERRA

*" Estudio comparativo de la Geología y Morfología
de algunos conos cineríticos en los campos volcánicos
de Camargo, Chih. y San Quintín B.C. "*

TRABAJO RECEPCIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

Ingeniero Geólogo

PRESENTA :

María Cristina Noyola Medrano

San Luis Potosí, S.L.P. 1995





1.14.
N7e
1995

DICIEMBRE 09, 1993.

A la Pasante Srita. María Cristina Noyola Medrano
P r e s e n t e . -

En atención a su solicitud de autorización de Temario, presentada por el Ing. Joel Milan Navarro, Asesor del Trabajo Recepcional que desarrollará Usted, con el objeto de sustentar su Examen Profesional en la Licenciatura de Ingeniero Geólogo. Me es grato comunicarle que en la Sesión de Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 09 de Diciembre de 1993, fué aprobado el Temario propuesto:

"ESTUDIO COMPARATIVO DE LA GEOLOGIA Y MORFOLOGIA DE ALGUNOS CONOS CINERITICOS EN LOS CAMPOS VOLCANICOS DE CAMARGO, CHIH. Y DE SAN QUINTIN, B.C."

TEMARIO:

- I.- RESUMEN
 - II.- INTRODUCCION
 - III.- MARCO TECTONICO REGIONAL
 - IV.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS DE CAMPOS VOLCANICOS MONOGENETICOS
 - V.- GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO
 - VI.- COMPARACION GEOMORFOLOGICA ENTRE EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO Y EL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN
 - VII.- DISCUSION
 - VIII.- CONCLUSIONES
- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ruego a Usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

" MODOS ET CUNCTARUM REPRUM MENSURE SEBO "

ING. DAVID ATISHA CASTILLO
DIRECTOR DE LA FACULTAD

DIRECCION



DONACION	
Núm Reg.	EM13021
Catalogador	MCCA
Fecha	02/Abril/2014

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fué posible gracias a las facilidades otorgadas por CONACYT, mediante el proyecto 2192-T390 "Geología y Petrología de los Campos Volcánicos con Xenolitos del Manto en México: I. San Quintín, B.C." cuyo responsable es el Dr. José Jorge Aranda Gómez y por la Estación Regional del Centro (ERCE) del Instituto de Geología de la UNAM.

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron para la realización de este trabajo. En especial al Dr. Gerardo de Jesús Aguirre Díaz por la dirección de este estudio por parte de la UNAM, al Dr. Jorge Aranda por sus valiosos comentarios, al Dr. Fernando Ortega Gutiérrez que durante su gestión como director del Instituto de Geología de la UNAM apoyó incondicionalmente mi trabajo y al Dr. Angel Nieto Samaniego por sus comentarios para mejorar este manuscrito. También quisiera agradecer al Ing. Joel Milán Navarro por su colaboración en la dirección de este trabajo recepcional por parte de la U.A.S.L.P.

Mi agradecimiento al Ing. Guillermo Labarthe H. al Ing. Margarito Tristán Gómez y al M.C. Alfredo Aguillón Robles y a todo el personal que labora en el Instituto de Geología de la Facultad de Ingeniería de la UASLP, así como a los Ing. W. Vernon Kramer, Denis Hall y Joel Arias Rojas de Minera Santa Fé de México por el apoyo logístico en la edición final de este trabajo.

También agradezco a los Ing. Pánfilo R. Martínez Macías y José Refugio Acevedo Arroyo quienes fungieron como sinodales, por su aporte a este trabajo recepcional.

A mis padres
por su constante apoyo.

A Marco Antonio
con cariño.

CONTENIDO

	PAG.
I.- RESUMEN	1
II.- INTRODUCCION	4
II.1 Objetivos	5
II.2 Trabajos Previos	6
II.3 Método de Trabajo	7
II.4 Infraestructura	8
II.5 Generalidades	
II.5.1 Campo Volcánico de Camargo, Chih.	
A) Localización	9
B) Vías de Acceso	9
C) Clima y Vegetación	11
D) Fisiografía	11
II.5.2 Campo Volcánico de San Quintín, B.C.N.	
A) Localización	12
B) Vías de acceso	12
C) Clima y Vegetación	12
D) Fisiografía	14
III.- MARCO TECTONICO REGIONAL	15
III.1 Fallamiento y lineamiento de los conos cineríticos del Campo Volcánico de Camargo	16
IV.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS DE CAMPOS VOLCANICOS MONOGENETICOS	25
IV.1 Estructura y emplazamiento de los campos volcánicos monogenéticos	26

	PAG.
IV.2 Campos volcánicos monogenéticos en México	26
IV.3 Características Geomorfológicas de los campos volcánicos monogenéticos	28
V.- GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO	
V.1 Geología Local	33
V.2 Parámetros geomorfológicos del Campo Volcánico de Camargo	34
V.3 Relaciones de Campo	47
V.3.1 Conos jóvenes	51
V.3.2 Conos de edad intermedia	54
V.3.3 Conos antiguos	58
V.4 Petrografía	63
VI.- COMPARACION GEOMORFOLOGICA ENTRE EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO Y EL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN.	
VI.1 Campo Volcánico de San Quintín	
VI.1.1 Geología Local	65
VI.1.2 Geomorfología del CVSQ	67
VI.2 Comparación entre el Campo Volcánico del Campo Volcánico de Camargo y del Campo Volcánico de San Quintín	72
VII.- DISCUSION	77
VIII.- CONCLUSIONES	88
VIII.1 Recomendaciones	89
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	90

LISTA DE TABLAS

	PAG
Tabla 1. Catálogo de los conos en el Campo Volcánico de Camargo.	37
Tabla 2. Los conos del CVC analizados mediante los parámetros geomorfológicos: Hco/Wco, Wcr/Wco y pendiente promedio	49
Tabla 3. Catálogo de los conos del Campo Volcánico de San Quintín	74
Tabla 4. Comparación de los Campos Volcánicos de Camargo y San Quintín	75
Tabla 5. Los conos cineríticos del CVSQ analizados mediante los parámetros geomorfológicos: Hco/Wco, Wcr/Wco y pendiente promedio.	79

LISTA DE FIGURAS.

	PAG
Figura 1. Localización del Campo Volcánico de Camargo	10
Figura 2. Localización del Campo Volcánico de San Quintín	13
Figura 3. Mapa de lineamientos del Campo Volcánico de Camargo	17
Figura 4. Diagrama de rosa mostrando la orientación preferencial del alineamiento de los conos del Campo Volcánico de Camargo	19
Figura 5. Diagrama de rosa mostrando la orientación preferencial de las fallas del Campo Volcánico de Camargo	20
Figura 6. Diagrama de rosa mostrando la orientación preferencial de las fracturas del Campo Volcánico de Camargo	21
Figura 7. Diagrama de rosa mostrando la orientación preferencial de los lineamientos del Campo Volcánico de Camargo	22
Figura 8. Relación del fallamiento con los conos del CVC	24
Figura 9. Esquema de un cono y parámetros geomorfológicos asociados	29
Figura 10. Diagrama de porcentajes de los conos del CVC	43
Figura 11. Gráfica del No. de conos contra el Wco para el CVC	44
Figura 12. Gráfica del No. de conos contra el Wcr para el CVC	45
Figura 13. Gráfica del No. de conos contra el Hco para el CVC	46
Figura 14. Fotografía de un depósito característico del CVC	48
Figura 15. Mapa hipsográfico y perfil de un cono joven	52
Figura 16. Fotografía de un cono joven	53
Figura 17. Mapa hipsográfico y perfil de un cono maduro	56
Figura 18. Fotografía de un cono maduro	57
Figura 19. Mapa hipsográfico y perfil de un cono viejo	59
Figura 20. Fotografía de un cono viejo	60

	PAG
Figura 21. Explicación del origen y desarrollo de los rasgos morfológicos que semejan cráteres o maares tipo zuni	62
Figura 22. Mapa Fotogeológico del CVSQ	66
Figura 23. Diagrama de porcentajes de los conos del CVSQ	68
Figura 24. Gráfica del No. de conos contra el Wco para el CVSQ	69
Figura 25. Gráfica del No. de conos contra el Wcr para el CVSQ	70
Figura 26. Gráfica del No. de conos contra el Hco para el CVSQ	71
Figura 27. Mapa hipsográfico y perfil del volcán Geniza	73
Figura 28. Gráfica de la relación Hco/Wco del CVC	84
Figura 39. Gráfica de la relación Wcr/Wco del CVC	85
Figura 30. Gráfica de la relación Hco/Wco del CVSQ	86
Figura 31. Gráfica de la relación Wcr/Wco del CVSQ	87

ANEXOS

Lámina 1. Mapa fotogeológico del CVC

Tabla 6. Catálogo de los maares del Campo Volcánico de Camargo, Chih.

Tabla 7. Petrografía de muestras selectas del CVC.

I.- RESUMEN

El Campo Volcánico de Camargo (CVC) está localizado en la porción centro-oriental del estado de Chihuahua, en la provincia geológica del Cinturón Orogénico Chihuahuense (Ortega-Gutiérrez et al., 1992) y en la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras. Cubre un área de aproximadamente 2,000 km². Está formado por amplias mesetas de basalto alcalino que son portadores de inclusiones del manto, ya sea xenocristales de olivino, kaersutita, y/o xenolitos del manto y de la corteza. Contiene alrededor de 300 volcanes de los cuales el 98% son conos de escoria y el 2% restante, aparentemente son maares. Lo más conocido de este campo es una importante localidad de xenolitos llamada la Olivina. La edad del campo no se sabe con precisión, una sola muestra ha sido fechada por el método de K-Ar, resultando en 1.8 Ma (Nimz et al., 1986). Existen tres formas que caracterizan a los conos del CVC: 1) Conos que aún preservan cráter y con pendientes en sus flancos de hasta 24°, 2) Conos que carecen de cráter y forman colinas bajas que culminan en forma de vértice o con flancos simétricos y, 3) remanentes de conos en forma de chichón y con pendientes de aproximadamente 30°, cercanos a cuellos volcánicos. También hay conos muy erosionados, apenas perceptibles en el terreno que tienen ángulos < 5°, y algunos rasgos geomorfológicos especiales que a primera vista semejan cráteres o maares tipos zuni (Ollier, 1967).

Los conos de escoria están constituidos por una combinación de depósitos de tipo cono de salpicadura (spatter), derrames escoriáceos y depósitos de lapilli y bloques con abundantes bombas volcánicas. El fallamiento es normal con una orientación general NW-SE y el alineamiento de los conos (con una orientación N10°-30°W) puede ser relacionado a este fallamiento. Los basaltos alcalinos de este campo exhiben una mineralogía consistente en plagioclasa, clinopiroxeno, olivino y óxidos de Fe-Ti.

Del análisis geomorfológico para el CVC se obtuvieron los siguientes promedios: diámetro de base 708 m, diámetro de cráter 286 m, altura 49 m y pendiente promedio 13.9°.

La morfología que presenta el CVSQ es de conos mejor preservados que los del CVC, con mayores alturas y pendientes, y con cráteres bien preservados. El análisis geomorfológico arrojó los siguientes valores promedios: diámetro de base 687 m, diámetro de cráter 297 m, altura 86 m y pendiente promedio 24.77°.

Comparando la morfología de los volcanes del CVC con la de otros campos volcánicos de basaltos alcalinos del norte de México, se puede establecer que presenta formas más maduras que las de los campos cuaternarios (Campo Volcánico de San Quintín y Campo Volcánico de Durango) y a su vez muestra formas mejor preservadas que las de los campos volcánicos miocénicos (Nazas y Los Encinos, S.L.P.).

I.- ABSTRACT

The Camargo Volcanic Field (CVF) is located in the central-eastern part of the state of Chihuahua, within the Orogenic Belt Chihuahuense geologic province (Ortega-Gutiérrez et al., 1992) and the Basin and Range physiographic province. It covers approximately 2,000 km², and includes widespread alkaline basalt plateau lavas containing mantle and crustal xenoliths, as well as megacrysts of olivine, kaersutite and plagioclase. It includes approximately 300 volcanoes, from which about 98% are scoria cones and 2% are apparently maars. This volcanic field is best known by the mantle and crustal xenoliths locality of La Olivina. The age of the CVF is not precisely known; a single K-Ar age of a lava flow close from La Olivina yielded 1.8 Ma (Nimz et al., 1986). Three volcanic shapes characterize this field: 1) cones with crater and with maximum flank slopes of 24°, 2) cones without crater and forming smooth low hills with an apex top, 3) plugs with steep slopes up to 30°, and nearly with a volcanic neck expression. There are also very eroded cones, barely evident in the field as low mounds with slopes < 5°, and others with peculiar geomorphologic shapes that look like maars, but are deeply eroded cones around more resistant lava flows.

The scoria cones are made up of spatter and scoria fall deposits, and rootless flows, with abundant bombs intercalated in the pyroclastic sequence.

Faulting in the area is normal type, and with a NW-SE general orientation. Cones are aligned in a N10°-30°W orientation, thus, parallel to the faulting, which suggests that volcanism was related to faulting. Mineralogy of the alkaline basalts includes plagioclase, clinopyroxene, olivine, and Fe-Ti oxides. From the geomorphologic analysis of CVF, the following average parameters were obtained: base diameter of 708 m, crater diameter of 286 m, height of 49 m, and maximum flank slope of 13.9°.

The morphology in the San Quintin Volcanic Field (SQVF) indicates better preserved cones with respect to those in the CVF, the former are higher, with larger slopes, and with well-preserved craters. The geomorphologic analysis of the SQVF shows the following average parameters: base diameter of 687 m, crater diameter of 297 m, height of 86 m, and flank slope of 24.8°.

Comparing the morphology of the cones between CVF and other alkaline volcanic fields of northern Mexico, it is suggested that CVF has more mature forms than the Quaternary volcanic fields (SQVF and Durango Volcanic Field), and younger forms than the Miocene volcanic fields (Nazas, Durango and Los Encinos, San Luis Potosí).

II.- INTRODUCCION

En algunos lugares del extranjero y de nuestro país, se han realizado estudios geomorfológicos para tratar de establecer la cronología relativa de los volcanes basados en la erosión (degradación) de los conos y/o de los derrames de lava (Bloomfield, 1975; Settle, 1979; Wood, 1980; Martín del Pozzo, 1982; Hasenaka y Carmichael, 1985; Connor, 1987). Una vez hecho esto, comunmente se recurre a un método de fechamiento absoluto (^{14}C , K-Ar, ^{39}Ar - ^{40}Ar) para obtener la edad de alguno de los aparatos y/o derrames de lava, que muestren rasgos de degradación característicos, y sean fácilmente diferenciables y cuantificables morfológicamente. Posteriormente se extrapolan las edades absolutas a otros volcanes que muestran rasgos geomorfológicos similares.

En los últimos años se han estudiado varios campos volcánicos alcalinos en la parte central y noroccidental de nuestro país como los campos volcánicos de Los Encinos, Ventura y Santo Domingo en San Luis Potosí (Luhr et al., 1989; Aranda-Gómez et al., 1989), el Campo Volcánico de Durango (Smith, 1989; Aranda-Gómez et al., 1990; Aranda-Gómez y Luhr, 1992; Pier et al., 1992), la región de Nazas, Durango (Aguirre-Díaz y McDowell, 1991), el Campo Volcánico del Pinacate, Sonora (Gutmann, 1976; Lutz et al., 1989) y el Campo Volcánico de San Quintín, Baja California Norte (Woodford, 1928; Basu, 1977; 1979; Rebolgar et al., 1982; Storey et al., 1989; Luhr et al., en prensa). De estas investigaciones, se han obtenido datos petrológicos, geoquímicos y algunos fechamientos por métodos de K-Ar y ^{39}Ar - ^{40}Ar .

Uno de los campos volcánicos que se encuentran al norte de México es el Campo Volcánico de Camargo (CVC), que se ubica en el estado de Chihuahua a aproximadamente 200 km al sureste de la capital del estado y a 90 km al oriente de Camargo (Figura 1). Geológicamente el CVC se encuentra dentro de la provincia tectonomagmática de las Cuencas y Sierras (Basin and Range Province), que se caracteriza por una alternancia de sierras y valles controlados por fallamiento normal, de edad Cenozoico medio-tardío

(Stewart, 1977; Henry y Aranda-Gómez, 1992). Este campo volcánico es conocido por una importante localidad de xenolitos llamada la Olivina (Nimz et al., 1986; Cameron, et al., 1992), pero los basaltos alcalinos y el entorno geológico han sido poco estudiados.

Los motivos para realizar un análisis geomorfológico en la región de Camargo y de San Quintín, fueron los resultados obtenidos en un estudio anterior en la región de Durango, en la Breña, en donde se notó que cuando se analizan muestras bien caracterizadas, provenientes de un sólo volcán, la mayoría de los diagramas de variación química muestran agrupamientos claros que sugieren que las muestras son co-magmáticas. Pero cuando se grafica un gran número de muestras provenientes de todo el campo volcánico, el comportamiento de los diagramas de variación no se entiende (Smith, 1989; Aranda-Gómez et al., 1990; Aranda-Gómez y Luhr, 1992).

La presente investigación es un trabajo previo a los estudios geológicos, geocronológicos y petrológicos del CVC y del CVSQ. Con los resultados obtenidos del análisis geomorfológico se agruparon a los conos en conjuntos de la misma edad relativa, para que posteriormente, con los análisis químicos, se pueda ver si el comportamiento de los diagramas de variación son más entendibles que aquellos obtenidos sin hacer una discriminación por edades.

II.1 OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son: 1) la elaboración de un mapa fotogeológico, 2) la verificación general de campo del mapa fotogeológico, 3) describir la geología y geomorfología de los conos cineríticos más representativos del Campo Volcánico de Camargo (CVC) con el fin de establecer su grado de degradación y su edad relativa, lo que será utilizado para establecer la historia eruptiva del CVC y 4) el muestreo de lavas asociadas a algún cono para, posteriormente, hacerles análisis químicos y de fechamiento con el fin de poder calibrar el modelo geomorfológico obtenido en este estudio.

II.2 TRABAJOS PREVIOS

El CVC ha sido poco estudiado en relación con otros campos volcánicos de nuestro país, además, todos los estudios efectuados hasta el momento están enfocados a los aspectos geoquímicos y petrológicos de los xenolitos y de las rocas ígneas del Terciario (Cameron et al., 1992; Nimz et al., 1993; Rudnick y Cameron, 1991; Smith, 1993). En uno de estos trabajos se reportó una edad radiométrica de 1.8 Ma (Nimz et al, 1986) para un derrame de lava basáltica de una de las mesetas que conforman al CVC.

El CVSQ ha sido más estudiado que el CVC, Woodford (1928) hace una descripción de la geología del CVSQ y presenta el primer mapa del área. Basu (1977; 1979) hace un estudio geoquímico y petrográfico de los xenolitos de este campo volcánico. Reboilar et al. (1982) sugieren la posible existencia de una falla submarina paralela a la costa con una orientación N40°W, basado en evidencias de un enjambre sísmico en la región de San Quintín. Storey et al. (1989) presentan un mapa geológico simplificado con la localización del muestreo que realizó para análisis geoquímico; Luhr et al. (en prensa) modifican el mapa geológico presentado por Storey y realizan análisis geoquímicos y fechamientos por el método de ^{39}Ar - ^{40}Ar obteniendo una edad para el CVSQ de alrededor de 120 Ka.

En la bibliografía existente de los dos campos volcánicos no se encuentra ningún trabajo relacionado a la geomorfología de los volcanes.

II.3 METODO DE TRABAJO

La investigación fue dividida en dos etapas: gabinete y campo.

En la etapa de gabinete, se recolectó la bibliografía relacionada al tema de estudio, después se procedió a realizar el estudio fotogeológico y geomorfológico para establecer un mapa geológico preliminar, el cual se verificó posteriormente en el campo. Debido a la gran extensión de la zona de estudio, no fue posible verificar todo el mapa.

Como base topográfica se emplearon las cartas topográficas y geológicas editadas por INEGI, escala 1:50,000 de **El Espejo** (G13B12), **Honorato de Abajo** (G13B13), **El Milagro** (G13B22), **San Juan de las Maravillas** (G13B23), **Mesteñas** (H13D82), **Venustiano Carranza** (H11B74), **Lazaro Cardenas** (H11B64), y la hoja topográfica de **Texcoco** (H13D83) . También se hizo uso de fotografías aéreas escala 1:50,000 para Camargo y 1:25,000 para San Quintín.

De los mapas topográficos se obtuvieron los parámetros geomorfológicos que después fueron procesados en una base de datos. A cada cono se le asignó una clave con las iniciales del mapa topográfico seguido de un número que depende de la posición del cono en el mapa, esta numeración comienza de la esquina superior izquierda y va progresando de oeste a este y de norte a sur.

Durante la etapa de campo se incluyó la descripción y el muestreo de los conos y depósitos piroclásticos de los que se hicieron estudios petrográficos. En algunas muestras se elaborarán en un futuro análisis químicos y de fechamiento. También se midieron las pendiente máximas de los conos verificados, estos valores fueron incluidos en la base de datos.

Una vez compilada la información de gabinete y campo del CVC y la información bibliográfica del CVSQ se estableció la comparación entre dichos campos volcánicos.

II.4 INFRAESTRUCTURA

El estudio se desarrolló en la Estación Regional del Centro (ERCE) del Instituto de Geología de la UNAM, utilizando el siguiente material:

- Fotografías aéreas verticales B/N, escala 1:50,000 para Camargo y fotografías aéreas verticales a color escala 1:25,000 para San Quintín, teniéndose el cubrimiento completo de ambos campos.
- Cartas topográficas y geológicas de INEGI, escalas 1:50,000, 1:250,000
- La carta geológica de la República Mexicana editada por la UNAM, escala 1:2,000,000.
- Estereoscopio de espejos.
- Biblioteca.
- Equipo para preparar muestras para estudio petrográfico.
- Microscopio petrográfico.
- Equipos de cómputo y dibujo.
- Vehículos para transportarse al campo.

II.5.- GENERALIDADES

II.5.1 CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO, CHIH.

A) LOCALIZACION.

El Campo Volcánico de Camargo (CVC), se localiza a aproximadamente 200 km en línea recta al SE de la ciudad de Chihuahua y a 90 Km al oriente de la ciudad de Camargo. El área aproximada de este campo es de 2 000 km² (Figura 1).

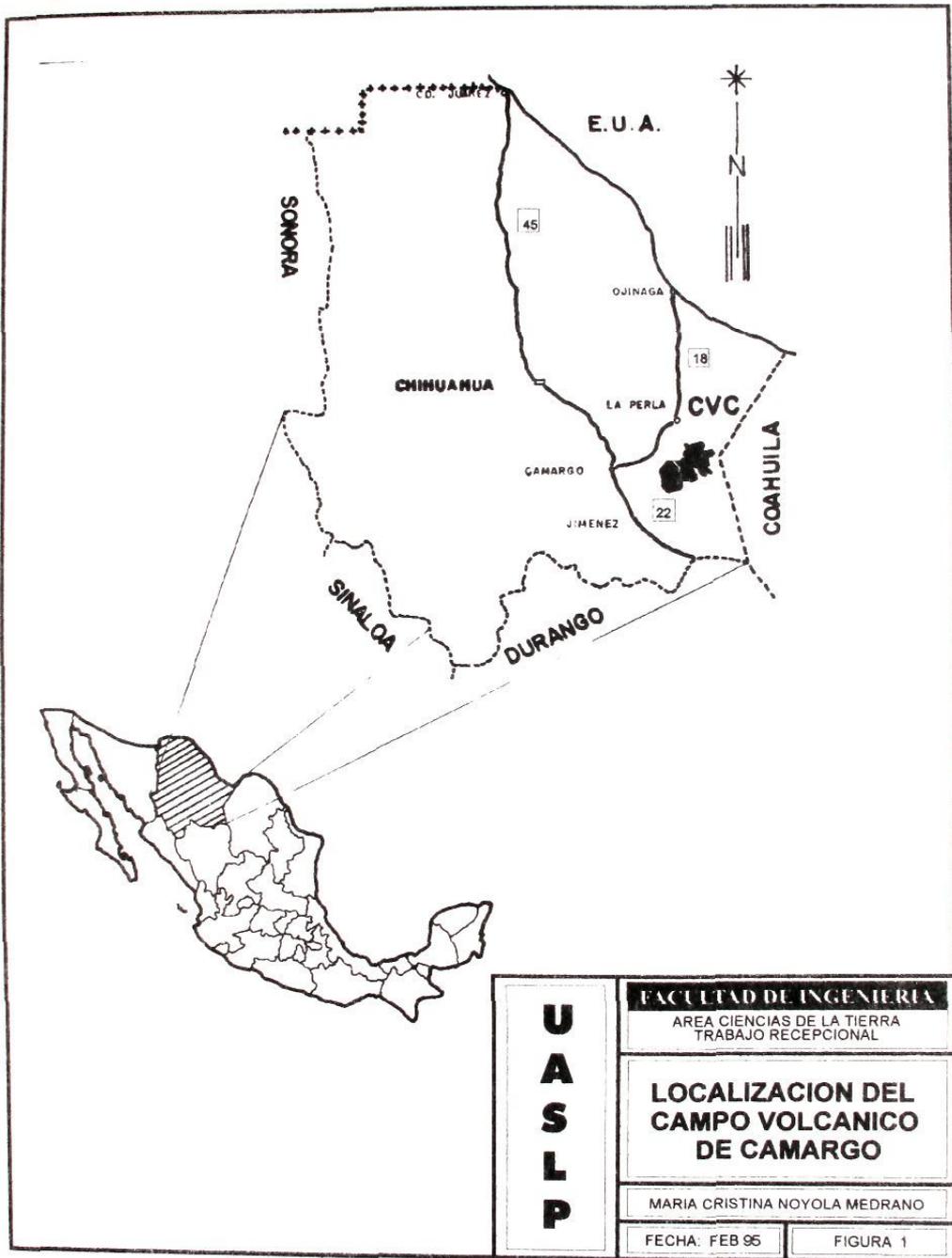
Se encuentra limitado por las coordenadas geográficas:

27° 30' a 28° 03' de Latitud Norte
104° 00' a 104° 40' de Longitud Oeste

B) VIAS DE ACCESO

Se tienen dos rutas de acceso al CVC, una es para la porción norte y la otra es para la porción sur. El acceso para la parte norte partiendo de la Cd. de Camargo es por la carretera federal No. 45, en la cual se recorren 3 km y después se desvía hacia la carretera estatal No. 22 (carretera libre a Cd. Jimenez), y se avanzan aproximadamente 10 km en donde se encuentra una desviación a la carretera estatal No. 18 (Ojinaga); a los 54 Km, en el entronque con San Fernando, se encuentra una brecha, transitable todo el año que comunica con la Unidad Minera de Hércules, a partir de la cual se ramifican varias brechas que atraviesan al CVC.

