

## 1 6 6 5

-En "El Mexicano", periódico bisemanal, en el numero 75, tomo II, pag 96, que se publicó en 1866, se encontró la siguiente noticia: *"1665 Este año, á 20 de enero, día de San Sebastián, reventó el volcán y duró en estar cayendo ceniza cuatro días les cayó a mis padres, hayéndome de seis meses, de la Puebla a Nativitas"*

No obstante, el propio Orozco y Berra cita que "Esta noticia