Para llegar a la porción sur, saliendo de Cd. Camargo se toma la carretera federal No. 45 en la cual se recorren 3 km, luego se desvía hacia la carretera estatal No. 22, después de aproximadamente 28 km de recorrido, se llega a una subestación eléctrica a partir de la cual se encuentra una brecha transitable todo el año que comunica con el Rancho Las Pampas y se avanzan aproximadamente 27 km. A partir de este rancho, hay diferentes brechas y veredas que llegan a la parte sur del campo.



C) CLIMA Y VEGETACION

La región se caracteriza por tener un clima muy seco semicálido, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). Presenta temperaturas medias anuales entre los 18 °C y 22 °C durante el verano y de 10 °C durante el invierno.

La temporada de lluvias queda comprendida entre los meses de agosto a octubre; teniéndose una precipitación media anual de 100 a 300 mm. El tipo de vegetación que se puede encontrar en la región, consiste en chaparral, pastizal y matorral micrófilo.

D) FISIOGRAFIA

El Campo Volcánico de Camargo está localizado en la provincia fisiográfica de Cuencas y Sierras, la cual se extiende hacia el sur desde el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica (Raisz, 1964). Sus sierras abruptas, tienen una orientación NNW-SSE y quedan separadas entre sí por grandes llanuras llamadas "bolsones". En esta región, al SE del río Conchos, se localiza el bolsón de Mapimí. En el sur de la provincia se extiende la laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila, lecho seco en la actualidad de lo que fuera en tiempos pasados un enorme lago. Hoy es una de las zonas más áridas del país.

Los elementos orogénicos principales de la región son la Sierra El Diablo y la Sierra Encinillas con alturas sobre el nivel del mar de 2 100 m y 2 080 m respectivamente.

II.5.2 CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN B.C.N.

A) LOCALIZACION

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ), se encuentra localizado aproximadamente a 160 km en línea recta al SW de la Cd. de Ensenada en el Estado de Baja California Norte sobre la costa del Pacífico. El área aproximada de este campo es de 100 km² (Figura 2).

Se encuentra limitado por las coordenadas geográficas:

30° 21' a 30° 34' de Latitud Norte

115° 57' a 116° 03' de Longitud Oeste.

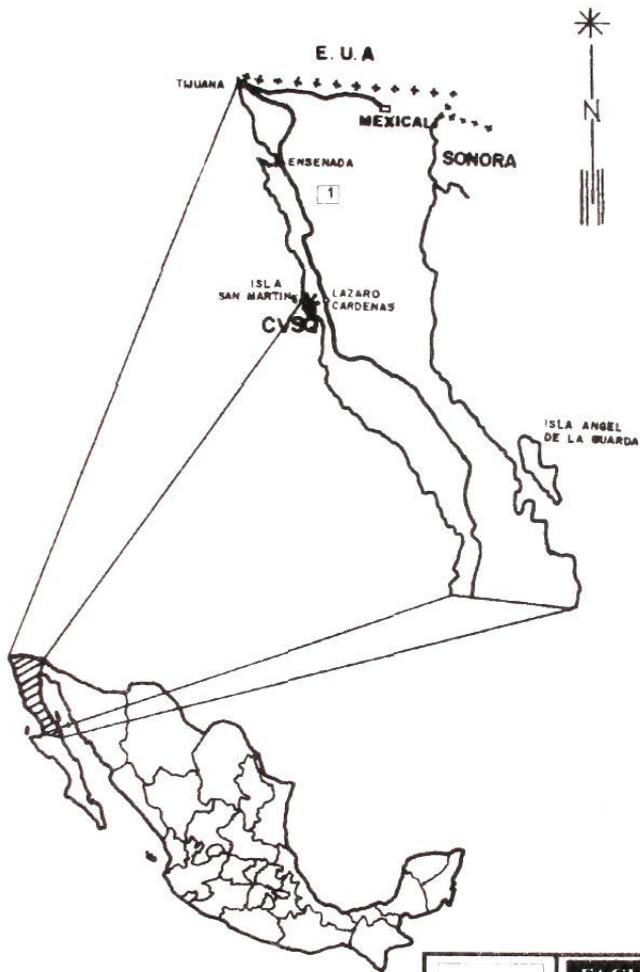
B) VIAS DE ACCESO

Partiendo de la ciudad de Ensenada, se toma la carretera federal No. 1 que atraviesa a toda la península, después de recorrer aproximadamente 175 km, se llega a la población de Lázaro Cárdenas, en donde se encuentra una desviación al poniente hacia Bahía Falsa, al llegar al poblado de Chapala el camino se divide, el camino principal va a Bahía Falsa y a la parte sur y central del CVSQ, el camino secundario comunica con la zona norte del CVSQ.

C) CLIMA Y VEGETACION

La zona está caracterizada por tener un clima muy seco templado, según Köppen, modificado por García (1988). Con temperaturas medias anuales entre los 14 °C y los 16 °C. Presenta lluvias de verano e invierno y tiene una precipitación total anual de 100 mm a 200 mm.

El tipo de vegetación que se puede encontrar en la región es principalmente, álamo, palmas, pastizal, y vegetación de dunas costeras.



**U
A
S
L
P**

FACULTAD DE INGENIERÍA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
TRABAJO RECEPCIONAL

**LOCALIZACION DEL
CAMPO VOLCANICO
DE SAN QUINTIN**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 2

D) FISIOGRAFIA

El Campo Volcánico de San Quintín se encuentra localizado en la provincia fisiográfica de Baja California (Raisz, 1964), la cual es un bloque fallado y basculado de cerca de 1 600 km de largo y de sólo 50 a 100 km de ancho. Llega a alcanzar alturas de 3000 msnm en la parte norte y disminuye gradualmente hasta 600 m en la parte norte de La Paz. Esta provincia fisiográfica presenta cañones escarpados con amplios valles rellenos de arenas y existe una intensa ramificación de tributarios. Los grabens rellenos de sedimentos detríticos son comunes y muchos tienen volcanes dentro de ellos.

Los principales sistemas de topoformas en la región de San Quintín son: el lomerío tendido, la barra y la llanura costera, cuyos orígenes son volcánico, de depositación por oleaje y aluvial, respectivamente. La orientación principal de sus rasgos geológicos es norte-sur.

III.- MARCO TECTONICO REGIONAL

El Campo Volcánico de Camargo se encuentra en la provincia tectono-magmática de Cuencas y Sierras (Basin and Range Province), la cual está formada de bloques limitados por fallas normales que dieron lugar a una alternancia de sierras y cuencas rellenas de aluvión (Stewart, 1978), hacia el occidente se encuentra la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, al oriente la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y al sur la subprovincia de las Sierras Atravesadas de la Sierra Madre Oriental (Raisz, 1964).

La provincia de Cuencas y Sierras se extiende en México desde la frontera con los Estados Unidos hasta la Faja Volcánica Transmexicana (Stewart, 1978; Elston, 1984; Henry y Aranda-Gómez, 1992).

El origen de esta estructura está relacionado a extensión, dadas las características que presenta como: a) un manto superior anómalo; b) adelgazamiento de la corteza continental; c) alto flujo de calor; d) ascenso regional y extensión; e) un amplio volcanismo silícico en el Cenozoico Medio y f) el fallamiento normal (Stewart, 1978).

El mecanismo de extensión comenzó hace aproximadamente 29 Ma y el volcanismo alcalino comenzó cuando terminó la subducción de la placa Farallón, hace aproximadamente 29-21 Ma. (Stewart, 1978; Aguirre-Díaz y McDowell, 1991; Aguirre-Díaz y McDowell, 1993).

Los mayores episodios de fallamiento ocurrieron a los 29 Ma con una orientación NW (Aguirre-Díaz y McDowell, 1993), de 23 a 24 Ma con una orientación ENE y de 12 a 13 Ma con una orientación WNW (Henry y Aranda-Gómez, 1992).

III.1 FALLAMIENTO Y LINEAMIENTO DE LOS CONOS CINERITICOS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO

En el Campo Volcánico de Camargo la alineación de los volcanes parece estar controlada por el sistema de fallamiento normal. Para poder establecer la orientación principal de los esfuerzos que causaron este fallamiento en el área de estudio, se realizó un análisis de alineamientos de los conos (Figura 3) como lo hicieron para otros campos Nakamura (1977) y Connor (1987).

La densidad general de conos que presenta el CVC es de 15.35 conos/100 km², aunque existen algunas áreas con densidades altas, > 25 conos/100 Km² y otras con densidades bajas, < 5 conos/100 Km². En las zonas de alta densidad es difícil establecer una sola orientación en el alineamiento de los conos, pero en los lugares en donde la densidad es pequeña se pueden visualizar algunos alineamientos casi paralelos entre sí y paralelos a las fallas principales.

Los criterios utilizados para la elaboración del plano de alineamientos y para su análisis posterior fueron los siguientes: 1) todos los alineamientos son de al menos tres conos, considerándose como alineamientos importantes aquellos de más de tres conos; 2) para la distancia entre conos se siguieron los criterios establecidos por Davis (1986), quien señala que primero debe establecerse el patrón de distribución de los puntos (conos). El patrón de distribución se tomó en base a un análisis visual del mapa y se comparó con las gráficas de los patrones establecidas por Davis (1986); para el caso del CVC el patrón resultó aleatorio. Después se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\emptyset = A / n \quad (1)$$

donde:

\emptyset = densidad de puntos sobre el plano.

A = área medida sobre el plano.

n = número de puntos.

y

$$R = 0.91 \varnothing \quad (2)$$

donde:

R = distancia media entre cono y cono.

\varnothing = densidad de puntos sobre el plano.

0.91 = Constante para un plano con distribución aleatoria.

En el CVC, la distancia máxima entre conos no es mayor de 2.5 km, y 3) la longitud máxima de un alineamiento es de 5 km y la mínima es de 0.5 km, los alineamientos mayores de 5 km se partieron en dos y los alineamientos menores de 0.5 km no se tomaron en cuenta; esto es con el fin de que los resultados obtenidos sean realmente representativos.

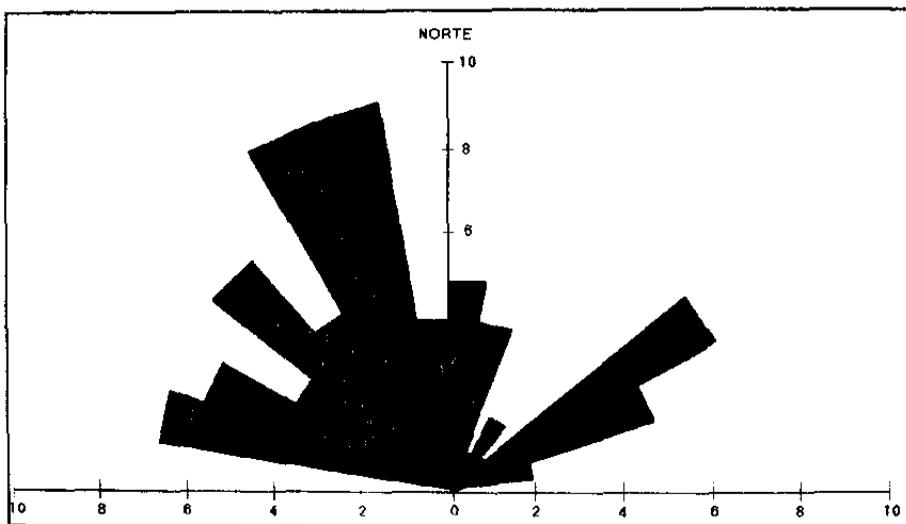
Los resultados de este análisis fueron graficados en diagramas de rosa. Los alineamientos de los conos (Figura 4) presentan dos orientaciones importantes, la primera con orientación N 10°-30° W que se presenta hacia las porciones suroeste y centro del campo (Figura 3) y la segunda con orientación N 50°-60° E se presenta en la porción central (Figuras 3 y 4). Las fallas⁽¹⁾ tienen una orientación principal de N 20°-30° W (Figura 5) y se concentran hacia la parte centro y sur del área de estudio, aunque también se puede observar otra orientación importante de N 30°-40° W, también en el centro del área (Figuras 3 y 5). Las fracturas⁽²⁾ presentan dos orientaciones, una N 40°-50° E y otra N 10°-40° W (Figura 6), el fracturamiento se presenta principalmente al noreste del campo (Figura 3). En un diagrama general, en donde se agruparon los análisis de todos los datos (conos, fallas y fracturas), la orientación principal es N 20°-30° W (Figura 7).

En algunos lugares del CVC se observa que el fallamiento está afectando a los

NOTA: (1) En las fotografías aéreas las fallas se muestran como lineamientos de varios kilómetros de longitud que desplazan a las unidades de roca.

(2) Las fracturas se observan principalmente como cauces de arroyos y cañones muy rectos que alcanzan varios kilómetros de longitud, y también como cambios en los cauces de los ríos en ángulos cercanos a los 90°, en este tipo de lineamientos no se observa ningún tipo de desplazamiento.

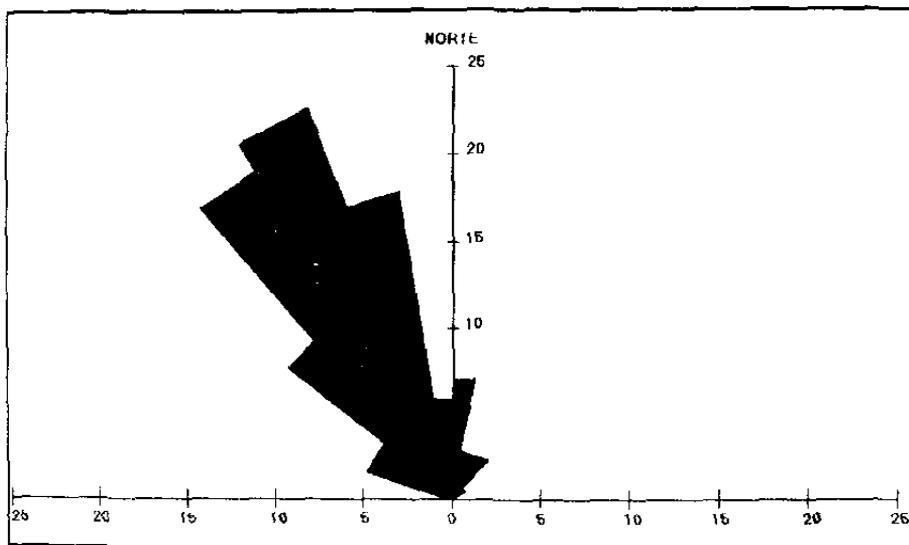
Figura 4. DIAGRAMA DE ROSA MOSTRANDO LA ORIENTACION PREFERENCIAL DEL ALINEAMIENTO DE LOS CONOS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO.



Para realizar el análisis del lineamiento de los conos se utilizaron 82 datos, obteniéndose una orientación preferencial hacia el N10°-30°W.

El intervalo de cada sector analizado es de 10°.

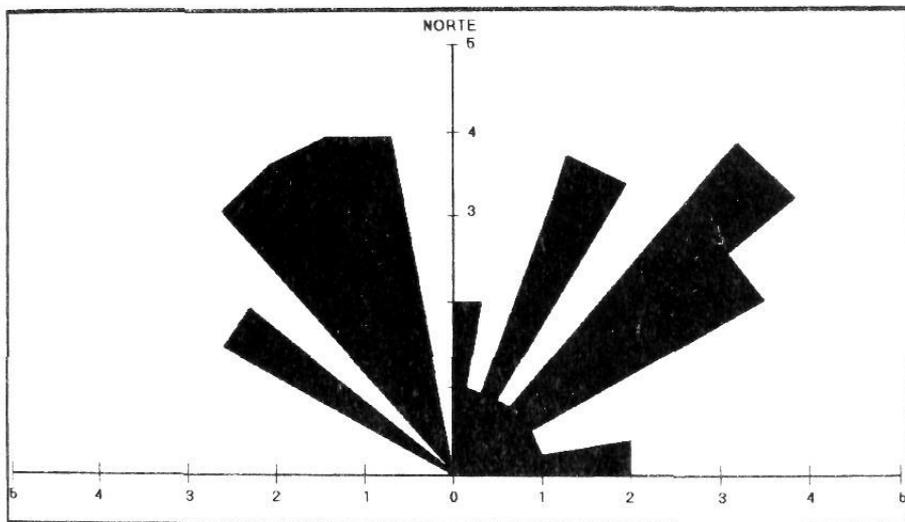
Figura 5. DIAGRAMA DE ROSA MOSTRANDO LA ORIENTACION PREFERENCIAL DE LAS FALLAS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO



Para el análisis de orientación de las fallas se utilizaron 111 datos, obteniéndose una orientación preferencial hacia el N20°-30°W.

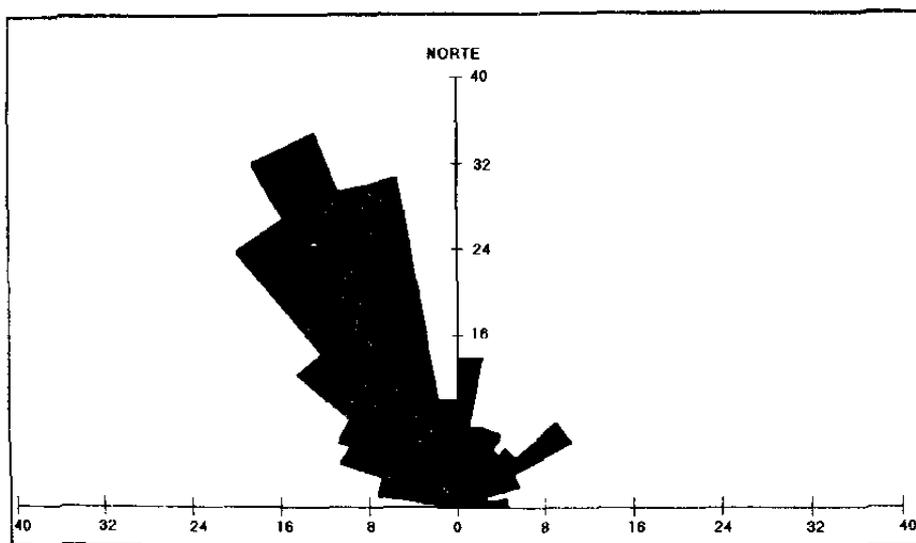
El intervalo de cada sector analizado es de 10°.

Figura 6. DIAGRAMA DE ROSA MOSTRANDO LA ORIENTACION PREFERENCIAL DE LAS FRACTURAS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO



Para realizar el análisis de la orientación de las fracturas se utilizaron 37 datos, obteniéndose dos orientaciones una al $N10^{\circ}-40^{\circ}W$ y otra al $N40^{\circ}-50^{\circ}E$. El intervalo de cada sector analizado es de 10° .

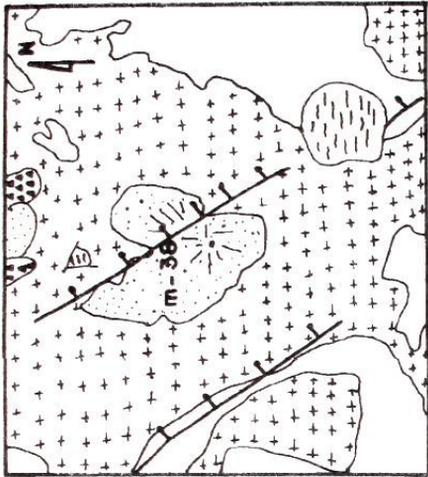
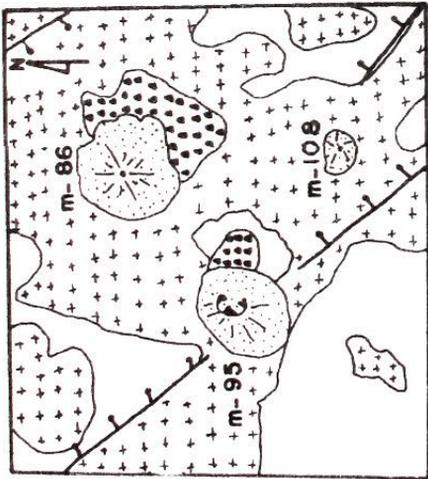
Figura 7. DIAGRAMA DE ROSA MOSTRANDO LA ORIENTACION PREFERENCIAL DE LOS LINEAMIENTOS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO



Para el análisis de la orientación de los lineamientos del CVC se utilizaron 230 datos, obteniéndose una orientación preferencial de $N20^{\circ}-30^{\circ}W$.

El intervalo de cada sector analizado es de 10° .

conos, como se presenta en el cono M-111 (Las Mojoneras, Figura 8). En otros sitios las fallas están sepultadas por los conos o por sus productos, así se tiene que el cono M-95 oculta una parte de una falla que se prolonga en la misma dirección tanto al NW como al SE del cono (Figura 8). Con base en estos rasgos se infiere que el volcanismo fue sintectónico.



EXPLICACION

-  Aluvion
-  Material del cono
-  Lava asociada al cono
-  Lava sin asociacion clara
-  Falla normal
-  Cuerpo de agua

Escala aproximada 1 : 40 000



U A S L P

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
TRABAJO RECEPTACIONAL

**RELACION DEL
FALLAMIENTO CON
LOS CONOS DEL CVC**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 8

IV.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS DE CAMPOS VOLCANICOS MONOGENETICOS.

De manera general podemos definir a un *Campo Volcánico monogenético* como aquel en el que se desarrolla la actividad volcánica en varios centros emisores, cada uno de los cuales se manifiesta como un solo evento volcánico (monocíclico), construyendo conos cineríticos, cráteres de explosión tipo maar y anillos de ceniza. A diferencia de los estratovolcanes, en los que se manifiesta la actividad volcánica en un solo centro emisor (policíclicamente), dando lugar a un volcán poligenético.

Una de las formas más comunes en los campos volcánicos monogenéticos son los *conos cineríticos* los cuales son pequeñas colinas en forma de cono truncado, cuya cima tiene la forma de un tazón (Wood, 1980). Estas estructuras se forman por la acumulación de fragmentos piroclásticos alrededor de un conducto central. Los fragmentos siguen trayectorias balísticas y caen cerca del conducto, deslizándose hacia abajo hasta llegar a su ángulo de reposo que es aproximadamente de 30°. El tamaño de los fragmentos decrece con la distancia que recorren. McDonald (1972) establece que la mayoría de ellos varían de 1 hasta 30 cm de diámetro. El tamaño depende también de la fuerza de la erupción. Frecuentemente el contenido de gas se reduce al final de la erupción, resultando depósitos de salpicadura (spatter; Wood, 1980). Muchas veces, los conos emiten lavas que pueden alejarse a varios kilómetros de la fuente como en el Parícutín (Luhr y Simkin, 1993); estas lavas suelen destruir parte del cono.

IV.1 ESTRUCTURA Y EMPLAZAMIENTO DE LOS CAMPOS VOLCANICOS MONOGENETICOS

Dentro de un mismo campo monogenético se pueden presentar diferentes tipos de actividad volcánica, teniéndose principalmente la actividad tipo hawaiana y las de tipo estromboliano. En el tipo *hawaiano* las erupciones descargan lava básica fluida, con escasas o nulas erupciones explosivas, desde el interior de sus conductos o desde fisuras. Normalmente eyecta derrames de lava con muy baja viscosidad que construyen volcanes amplios y bajos, en donde el material piroclástico es escaso. En cambio, en el tipo *estromboliano* se presentan magmas básicos o intermedios, de fluidez moderada con erupciones explosivas que varían de débiles a violentas. La eyección típica son bombas ovoides y fusiformes, escoria (lapilli) y salpicaduras (spatter). Los fragmentos tienden a presentar superficies redondeadas debido a la tensión superficial. Las fuentes de lava son pequeñas y excepcionales. Las columnas de erupción son usualmente grises y descargan casi todo el material cerca del conducto, aunque las partículas finas son transportadas más lejos por el viento. La actividad tanto de las erupciones hawaianas como de las estrombolianas, pueden continuar ininterrumpidamente por meses o años (Williams-McBirney, 1979).

De esta manera, los conos cineríticos son formados principalmente, por erupciones de tipo estromboliano y los volcanes escudo por erupciones tipo hawaiano.

IV.2 CAMPOS VOLCANICOS MONOGENETICOS EN MEXICO.

Los campos monogenéticos se han emplazado en diferentes provincias geológicas y fisiográficas, sin que aparentemente haya una relación con el basamento que los subyace. Por ejemplo, se tienen campos volcánicos emplazados en la provincia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana, cuya composición es afín con una zona de subducción

(Grupo Chichinautzin; Martín del Pozzo, 1982 y el Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato; Hasenaka y Carmichael, 1985; Hasenaka, 1993) y en la provincia geológica del Macizo Volcánico de los Tuxtlas (Ortega et al., 1992), en donde se ubica al Campo Volcánico de los Tuxtlas (Nelson, 1989), de composición alcalina y carácter monogenético.

En el centro y norte de México, los campos volcánicos monogenéticos identificados son predominantemente de composición alcalina. Los campos, se han emplazado en la Mesa Central, como por ejemplo los campos volcánicos de Los Encinos, Santo Domingo y Ventura en San Luis Potosí (Aranda-Gómez et al., 1993); en la Sierra Madre Occidental, en el campo volcánico del Valle del Guadiana (Smith, 1989); en la subprovincia de Sierras Altas y Cuencas, en el área de Nazas (Aguirre-Díaz y McDowell, 1993) y en la Provincia de Baja California en la zona de San Quintín (Luhr et al., en prensa).

En otros campos volcánicos que se han estudiado hasta el momento, se ha hecho uso de la alineación de los conos cineríticos para poder obtener la dirección del esfuerzo principal ya sea de extensión o de compresión (Nakamura, 1977); este autor observó que en un sistema de esfuerzo tensional, el alineamiento de los conos es perpendicular a la dirección de tensión máxima y el magma es fundamentalmente basáltico, mientras que, en un sistema de esfuerzo compresional, el alineamiento de los conos es paralelo a la dirección de compresión máxima y el magma es principalmente andesítico.

Los campos que se estudiaron y que se presentan en este trabajo se ubican en el grupo de los campos volcánicos de basaltos alcalinos. Aunque la discriminación ha sido con base en su composición química, este estudio no pretende realizar trabajos de geoquímica con las rocas estudiadas. Se sabe que el Campo Volcánico de Camargo, contiene basaltos alcalinos por los reportes de Nimz et al. (1986; 1993), Cameron et al. (1990; 1992), y además, la mineralogía que exhiben las rocas, es típica de basaltos alcalinos (Barker, 1983).

IV.3 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LOS CAMPOS VOLCÁNICOS MONOGENÉTICOS

Una de las aplicaciones de un estudio geomorfológico en un campo volcánico es el tratar de obtener las edades relativas de los aparatos volcánicos dentro de la misma región basándose en su apariencia y en los valores de sus parámetros geomorfológicos. Estas edades obtenidas a partir de criterios geomorfológicos deben ser calibradas posteriormente por métodos absolutos de fechamiento, como K-Ar, ^{39}Ar - ^{40}Ar y ^{14}C . Esto último no se realizó en este estudio.

Los parámetros geomorfológicos son obtenidos a partir de cartas topográficas y de fotografías aéreas. Estos parámetros son: *Diámetro de la base (Wco)*, *Diámetro del cráter (Wcr)* y *la altura del cono (Hco)* (Figura 9). El Wco y el Wcr son determinados a partir de donde las curvas topográficas equidistantes cambian abruptamente y el Hco es la diferencia de elevación que hay entre el cráter y la base. Los valores de dichos parámetros son el promedio de los valores máximos y mínimos. (Bloomfield, 1975; Settle, 1979; Wood, 1980; Martín del Pozzo, 1982; Hasenaka y Carmichael, 1985; Connor, 1987).

A partir de estos valores se obtienen:

la *pendiente promedio* mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pend. Prom} = \tan^{-1}(2Hco)/(Wco-Wcr),$$

la *relación de altura del cono con el diámetro de la base*:

$$Hco/Wco,$$

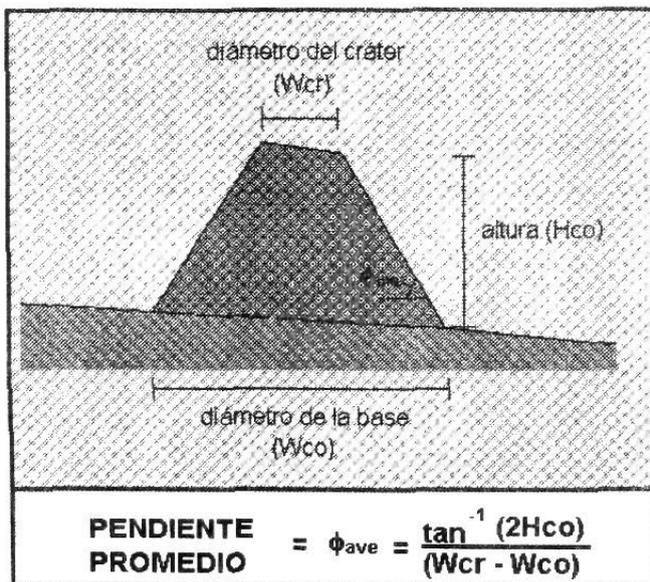
la *relación diámetro de cráter con diámetro de la base*:

$$Wcr/Wco$$

y el *volumen del cono* mediante la fórmula:

$$\text{Vol} = Hco(Wcr^2 + Wcr * Wco + Wco^2)/12$$

FIGURA 9. ESQUEMA DE UN CONO Y PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS ASOCIADOS



En las fotografías aéreas se hizo un análisis cualitativo de los conos basado en su apariencia, para catalogarlos en grupos de diferentes edades relativas.

Por observaciones de campo, Wood (1980) establece que los conos recientes generalmente se distinguen por una escasez de vegetación y de surcos profundos de drenaje en sus flancos; el cono está bien definido y frecuentemente hay un cambio brusco de pendiente entre el cono y el terreno que lo rodea. Además, los parámetros geomorfológicos son acordes con las relaciones obtenidas por Porter (1972) y por Bloomfield (1975).

Estas relaciones son las siguientes:

$$Hco = 0.20 Wco \quad \text{y} \quad Wcr = 0.40 Wco$$

En base a los parámetros geomorfológicos, Settle (1979) establece que las formas de los conos cineríticos pueden ser atribuidas a: 1) la naturaleza explosiva de la actividad volcánica que formó el campo y/o 2) la naturaleza y duración de los procesos erosivos que operaron sobre él. Sin embargo, es difícil establecer las causas por las que un campo volcánico joven presenta una morfometría y apariencia de un campo volcánico viejo, debido al conocimiento limitado de: 1) la variabilidad de las erupciones formadoras de conos, 2) la variabilidad de los procesos erosivos responsables de la morfometría de los conos y 3) el registro completo de las condiciones climáticas dentro del campo volcánico.

Algunos de los estudios morfométricos efectuados hasta el momento en nuestro país, se han hecho en el campo volcánico de Michoacán-Guanajuato (Hasenaka y Carmichael, 1985; Hasenaka, 1993; Connor, 1987) y en el Grupo Chichinautzin (Bloomfield, 1975; Martín del Pozzo, 1982).

Bloomfield (1975) es el primero que calibra mediante edades absolutas obtenidas por ^{14}C los valores obtenidos por medio de los parámetros geomorfológicos y observó que, a mayor edad, la relación altura/diámetro de la base disminuye de 0.21 a 0.10, mientras que la relación diámetro del cráter/diámetro de la base aumenta de 0.40 a 0.83, comprobando de esta manera, las relaciones morfométricas obtenidas por Porter (1972).

Martín del Pozzo (1982) estudió las características geomorfológicas de una porción del grupo Chichinautzin ubicado al sur de la Ciudad de México para obtener el estilo de erupción a través de la geometría, los productos y distribución de los conos. Reportó que el Grupo Chichinautzin se debe a volcanismo monogenético con volcanes de vida corta y de índice de explosividad intermedio, la relación de Hco/Wco varía de 0.20 a 0.12 conforme avanza la edad. Hasenaka y Carmichael (1985), en su estudio en el Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato, grafican el número de conos contra la altura, el diámetro de cráter, el diámetro de base y el volumen de cada cono, con el fin de obtener una frecuencia de distribución del tamaño de los conos cineríticos. Además, estos autores fecharon algunas muestras por métodos de ^{14}C y las edades absolutas se utilizaron para calibrar las edades relativas obtenidas a partir de los parámetros geomorfológicos. También graficaron Hco/Wco , la pendiente máxima (medida en el campo), la pendiente promedio y la densidad de surcos de drenaje normalizados a 90° , contra la edad, obteniendo que conforme aumenta la edad, la relación Hco/Wco varía de 0.24 a 0.16. La pendiente máxima y la pendiente promedio tienen una variación lineal, haciéndose más suaves con el tiempo. La densidad de surcos varía de 30 a menos de 10, es decir, establecen que, cuando los conos son más jóvenes, éstos presentan una gran cantidad de surcos de drenaje de poca profundidad, y conforme avanza la edad, los surcos se presentan en menor cantidad pero son más profundos.

Connor (1987), con base en los parámetros geomorfológicos, obtiene dos poblaciones de volcanes en el campo de Michoacán-Guanajuato; la población A son los estratovolcanes y los volcanes escudo, y la población B son los conos cineríticos. A su vez, estas dos poblaciones son divididas en 3 grupos en base a sus alturas; el grupo I son los conos de menos de 240 m, el grupo II son los conos de 240 m a 300 m, y el grupo III son los conos de más de 300 m. Mediante un estudio de alineamientos de los volcanes, establece la orientación que presentan los volcanes poligenéticos y la orientación de los conos cineríticos en este campo volcánico.

Para los campos volcánicos del norte de México no se han hecho análisis de los volcanes por medio de parámetros geomorfológicos. Sin embargo en el Campo Volcánico de San Quintín en Baja California, Luhr et al. (en prensa) utilizaron varios criterios geomorfológicos para poder cuantificar la degradación de los conos cineríticos y de los flujos de lava. Los criterios utilizados se basan en las relaciones de contacto y de superposición, obteniendo de este modo las edades relativas de los conos y de sus productos. Así se tiene que: 1) la edad de un cono de escoria roto es contemporánea a la edad del derrame de lava que lo destruyó, 2) en los lugares en donde se intersectan dos o más conos de escoria y/o cráteres, el mejor preservado (el más completo) es el más joven, asumiéndose que los conos/cráteres anteriores fueron destruidos por las erupciones subsecuentes, 3) algunos conos y/o flujos de lava actúan como barreras topográficas para los flujos posteriores, estas barreras son consideradas más antiguas, 4) en los volcanes que tienen dos o más conos anidados, el cono más interno y sus flujos de lava asociados son más jóvenes, y 5) si dos flujos de lava de edad desconocida están expuestas a las mismas condiciones de viento y de acarreo de arena, el flujo con superficie más rugosa es el más joven.

V.- GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO

V.1 GEOLOGIA LOCAL

Hacia los bordes Sur y Este del Campo Volcánico de Camargo (CVC) se encuentran paquetes de rocas sedimentarias del Cretácico y hacia los bordes Norte y Noreste del campo se encuentran rocas ígneas del Terciario. Estas rocas no son objeto de estudio en este trabajo, pero ya han sido estudiadas por otros autores (Muñoz-Saldúa, 1975; Smith, 1993).

Las rocas sedimentarias del Cretácico, están constituidas por calizas compactas de textura fina, de colores gris pardo a gris oscuro; en ciertos horizontes presenta nódulos de pedernal alargados de color pardo claro. (Muñoz-Saldúa, 1975).

Las rocas ígneas del Terciario son reportadas por Smith (1993) de la siguiente manera: "la unidad Terciaria más antigua es una toba riódacítica denominada Toba El Diablo y se encuentra expuesta en la base de la Sierra Agua de Mayo, esta toba contiene fenocristales de plagioclasa, cuarzo, biotita, óxidos de Fe-Ti y apatito desvitrificado, en una matriz con variaciones de color rojo a café. La edad de esta roca es de aproximadamente 40 Ma".

La siguiente secuencia de rocas es un paquete de lavas andesíticas, dacíticas y riódacíticas, con una edad de alrededor de 35 Ma; estas lavas contienen fenocristales de plagioclasa, +/- apatito y óxidos de Fe-Ti, y casi todas presentan dos piroxenos excepto la dacita y la riolita perlítica de las Sierras de Honorato/Guadalupe y la riódacita vítrica de la Sierra Epigmenia que contiene biotita. Sobreyaciendo a estas rocas se encuentran dos grupos de dacitas y andesitas porfíricas de la Sierra Agua de Mayo y también dos tobas de caída de ceniza con alto sílice, una de la Sierra Agua Chile y otra de las Sierras

Honorato/Guadalupe. Sus edades varían de 31-32 Ma. Las lavas contienen típicamente fenocristales de plagioclasa, ortopiroxeno, clinopiroxeno, apatito y óxidos de Fe-Ti.

Hacia la parte SW del CVC se presentan unas gravas del Terciario subyaciendo a las lavas que formaron al CVC. Estos paquetes de gravas están formados principalmente por fragmentos líticos de calizas y pedernal. El CVC tiene una extensión total de 2 000 km², En esta área existen alrededor de 312 volcanes de los cuales el 98 % son conos cineríticos y el restante 2 % aparentemente son maares, pero éstos últimos no se verificaron en campo (Lámina 1). El campo esta constituido principalmente de extensas mesetas de basalto alcalino, las cuales cubren varios centenares de kilómetros cuadrados. Los conos están formados por depósitos de lapilli, escoria, material de tipo salpicadura (spatter), así como grandes bloques y bombas. La ceniza ha desaparecido por completo. Muchos aparatos están abiertos debido a la destrucción parcial del cono, probablemente por la emisión de derrames de lava o por la erosión fluvial.

Nimz et al. (1986) reportan una edad K-Ar de aproximadamente 2 Ma para los productos del CVC.

En algunas localidades se pueden observar lavas y productos piroclásticos conteniendo xenolitos de lherzolita, granulita y megacristales de plagioclasa y kaersutita.

Los depósitos más recientes son el aluvión y algunas gravas del Cuaternario.

V.2 PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO

Para obtener los parámetros geomorfológicos de los conos cineríticos se utilizaron las cartas topográficas de INEGI, escala 1:50 000, y fotografías aéreas escala 1:50 000, para recopilar los datos geomorfológicos por métodos indirectos. En la etapa de campo se midió la *pendiente máxima* de algunos conos, ésta se obtuvo también del promedio de varias

medidas hechas con la brújula y los valores promedio se anexaron a la base de datos. Los criterios utilizados en este análisis fueron los siguientes:

El *diámetro de la base* es obtenido por medida directa del punto de inflexión topográfica a lo largo de la superficie exterior del cono. Este punto de inflexión se define por un cambio abrupto en el espaciamiento y/o la circularidad del contorno topográfico del cono (Settle, 1979). El valor de este parámetro es el promedio de dos medidas hechas sobre dos ejes del cono, dichos ejes deben ser perpendiculares entre sí. Cuando los conos son demasiado pequeños, en las cartas topográficas no fue posible visualizar su contorno por medio de las curvas de nivel, por eso, a este tipo de conos se les asignó un valor arbitrario de 40 m.

En los conos con cráter el *diámetro del cráter* se obtuvo de la siguiente manera: primero se observó en fotografía aérea la forma y la orientación del cráter, después estas observaciones se pasaron a las cartas topográficas en donde, con la ayuda de las curvas de nivel, se contornearon los cráteres. De igual forma se tomaron dos medidas del diámetro del cráter hechas sobre dos ejes perpendiculares entre sí y se obtuvo un promedio. Para los conos que no presentaron cráter o no eran visibles sus contornos topográficos, se les asignó el valor de cero.

La *altura del cono* es un promedio de dos medidas, una es tomada desde la base del cono al punto más alto del borde del cráter y la otra es medida a partir de la base del cono hasta el punto más bajo del borde del cráter. Cuando el contorno topográfico del cono no era visible en el mapa topográfico debido a que el cono es demasiado pequeño y de poca altura, se le asignó un valor arbitrario de 5 m.

Al terminar el trabajo de medición, se procedió a recopilar estos valores en una base de datos y se hizo un análisis en las fotografías aéreas del aspecto de los conos, con el fin de tratar de establecer edades relativas de los conos dentro del mismo campo y para realizar un análisis porcentual del aspecto de los mismos. Una vez recopilados los valores

(Tabla 1) se calcularon la *pendiente promedio*, el *volumen*, la relación *altura del cono / diámetro de la base* (Hco/Wco) y la relación *diámetro del cráter / diámetro de la base* (Wcr/Wco) aplicando las fórmulas que se explicaron en el capítulo anterior.

Del análisis porcentual se obtuvo que en el campo se presentan el 60 % de conos sin cráter, el 18 % son conos viejos y disectados por arroyos y el 22 % restante son conos que aún preservan cráter (Figura 10). Para el análisis geomorfológico del CVC se utilizaron los criterios de Hasenaka y Carmichael (1985), aunque ellos excluyeron en su análisis a los conos que presentan las siguientes características, y que son comunes en el CVC:

- 1) Conos que no preservan cráteres.
- 2) Conos que están muy disectados por arroyos marcados.
- 3) Conos que están planos.
- 4) Conos que están parcialmente sepultados.

De este análisis se obtuvo que los conos varían en Wco de 200 m a 1 400 m teniéndose un promedio de 708 m (Figura 11), el Wcr varía de 60 m a 560 m con un promedio de 286 m (Figura 12), el Hco varía de 15 a 115 m con un promedio de 49 m (Figura 13), la pendiente promedio varía de 6.74° a 22.92° con un promedio de 13.93° , la relación de Hco/Wco varía de 0.03 a 0.13 con un promedio de 0.07 y la relación de Wcr/Wco tiene variaciones de 0.19 a 0.64 con un promedio de 0.41.

El volumen de material piroclástico emitido por los centros volcánicos es de 2.20 km^3 , teniéndose que cada cono ha emitido en promedio 0.01 km^3 de rocas piroclásticas.

Tabla No. 1. CATALOGO DE LOS CONOS EN EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARCO, CHILI.

No.	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Mico (km)	Wcr (km)	Hco (km)	Hco/Wco	Wco/Wco	PENDIENTE PROMEDIO	PENDIENTE MAXIMA	VOLUMEN (km ³)
1	IR-1	C LA VACA	H1082	28°01'08"	104°20'11"	0,725	0,300	0,035	0,04	0,41	8,44	11,00	0,00763
2	TR-1	C LA VACA	H13083	28°02'56"	104°18'25"	0,525	0,000	0,020	0,04	0,00	4,37	17,00	0,00544
3	TR-1	C LOS COLORADOS	H13083	28°01'15"	104°17'07"	0,850	0,375	0,040	0,08	0,44	9,65	-	0,01238
4	E-1	C EL ALAMITO	G13812	27°58'37"	104°23'52"	0,765	0,360	0,080	0,08	0,48	17,63	21,00	0,01511
5	E-2		G13812	104°21'14"		0,465	0,465	0,050	0,08	0,58	17,60	-	0,01597
6	E-3		G13812	27°57'37"	104°24'38"	0,550	0,000	0,025	0,05	0,05	3,21	-	0,00198
7	E-4		G13812	27°56'55"	104°24'26"	0,440	0,445	0,080	0,14	0,58	35,28	-	0,00568
8	E-5		G13812	27°57'05"	104°21'12"	0,135	0,000	0,005	0,04	0,05	4,24	-	0,00022
9	E-6		G13812	27°57'06"	104°20'04"	0,190	0,005	0,005	0,03	0,00	3,02	-	0,00005
10	E-7	C PARAPETO	G13812	27°57'06"	104°20'04"	1,000	0,465	0,040	0,04	0,47	8,57	-	0,01781
11	E-8		G13812	27°58'05"	104°25'04"	0,450	0,000	0,080	0,18	0,00	20,37	-	0,00424
12	E-9		G13812	27°55'50"	104°21'30"	0,725	0,300	0,085	0,09	0,41	17,53	25,00	0,01418
13	E-10		G13812	27°54'37"	104°20'08"	0,375	0,300	0,020	0,05	0,00	8,11	-	0,00074
14	E-11	C EL PAN	G13812	27°54'37"	104°20'08"	0,650	0,360	0,085	0,07	0,41	0,2425	-	0,00009
15	E-12		G13812	27°54'41"	104°20'57"	0,150	0,000	0,010	0,07	0,00	7,84	-	0,00009
16	E-13		G13812	27°54'26"	104°23'14"	0,120	0,000	0,005	0,04	0,00	4,77	-	0,00002
17	E-14		G13812	27°54'14"	104°22'50"	1,065	0,460	0,125	0,12	0,44	24,07	-	0,05823
18	E-15		G13812	27°54'02"	104°20'32"	0,485	0,185	0,035	0,07	0,40	13,83	-	0,00337
19	E-16		G13812	27°53'06"	104°21'08"	0,670	0,000	0,095	0,14	0,00	16,25	-	0,01116
20	E-17		G13812	27°53'18"	104°24'22"	0,040	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00300
21	E-18		G13812	27°52'53"	104°22'40"	1,125	0,465	0,110	0,10	0,41	19,10	-	0,05774
22	E-19		G13812	27°53'16"	104°20'38"	0,625	0,375	0,090	0,11	0,45	22,82	-	0,02884
23	E-20		G13812	27°53'08"	104°20'34"	0,725	0,300	0,085	0,12	0,41	22,92	-	0,01854
24	E-21		G13812	27°53'00"	104°20'16"	0,845	0,435	0,085	0,08	0,51	18,17	-	0,02183
25	E-22		G13812	27°52'42"	104°22'03"	0,365	0,000	0,040	0,11	0,00	12,88	-	0,00140
26	E-23		G13812	27°51'55"	104°25'30"	0,085	0,000	0,005	0,08	0,00	6,74	-	0,00001
27	E-24		G13812	27°51'42"	104°25'38"	0,150	0,000	0,010	0,07	0,00	7,84	-	0,00006
28	E-25		G13812	27°52'06"	104°20'02"	0,645	0,325	0,035	0,05	0,50	10,74	-	0,00874
29	E-26		G13812	27°51'25"	104°25'16"	0,455	0,250	0,035	0,08	0,55	19,56	-	0,00351
30	E-27	CS LOS COLORADOS	G13812	27°51'28"	104°25'08"	0,575	0,300	0,035	0,06	0,52	14,58	-	0,00643
31	E-28		G13812	27°51'41"	104°21'32"	0,475	0,000	0,080	0,13	0,475	14,47	-	0,00354
32	E-29	CS LOS COLORADOS	G13812	27°51'47"	104°20'31"	0,785	0,250	0,090	0,08	0,32	12,85	-	0,01374
33	E-30		G13812	27°51'42"	104°20'32"	1,045	0,500	0,090	0,09	0,48	18,92	-	0,04380
34	E-31		G13812	27°50'47"	104°21'14"	0,910	0,185	0,025	0,05	0,37	9,44	-	0,00323
35	E-32		G13812	27°51'00"	104°20'38"	0,400	0,000	0,020	0,05	0,00	5,73	-	0,00084
36	E-33		G13812	27°50'30"	104°20'16"	0,255	0,000	0,020	0,05	0,00	4,58	-	0,00002
37	E-34		G13812	27°50'05"	104°21'07"	1,125	0,000	0,005	0,04	0,00	8,96	-	0,00029
38	E-35		G13812	27°48'49"	104°37'44"	0,235	0,000	0,020	0,06	0,00	9,75	-	0,00144
39	E-36		G13812	27°47'45"	104°28'51"	0,525	0,000	0,020	0,04	0,00	4,37	-	0,00280
40	E-38		G13812	27°47'05"	104°28'40"	0,575	0,000	0,030	0,03	0,00	5,88	-	0,00028
41	E-39		G13812	27°47'30"	104°28'15"	0,315	0,000	0,010	0,03	0,00	3,64	-	0,00000
42	E-40		G13812	27°46'18"	104°37'24"	0,040	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00000
43	E-41		G13812	27°46'11"	104°28'08"	0,885	0,425	0,055	0,06	0,48	13,70	-	0,01629
44	E-42		G13812	27°45'54"	104°26'10"	0,575	0,325	0,025	0,04	0,57	11,46	-	0,00468
45	E-43		G13812	27°45'40"	104°24'40"	0,700	0,000	0,050	0,07	0,00	8,19	-	0,00041
46	E-44		G13812	27°45'31"	104°30'07"	0,405	0,000	0,030	0,04	0,00	8,49	30,00	0,00120
47	E-45		G13812	27°45'32"	104°28'48"	0,485	0,000	0,020	0,07	0,00	4,93	-	0,00113
48	E-46		G13812	27°45'44"	104°28'23"	0,200	0,000	0,010	0,05	0,00	5,73	-	0,00010
49	H-1		G13812	27°45'13"	104°37'00"	0,850	0,000	0,050	0,06	0,00	8,81	-	0,00553
50	H-2		G13813	27°58'36"	104°01'33	0,400	0,000	0,070	0,16	0,00	20,05	-	0,00283
51	H-3		G13813	27°58'06"	104°01'40"	0,340	0,000	0,020	0,06	0,00	8,74	-	0,00082
52	H-4		G13813	27°58'03"	104°19'41"	0,345	0,000	0,020	0,06	0,00	6,84	-	0,00082
53	H-5		G13813	27°55'11"	104°17'12"	0,580	0,390	0,035	0,09	0,62	19,23	-	0,00819
54	H-5		G13813	27°54'32"	104°17'19"	0,650	0,385	0,090	0,07	0,45	14,79	-	0,01862
55	H-6		G13813	27°54'30"	104°18'31"	0,535	0,300	0,035	0,37	0,30	7,84	-	0,00253

Tabla No. 1. (continuación) CATASTRO DE LOS CONOS EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARGO, CHILI

No.	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (m)	Wcr (m)	Hco (m)	HcoWco	WcoWco	PENDIENTE PROMEDIO	PENDIENTE MÁXIMA	VOLUMEN (m ³)
56	H-7	C. LA CERVEZA	G13B13	27°54'51"	104°15'48"	0,250	0,175	0,015	0,06	0,70	22,92	20,00	0,00054
57	H-8		G13B13	27°54'31"	104°15'22"	1,400	0,350	0,115	0,05	0,26	12,55	28,00	0,02745
58	H-9		G13B13	27°54'00"	104°16'30"	1,025	0,270	0,055	0,05	0,00	8,35	19,00	0,00074
59	H-10		G13B13	27°54'16"	104°16'58"	0,300	0,000	0,020	0,03	0,00	6,11	-	-
80	H-11		G13B13	27°53'22"	104°18'24"	0,375	0,000	0,010	0,00	0,00	3,82	-	-
81	H-12	C. EL SALTO	G13B13	27°53'28"	104°16'26"	0,550	0,245	0,040	0,07	0,45	15,03	-	0,00621
82	H-13		G13B13	27°53'23"	104°17'52"	0,895	0,400	0,070	0,08	0,45	18,20	-	0,02417
83	H-14		G13B13	27°53'38"	104°15'48"	0,550	0,190	0,040	0,06	0,35	12,73	16,00	0,00454
84	H-15		G13B13	27°53'23"	104°15'51"	0,875	0,300	0,080	0,09	0,23	13,56	32,00	0,02054
85	H-16		G13B13	27°53'18"	104°16'52"	0,400	0,030	0,030	0,04	0,00	8,59	-	0,01228
86	H-17	C. EL QUEMADO	G13B13	27°53'02"	104°16'36"	0,600	0,310	0,090	0,14	0,47	29,47	-	0,01735
87	H-18		G13B13	27°52'58"	104°16'03"	0,615	0,300	0,040	0,07	0,49	14,55	-	0,00684
88	H-19		G13B13	27°52'36"	104°16'11"	0,550	0,150	0,035	0,05	0,27	10,03	-	0,00313
89	H-20		G13B13	27°52'20"	104°16'26"	0,515	0,000	0,040	0,08	0,00	8,90	-	0,00278
70	H-21		G13B13	27°52'20"	104°16'13"	0,775	0,000	0,055	0,08	0,00	6,65	-	0,00708
71	H-22	C. LA CAMPANA	G13B13	27°52'26"	104°16'03"	0,700	0,000	0,030	0,06	0,00	17,63	-	0,00375
72	H-23		G13B13	27°52'43"	104°13'37"	0,450	0,000	0,020	0,05	0,00	6,11	-	0,00074
73	H-24		G13B13	27°52'43"	104°10'21"	0,375	0,000	0,020	0,05	0,00	6,11	-	0,00074
74	H-25		G13B13	27°52'08"	104°16'18"	0,575	0,205	0,035	0,06	0,37	11,63	-	0,00419
75	H-26		G13B13	27°52'08"	104°16'10"	0,350	0,100	0,025	0,05	0,26	11,48	-	0,00110
76	H-27		G13B13	27°51'58"	104°18'42"	0,380	0,100	0,020	0,07	0,39	13,10	-	0,00059
77	H-28		G13B13	27°51'54"	104°18'36"	0,275	0,100	0,020	0,07	0,26	13,10	-	0,00059
78	H-29		G13B13	27°51'45"	104°18'27"	0,250	0,000	0,010	0,04	0,00	4,56	-	0,00019
79	H-30		G13B13	27°51'55"	104°15'04"	0,625	0,250	0,100	0,11	0,27	16,88	-	0,00609
80	H-31		G13B13	27°51'31"	104°16'27"	0,515	0,100	0,045	0,08	0,19	12,43	-	0,00385
81	H-32	C. LOS ANJOS	G13B13	27°51'30"	104°14'56"	1,000	0,310	0,075	0,08	0,31	12,46	-	0,02761
82	H-33		G13B13	27°51'20"	104°16'22"	0,845	0,190	0,090	0,10	0,20	13,95	-	0,00607
83	H-34		G13B13	27°51'02"	104°16'52"	0,325	0,000	0,005	0,02	0,00	2,55	-	0,00022
84	H-35		G13B13	27°50'45"	104°16'10"	0,290	0,000	0,010	0,03	0,00	3,95	-	0,00048
85	H-36		G13B13	27°50'35"	104°16'26"	0,295	0,000	0,020	0,07	0,00	7,77	-	0,00048
86	H-37	C. LOS MARCOS	G13B13	27°50'45"	104°16'08"	0,440	0,000	0,050	0,11	0,00	13,02	-	0,00253
87	H-38		G13B13	27°50'45"	104°15'08"	0,915	0,350	0,045	0,08	0,38	15,21	-	0,02513
88	H-39		G13B13	27°50'48"	104°16'00"	0,915	0,000	0,030	0,07	0,28	13,39	-	0,00607
89	H-40		G13B13	27°50'38"	104°16'03"	0,900	0,215	0,045	0,08	0,36	15,28	-	0,00608
90	H-41		G13B13	27°50'13"	104°16'08"	0,760	0,200	0,050	0,07	0,28	15,28	-	0,00610
91	H-42	C. LOS CHRISICOS	G13B13	27°50'06"	104°15'38"	0,500	0,200	0,040	0,08	0,40	9,17	-	0,00110
92	H-43		G13B13	27°50'16"	104°16'37"	0,375	0,000	0,030	0,06	0,00	8,17	-	0,00110
93	H-44		G13B13	27°49'57"	104°16'37"	1,200	0,590	0,080	0,08	0,05	10,74	-	0,01432
94	H-45		G13B13	27°50'03"	104°16'52"	0,775	0,300	0,075	0,08	0,43	16,18	-	0,01613
95	H-46		G13B13	27°49'48"	104°16'50"	0,550	0,000	0,045	0,07	0,00	8,38	-	0,00356
96	H-47		G13B13	27°50'03"	104°17'50"	0,285	0,000	0,020	0,04	0,00	8,04	-	0,00043
97	H-48		G13B13	27°49'31"	104°14'56"	0,700	0,150	0,075	0,11	0,21	15,93	-	0,01712
98	H-49		G13B13	27°49'06"	104°17'43"	0,040	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00600
99	H-50		G13B13	27°49'10"	104°17'26"	0,300	0,000	0,010	0,04	0,00	3,62	-	0,00024
100	H-51		G13B13	27°49'03"	104°16'27"	0,275	0,000	0,010	0,03	0,00	4,17	-	0,00020
101	H-52	C. TINAJA PRIETA	G13B13	27°48'53"	104°16'27"	0,830	0,000	0,050	0,06	0,00	6,90	-	0,00162
102	H-53		G13B13	27°48'57"	104°17'59"	0,485	0,000	0,030	0,06	0,00	6,94	-	0,00162
103	H-54		G13B13	27°48'32"	104°17'54"	0,350	0,000	0,010	0,03	0,00	3,27	-	0,00033
104	H-55		G13B13	27°48'41"	104°17'10"	0,195	0,000	0,010	0,05	0,00	5,88	-	0,00010
105	H-56		G13B13	27°48'30"	104°14'20"	0,865	0,525	0,095	0,10	0,53	23,67	-	0,04385
106	H-57		G13B13	27°48'11"	104°16'06"	0,400	0,400	0,040	0,06	0,00	15,28	-	0,00604
107	H-58		G13B13	27°48'26"	104°16'32"	0,325	0,000	0,030	0,06	0,00	10,58	-	0,00083
108	H-59		G13B13	27°48'06"	104°17'27"	1,100	0,375	0,085	0,08	0,34	13,43	-	0,03323
109	H-60		G13B13	27°48'18"	104°16'50"	0,965	0,000	0,010	0,04	0,00	3,14	-	0,00035
110	H-61		G13B13	27°48'11"	104°16'30"	0,190	0,000	0,010	0,04	0,00	7,16	-	0,00007

Tabla No. 1. **Continuación ALFARO DE LOS CONOS EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARGO, CHIL.**

No.	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wcr (km)	Hco (km)	Hedamosa	Mozónicos	PENIDIENTE PROMEDIO	PENIDIENTE MAQUINA	VOLUMEN (MCM)
111	H-62		G13813	27°47'50"	104°18'36"	0.310	0.000	0.020	0.05	0.00	7.38	-	0.00550
112	H-63		G13813	27°47'55"	104°18'22"	0.300	0.000	0.010	0.03	0.00	3.82	-	0.00024
113	H-64		G13813	27°47'52"	104°18'35"	0.275	0.000	0.020	0.07	0.00	8.33	-	0.00040
114	H-65		G13813	27°48'52"	104°17'52"	0.640	0.225	0.050	0.06	0.35	16.57	-	0.00649
115	H-66		G13813	27°48'58"	104°17'52"	0.875	0.375	0.050	0.07	0.56	19.10	-	0.01112
116	H-67		G13813	27°47'17"	104°17'28"	0.325	0.000	0.020	0.06	0.00	7.05	-	0.00055
117	H-68		G13813	27°46'57"	104°17'24"	0.675	0.300	0.070	0.10	0.44	21.38	-	0.01371
118	H-68		G13813	27°47'20"	104°17'24"	0.190	0.000	0.005	0.03	0.04	3.03	-	0.00055
119	H-70		G13813	27°47'18"	104°17'30"	0.365	0.005	0.055	0.07	0.46	16.16	-	0.01028
120	H-71		G13813	27°46'38"	104°17'45"	0.750	0.000	0.000	0.12	0.00	14.13	-	0.01058
121	H-72		G13813	27°46'32"	104°18'18"	0.250	0.050	0.030	0.04	0.37	6.88	-	0.00038
122	H-73		G13813	27°46'44"	104°18'18"	0.700	0.215	0.035	0.05	0.21	6.27	-	0.00928
123	H-74		G13813	27°46'01"	104°17'11"	0.655	0.000	0.055	0.08	0.00	9.67	-	0.00618
124	H-75		G13813	27°45'48"	104°16'10"	0.850	0.300	0.035	0.05	0.45	11.48	-	0.00946
125	H-76		G13813	27°46'03"	104°15'34"	0.260	0.260	0.035	0.06	0.47	12.34	-	0.00587
126	H-77		G13813	27°45'50"	104°15'12"	0.255	0.000	0.010	0.04	0.00	4.49	-	0.00017
127	H-78		G13813	27°45'56"	104°11'54"	1.190	0.550	0.040	0.06	0.48	15.22	-	0.02821
128	H-75		G13813	27°46'02"	104°10'16"	0.625	0.000	0.040	0.06	0.60	7.33	-	0.00468
129	H-80		G13813	27°46'51"	104°11'28"	0.240	0.000	0.010	0.04	0.00	4.77	-	0.00015
130	H-81		G13813	27°46'24"	104°11'20"	0.085	0.000	0.005	0.06	0.00	5.74	-	0.00015
131	H-82		G13813	27°46'58"	104°16'38"	0.525	0.000	0.020	0.08	0.00	4.37	-	0.00144
132	H-2		G13822	27°44'57"	104°32'41"	0.400	0.000	0.010	0.03	0.00	2.86	-	0.00042
133	H-3		G13822	27°44'37"	104°28'43"	0.400	0.300	0.050	0.07	0.40	12.73	-	0.01149
134	H-4		G13822	27°44'20"	104°27'20"	0.750	0.000	0.080	0.05	0.00	5.39	-	0.02554
135	H-5		G13822	27°44'05"	104°32'15"	1.275	0.000	0.030	0.03	0.63	8.08	-	0.01733
136	H-6		G13822	27°44'08"	104°29'58"	0.895	0.470	0.040	0.03	0.57	15.28	-	0.00640
137	H-7		G13822	27°43'57"	104°21'07"	0.680	0.390	0.040	0.11	0.00	12.73	-	0.00052
138	H-8		G13822	27°43'27"	104°39'21"	0.080	0.000	0.010	0.11	0.00	9.17	-	0.03341
139	H-9		G13822	27°43'26"	104°33'53"	1.175	0.300	0.070	0.06	0.26	9.00	-	0.01707
140	H-10		G13822	27°43'24"	104°28'08"	0.995	0.000	0.070	0.00	0.00	6.31	-	0.00000
141	H-11		G13822	27°43'11"	104°23'00"	0.040	0.000	0.005	0.13	0.00	14.32	-	0.00078
142	H-12		G13822	27°43'05"	104°20'25"	1.100	0.475	0.080	0.05	0.28	11.00	-	0.01615
143	H-13		G13822	27°42'46"	104°34'55"	0.780	0.215	0.075	0.10	0.78	18.21	-	0.00749
144	H-14		G13822	27°42'35"	104°33'38"	0.435	0.000	0.030	0.07	0.00	7.90	-	0.00149
145	H-15		G13822	27°42'26"	104°33'34"	0.195	0.000	0.005	0.07	0.00	2.94	-	0.00045
146	H-16		G13822	27°43'02"	104°32'48"	0.865	0.000	0.030	0.05	0.00	5.17	-	0.00347
147	H-17		G13822	27°43'03"	104°32'53"	0.700	0.450	0.045	0.08	0.64	20.63	-	0.01187
148	H-19		G13822	27°42'11"	104°36'18"	0.300	0.000	0.020	0.05	0.00	9.82	-	0.00098
149	H-20		G13822	27°42'30"	104°36'15"	0.400	0.000	0.020	0.00	0.00	5.73	-	0.00084
150	H-21		G13822	27°42'40"	104°34'37"	0.550	0.200	0.015	0.03	0.36	4.91	-	0.00178
151	H-22		G13822	27°42'17"	104°34'29"	0.220	0.000	0.010	0.05	0.00	5.27	-	0.00010
152	H-23		G13822	27°42'24"	104°32'41"	0.195	0.000	0.010	0.05	0.00	5.98	-	0.00010
153	H-24		G13822	27°42'03"	104°29'34"	0.145	0.000	0.005	0.00	0.00	3.96	-	0.00003
154	H-25		G13822	27°42'07"	104°27'38"	0.325	0.000	0.005	0.02	0.00	1.76	-	0.00014
155	H-26		G13822	27°42'23"	104°27'10"	0.525	0.000	0.040	0.00	0.00	1.76	32.00	0.02028
156	H-27		G13822	27°42'37"	104°25'28"	0.245	0.000	0.055	0.08	0.00	8.73	-	0.01098
157	H-28		G13822	27°42'17"	104°24'00"	0.725	0.245	0.005	0.03	0.00	13.13	-	0.00003
158	H-29		G13822	27°41'56"	104°22'30"	0.650	0.325	0.095	0.10	0.47	3.62	-	0.01215
159	H-30		G13822	27°42'00"	104°22'20"	0.470	0.000	0.070	0.14	0.00	15.73	-	0.00477
160	H-31		G13822	27°41'41"	104°22'25"	0.515	0.225	0.025	0.05	0.47	11.46	-	0.00251
161	H-32		G13822	27°41'57"	104°38'56"	0.300	0.000	0.020	0.00	0.00	7.64	-	0.00047
162	H-33		G13822	27°41'41"	104°33'49"	0.160	0.000	0.010	0.06	0.00	6.37	-	0.00008
163	H-34		G13822	27°41'41"	104°33'20"	0.040	0.000	0.005	0.00	0.00	14.32	-	0.00000
164	H-35		G13822	27°41'47"	104°33'14"	0.110	0.000	0.005	0.05	0.00	5.21	-	0.00002
165	H-36		G13822	27°41'43"	104°33'10"	0.425	0.000	0.010	0.02	0.00	2.70	-	0.00047

C. LA CASTA

CS. LAS CASTAS

L. PENALMADO

C. EL CARRETON

Tabla No. 1. (continuación) CATALOGO DE LOS CONOS EN EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO, CHIL.

No.	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wor (km)	Hco (km)	Hco/Wco	Wco/Wor	PENDIENTE PROMEDIO	PENDIENTE MAXIMA	VOLUMEN (mcs)
166	M-37	C. LAMOLINO	G13822	27°41'33"	104°27'46"	0,905	0,25	0,445	0,05	0,36	8,89	17,00	0,0108
167	M-38		G13822	27°41'31"	104°25'30"	0,320	0,000	0,030	0,00	0,00	10,74	21,00	0,0060
168	M-39		G13822	27°41'10"	104°29'28"	0,760	0,000	0,040	0,10	0,00	11,80	14,50	0,01307
169	M-40		G13822	27°41'33"	104°22'04"	0,700	0,345	0,056	0,07	0,48	10,14	-	0,01113
170	M-41		G13822	27°41'33"	104°40'00"	0,275	0,025	0,038	0,04	0,55	22,92	-	0,00061
171	M-42		G13822	27°41'18"	104°41'36"	1,280	0,500	0,010	0,14	0,00	4,58	-	0,00016
172	M-43		G13822	27°40'46"	104°44'36"	1,390	0,000	0,005	0,00	0,36	8,37	-	0,0468
173	M-44		G13822	27°40'45"	104°32'55"	0,250	0,000	0,020	0,08	0,00	9,17	-	0,00033
174	M-45		G13822	27°40'44"	104°32'46"	0,335	0,000	0,040	0,12	0,00	13,66	-	0,00118
175	M-46		G13822	27°40'30"	104°32'46"	0,280	0,000	0,020	0,07	0,00	8,19	-	0,00041
176	M-47		G13822	27°40'32"	104°35'53"	0,250	0,000	0,005	0,02	0,26	2,26	-	0,00008
177	M-48		G13822	27°39'57"	104°37'57"	0,400	0,000	0,000	0,20	0,00	22,92	-	0,00335
178	M-49		G13822	27°39'55"	104°39'58"	0,265	0,000	0,005	0,02	0,00	2,16	-	0,00009
179	M-50		G13822	27°40'19"	104°44'54"	0,320	0,000	0,020	0,08	0,00	7,16	-	0,00054
180	M-51		G13822	27°40'15"	104°33'07"	0,145	0,000	0,005	0,03	0,00	3,95	-	0,00023
181	M-52		G13822	27°40'07"	104°32'20"	0,840	0,275	0,065	0,07	0,191	10,25	14,50	0,00921
182	M-53		G13822	27°40'11"	104°30'21"	0,775	0,200	0,062	0,07	0,26	10,36	13,00	0,01083
183	M-54	G13822	27°40'19"	104°30'09"	0,440	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00000	
184	M-55	G13822	27°40'08"	104°27'26"	0,640	0,000	0,020	0,04	0,00	5,09	-	0,00108	
185	M-56	G13822	27°40'09"	104°26'40"	0,450	0,000	0,010	0,05	0,00	5,21	-	0,00073	
186	M-57	G13822	27°39'55"	104°25'14"	0,220	0,000	0,010	0,05	0,00	5,85	-	0,00078	
187	M-58	G13822	27°39'55"	104°20'46"	0,385	0,000	0,020	0,05	0,00	5,85	-	0,00078	
188	M-60	G13822	27°39'39"	104°38'00"	0,450	0,000	0,030	0,04	0,00	5,09	-	0,00106	
189	M-61	G13822	27°39'29"	104°39'24"	0,525	0,000	0,020	0,04	0,00	4,37	-	0,00144	
190	M-62	G13822	27°39'21"	104°34'38"	0,365	0,000	0,020	0,05	0,00	5,80	-	0,00082	
191	M-63	G13822	27°39'21"	104°31'57"	0,040	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00000	
192	M-64	G13822	27°39'26"	104°30'37"	1,080	0,000	0,030	0,03	0,00	3,15	14,00	0,00633	
193	M-65	G13822	27°39'49"	104°27'54"	0,825	0,000	0,005	0,02	0,00	5,50	11,00	0,00307	
194	M-66	G13822	27°39'31"	104°29'23"	0,295	0,000	0,005	0,02	0,00	2,44	12,00	0,00007	
195	M-67	G13822	27°39'44"	104°24'30"	1,505	0,275	0,120	0,08	0,18	11,18	17,00	0,08654	
196	M-68	G13822	27°39'44"	104°23'43"	0,445	0,000	0,020	0,04	0,00	5,15	-	0,00104	
197	M-68	G13822	27°39'03"	104°39'00"	0,830	0,000	0,040	0,05	0,00	5,52	-	0,00721	
198	M-70	G13822	27°38'51"	104°39'00"	0,380	0,100	0,008	0,02	0,28	3,67	-	0,00035	
199	M-71	G13822	27°39'18"	104°34'39"	0,380	0,000	0,005	0,01	0,00	1,64	-	0,00016	
200	M-72	G13822	27°39'18"	104°34'20"	0,425	0,000	0,005	0,01	0,00	0,0047	-	0,00004	
201	M-73	G13822	27°38'59"	104°33'96"	0,695	0,000	0,010	0,02	0,00	2,70	-	0,00037	
202	M-74	G13822	27°38'50"	104°33'10"	0,560	0,000	0,010	0,02	0,00	2,31	-	0,00017	
203	M-75	G13822	27°38'54"	104°37'54"	0,410	0,000	0,020	0,05	0,00	5,59	-	0,00088	
204	M-76	G13822	27°38'27"	104°41'36"	0,155	0,000	0,005	0,03	0,00	3,70	-	0,00003	
205	M-77	G13822	27°38'26"	104°23'46"	1,080	0,000	0,050	0,00	0,00	5,41	-	0,01471	
206	M-78	G13822	27°38'21"	104°23'14"	0,210	0,000	0,010	0,05	0,00	5,46	-	0,00012	
207	M-79	G13822	27°38'03"	104°37'30"	0,410	0,000	0,020	0,05	0,00	5,59	-	0,00008	
208	M-80	G13822	27°38'13"	104°39'26"	0,040	0,000	0,005	0,13	0,00	14,32	-	0,00032	
209	M-81	G13822	27°38'05"	104°40'08"	0,250	0,150	0,010	0,04	0,60	11,48	-	0,00240	
210	M-82	G13822	27°38'00"	104°32'46"	0,425	0,200	0,030	0,07	0,47	15,28	-	0,00340	
211	M-83	G13822	27°37'59"	104°32'43"	0,800	0,000	0,030	0,04	0,00	4,30	-	0,00503	
212	M-84	G13822	27°37'55"	104°28'32"	0,125	0,000	0,005	0,04	0,00	4,58	-	0,00002	
213	M-85	G13822	27°38'10"	104°29'18"	0,460	0,150	0,025	0,04	0,32	2,80	-	0,00008	
214	M-86	G13822	27°37'44"	104°25'51"	0,710	0,225	0,030	0,05	0,33	7,08	12,00	0,00961	
215	M-87	G13822	27°37'51"	104°44'34"	0,320	0,000	0,005	0,02	0,00	2,80	-	0,00008	
216	M-88	G13822	27°37'50"	104°23'13"	0,805	0,310	0,025	0,04	0,51	0,71	22,00	0,00425	
217	M-89	G13822	27°37'33"	104°38'04"	0,835	0,000	0,075	0,12	0,00	13,53	-	0,00762	
218	M-90	G13822	27°37'47"	104°34'49"	0,800	0,125	0,035	0,06	0,21	8,44	-	0,00413	
219	M-91	G13822	27°37'36"	104°35'51"	0,425	0,150	0,030	0,07	0,35	12,50	-	0,00210	
220	M-92	G13822	27°37'18"	104°32'12"	0,200	0,000	0,005	0,01	0,00	2,86	-	0,00005	

Tabla No. 1. - GOBIERNO AUTÓNOMO DE LOS COMARCAS DEL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARGO, OHAI.

No.	CLAVE	NOMBRE	MOPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wco (gr)	Hco (km)	HcoWco	PROMEDIO	PENDIENTE MÁXIMA	VOLUMEN (m ³)
221	M-93	C. EL MUERTO	G13822	27°37'10"	104°31'34"	0.760	0.000	0.085	0.08	8.80	20.00	0.00883
222	M-94		G13822	27°37'33"	104°30'20"	0.165	0.000	0.005	0.03	3.70	0.000	0.00003
223	M-95		G13822	27°37'21"	104°29'30"	0.615	0.160	0.035	0.08	8.85	11.98	0.00462
224	M-96		G13822	27°37'26"	104°29'56"	0.080	0.000	0.005	0.06	6.37	-	0.00001
225	M-97		G13822	27°37'14"	104°27'56"	0.085	0.000	0.005	0.00	9.03	0.000	0.00001
226	M-98		G13822	27°36'53"	104°37'09"	0.900	0.475	0.030	0.48	6.66	-	0.00126
227	M-99		G13822	27°36'54"	104°35'36"	0.405	0.000	0.030	0.01	8.49	-	0.00007
228	M-100		G13822	27°37'06"	104°33'51"	0.385	0.000	0.020	0.00	5.80	-	0.00002
229	M-101		G13822	27°36'57"	104°33'45"	0.575	0.175	0.005	0.01	1.43	-	0.00006
230	M-102		G13822	27°36'50"	104°31'47"	0.550	0.020	0.020	0.04	4.17	20.90	0.00158
231	M-103	G13822	27°36'56"	104°31'40"	0.405	0.000	0.025	0.06	7.07	54.00	0.00107	
232	M-104	G13822	27°36'27"	104°31'41"	0.200	0.000	0.005	0.00	2.86	21.00	0.00005	
233	M-105	G13822	27°36'40"	104°31'38"	0.185	0.000	0.010	0.06	9.84	34.00	0.00007	
234	M-106	G13822	27°36'37"	104°30'24"	0.775	0.000	0.040	0.05	0.00	10.90	0.00029	
235	M-107	G13822	27°37'07"	104°28'41"	0.550	0.000	0.080	0.11	12.50	17.00	0.00045	
236	M-108	G13822	27°37'06"	104°28'41"	0.040	0.160	0.005	0.13	14.32	0.000	0.00000	
237	M-109	G13822	27°37'06"	104°28'41"	0.445	0.160	0.040	0.06	16.67	-	0.00208	
238	M-110	G13822	27°36'22"	104°38'12"	0.165	0.000	0.005	0.03	3.47	-	0.00004	
239	M-111	G13822	27°36'34"	104°28'14"	1.025	0.425	0.085	0.08	16.23	22.00	0.03709	
240	M-112	G13822	27°36'07"	104°27'47"	0.400	0.200	0.005	0.01	2.86	5.00	0.00002	
241	M-113	G13822	27°36'14"	104°25'43"	0.380	0.150	0.020	0.06	10.81	21.00	0.00108	
242	M-114	G13822	27°36'13"	104°27'43"	0.385	0.000	0.010	0.03	2.86	-	0.00038	
243	M-115	G13822	27°36'15"	104°27'43"	0.850	0.375	0.025	0.03	6.03	-	0.00074	
244	M-116	G13822	27°36'03"	104°37'00"	0.330	0.000	0.005	0.02	1.74	-	0.00014	
245	M-117	G13822	27°35'01"	104°35'19"	0.365	0.040	0.010	0.03	3.14	-	0.00035	
246	M-118	G13822	27°35'47"	104°30'06"	1.200	0.450	0.080	0.05	9.17	20.00	0.00428	
247	M-119	G13822	27°35'37"	104°28'53"	0.725	0.300	0.025	0.41	8.74	14.00	0.00045	
248	M-120	G13822	27°35'31"	104°28'53"	0.055	0.000	0.005	0.09	10.42	-	0.00000	
249	M-121	G13822	27°35'47"	104°28'04"	0.740	0.400	0.040	0.05	5.73	21.00	0.01051	
250	M-122	G13822	27°35'37"	104°21'37"	0.200	0.000	0.010	0.05	0.00	-	0.00010	
251	M-123	G13822	27°35'30"	104°21'14"	0.480	0.000	0.010	0.04	2.39	-	0.00060	
252	M-124	G13822	27°35'27"	104°37'28"	0.780	0.000	0.030	0.04	4.41	-	0.00018	
253	M-125	G13822	27°35'48"	104°36'32"	0.320	0.000	0.010	0.04	4.41	-	0.00142	
254	M-126	G13822	27°35'23"	104°35'11"	0.450	0.000	0.010	0.06	2.55	-	0.00053	
255	M-127	G13822	27°34'40"	104°33'40"	0.180	0.000	0.010	0.08	6.37	-	0.00008	
256	M-128	G13822	27°34'54"	104°33'25"	0.600	0.000	0.010	0.02	0.36	-	0.00004	
257	M-129	G13822	27°34'56"	104°29'22"	0.785	0.300	0.040	0.05	9.89	-	0.00947	
258	M-130	G13822	27°34'14"	104°34'41"	0.875	0.300	0.060	0.07	11.86	-	0.01758	
259	M-131	G13822	27°33'56"	104°29'22"	0.390	0.000	0.030	0.08	8.81	17.00	0.00119	
260	M-132	G13822	27°33'57"	104°25'23"	0.420	0.000	0.010	0.02	2.73	-	0.00046	
261	M-133	G13822	27°34'05"	104°25'23"	0.375	0.000	0.010	0.03	3.08	-	0.00017	
262	M-134	G13822	27°34'13"	104°21'48"	0.340	0.000	0.010	0.03	3.18	-	0.00034	
263	M-135	G13822	27°33'58"	104°21'19"	0.480	0.000	0.005	0.01	1.30	-	0.00023	
264	M-136	G13822	27°33'58"	104°28'15"	0.800	0.250	0.025	0.03	0.28	-	0.00718	
265	M-137	G13822	27°33'32"	104°30'06"	0.210	0.000	0.020	0.10	10.81	-	0.00023	
266	M-138	G13822	27°33'19"	104°29'07"	1.050	0.400	0.040	0.04	7.95	19.00	0.01762	
267	M-139	G13822	27°32'41"	104°26'38"	0.160	0.000	0.020	0.11	12.06	-	0.00019	
268	M-140	G13822	27°32'59"	104°26'45"	0.685	0.000	0.005	0.08	0.00	-	0.00000	
269	M-141	G13822	27°32'11"	104°34'16"	0.040	0.000	0.005	0.13	14.32	-	0.00000	
270	M-142	G13822	27°31'42"	104°36'09"	0.550	0.000	0.020	0.04	4.17	-	0.00158	
271	M-143	G13822	27°31'21"	104°39'00"	0.725	0.185	0.040	0.06	8.55	-	0.00818	
272	M-144	G13822	27°30'47"	104°35'52"	0.825	0.000	0.080	0.13	14.67	24.00	0.00818	
273	M-145	G13822	27°30'01"	104°36'01"	0.185	0.000	0.010	0.05	5.19	16.00	0.00765	
274	SA-1	G13823	27°44'11"	104°19'15"	0.775	0.250	0.035	0.05	7.84	-	0.00185	
275	SA-2	G13823	27°43'48"	104°16'42"	0.545	0.225	0.015	0.03	5.37	-	0.00185	

Tabla No. 1. CORRENTACIÓN ALLOGO DE LOS CONOS EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE CAMARÓ, CHI.

No.	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (m)	Wcr (m)	Hco (m)	Hco/Wco	Wco/Wco	PENDIENTE PROMEDIO	PENDIENTE MÁXIMA	VOLUMEN (m ³)
276	SA-3		G13823	27°43'51"	104°14'55"	0.650	0.275	0.640	0.06	0.42	12.22	-	0.00769
277	SA-4		G13823	27°43'02"	104°10'42"	0.200	0.060	0.025	0.13	0.30	20.46	-	0.00638
278	SA-5		G13823	27°43'06"	104°10'48"	0.215	0.060	0.040	0.19	0.00	21.32	-	0.00648
279	SA-6		G13823	27°42'53"	104°15'16"	0.600	0.250	0.560	0.08	0.42	18.37	-	0.00748
280	SA-7	C. EL PABLO	G13823	27°42'44"	104°14'18"	0.850	0.275	0.050	0.09	0.32	14.85	-	0.00293
281	SA-8		G13823	27°42'57"	104°04'13"	0.110	0.000	0.010	0.02	0.00	10.42	-	0.00003
282	SA-9	LS. PESCUIÑANO	G13823	27°42'11"	104°03'46"	0.925	0.225	0.060	0.09	0.33	15.26	-	0.01004
283	SA-10	LS. PESCUIÑANO	G13823	27°42'08"	104°08'46"	0.530	0.200	0.025	0.07	0.42	14.58	-	0.00330
284	SA-11	LS. PESCUIÑANO	G13823	27°41'49"	104°09'42"	0.400	0.220	0.045	0.08	0.42	16.83	-	0.00525
285	SA-12		G13823	27°41'10"	104°08'56"	0.400	0.150	0.020	0.06	0.38	9.17	-	0.00127
286	SA-13		G13823	27°41'10"	104°08'55"	0.215	0.000	0.020	0.06	0.00	10.66	-	0.00024
287	SA-14		G13823	27°41'07"	104°08'19"	0.750	0.350	0.015	0.02	0.47	4.30	-	0.00072
288	SA-15		G13823	27°40'58"	104°05'08"	0.345	0.175	0.015	0.04	0.51	10.11	-	0.00082
289	SA-16		G13823	27°40'22"	104°08'05"	0.600	0.200	0.035	0.06	0.33	10.03	-	0.00478
290	SA-17		G13823	27°40'22"	104°08'05"	0.600	0.150	0.035	0.06	0.33	9.96	-	0.01047
291	SA-18	LS. EL MONTE	G13823	27°38'40"	104°12'32"	0.810	0.200	0.050	0.06	0.19	8.96	-	0.00960
292	SA-19		G13823	27°38'13"	104°09'02"	0.240	0.000	0.040	0.17	0.00	18.10	-	0.00003
293	SA-20		G13823	27°38'32"	104°08'35"	0.100	0.000	0.010	0.10	0.00	11.46	-	0.00003
294	SA-21		G13823	27°38'30"	104°08'25"	0.655	0.000	0.005	0.06	0.00	10.42	-	0.00000
295	SA-22		G13823	27°38'27"	104°08'07"	0.190	0.000	0.010	0.05	0.00	6.03	-	0.00008
296	SA-23		G13823	27°37'42"	104°08'48"	0.140	0.000	0.005	0.04	0.00	4.00	-	0.00003
297	SA-24	CS. PRIETOS	G13823	27°37'00"	104°18'24"	0.835	0.000	0.005	0.04	0.00	4.80	-	0.00039
298	SA-25	CS. PRIETOS	G13823	27°31'02"	104°18'31"	1.400	0.575	0.655	0.04	0.41	7.64	20.00	0.04457
299	SA-26	CS. PRIETOS	G13823	27°30'43"	104°18'53"	1.400	0.175	0.655	0.04	0.13	5.14	20.00	0.03219
300	SA-27	CS. PRIETOS	G13823	27°30'44"	104°18'23"	1.400	0.175	0.665	0.04	0.13	5.14	20.00	0.03119
301	SA-28	CS. PRIETOS	G13823	27°30'24"	104°18'30"	1.400	0.250	0.655	0.04	0.18	5.48	20.00	0.03419
302	MA-1		G13832	27°28'37"	104°18'33"	1.400	0.700	0.655	0.04	0.56	9.20	20.00	0.04039
303	MA-2		G13832	27°28'05"	104°27'06"	0.450	0.000	0.060	0.13	0.00	15.28	24.00	0.00318
304	MA-3		G13832	27°28'05"	104°35'25"	0.350	0.250	0.015	0.04	0.71	17.19	-	0.00695
305	MA-4		G13832	27°29'15"	104°35'25"	0.265	0.000	0.030	0.11	0.00	12.97	14.00	0.00695
306	MA-5		G13832	27°29'11"	104°33'12"	0.275	0.000	0.030	0.11	0.00	12.50	21.00	0.00695
307	MA-6		G13832	27°28'53"	104°33'05"	0.550	0.000	0.040	0.07	0.00	8.33	38.00	0.00317
308	MA-8		G13832	27°28'53"	104°33'15"	0.450	0.000	0.020	0.04	0.30	5.08	9.50	0.00168

NOMBRE del cono según los planos topográficos de INEGI. Las abreviaciones utilizadas son:

C = cono, Cs = cerros, L = loma, Ls = lomas

Es la clave del mapa topográfico escala 1:50,000 (publicado por INEGI), e indica la ubicación del cono

Inicio del mapa topográfico y número de cono en ese mapa de acuerdo con el siguiente criterio:

comenzado de Oeste a Este y de Norte a Sur

En grados, minutos y segundos al norte

En grados, minutos y segundos al oeste

Diámetro de la base del cono (en Km)

Diámetro del cráter del cono (en Km)

Altura del cono (en Km)

Volumen del cono calculado mediante la fórmula $V = \frac{1}{3} \pi Wc^2 \cdot (Wcr + Wco) + Wco^2/12$

Relación de la altura con el diámetro de la base

Relación del diámetro de cráter con el diámetro de la base

Máximo ángulo de inclinación (en grados), medida en el campo

Ángulo de inclinación (en grados) calculado con la fórmula $\tan^{-1} [2(Hco)/(Wcr - Wco)]$

PENDI PROM

FIGURA 10. DIAGRAMA DE PORCENTAJES DE LOS CONOS DEL CVC

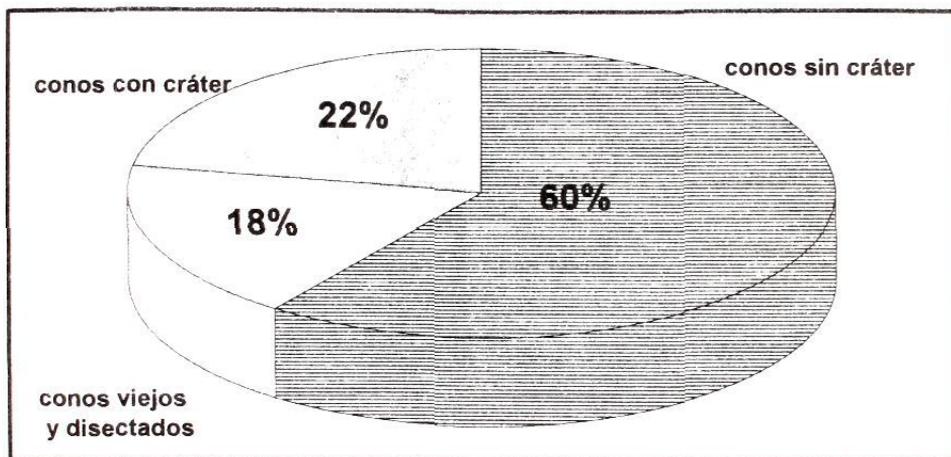
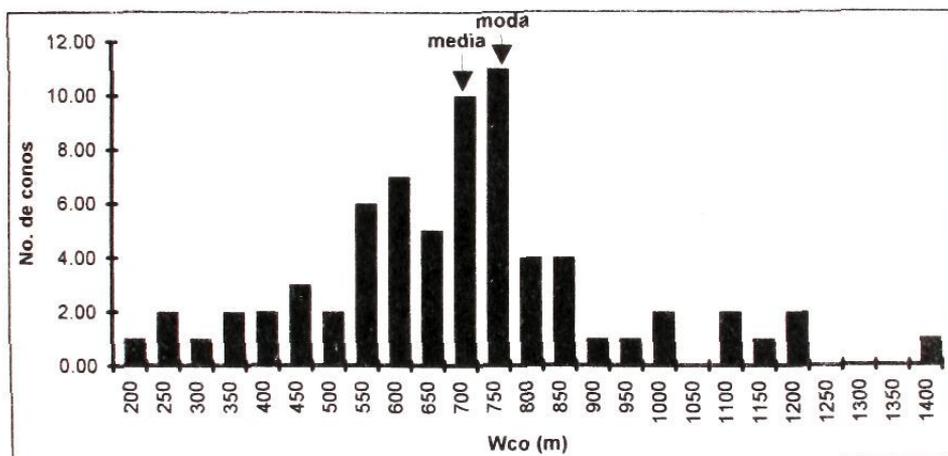
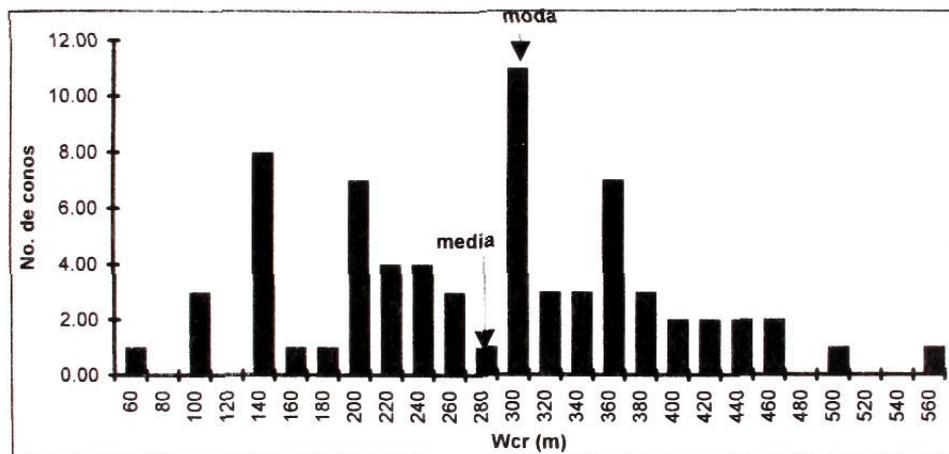


FIGURA 11. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL Wco PARA EL CVC



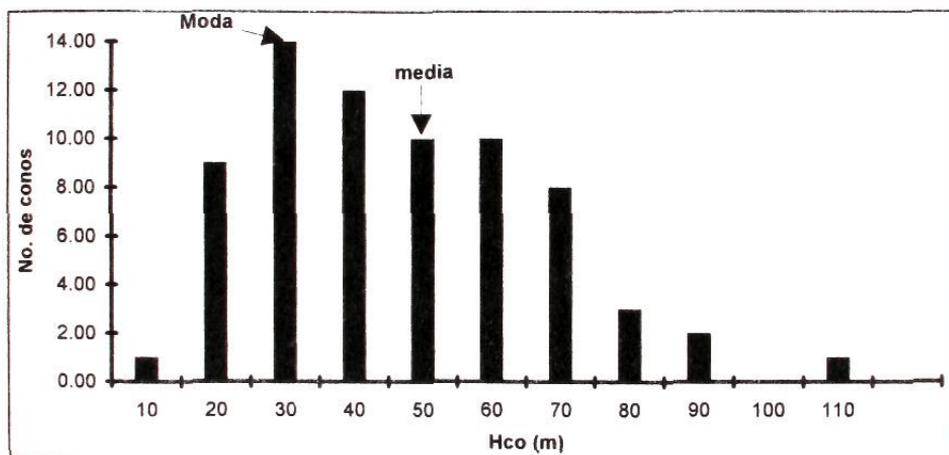
En esta gráfica de barras se puede apreciar que el diámetro de base que más se presenta en el CVC está en intervalo de 750-800 m y el valor medio es de 708 m.

FIGURA 12. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL W_{cr} PARA EL CVC



En esta gráfica de barras se observa que el valor de diámetro de cráter que más se repite queda comprendido en el intervalo de 300 - 320 m, y el valor medio es de 286 m.

FIGURA 13. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL Hco PARA EL CVC



En esta gráfica de barras se observa que el valor de altura que predomina más queda comprendido en el intervalo de 30 - 40 m, y el valor medio es de 49 m.

V.3 RELACIONES DE CAMPO

Debido a la vasta extensión del CVC (2 000km²), sólo se verificaron los conos que se supuso eran representativos, en total 11. Los conos estudiados abarcan todos los tipos de morfologías del CVC; presentándose formas maduras, intermedias y jóvenes, que se catalogaron basándose en su apariencia y a los parámetros geomorfológicos que fueron discutidos en la sección anterior. Los conos presentan rasgos que indican inactividad por un largo tiempo, en el orden de millones de años. Los rasgos principales son los siguientes: Los conos están generalmente constituidos por aglutinados de escoria (spatter), lapilli de caída y bombas volcánicas (Figura 14); algunas veces se observan derrames de lava "sin raíz" (rootless flow), derivados por actividad de tipo stromboliano (Head y Wilson, 1989); y tubos de lava asociados a estos últimos.

Los derrames formadores de mesetas no son tan locales como los "sin raíz", que sólo se encuentran formando parte del flanco del cono. Las mesetas de lava, por el contrario, son vastas, y se alejan varios kilómetros de su fuente emisora. Sin embargo, debe aclararse que para muchas de estas lavas no fue posible ubicar su fuente.

Tanto las lavas de meseta, como el material en los conos, contienen xenolitos del manto y xenocristales de olivino, kaersutita y ocasionalmente de plagioclasa. Algunos de los conos y derrames también incluyen xenolitos de la corteza.

Como el objetivo principal de este estudio es la geología y la geomorfología de los conos del CVC, no se detallará sobre los xenolitos, sino sobre los parámetros geomorfológicos y características geológicas de los conos. La siguiente descripción mostrará las características de los conos verificados en campo, y a los cuales se les ha establecido cualitativamente una edad relativa dentro del CVC (Tabla 2). La descripción está organizada según la edad relativa de los conos, comenzando por los más jóvenes. La clave utilizada para los conos son las iniciales del mapa topográfico en el que se ubican, y el

**FIGURA 14. FOTOGRAFIA DE UN DEPOSITO
CARACTERISTICO DEL CVC**



En esta fotografía se muestra un aglutinado de lapilli con bombas las cuales presentan una típica estructura fusiforme.

Tabla No. 2.- CONOS DEL CVC ANALIZADOS MEDIANTE LOS PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS: Hco/Mco, Wcr/Mco, Wcr/Wco y Pendiente Promedio.

No	CLAVE	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	Wcs (km)	Wcr (km)	Hco (km)	Hco/Wco	Wcr/Wco	PENDIENTE PROMEDIO	EDAD RELATIVA
			NORTE	OESTE							
1	H-38	C. LOS NARCOS	27°50'48"	104°16'00"	0.915	0.350	0.075	0.08	0.38	15.21	JOVEN
2	E-26	CS LOS COLORADOS	27°51'25"	104°25'16"	0.465	0.750	0.035	0.08	0.55	19.96	JOVEN
3	M-113		27°36'14"	104°25'43"	0.360	0.150	0.020	0.06	0.42	10.91	JOVEN
4	SJ-4		27°43'02"	104°10'42"	0.200	0.060	0.025	0.13	0.30	20.46	JOVEN
5	H-12		27°53'28"	104°19'29"	0.550	0.245	0.040	0.07	0.45	15.03	JOVEN
6	E-2		27°58'12"	104°21'14"	0.785	0.465	0.050	0.06	0.59	17.90	JOVEN
7	M-82	C. EL HULE	27°38'00"	104°32'45"	0.425	0.200	0.030	0.07	0.47	15.28	JOVEN
8	H-91		27°37'36"	104°35'51"	0.425	0.150	0.030	0.07	0.35	12.50	JOVEN
9	H-28		27°51'54"	104°18'36"	0.275	0.100	0.020	0.07	0.36	13.10	JOVEN
10	M-41		27°41'32"	104°40'00"	0.275	0.150	0.025	0.09	0.55	22.92	JOVEN
11	H-27		27°51'58"	104°18'42"	0.350	0.100	0.025	0.07	0.29	11.46	JOVEN
12	M-17		27°43'03"	104°23'53"	0.700	0.450	0.045	0.06	0.64	20.63	JOVEN
13	E-21		27°53'00"	104°20'16"	0.845	0.435	0.065	0.08	0.51	18.17	JOVEN
14	H-45		27°50'03"	104°18'50"	0.775	0.300	0.075	0.10	0.35	18.08	JOVEN
15	E-9		27°56'24"	104°20'08"	0.725	0.300	0.065	0.09	0.41	17.53	JOVEN
16	H-4		27°55'11"	104°17'12"	0.560	0.360	0.035	0.06	0.62	18.23	JOVEN
17	H-14	C. EL SALTO	27°53'38"	104°15'48"	0.550	0.190	0.040	0.07	0.35	12.73	JOVEN
18	H-66		27°46'56"	104°17'32"	0.675	0.375	0.050	0.07	0.56	19.10	JOVEN
19	H-39		27°50'08"	104°18'07"	0.600	0.215	0.045	0.08	0.36	13.39	JOVEN
20	H-41		27°50'06"	104°15'38"	0.500	0.200	0.040	0.08	0.48	15.28	JOVEN
21	E-1	C. LOS CHRISCOS	27°59'37"	104°28'52"	0.750	0.360	0.060	0.08	0.48	17.63	JOVEN
22	H-59	C. EL ALAMITO	27°48'06"	104°17'27"	1.100	0.375	0.085	0.08	0.34	13.43	MADURO
23	M-85		27°38'10"	104°29'18"	0.460	0.150	0.025	0.05	0.33	9.24	MADURO
24	M-7		27°43'57"	104°21'07"	0.690	0.390	0.040	0.06	0.57	15.28	MADURO
25	SJ-15		27°40'32"	104°05'08"	0.345	0.175	0.015	0.04	0.51	10.11	MADURO
26	M-9		27°43'26"	104°33'53"	1.175	0.300	0.070	0.06	0.26	9.17	MADURO
27	SJ-7		27°42'44"	104°14'18"	0.850	0.275	0.075	0.09	0.32	14.95	MADURO
28	H-19		27°52'36"	104°19'11"	0.560	0.150	0.035	0.06	0.27	10.03	MADURO
29	H-57	C. EL PABLO	27°48'11"	104°19'09"	0.700	0.400	0.040	0.06	0.57	15.28	MADURO
30	H-18		27°52'58"	104°19'03"	0.615	0.300	0.040	0.07	0.49	14.55	MADURO
31	E-11	C. EL PAN	27°54'57"	104°23'44"	0.950	0.390	0.065	0.07	0.41	13.30	MADURO
32	M-13		27°42'49"	104°34'55"	0.780	0.215	0.075	0.10	0.28	15.21	MADURO
33	H-68		27°46'57"	104°17'24"	0.675	0.300	0.070	0.10	0.44	21.39	MADURO
34	E-25		27°52'06"	104°20'02"	0.645	0.325	0.030	0.05	0.50	10.74	MADURO
35	M-95		27°37'21"	104°26'26"	0.615	0.150	0.035	0.06	0.24	8.63	MADURO
36	M-31		27°41'41"	104°22'25"	0.475	0.225	0.025	0.05	0.47	11.46	MADURO
37	H-76		27°46'08"	104°15'34"	0.615	0.290	0.035	0.06	0.47	12.34	MADURO
38	M-40		27°41'06"	104°22'04"	0.700	0.345	0.050	0.07	0.49	16.14	MADURO
39	M-111	C. LAS MOLIENERAS	27°36'34"	104°28'14"	1.025	0.425	0.065	0.08	0.41	16.23	MADURO
31	E-11	C. EL PAN	27°54'57"	104°23'44"	0.950	0.390	0.065	0.07	0.41	13.30	MADURO
32	M-13		27°42'49"	104°34'55"	0.780	0.215	0.075	0.10	0.28	15.21	MADURO
33	H-68		27°46'57"	104°17'24"	0.675	0.300	0.070	0.10	0.44	21.39	MADURO

No	CLAVE	NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wer (km)	Hco (km)	Hco/Wco	Wcr/Wco	PENDIENTE PROMEDIO	EDAD RELATIVA
31	E-11	G. EL PAN	27°54'57"	104°23'44"	0.950	0.390	0.065	0.07	0.41	13.30	MADURO
32	M-13		27°42'49"	104°34'55"	0.780	0.215	0.075	0.10	0.28	15.21	MADURO
33	H-68		27°46'57"	104°17'24"	0.675	0.300	0.070	0.10	0.44	21.39	MADURO
34	E-25		27°52'06"	104°20'02"	0.645	0.325	0.030	0.05	0.50	10.74	MADURO
35	M-95	C. LAS MOLINERAS	27°37'21"	104°26'26"	0.615	0.150	0.035	0.06	0.24	8.63	MADURO
36	M-31		27°41'41"	104°22'25"	0.475	0.225	0.025	0.06	0.47	11.46	MADURO
37	H-76		27°46'08"	104°15'34"	0.615	0.290	0.035	0.06	0.47	12.34	MADURO
38	M-40		27°41'06"	104°22'04"	0.700	0.345	0.050	0.07	0.49	16.14	MADURO
39	M-111	CS. LAS BORREGAS	27°36'54"	104°26'14"	1.025	0.425	0.085	0.08	0.41	18.23	MADURO
40	E-20		27°53'08"	104°20'34"	0.725	0.300	0.085	0.12	0.41	22.92	MADURO
41	H-40		27°50'13"	104°18'06"	0.780	0.200	0.050	0.07	0.26	10.23	MADURO
42	M-53		27°46'52"	104°30'23"	0.775	0.275	0.040	0.05	0.35	9.17	MADURO
43	H-65	C. LA VACA	27°46'52"	104°17'52"	0.640	0.225	0.060	0.08	0.35	16.57	MADURO
44	M-54		27°40'19"	104°30'09"	0.775	0.200	0.052	0.07	0.26	10.36	MADURO
45	MN-1		28°01'08"	104°20'11"	0.725	0.900	0.035	0.05	0.41	9.44	MADURO
46	E-19		27°53'16"	104°20'38"	0.825	0.375	0.090	0.11	0.45	22.92	MADURO
47	SJ-6	CS. LOS COLORADOS	27°42'53"	104°15'16"	0.600	0.250	0.050	0.08	0.42	16.37	MADURO
48	SJ-3		27°43'51"	104°14'55"	0.650	0.275	0.040	0.06	0.40	12.22	MADURO
49	H-13		27°53'23"	104°17'52"	0.885	0.400	0.070	0.08	0.45	16.20	MADURO
50	H-5		27°54'32"	104°17'19"	0.650	0.385	0.060	0.07	0.45	14.79	MADURO
51	H-73	C. LA CASITA	27°46'44"	104°14'18"	0.700	0.275	0.035	0.05	0.31	8.27	MADURO
52	H-44		27°49'36"	104°18'52"	0.750	0.325	0.060	0.08	0.43	18.18	MADURO
53	E-30		27°51'42"	104°20'32"	1.045	0.500	0.090	0.09	0.48	18.92	MADURO
54	M-52		27°40'01"	104°32'29"	0.840	0.225	0.055	0.07	0.27	10.25	MADURO
55	TX-2	CS. LOS COLORADOS	28°01'15"	104°17'07"	0.850	0.375	0.040	0.05	0.44	9.65	MADURO
56	H-70		27°47'16"	104°13'09"	0.795	0.365	0.055	0.07	0.48	16.16	MADURO
57	H-48		27°49'31"	104°16'53"	0.700	0.150	0.075	0.11	0.21	15.63	MADURO
58	M-4		27°44'37"	104°27'20"	0.750	0.300	0.050	0.07	0.40	12.73	MADURO
59	E-27	CS. LOS COLORADOS	27°51'28"	104°25'08"	0.575	0.300	0.035	0.06	0.52	14.58	MADURO
60	H-31		27°51'31"	104°18'27"	0.515	0.100	0.045	0.09	0.19	12.43	MADURO
61	H-8		27°54'31"	104°15'22"	1.400	0.350	0.115	0.06	0.25	12.55	MADURO
62	E-42		27°45'54"	104°26'10"	0.575	0.325	0.025	0.04	0.57	11.46	MADURO
63	H-75	M-119	27°45'46"	104°16'10"	0.650	0.300	0.035	0.05	0.46	11.46	MADURO
64	M-12		27°43'30"	104°20'25"	1.100	0.475	0.060	0.05	0.43	11.00	VIEJO
65	M-118		27°36'53"	104°26'53"	0.725	0.300	0.025	0.03	0.41	6.74	VIEJO
66	M-86		27°37'44"	104°25'51"	0.710	0.225	0.030	0.04	0.32	7.09	VIEJO
67	M-118	LS. EL MONTE	27°35'47"	104°30'06"	1.200	0.450	0.060	0.05	0.38	9.17	VIEJO
68	SJ-1		27°44'11"	104°19'15"	0.775	0.250	0.035	0.05	0.32	7.64	VIEJO
69	H-43		27°49'57"	104°19'37"	1.200	0.960	0.060	0.05	0.47	10.74	VIEJO
70	SJ-17		27°38'40"	104°12'32"	0.810	0.150	0.050	0.06	0.19	8.68	VIEJO

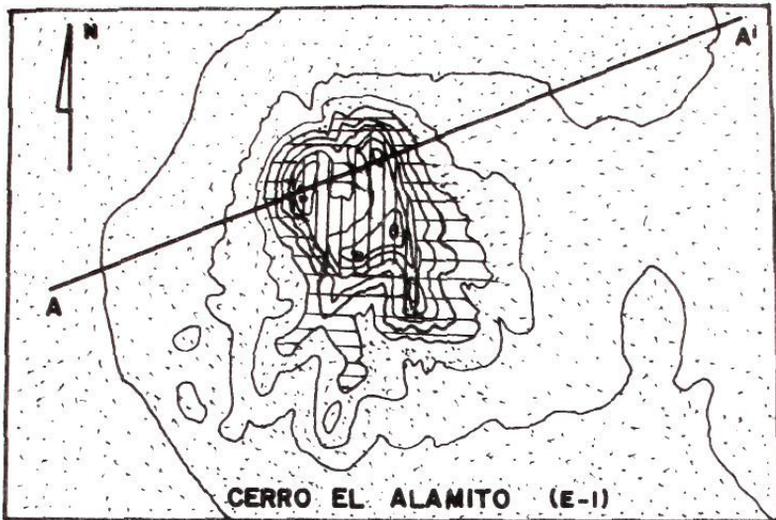
NOTA: La explicación para esta tabla es la misma que se utilizó en la Tabla No. 1

número se estableció siguiendo un criterio de numeración ascendente a partir de la parte superior izquierda del mapa, con un orden de Oeste a Este y de Norte a Sur (Lámina 1).

V.3.1.- CONOS JOVENES

El Alamito (E-1) La pendiente máxima de sus flancos es de 21° , es de los pocos conos que aún preservan cráter, el cual tiene una pendiente interna de 10° ; se presenta bastante azolvado por aluvión y fragmentos de escoria, el drenaje dentro del cráter es de tipo radial y el arroyo principal inicia en el centro del cráter para desembocar sobre el flanco norte. La forma de este volcán es de un cono truncado (Figuras 15 y 16) con su flanco norte roto, probablemente por procesos erosivos. El drenaje en los flancos del cono también es radial y con una profundidad de disección intermedia en relación con otros conos del CVC. En gabinete se obtuvo un diámetro de base (W_{co}) de 750 m, un diámetro de cráter (W_{cr}) de 360 m y un altura (H_{co}) de 60 m. Se observaron dos afloramientos en este cono: el primero, ubicado en el flanco norte, muestra un depósito caótico con fragmentos de escoria que varían en tamaño desde < 1 cm hasta bloques de alrededor de 2 m. Presenta diferentes capas, cada una con un espesor de 70 a 75 cm, con zonas de lava brechada entre capa y capa. Se observaron algunas cavidades pequeñas y alargadas hacia el fondo (< 1 m de altura) aparentemente formadas como tubos de lava. La roca es vítrea y vesicular. En el segundo afloramiento, se observan capas de escoria sin clasificar, que varían de espesor de 10 a 30 cm. Los fragmentos varían en tamaño desde < 1 cm hasta bloques de aproximadamente 2 m. El material es vítreo y vesicular.

La Vaca (MÑ-1) La pendiente máxima de sus flancos es de 11° . Se observa un cráter con pendientes interiores de 11° , el cual está azolvado por aluvión y escoria retrabajada. Los parámetros obtenidos en gabinete fueron: un W_{co} de 725 m, un W_{cr} de 300 m, y un H_{co} de



1390 1420 1450 manm



0 1 km



V=H

Escala 1:20 000

V - vertical
H - horizontal

**U
A
S
L
P**

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
TRABAJO RECEPTACIONAL

**MAPA HISOGRAFICO
Y PERFIL DEL CONO
E - 1**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 15

FIGURA 16. FOTOGRAFIA DE UN CONO JOVEN



Esta fotografía muestra al Cerro El Alamito. A este cono se le considera como un cono joven dentro del CVC por la pendiente de sus flancos (21°) y porque preserva su cráter.

35 m. Su forma es la de un cono elongado, roto en su flanco NNW, probablemente por procesos erosivos. El drenaje es radial. Hacia las faldas del flanco norte se encuentra un arroyo profundo. El cono está constituido por fragmentos de escoria que varían desde algunos milímetros hasta 75 cm de diámetro. No se observan derrames de lava asociados. En la parte superior del cono se encontraron abundantes xenolitos de granulita y piroxenita, así como rodados de éstos en el arroyo que lo bordea; por lo que La Vaca es catalogado como otra localidad importante de xenolitos. Una descripción detallada de éstos se encuentra en Rojas Beltrán (1995).

V.3.2.- CONOS DE EDAD INTERMEDIA

Cono M-86 La pendiente máxima de sus flancos es de 12°. Su cráter está roto hacia el flanco SE, probablemente por las emisiones de lava durante la formación del cono. Presenta una forma de loma con flancos simétricos. Su escaso drenaje es radial y de profundidad intermedia. En gabinete se obtuvo un Wco de 710 m, un Wcr de 225 m, y un Hco de 30 m. Los fragmentos piroclásticos varían en tamaño de < 1 cm hasta grandes bloques, los fragmentos más grandes se encuentran en la parte superior del cono. Un derrame de lava asociado al cono se observa en el flanco SE, y cubre un área aproximada de 0.325 km².

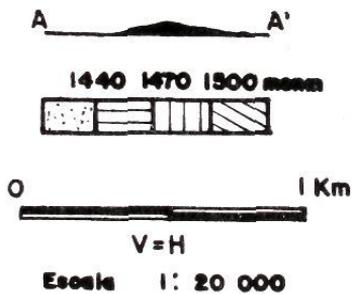
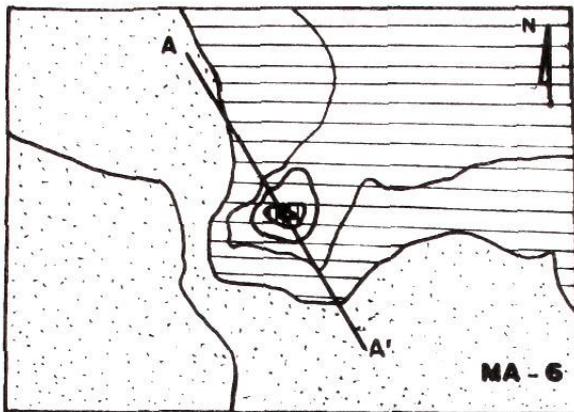
Cono M-95 Su pendiente máxima en los flancos es de 11°. El cráter está roto hacia su lado NE. Su forma es la de una loma con flancos simétricos. No presenta abundante drenaje y éste es radial somero. Su Wco es de 615 m, su Wcr es de 150 m, y su Hco es de 35 m. El material piroclástico, en general, es pequeño, de tamaño lapilli aunque en la parte superior del cono hay grandes bloques de lava oxidada de aproximadamente 2 a 3m. Conforme se asciende al cono se encuentran lavas más densas. Se observan algunas

estructuras de flujo por inyección tales como lavas con forma lajeada y elongada en espiral. Un pequeño derrame de lava asociado en su flanco NE abarca un área de 0.065 km².

Cono MA-6 La pendiente máxima de sus flancos es de 9°, no se le observa cráter. Su forma es el de una loma con pendientes muy suaves (Figuras 17 y 18). Tiene escaso drenaje, el cual es radial somero. Su Wco es de 450 m, no presenta cráter y su Hco es de 20 m. El material que lo constituye son fragmentos de escoria con variaciones en tamaño desde 0.5 cm hasta de 2 m. Se presentan bombas volcánicas de gran tamaño hasta de 2 m de diámetro. Algunas bloques se encuentran lajeados y también se ven algunas estructuras en forma de espiral. No se observan derrames de lava asociados a este cono.

Cono MA-1 La pendiente máxima de sus flancos es de 24°, carece de cráter, y su forma es la de un cono que termina en forma de vértice. El drenaje es radial y más o menos profundo. Un arroyo rodea al cono y forma un circo de erosión profundo. Sus parámetros fueron los siguientes: un Wco de 450 m, no presenta cráter y su Hco es de 60 m. Se compone de material piroclástico, en general de tamaño pequeño. Se observan fragmentos de escoria y de lava que gradúan desde lo más pequeño en sus faldas a más grandes en la cima. Algunos fragmentos de lava se presentan lajeadas y otros en forma de bloque.

Las Mojoneras (M-111) La pendiente máxima de sus flancos es de 22°. Tiene su cráter roto hacia el SE probablemente por una emisión de lava que destruyó parte del cono. El cono está afectado por la falla El Milagro que tiene un rumbo N20°W y un escarpe de aproximadamente 50 m. Su forma es la de un cono elongado con una orientación NNW-SSE para el eje mayor. Se encuentra muy disectado por arroyos, al parecer el sistema de drenaje es radial y profundo. Sus parámetros son Wco de 1025 m, un Wcr de 425 m, y un Hco de 85 m. El material piroclástico que lo constituye varía desde unos cuantos milímetros



V - vertical
H - horizontal

**U
A
S
L
P**

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
TRABAJO RECEPCIONAL

**MAPA HPSOGRAFICO
Y PERFIL DEL CONO
MA - 6**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 17

FIGURA 18. FOTOGRAFIA DE UN CONO MADURO



En esta fotografía se muestra al cono MA-6, considerado como de etapa intermedia en el CVC, porque la pendiente de sus flancos es más suave y no tiene cráter

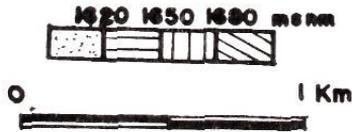
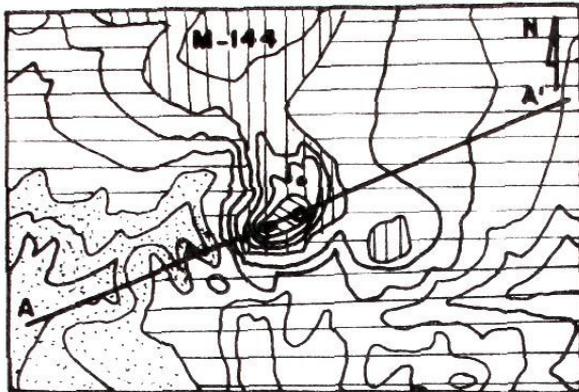
hasta grandes bloques y bombas de 2 m. También se presentan fragmentos de aglutinados de lava en los que se observan cortezas de enfriamiento. Este cono tiene un derrame de lava asociado hacia su lado SE y cubre un área aproximada de 0.710 km².

Cono M-145 La pendiente máxima de sus flancos es de 16°. No presenta cráter y su forma es el de una colina baja con pendientes suavizadas y simétricas. El drenaje es radial y poco profundo sobre el cono pero se presenta un arroyo profundo que lo rodea. En gabinete se obtuvieron los siguientes valores: un Wco de 185 m, no presenta cráter y un Hco de 10 m. El material que constituye a este cono son grandes fragmentos de lava de más de 1 m y una cubierta de aluvión. No se presenta algún derrame asociado a este cono.

V.3.3.- CONOS ANTIGUOS

Cono M-112 La pendiente máxima de este cono es de 5°, con su cráter abierto hacia el W debido probablemente a la erosión; la expresión topográfica del cono es casi imperceptible en el terreno porque está demasiado erosionado. En su borde NE se puede observar una pared casi vertical de aproximadamente 2.5 m, esta pared parece ser parte del cráter. El sistema de drenaje es subdendrítico y es más o menos profundo. Sus parámetros son los siguientes: Wco de 400 m, Wcr de 200 m, y un Hco de 5 m. El material de este cono es piroclástico, en general de tamaño de lapilli, y sólo en el borde oriental hay grandes bloques. Está casi totalmente cubierto por aluvión.

Cono M-144 La pendiente máxima de sus flancos es de 24°. No presenta cráter. La forma que presenta es la de un cono con flancos cóncavos hacia arriba, es de poca altura y se presentan varios picos en su parte central (Figuras 19 y 20). El sistema de drenaje es radial



V=H

Escala 1: 20 000

V - vertical
H - horizontal

**U
A
S
L
P**

FACULTAD DE INGENIERIA

AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
TRABAJO RECEPTACIONAL

**MAPA HPSOGRAFICO
Y PERFIL DEL CONO
M - 144**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 19

FIGURA 20. FOTOGRAFIA DE UN CONO VIEJO



En esta fotografía se puede apreciar al cono M-144, el cual ha sido considerado como un cono viejo dentro del CVC por la forma que presenta que es cercana a la de un cuello volcánico.

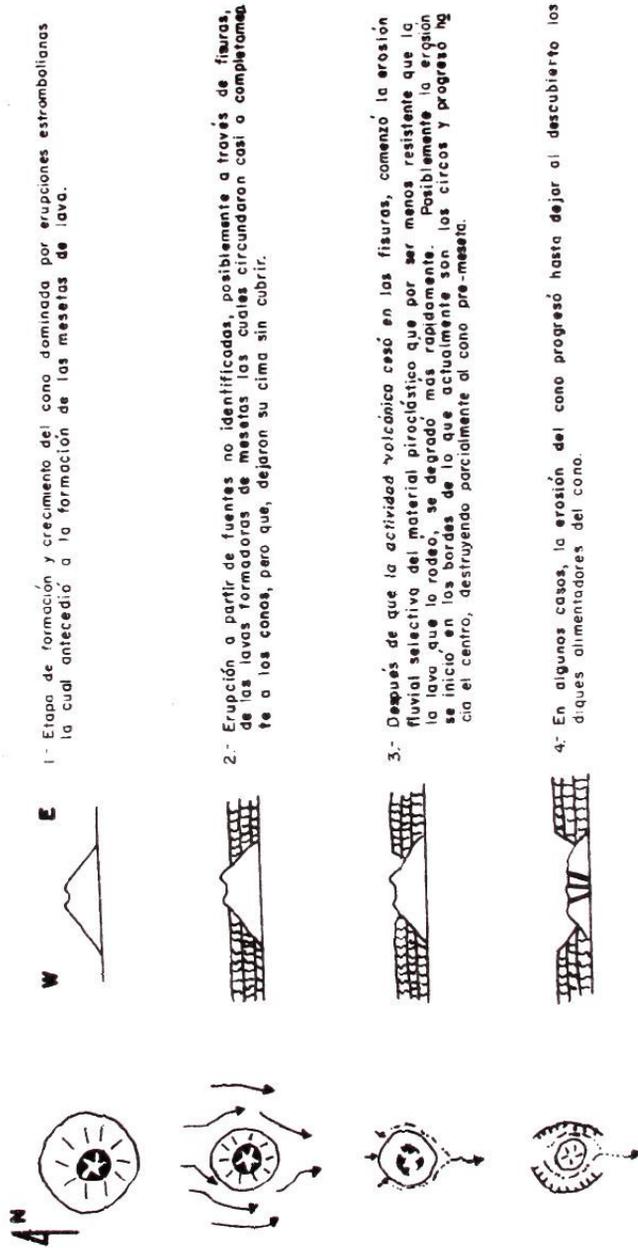
profundo y con un sistema anular formando un profundo circo erosivo alrededor del cono. Los parámetros son un Wco de 625 m, no presenta cráter y el Hco es de 80 m. No presenta flujos de lava asociados.

El material del cono es piroclástico sin clasificar, está cementado en una matriz de grano más fino y los fragmentos varían desde unos cuantos milímetros hasta grandes bloques y bombas; también se puede observar bastante oxidación y algo de caliche. Se observó un afloramiento en el que el material piroclástico está descansando sobre un flujo de lodo.

Las lavas de meseta posteriores al cono se encuentran rodeándolo, lo que imprimió una morfología peculiar: un borde resistente a la erosión en estas lavas y un material más suave que constituye al cono. Un dique que aflora sobre el flanco sur, posee una orientación S30°E y tiene un espesor aproximado de 1 m; en las márgenes de este dique se observa vesicularidad que disminuye hacia el interior del dique. Otro dique, de rumbo N15°W aflora también en el flanco sur. Este presenta una estructura de pimienta (granuda) y se observan pequeñas vesículas rellenas por material secundario, se observa un poco de oxidación.

Cono MA-3 La pendiente máxima de sus flancos es de 14°. No presenta cráter. Es una geoforma especial de este campo ya que el circo de erosión está debajo del nivel topográfico de la meseta de lava por lo que da la impresión de una forma de cráter de tipo maar más que la de un cono, este tipo de estructura sólo presenta remanentes del cono (Figura 21). Su sistema de drenaje es anular formando un circo erosivo profundo alrededor de lo que originalmente fue el cono. Sus parámetros geomorfológicos son los siguientes: un Wco de 265 m, no presenta cráter y el Hco es de 30 m. Se pueden identificar 4 bordes de lava hacia su parte superior. El aluvión se encuentra cubriendo al cono. En un afloramiento del cono sobre el flanco NNW del circo, es posible observar que la lava está

EXPLICACION DEL ORIGEN Y DESARROLLO DE LOS RASGOS MORFOLOGICOS QUE SEMEJAN CRATERES O MAARES TIPO ZUNI.



descansando sobre dos capas de depósitos piroclásticos; la capa superior es de material grueso y la capa inferior es de material más fino. Sobre el borde del circo también se puede ver lava con forma de espiral y fragmentos de escoria. En el flanco norte se presentan grandes bombas. Sobre este flanco es posible ver tres capas diferentes: la superior que parece ser lava posterior al cono; la intermedia que se presenta como un aglutinado de grano fino; y la inferior que es un depósito piroclástico de grano grueso con una matriz de grano fino y poco consolidado. Las tres capas guardan un ángulo de inclinación de 24° a 26°. Dentro del flanco norte, es posible observar dos diques; uno con orientación S70°W y el otro con orientación casi N-S. En ambos se pueden observar juntas verticales. Los diques intrusionan a los depósitos piroclásticos del cono. No se observan lavas asociadas al cono.

V.4 PETROGRAFIA

En general, las lavas basálticas que componen al CVC, son de color gris a negro, de estructura masiva compacta, aunque ocasionalmente, se puede observar escasa vesicularidad. Se presentan xenocristales de olivino, plagioclasa, inclusiones de megacristales de plagioclasa y kaersutita(?) y xenolitos de lherzolita, granulita y piroxenita.

Los fenocristales de olivino se presenta en tres generaciones:

- 1) Euhedral con variaciones, 1.5 - 4 mm, presentando bahías rellenas por matriz y con incipiente idingsitización en los bordes.
- 2) Euhedral - subhedral, 1 - 2 mm, con hábito prismático elongado y/o equidimensional.
- 3) Euhedral - subhedral, menores de 1 mm, con hábito prismático elongado y/o equidimensional, con algo de corrosión en los bordes.

Los fenocristales de clinopiroxeno muestra dos generaciones:

1) Subhedral - anhedral, 1 - 3 mm, algunos presentan bahías, bordes corroídos y extinción oscilatoria.

2) Euhedral - subhedral, < 1 mm, de formas prismáticas equidimensionales, algunos presentan núcleos consumidos y sólo puede observarse el borde del cristal.

Los fenocristales de plagioclasa presenta tres generaciones:

1) Subhedral - anhedral, 1.5 - 2.5 mm, presentando bordes corroídos y sobrecrecimiento de otro tipo de plagioclasa.

2) Subhedral, 1 - 1.5 mm, presentando textura de tamiz. No se observa maclado y su extinción es oscilatoria.

3) Subhedral, 0.5 - 1 mm, muestra formas prismáticas elongadas y/o equidimensionales, en algunas se puede observar zoneamiento.

En algunas muestras se presentan glomero-cristales formados por olivino, clinopiroxeno o por una combinación de ambos minerales; con matriz intergranular. Ocasionalmente se observan vesículas y algunas están rellenas por material secundario (zeolitas, calcita, minerales opacos, etc).

La matriz está compuesta por plagioclasa, clinopiroxeno, minerales opacos y olivino. La textura es inequigranular, porfírica, holocristalina. El arreglo es intergranular, presentándose en algunas muestras arreglos directivos.

VI.- COMPARACION GEOMORFOLOGICA ENTRE EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO Y EL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN.

VI.1 CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN, B.C.N.

VI.1.1 GEOLOGIA LOCAL

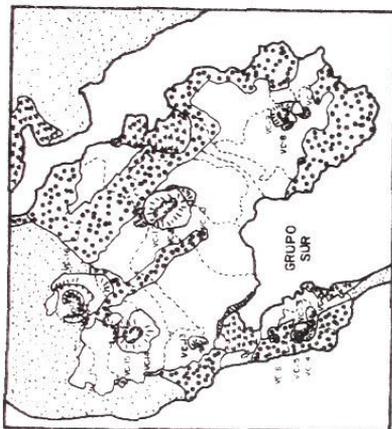
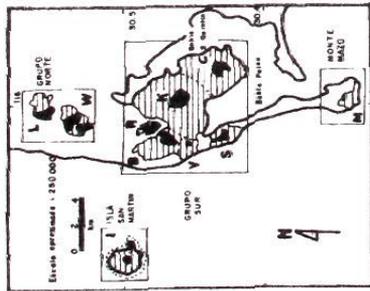
El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ) está localizado en la porción central de la provincia fisiográfica de Baja California (Raisz, 1964), aproximadamente a 16 km al Oeste de la Línea de Santillán y Barrera (Figura 22).

La bahía de San Quintín tiene la forma de "Y" y está conectada en su borde sur al Océano Pacífico. El brazo Este es un estuario y el brazo Oeste es una laguna formada por una barra de arena que conecta la parte sur -Monte Mazo- con la parte norte -Complejo Suroeste- (Luhr et al., en prensa; Figura 22).

El CVSQ tiene una área de aproximadamente 100 km² en la que se encuentran 25 conos de escoria y 2 volcanes escudo, en algunos sitios los conos de escoria están coronando a los volcanes escudo. Todos los conos están agrupados en diez complejos, separados geográficamente en dos grupos que se han denominado el Grupo Norte y el Grupo Sur . Cada complejo volcánico tiene más de un cráter y varios flujos de lava asociados (Luhr et al., en prensa, Figura No. 22).

Los basaltos que conforman al CVSQ son de composición alcalina, contienen principalmente olivino, plagioclasa, clinopiroxeno, titanomagnetita e ilmenita, y se presentan cantidades variables de megacristales y xenocristales. En algunos conos hay abundantes xenolitos de lherzolita, también algunas lavas contienen uno o más xenocristales de cuarzo y xenolitos de la corteza parcialmente fundidos (Luhr et al., en prensa).

El sistema de fallamiento no es visible y sólo se alcanzan a percibir algunos



EXPLICACION

- Arena
- Vegetación de costa
- Lava cubriendo de arena
- Lava
- Cono de escoria
- Cráter
- Acomitlado abandonado

0 0.5 1 1.5
 Kilómetros
 Escala aproximada 1:75,000

Modificado de Luhr, et al., 1994

EXPLICACION

- Piroclástica
- Lava
- B Besu
- C Cenizo
- I Islad San Martin
- K Kenton
- L Medid Luna
- M Monte Mazo
- R Riveroll
- S Sudoesia
- V Picacho Vizcano
- W Woodford

FACULTAD DE INGENIERIA
 AREA CIENCIAS DE LA TIERRA
 TRABAJO RECEPTIVO

**MAPA FOTOGEOLOGICO
 DEL CVSQ**

MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO

FECHA: FEB 95

FIGURA 22

U A S L P

lineamientos de conos en dos direcciones preferenciales N-S y NW-SE las cuales son paralelas al Escarpe Santa María, a la Línea Santillán y Barrera y al Escarpe Principal del Golfo. Los lineamientos más notables son: los complejos Riveroll-Kenton-Ceniza (NW-SE) y el Picacho Vizcaíno-Sudoeste-Monte Mazo (N-S). Estos lineamientos parecen ser una evidencia sutil de que el magmatismo en el CVSQ está verdaderamente relacionado a extensión (Luhr et al., en prensa).

Por otro lado, diversas áreas en el campo están parcial o totalmente cubiertas por arena debido a la acción eólica que transporta arenas de la playa hacia el interior de la península. Por tal motivo, en San Quintín es difícil interpretar las relaciones estratigráficas y la edad relativa de los conos. También es notable, tanto en el campo como en las fotografías aéreas los derrames de lava con superficies muy accidentadas.

Una edad de 120 000 años fue obtenida por el método ^{39}Ar - ^{40}Ar para el CVSQ (Luhr et al., en prensa).

VI.1.2 GEOMORFOLOGIA DEL CVSQ.

Para hacer el análisis geomorfológico se utilizaron cartas topográficas de INEGI escala 1:50 000 y fotografías aéreas escala 1:25 000. El procedimiento y los criterios para hacer el análisis porcentual y el análisis geomorfológico de esta área fue el mismo que se utilizó para el CVC. Del análisis porcentual se obtuvo que el 52 % son conos que carecen de cráter, el 16 % son conos anidados y el 32 % son conos que tienen cráteres bien preservados (Figura 23).

En el análisis geomorfológico se tiene que el Wco presenta variaciones de 215 m a 1200 m con un promedio de 687 m (Figura 24), el Wcr varía de 50 m a 350 m con un promedio de 297 m (Figura 25), el Hco varía de 20 m a 160 m con un promedio de 86 m (Figura 26), la relación de Hco/Wco va desde 0.08 a 0.14 con un promedio de 0.12 y la

FIGURA 23. DIAGRAMA DE PORCENTAJES DEL CVSQ

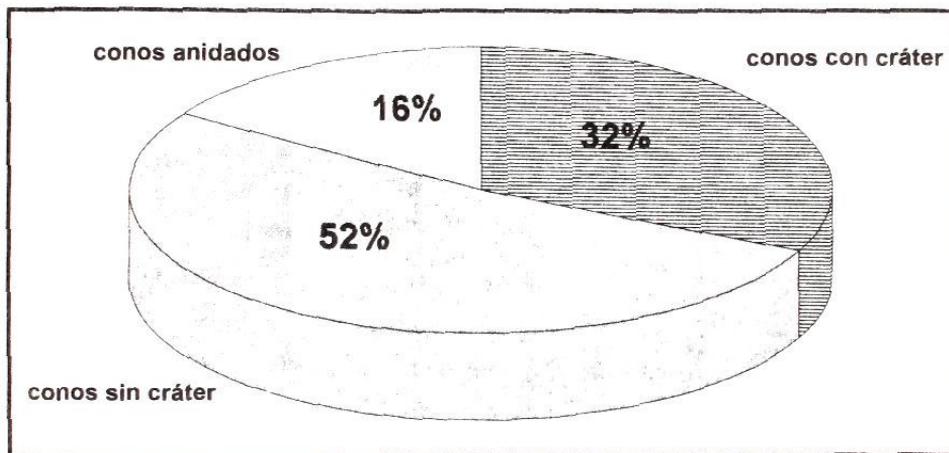
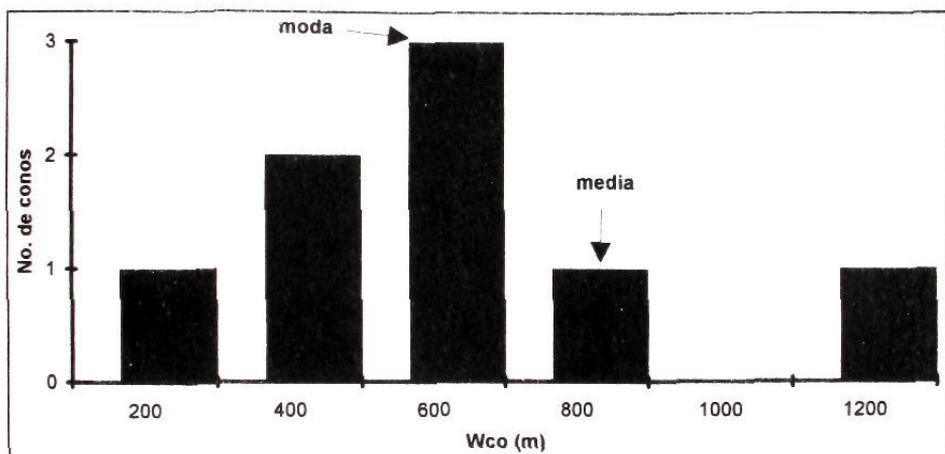
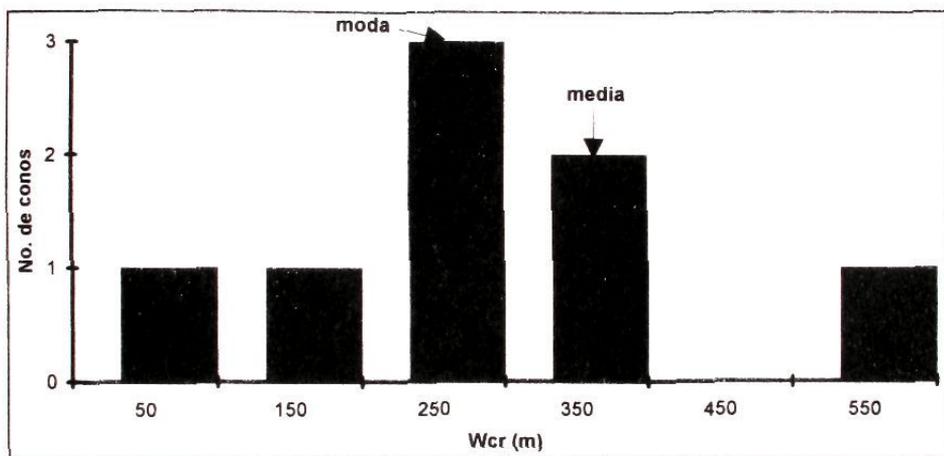


FIGURA 24. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL Wco PARA EL CVSQ



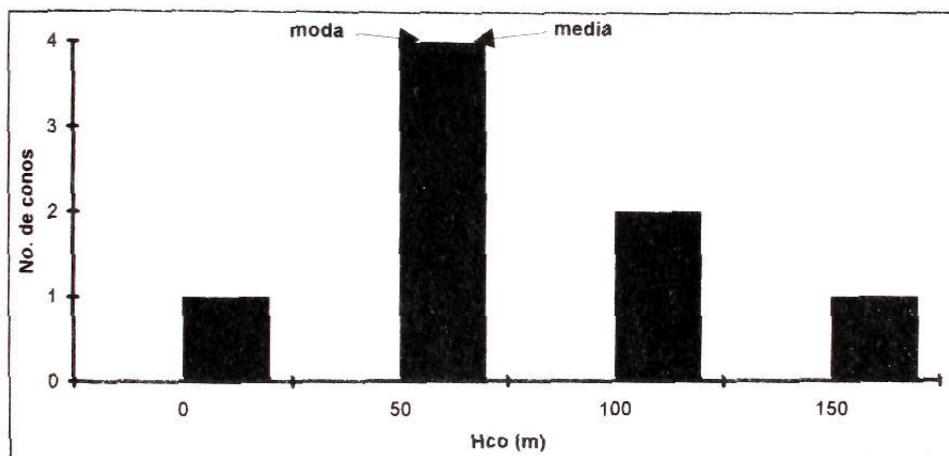
En esta gráfica de barras se observa que el valor de diámetro de base que ocurre más queda comprendido en el intervalo de 400 - 600 m, y el valor medio es de 687 m.

FIGURA 25. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL W_{cr} PARA EL CVSQ.



En esta gráfica de barras se observa que el valor de diámetro de cráter que ocurre más queda comprendido en el intervalo de 150 - 250 m, y el valor medio es de 297 m.

FIGURA 26. GRAFICA DEL No. DE CONOS CONTRA EL Hco PARA EL CVSQ



En esta gráfica de barras se muestra que el valor de altura que más ocurre queda comprendido en el intervalo de 50 - 100 m, y el valor medio es de 86 m.

relación de W_{cr}/W_{co} varía de 0.23 a 0.56 con un promedio de 0.42 (Tabla 3).

El volumen total de material piroclástico emitido por los centros volcánicos es de 0.39 km^3 , teniéndose que cada cono a emitido un volumen promedio de 0.017 km^3 .

Del análisis de aspecto obtenido de las fotografías aéreas se puede establecer que para el CVSQ las formas más comunes que se tienen son conos con grandes alturas y pendientes (Figura 27), con poca vegetación o sin vegetación, con cubierta de ceniza, prácticamente sin una red de drenaje y en general con cráteres bien preservados, aunque hay conos que no presentan cráter. También es posible observar conos que se intersectan de manera compleja y conos anidados (Figura 22).

VI.2 COMPARACION ENTRE EL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO Y EL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN.

La Tabla 4 es el resultado de un análisis fotogeológico y geomorfológico de una parte de los conos cineríticos tanto del CVC como del CVSQ.

Como lo muestra la Tabla 4, ambos campos presentan características distintas, así tenemos que, la extensión y el número de conos del CVC es mayor que el del CVSQ. El fallamiento en el CVC es normal con una tendencia general NW-SE mientras que en el CVSQ el fallamiento no es visible (Luhr et al., 1994, en prensa). Una edad radiométrica de 1.8 Ma es reportada para el CVC (Nimz et al., 1986) y la del CVSQ es de aproximadamente 0.120 Ma (Luhr et al., en prensa).

El análisis de apariencia efectuado a través de la fotointerpretación, muestra que ambos campos tienen conos con cráter y conos sin cráter variando sólo la cantidad que presenta en cada campo volcánico, pero además en el CVC se observan conos muy viejos y disectados y el CVSQ presenta conos jóvenes, anidados y complejos volcánicos.

Los promedios obtenidos de los parámetros geomorfológicos muestran que San

TABLA 3.- CATALOGO DE LOS CONOS DEL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN, B.C.

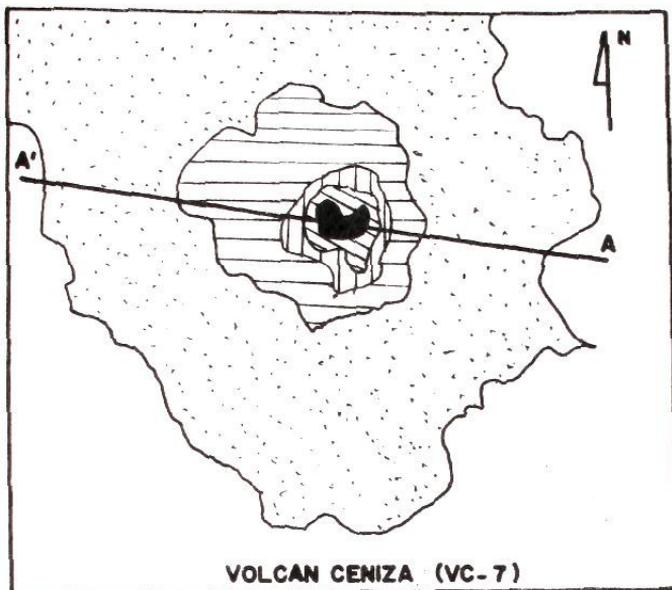
N°	CLAVE	NOMBRE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wcr (km)	Hco (km)	Hco/Wco	Wcr/Wco	PENDIENTE PROMEDIO	PENDIENTE MAXIMA	VOLUMEN (km ³)	OBSERVACIONES
1	VC-1	MONTE MAZO	H1B74	30°22'06"	115°59'53"	0.000	0.000	0.060	0.0490	0.00	5.61	31.00	0.02357	
2	VC-2	VOLCAN SUDOESTE	H1B74	30°28'32"	116°01'37"	0.925	0.200	0.070	0.1333	0.38	24.68	28.00	0.00771	COMPLEJO VOLCANICO
3	VC-3	VOLCAN SUDOESTE	H1B74	30°26'37"	116°01'39"	0.240	0.000	0.060	0.2500	0.00	28.65	32.00	0.00090	COMPLEJO VOLCANICO
4	VC-4	VOLCAN SUDOESTE	H1B74	30°26'34"	116°01'21"	0.130	0.000	0.020	0.1538	0.00	17.63		0.00009	COMPLEJO VOLCANICO
5	VC-5		H1B74	30°26'51"	116°01'43"	0.215	0.060	0.020	0.0930	0.23	13.89		0.00031	
6	VC-6		H1B74	30°27'00"	116°01'37"	0.060	0.000	0.006	0.1250	0.00	14.32		0.00000	
7	VC-7	VOLCAN GENIZA	H1B74	30°26'45"	115°58'24"	0.940	0.300	0.075	0.1338	0.54	33.06	26.00	0.01122	
8	VC-8		H1B74	30°26'39"	115°58'18"	0.240	0.000	0.040	0.1667	0.00	19.10		0.00060	
9	VC-9		H1B74	30°26'30"	115°58'22"	0.165	0.000	0.020	0.1212	0.00	13.89		0.00014	
10	VC-10	C KENTON	H1B74	30°28'02"	115°59'40"	1.200	0.975	0.160	0.1333	0.48	20.34	27.00	0.10307	COMPLEJO VOLCANICO
11	VC-11	C KENTON	H1B74	30°28'08"	115°59'45"	1.200	0.315	0.150	0.1250	0.26	19.42		0.07529	COMPLEJO VOLCANICO
12	VC-12	C KENTON	H1B74	30°28'13"	115°59'48"	1.200	0.315	0.140	0.1167	0.26	18.13		0.00233	COMPLEJO VOLCANICO
13	VC-13	PICACHO VIZCAINO	H1B74	30°27'43"	116°01'41"	0.385	0.000	0.060	0.1568	0.00	17.86	24.00	0.00233	
14	VC-14	C BASU	H1B74	30°28'06"	116°01'33"	0.795	0.300	0.110	0.1384	0.38	25.46	31.00	0.02766	
15	VC-15		H1B74	30°28'34"	116°01'00"	0.000	0.215	0.000						ANIDADADO
16	VC-16	VOLCAN RIVEROLL	H1B74	30°29'00"	116°01'00"	0.925	0.250	0.120	0.1297	0.27	20.37		0.03611	
17	VC-17		H1B27	30°29'17"	116°01'07"	0.000	0.400	0.000						ANIDADADO
18	LC-1		H1B64	30°31'19"	116°00'52"	0.300	0.000	0.040	0.1333	0.00	15.28		0.00094	
19	LC-2		H1B64	30°31'30"	116°00'54"	0.460	0.000	0.060	0.1333	0.00	15.28		0.00318	
20	LC-3		H1B64	30°31'34"	116°00'30"	0.290	0.000	0.040	0.1379	0.00	15.81		0.00088	
21	LC-4		H1B64	30°31'52"	116°00'39"	0.040	0.000	0.010	0.2500	0.00	28.65		0.00000	
22	LC-5	C WOODFORD	H1B64	30°32'02"	116°00'52"	0.625	0.350	0.050	0.0000	0.56	20.83	28.00	0.00958	
23	LC-6		H1B64	30°32'43"	116°00'06"	0.040	0.000	0.010	0.2500	0.00	28.65		0.00000	
24	LC-7	V MEDIA LUNA	H1B64	30°29'00"	116°00'28"	0.650	0.950	0.080	0.1231	0.54	30.56	31.00	0.01618	
25	LC-8		H1B64	30°33'06"	116°00'23"	0.200	0.000	0.020	0.1000	0.00	11.46		0.00021	

NOTA: La explicación para esta tabla es la misma que se utilizó en la tabla No. 1 a excepción de las OBSERVACIONES que son las formas especiales, que se presentan en este campo y que se pueden apreciar en las fotografías aéreas escala 1: 25 000. Estas geofomas son las siguientes:
 COMPLEJO VOLCANICO: Grupo de conos desarrollados en un área relativamente pequeña.
 CONO ANIDADADO: Cono desarrollado dentro de un cono anterior.

TABLA No. 4.-COMPARACION DE LOS CAMPOS VOLCANICOS DE CAMARGO Y SAN QUINTIN

		CVC	CVSQ
CARACTERISTICAS GENERALES	EXTENSION	2 000 Km ²	100 Km ²
	No. DE CONOS	307	25
	COMPOSICION	BASALTO ALCALINO BASANITA	BASALTO ALCALINO BASANITOIDE
	FALLAMIENTO	NORMAL NW-SE	NO ES EVIDENTE
	LINEAMIENTO DE CONOS	DOS TENDENCIAS N10-30W Y N50-60E	DOS TENDENCIAS N30-40W Y NORTE
	EDAD RADIOMETRICA	1.8 Ma (K-Ar)	120 Ka (Ar-Ar)
	CARACTERISTICAS CLIMATICAS	CLIMA	MUY SECO SEMICALIDO
TEMPERATURA MEDIA		ENTRE LOS 18° Y 22°	ENTRE LOS 16° Y 20°
PRECIPITACION MEDIA		DE 100 A 300 mm	DE 100 A 200 mm
ALTURA (msnm)		1500	80
ANALISIS DE APARIENCIA	CONOS CON CRATER	22 %	32 %
	CONOS SIN CRATER	60 %	52 %
	CONOS ANIDADOS	-	16 %
	C. VIEJOS Y DISECTADOS	18 %	-
CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS	DIAM. DE BASE (W _{co})	708 m	687 m
	DIAM. DE CRATER (W _{cr})	286 m	297 m
	ALTURA (H _{co})	49 m	86 m
	PENDIENTE	13.93°	24.77°
	H _{co} /W _{co}	0.07	0.12
	W _{cr} /W _{co}	0.41	0.42
	VOLUMEN DE PIROCLASTOS	2.19938 km ³	0.39026 km ³
	DRENAJE	ABUNDANTE	ESCASO
	CUBIERTA VEGETAL	ABUNDANTE	ESCASA
	SUELO	DESARROLLADO	DESARROLLADO
	GEOFORMAS ESPECIALES	MAARES	CONOS ANIDADOS
		PSEUDOCRATERES	COMPLEJOS VOLCANICOS

NOTA: Los valores utilizados para los parámetros geomorfológicos son los promedios obtenidos del análisis efectuado con una parte de los conos cineríticos de ambos campos volcánicos. Los conos utilizados para este análisis deben reunir algunas características que ya fueron mencionadas en el segundo tema del capítulo cinco.



V=H

Escala: 1:35 000

V- vertical
H- horizontal

U A S L P	FACULTAD DE INGENIERIA	
	AREA CIENCIAS DE LA TIERRA TRABAJO RECEPTACIONAL	
	MAPA HIPSOGRAFICO Y PERFIL DEL VOLCAN CENIZA	
	MARIA CRISTINA NOYOLA MEDRANO	
	FECHA: FEB 95	FIGURA 27

Quintín tiene un diámetro de base menor (687 m) con respecto al que presenta Camargo (708 m), pero el diámetro del cráter, la altura y la pendiente promedio son mayores en San Quintín (297 m, 86 m y 24.77°, respectivamente) que en Camargo (286 m, 49m y 13.93°, respectivamente). El volumen de material piroclástico emitido en el CVC es de 2.20 km³ y en el CVSQ es de 0.40 Km³.

A pesar de sus diferencias, los dos campos volcánicos se encuentran constituidos por basaltos alcalinos, aunque en el CVC también se presentan basanitas (Nimz et al., 1993) y en el CVSQ hay basanitoides (Aranda-Gómez y Ortega-Gutiérrez, 1987); las lavas de los dos campos acarrearon inclusiones del manto y de la base de la corteza (Nimz et al., 1986; Aranda y Ortega, 1987; Lhur et al., en prensa).

VII.- DISCUSION

De los campos volcánicos ubicados en la parte central y norte de México, el Campo Volcánico de Camargo (CVC) puede ser considerado como uno de los más grandes por su área de 2 000 km² y por que está formado por aproximadamente 300 volcanes; a diferencia del Campo Volcánico de Durango (CVD) que es de gran extensión (2 200 Km²) pero solo tiene alrededor de 100 volcanes (Smith, 1989). Los campos volcánicos de Los Encinos (CVLE), Santo Domingo (CVSD) y Ventura (CVV) en San Luis Potosí (Aranda et al., 1993), son extensiones pequeñas y contienen menos volcanes que el CVC. El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ) en Baja California (Luhr et al., en prensa) tiene un área de 100 km² y alrededor de 25 volcanes; sólo el Campo Volcánico del Pinacate (CVP) en Sonora (Gutmann, 1976; Lutz et al., 1989) es el que iguala al CVC tanto en extensión como en cantidad de volcanes.

Como se vio en el capítulo anterior, existen diferencias notables en la geomorfología del CVC y del CVSQ, estas diferencias se deben principalmente a: 1) diferentes edades radiométricas, 2) diferentes altitudes y climas, y 3) otras condiciones locales.

Es importante mencionar el papel del clima en el intemperismo, teniéndose que el CVC se encuentra a 1 500 msnm, con un clima muy seco en un ambiente desértico en el que la falta de humedad hace que la velocidad del intemperismo, tanto químico como mecánico, sea lenta (Leet y Judson, 1984). Se sugiere que en el desierto el tipo de intemperismo que predomina es el mecánico (Leet y Judson, 1984), por lo que en el CVC, probablemente, este sea el tipo de intemperismo dominante. En el CVC se pueden observar algunas rocas fracturadas, que probablemente sean producto de uno o de varios de los siguientes procesos: 1) enfriamiento de la roca al momento de solidificar, 2) cambios bruscos de temperatura característicos de los desiertos y 3) la acción de las raíces de las plantas. También en el CVC hay una gran cantidad de aluvión y los conos carecen de cubierta de ceniza, ésto se puede atribuir a que el viento ha actuado durante un tiempo

prolongado produciendo abrasión³⁾ y deflación⁴⁾ (Leet y Judson, 1984) en el campo, dejando sólo al descubierto depósitos de material más compacto que han resistido mejor a estos procesos de intemperismo.

En San Quintín, la altitud es de aproximadamente 60 msnm, presentándose también un clima muy seco pero en un ambiente costero en donde la velocidad del intemperismo es mayor, debido a la presencia de la humedad en la atmósfera. En esta zona el viento ha formado tómbolos y está produciendo deflación y abrasión sobre los conos, además de acarrear una gran cantidad de arena de la playa al interior de la península (Luhr et al, en prensa), ésto dificulta la interpretación de las relaciones estratigráficas y las edades relativas de los conos.

En el CVC y el CVSQ se observan diferentes geoformas, en Camargo existen alrededor de 312 estructuras volcánicas de las cuales el 98% son conos cineríticos y el 2% restante aparentemente son maares (éstos últimos no fueron verificados en campo). San Quintín tiene aproximadamente 27 volcanes de los cuales el 92% son conos cineríticos y el 8% restante son volcanes escudo; en el CVC se pueden observar conos muy disectados por arroyos y pseudocráteres, mientras que en el CVSQ se presentan conos anidados y complejos volcánicos.

Con base en los parámetros geomorfológicos y en las características de apariencia que presentan los conos cineríticos, se establecieron tres edades relativas tanto para el CVC como para el CVSQ (Tablas 2 y 5).

Para el CVC se consideran conos jóvenes a aquellos que tienen pendientes de hasta 24° y que conservan su cráter, los conos maduros son aquellos que tienen forma de colinas bajas que culminan en forma de vértice o que tienen flancos simétricos con pendientes que oscilan entre los 8° y 14°, los conos viejos son aquellos que

3) Abrasión: es la erosión de la superficie de las rocas, producida por los granos de arena acarreados por el viento (Leet y Judson, 1984).

4) Deflación: es el proceso erosivo del viento, que se lleva el material sin consolidar (Leet y Judson, 1984).

TABLA No. 5.- LOS CONOS DEL CVSQ ANALIZADOS MEDIANTE LOS PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS: HcoWco, WcrWco y Pendiente Promedio

Nº	CLAVE	NOMBRE	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	Wco (km)	Wcr (km)	Hco (km)	HcoWco	WcrWco	PENDIENTE PROMEDIO	EDAD RELATIVA
1	VC-14	C BASU	30°28'26"	116°01'33"	0.795	0.300	0.110	0.14	0.38	25.46	JOVEN
2	VC-2	VOLCAN SUDOESTE	30°26'32"	116°01'37"	0.525	0.200	0.070	0.13	0.38	24.68	JOVEN
3	LC-7	V MEDIA LUNA	30°32'50"	116°00'28"	0.650	0.350	0.080	0.12	0.54	30.56	MADURO
4	VC-10	C. KENTON	30°28'02"	115°59'40"	1.200	0.575	0.160	0.13	0.48	29.34	MADURO
5	VC-16	VOLCAN RIVEROLL	30°29'00"	116°01'00"	0.925	0.250	0.120	0.13	0.27	20.37	MADURO
6	VC-7	VOLCAN CENIZA	30°26'45"	115°58'24"	0.960	0.300	0.075	0.13	0.54	33.06	MADURO
7	LC-5	C. WOODFORD	30°32'02"	116°00'52"	0.625	0.350	0.050	0.08	0.56	20.83	MADURO
8	VC-5		30°26'51"	116°01'43"	0.215	0.050	0.020	0.09	0.23	13.89	VEJO

NOTA: La explicación de esta tabla es la misma que se utilizó en la tabla No. 1

tienen la forma cercana a un cuello volcánico con pendientes de más 30°. En el CVC además se observan conos planos que apenas son perceptibles en el terreno, con flancos que presentan ángulos menores de 5°. También existen rasgos geomorfológicos especiales que semejan cráteres o maares tipo zuni (Ollier, 1967): éstos son depresiones elípticas parcialmente ocupadas por conos cineríticos intensamente erosionados. Este tipo de conos se concentran hacia la parte SW del campo. En todos los conos de este campo la cubierta de ceniza ha desaparecido, se observa suelo, y el drenaje y la vegetación son abundantes. La superficie de las lavas distan de ser lo que se conoce como un malpais.

Para San Quintín las formas más comunes que se tienen son conos con alturas y pendientes mayores que las de Camargo, aún preservan sus cráteres y su cubierta de ceniza, presentan poco drenaje y vegetación. La superficie de las lavas es accidentada. Se consideran conos jóvenes a aquellos cuyas pendientes oscilan entre 25° y 33°, conos maduros los que tienen pendientes de aproximadamente 20° y conos viejos aquellos con pendientes de menos de 15°. Estas edades obtenidas para San Quintín deben ser consideradas cautelosamente, debido a que el campo está cubierto de arena y esto dificulta la determinación de las edades relativas en base a rasgos geomorfológicos.

Los conos en el CVC se distribuyen conforme a su edad relativa de la siguiente manera: los conos jóvenes y maduros se ubican en la parte Noreste del área y los conos más viejos se ubican de la porción central hacia la parte Sudoccidental del campo. Se reportó una edad radiométrica de 1.8 Ma (Nimz et al., 1986) para una muestra de lava ubicada hacia la parte NNE del área, cerca de la mina La Olivina y en un lugar cercano a la zona en donde se concentran los conos jóvenes y maduros, por lo que a los conos jóvenes se les podría asignar esta edad. No se tienen más edades radiométricas, pero con base en la evidencia obtenida con el análisis geomorfológico efectuado, en donde la parte NE del campo es relativamente más joven que la parte SW, se puede suponer que los conos de la parte SW del CVC son más antiguos que los 1.8 Ma reportados en la parte NNE del campo.

Para el CVSQ la edad radiométrica reportada es de 120 000 años (Luhr et al., en

prensa). En base al análisis geomorfológico los conos jóvenes y maduros se ubican hacia la parte central del campo y los más antiguos se encuentra hacia la parte sur.

A pesar de que San Quintín es considerado un campo volcánico joven con respecto a Camargo y a otros campos de nuestro país (Martín del Pozzo, 1982; Hasenaka y Carmichael 1985; Hasenaka, 1993; Nimz et al., 1986; Luhr et al., en prensa), es notorio observar que en ninguno de los dos se cumplen las relaciones utilizadas por Bloomfield (1975) las cuales establecen que: $Hco = 0.20(Wco)$ y $Wcr = 0.40(Wco)$ y que varían conforme avanza la edad del cono. Si se hiciera uso de estas relaciones queriendo extrapolar los resultados obtenidos en otros campos volcánicos, resultaría que el CVC y el CVSQ tienen conos viejos; ésto pudiera ser el caso de Camargo, pero no de San Quintín; por lo tanto se recurrió a un análisis estadístico de regresión lineal para poder ajustar a una curva los datos obtenidos tanto en el CVC como en el CVSQ (Figuras 28, 29, 30 y 31), obteniéndose las siguientes relaciones:

para el CVC: $Hco = 0.07(Wco)$ y $Wcr = 0.34(Wco)$

para el CVSQ: $Hco = 0.12(Wco)$ y $Wcr = 0.42(Wco)$

En estudios anteriores realizados sobre conos cineríticos en campos monogenéticos de la misma edad radiométrica, se observó que el comportamiento de los modelos geomorfológicos variaba entre los campos volcánicos, atribuyendolo principalmente al clima y al tipo de volcanismo (Settle, 1979). Para el caso de San Quintín los parámetros geomorfológicos varían porque el campo está formado por complejos volcánicos, en los cuales cada vez que se forma un cono nuevo, destruye parcialmente al cono anterior, ocasionando un incremento en la base y un decremento en la altura. Además tanto en el CVC como en el CVSQ la cubierta vegetal es escasa por los que se aceleran los procesos de erosión.

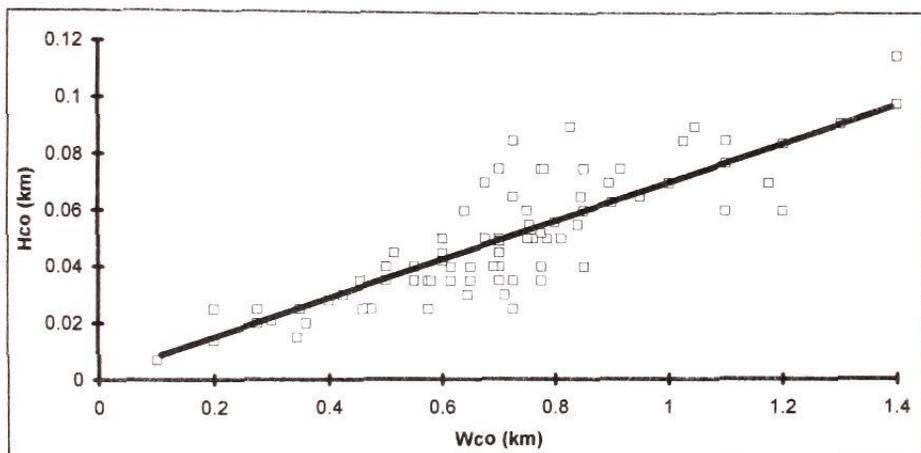
Con base en estos resultados, se evidencia que los parámetros geomorfológicos no pueden ser extrapolados a todos los campos volcánicos, ya que cada campo muestra diferencias particulares con respecto a otros campos.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente mencionados el CVC puede ser comparado con otros campos volcánicos de nuestro país en base a su morfología así como se hizo con San Quintín el cual presenta formas más preservadas que el CVC. Así tenemos que, los volcanes del Campo Volcánico de los Encinos con una edad de 11 Ma (Luhr, et al., 1989; Aranda-Gómez, et al., 1989) y los de el área de Nazas con una edad de 22 Ma (Aguirre-Díaz y McDowell, 1991) presentan formas de cuellos volcánicos por lo que se considera que estos volcanes tienen formas más degradadas que los que se presentan en el CVC; en cambio el Campo Volcánico de Durango con una edad de 0.7-0.3 Ma (Smith, 1989) muestra volcanes de forma cónica truncada con pendientes de 30° y con cubierta de ceniza, por lo que se considera que estos volcanes están mejor preservados que los del CVC. Con base en esta evidencia podemos ubicar al CVC como de edad intermedia entre los campos volcánicos Cuaternarios como los son San Quintín y Durango y los campos volcánicos del Mioceno como son Los Encinos y Nazas.

EXPLICACION DE LAS FIGURAS 28, 29, 30 Y 31

En las siguientes figuras se presentan las gráficas de las relaciones H_{co}/W_{co} y W_{cr}/W_{co} establecidas para el CVC y el CVSQ. Cada cuadro representa un cono cinerítico. La línea es el resultado del ajuste de curva que se hizo por métodos estadísticos. Los cuadros que se acercan más a la línea representan la población de conos más jóvenes dentro del campo volcánico. La edad aumenta conforme los cuadros se alejan de la línea.

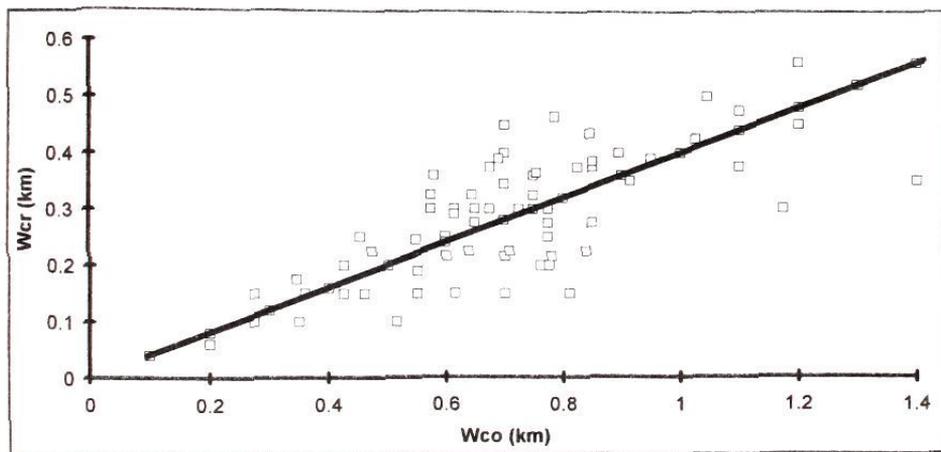
FIGURA 28. GRAFICA DE LA RELACION Hco/Wco
DEL CVC



La relación Hco/Wco varía de 0.03 a 0.13 conforme disminuye la edad del cono cinerítico.

La curva de ajuste se obtuvo por el método de regresión lineal en donde resultó que $Hco = 0.07(Wco)$.

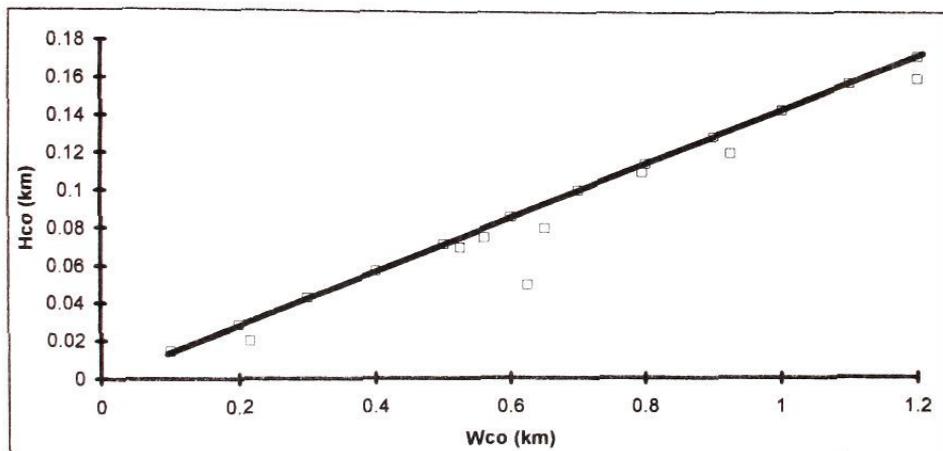
FIGURA 29. GRAFICA DE LA RELACION W_{cr}/W_{co}
DEL CVC



La relación W_{cr}/W_{co} varía de 0.19 a 0.64 conforme aumenta la edad de los conos cineríticos.

La curva de ajuste se obtuvo por el método de regresión lineal, en donde $W_{cr} = 0.34(W_{co})$.

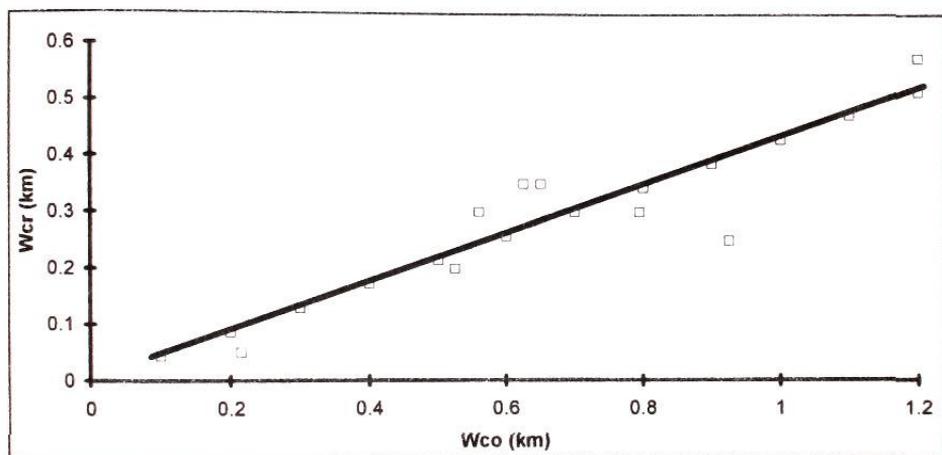
FIGURA 30. GRAFICA DE LA RELACION H_{co}/W_{co}
DEL CVSQ



La relación H_{co}/W_{co} varía de 0.08 a 0.14 conforme disminuye la edad de los conos cineríticos.

La curva de ajuste fue obtenida por el método de regresión lineal, en donde $H_{co} = 0.12(W_{co})$.

FIGURA 31. GRAFICA DE LA RELACION W_{cr}/W_{co}
DEL CVSQ



La relación W_{cr}/W_{co} varía de 0.23 a 0.56 conforme aumenta la edad de los conos cineríticos.

La curva de ajuste fue obtenida por el método de regresión lineal, en donde $W_{cr} = 0.42(W_{co})$.

VIII.-CONCLUSIONES

1.- En el CVC se observaron tres formas principales de conos según el grado de erosión, jóvenes e intermedios que se concentran hacia la parte NE del campo, y cuellos volcánicos (formas maduras) que se presentan en mayor número en la parte SW del campo. Esto nos indica un amplio periodo magmático máfico concentrado en esta región. En el CVSQ las formas principales que se presentan son conos más preservados que los del CVC, con mayores alturas y pendientes y además se observan complejos volcánicos y conos anidados.

2.- El alineamiento de los conos en el CVC está relacionado al fallamiento del área, observándose una tendencia principal en los alineamientos N10°-30°W. En el CVSQ se presentan dos orientaciones preferentes, una N-S y otra NW-SE, relacionadas al Escarpe Santa María, a la línea Santillán y Barrera, y al Escarpe Principal del Golfo.

3.- Como en el CVSQ se presenta una gran humedad atmosférica, se aceleran los procesos de intemperismo y ésto ocasiona un desgaste más rápido de los aparatos volcánicos, por lo que en este campo volcánico las formas serán degradadas en un lapso de tiempo más corto del que se necesitó para degradar a los volcanes del CVC.

4.- La morfología de los conos del CVC es muy diferente a la observada en los conos del CVSQ, esto incluye:

- mayor diámetro de la base para el CVC
- menor diámetro de cráter para el CVC
- menor altura para el CVC
- menor pendiente para los conos del CVC.

5.- En ninguno de los dos campos volcánicos se cumplieron las relaciones de Hco/Wco y Wcr/Wco , utilizadas por Bloomfield (1975), ya que con estas relaciones ambos campos resultaban ser viejos, esto pudiera ser el caso de Camargo cuya edad es de 1.8 Ma (Nimz et al., 1986), pero San Quintín no lo es, ya que su edad es de menos de 120 000 años (Luhr et al., en prensa).

6.- La geomorfología del CVC indica una edad intermedia entre los campos basálticos del Mioceno (Campo Volcánico de los Encinos, y Nazas) y los del Cuaternario (Campo Volcánico de San Quintín y el Campo Volcánico de Durango).

VIII.1 RECOMENDACIONES

1.- Debido a la extensión del CVC no fue posible visitar todos los conos y verificar los maeres, por lo que sería recomendable planear una visita al CVC en la que se incluya una revisión de las geoformas que fueron catalogadas como maeres (Anexo Tabla 6).

2.- Con el fin de poder calibrar el modelo establecido mediante los parámetros geomorfológicos, deben de escogerse los conos más representativos de cada una de las edades relativas y fecharlos por métodos radiométricos.

3.- Para limitar la edad del fallamiento es recomendable fechar un cono que esté afectado por una falla y un cono que se encuentre sobre una falla.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre-Díaz, G.J., and McDowell, F.W., 1991, The volcanic section at Nazas, Durango, Mexico and the possibility of widespread Eocene volcanism within the Sierra Madre Occidental: *Jour. Geophys. Res.*, v. 96, p. 13,373-13,388.

_____, 1993, Nature and timing of faulting and synextensional magmatism in the southern Basin and Range, central-eastern Durango, Mexico: *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 105, p. 1435-1444.

Aranda-Gómez, J.J., Ortega-Gutiérrez, Fernando., 1987, Mantle xenoliths in Mexico: P.H. Nixon, John Wiley and Sons Ltd., p.204-210.

Aranda-Gómez, J.J., Pier, J.G., Podosek, F., Luhr, J.F., Brannon, J., 1989, Spinel-Iherzolite-bearing Quaternary volcanic center in San Luis Potosí, Mexico 2. Sr and Nd isotopic systematics: *Journal of Geophysical research*, v. 94, núm. B6, p. 7941-7951.

Aranda-Gómez, J.J., Luhr, J.F., Pier, J.G., 1990, A new tupe of maar volcano from the state of Durango -The El Jagüey-La Breña Complex reinterpreted: a discussion: *UNAM Inst. Geol., Revista*, v. 9, núm. 2, p. 204-210.

Aranda-Gómez, J.J., Luhr, J.F., 1992, The La Breña-El Jagüey maar complex, Durango, Mexico: I. Geological Evolution: *Bull. Volcanol.*, v. 54, p.393-404.

Aranda-Gómez, J.J., Luhr, J.F., y Pier, J.G., 1993, Geología de los volcanes Cuaternarios portadores de xenolitos del manto y de la base de la corteza en el Estado de San Luis Potosí, México: *UNAM, Boletín 106*, parte 1, p. 1-22.

Barker, D.S., 1983, *Igneous Rocks: New Jersey*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 417 p.
Basu, A.R., 1977, Textures, microstructures and deformation of ultramafic xenoliths from San Quintin, Baja California: *Tectonophysics*, v. 43, p. 213-246

_____, 1979, Geochemistry of ultramafic xenoliths from San Quintin, Baja California, in *The mantle sample: Inclusions in kimberlites and other volcanics*: Edited by F.R. Boyd, and O.A. Meyer, Washington, D.C., *Am. Geophys., Proceedings of the Second International Kimberlite Conference*, p. 391-399.

Bates, R., Jackson, J., 1980, *Glosary of Geology*: American Geological Institute, p. 407.

Bloomfield, K., 1975, A late-Quaternary monogenetic volcano field in central Mexico: *Geologische Rundschau*, v. 64, p. 476-496.

Cameron, K., Robinson, J., Niemeyer, S., Nimz, J., Kuentz, D., Harmon, R., Bohlen, S., and Collerson, K., 1992, Contrasting styles of Pre-Cenozoic and Mid-Tertiary crustal evolution in Northern Mexico: Evidence from deep crustal xenoliths from La Olivina: Jour. Geophys. Res., v. 97, p.17,353-17,376.

CETENAL, 1974a, [Hoja] El Espejo (G13B12), Chihuahua: México D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

_____1974b, [Hoja] Honorato de Abajo (G13B13), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

_____1974c, [Hoja] Lázaro Cárdenas (H11B64), Baja California: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

_____1974d, [Hoja] San Juan de las Maravillas (G13B23), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

_____1975a, [Hoja] El Espejo (G13B12), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Geológica escala 1:50,000.

_____1975b, [Hoja] Honorato de Abajo (G13B13), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Geológica escala 1:50,000.

_____1975c, [Hoja] San Juan de las Maravillas (G13B23), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Geológica escala 1:50,000.

_____1976a, [Hoja] El Milagro (G13B22), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Geológica escala 1:50,000.

_____1976b, [Hoja] Mesteñas (H13D82), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

_____1976c, [Hoja] Texcoco (H13D83), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

____ 1978, [Hoja] El Milagro (G13B22), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

____ 1979, [Hoja] Mesteñas (H13D82), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Geológica escala 1:50,000.

____ 1988, [Hoja] Venustiano Carranza (H11B74), Baja California: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:50,000.

Connor, C.B., 1987, Structure of the Michoacán-Guanajuato volcanic field, Mexico: Jour. Volcanol. Geother. Res., v. 33, p. 191-200.

Davis, J.C., 1986, Statics and data analysis in geology: John Wiley & Sons, Inc., 646 p.

Davis, S.N., Reitan, P.H., Pestrong, R., 1976, Geology: Our physical environment: McGraw-Hill, Inc., Cap. 8, p. 80-91.

DETENAL, 1987, [Hoja] Ciudad Camargo (G13-2), Chihuahua: México, D.F., Secretaría de la Presidencia, Dirección de Estudios del Territorio Nacional, Carta Topográfica escala 1:250,000.

García, E., 1988, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köopen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), 5a. edición, 1a. edición 1964, Offset Larios.

Gutmann, J.T., 1976, Geology of Crater Elegante, Sonora, Mexico: Geological Society of America, Bulletin, v. 87, p. 1718-1729.

Hasenaka, T., and Carmichael, I.S.E., 1985a, A compilation of location, size, and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacán-Guanajuato volcanic field, central Mexico: Geof. Int., vol. 24-4, p. 577-607.

____ 1985b, The cinder cones of Michoacán-Guanajuato, central Mexico: Their age, volume and distribution and magma discharge rate: Jour. Volcanol. Geother. Res., v. 25, p. 105-124.

Hasenaka, T., 1993, Monogenetic volcanism in Michoacán-Guanajuato: Results from a compilation of location, size, geomorphological parameters and magma chemistry of small and middle size volcanoes: UNAM, Uruapan, Mich., 50 años del Parícutín, Reunión Internacional Conmemorativa, p. 40-41 (resumen).

- Henry, C.D.**, y Aranda-Gómez, J.J., 1992, The real southern Basin and Range: Mid-to late Cenozoic extension in México: *Geology*, v. 20, p. 701-704.
- Leet, L.D.**, y Judson, S., 1984, *Fundamentos de Geología Física: México, D.F.*, Editorial Limusa, S.A. de C.V., Cap. 7, 14 y 15, p. 85-104 y 225-274.
- Luhr, J.F.**, Aranda-Gómez, J.J., Pier, J., 1989, Spinel-lherzolite-bearing Quaternary volcanic center in San Luis Potosí, México: 1. *Geology, mineralogy, and petrology: Jour. Geophy. Res.*, v. 94, núm. B6, p. 7916-7940.
- Luhr, J.F.**, Simkin, T., editors, 1993, Parícutín. The volcano born in a Mexican cornfield: *Geoscience Press, Inc.*, 427p.
- Luhr, J.F.**, Aranda-Gómez, J.J., Todd, B.H., 1994, The San Quintín volcanic field, Baja California Norte, México: *Geology, petrology and geochemistry: Manuscrito mandado para una sección especial del Jour. Geophy. Res.*, "Magmatism and extension", 72 p., en prensa.
- Lutz, T.M.**, Zhang, D., Gutmann, J.T., 1989, Statistical analysis of vent locations in the Pinacate volcanic field, Sonora, México: Order within apparent chaos: *St. Louis, Missouri, Geo. Soc. Am., Annual Meeting, Abstracts with programs*, p. 207A (resumen).
- Macdonald, G.A.**, 1972, *Volcanology: New Jersey, Prentice Hall Inc.*, 510 p.
- Martín del Pozzo A.L.**, 1982, Monogenetic vulcanism in Sierra Chichinautzin, México: *Bull Volcanol.*, v. 45-1, p. 9-24.
- Muñoz-Saldúa, R.**, 1975, Estudio Geológico de la porción occidental de la Sierra de Encinillas, Camargo, Chihuahua: Trabajo Recepcional (inédito), UASLP, Facultad de Ingeniería, 25p.
- Nakamura, K.**, 1977, Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation-principle and proposal: *Jour. Volcanol. Geother. Res.*, v. 2, p. 1-16.
- Nelson, S.A.**, González-Caver, E., 1989, Geochemistry of late Miocene to Recent alkaline and cal-alkaline volcanic rocks of Tuxtla volcanic field, Veracruz, México: *St. Louis, Missouri, Geo. Soc. Am., Annual Meeting, Abstracts with programs*, p.182A (resumen).
- Nimz, G.J.**, Cameron, K.L., Cameron, M., Morris, S.L., 1986, The petrology of the lower crust and upper mantle beneath southeastern Chihuahua, México: A progress report: *Geof. Int.*, v. 25-1, p. 85-116.
- Nimz, G.J.**, Cameron, K.L., Niemeyer, S., 1993, The La Olivina pyroxenite suite and isotopic compositions of mantle basalts parental to the Mid-Cenozoic arc volcanism of Northern México: *Journ. of Geoph. Reser.*, v. 98, núm. B4, p. 6489-6509.

- Ollier, C.D.**, 1967, Maars: Their characteristics, varieties and definition: *Bull. Volcanologique*, Tome XXXI, p. 45-73.
- Ortega-Gutiérrez, F.**, Mitre-Salazar, L.M., Roldán-Quintana, J., Aranda-Gómez, J.J., Alaniz-Alvarez, S.A. y Nieto Samaniego, A.F., 1992, Carta Geológica de la República Mexicana, 5a. ed.: Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología y Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Minerales, mapa 1:2,000,000 y folleto explicativo, 74p.
- Pier, J.**, Luhr, J., Podosek, F., Aranda-Gómez, J.J., 1992, The La Breña-El Jagüey maar complex, Durango, México: II.- Petrology and geochemistry: *Bull Volcanol.*, v. 54, p. 405-428.
- Porter, S.C.**, 1972, Distribution, morphology, and size frequency of cinder cones on Mauna Kea Volcano, Hawai, *Geol. Soc. Am. Bull.* 83, p. 3607-3612.
- Raisz, E.**, 1964, Landforms of México: Cambridge, Mass., U.S. Office of Naval Research, Geography Branch, mapa con texto, esc. 1:3,000,000, 2a. ed.
- Rebollar, C.J.**, Reyes, A., Reichle, M., 1982, Estudio del enjambre de San Quintín, Baja California, México, ocurrido durante 1975: *Geof. Int.*, v. 21-4, p. 331-358.
- Rojas-Beltrán, M.A.**, 1995, El Sector Nor-oriental del Campo Volcánico de Camargo, Chich. geología regional y petrología de los xenolitos del manto, una comparación con el Campo Volcánico de San Quintín, B.C.: Trabajo Recepcional (en proceso).
- Rudnick, R.**, Cameron, K., 1991, Age diversity of the deep crust in Northern México: *Geology*, v. 19, p. 1179-1200.
- Settle, M.**, 1979, The structure and emplacement of cinder cones fields: *American Journ. of Science*, v. 279, p. 1089-1107.
- Smith, J.A.**, 1989, Extension-related magmatism of the Durango volcanic field, Durango México: Tesis de maestría (inérita), Washington University, 102 p., 6 apéndices, 1 mapa.
- Smith, R.D.**, 1993, The Agua de Mayo Mid-Cenozoic volcanic group and related xenoliths from La Olivina SE Chihuahua, México: Tesis de maestría (inérito), University of California, Santa Cruz, 112 p., 1 mapa.
- Stewart, J.H.**, 1978, Basin and Range structure is western North America: A review: *Geological Society of America*, memoir 152, 31 p.
- Storey, M., Rogers, G.**, Saunders, A.D., Terrell, D.J., 1989, San Quintin volcanic field, Baja California, México: "within-plate" magmatism following ridge subduction: *Terra Nova*, v. 1, p. 195-202.

Williams, H., and McBirney, A.R., 1979, *Volcanology*: San Francisco, Cal., Freeman, Cooper and Company, 397 p.

Wood, C.A., 1980, Morphometric evolution of cinder cones: *Journal of Volcanol. Geother. Res.*, v. 7, p. 387-413.

Woodford, A.O., 1928, The San Quintin volcanic field, Lower California: *American Journal of Science*, v. 15, p. 338-345.

ANEXOS

TABLA No. 6.- CATALOGO DE LOS MAARES DEL CAMPO VOLCANICO DE CAMARGO, CHIH.						
No.	CLAVE	MAPA	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	DIAMETRO CRATER	PROFUNDIDAD CRATER
1	E-35	G13B12	27°49'32"	104°20'39"	780	30
2	M-1	G13B22	27°44'58"	104°21'23"	715	40
3	M-18	G13B22	27°42'40"	104°22'21"	740	5
4	M-58	G13B22	27°40'18"	104°24'46"	850	20
5	M-58A	G23B22	27°41'00"	104°25'00"	650	5

NOTA: En esta tabla se listan a los maares que fueron reconocidos en fotografías aéreas, pero no se verificaron en campo.

CONO	MUESTRA	FENOCRISTALES			MATRIZ		OBSERVACIONES
		Oi (%)	Cpx (%)	Pl (%)	COMPOSICION	(%)	
E-1	CH-1	7	3	5	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	70	Presenta inclusiones y glomerocristales de Cpx, y Oi.
	CH-2	2	4		Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	87	Presenta inclusiones y vesículas.
MN-1	CH-3	3	4		Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	93	Presenta inclusiones.
	CH-6	9	2	5	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	84	Presenta inclusiones.
MA-1	CH-7	3	3		Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	94	Presenta inclusiones.
	CH-8	7	2	3	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	85	Presenta inclusiones y glomerocristales de Cpx, y Oi.
MA-3	CH-11	1	1	4	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	94	Presenta inclusiones.
	CH-12 BOMBA	2	2	5	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	88	Presenta vesículas.
M-144	CH-13 DIQUE	10	2	1	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	86	Presenta inclusiones y glomerocristales de Cpx, y Oi.
	CH-14 BOMBA	2			Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	96	Presenta inclusiones y vesículas.
M-111	CH-15 DIQUE	7	3	5	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	87	Presenta inclusiones y glomerocristales de Cpx, y Oi.
	CH-18	3			Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	97	Presenta inclusiones.
M-112	CH-19	3			Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	95	Presenta inclusiones y glomerocristales de Cpx, y Oi.
	CH-20	4			Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	86	Presenta inclusiones y vesículas.
M-95	CH-21A	2	3	5	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	90	Presenta inclusiones y vesículas.
	CH-21B	5	3	2	Pl, Cpx, Oi, Min, Op.	91	Presenta inclusiones.

Para hacer este análisis petrográfico se tomaron en cuenta las siguientes características:

* Los cristales >0.5 mm se consideran fenocristales.

* Los cristales < 0.5 mm se consideran matriz.

* Los porcentajes fueron obtenidos por medio de estimación visual y comparando con cartas para estimación de porcentajes de cristales.

* La nomenclatura utilizada fue la siguiente:

Pl = Plagioclasa

Cpx = clinopiroxeno

Oi = olivino

Min, Op. = minerales opacos.

* Se consideran inclusiones a los megacristales y xenocristales de plagioclasa y kaersutita y a los xenolitos del manto o de la base de la corteza.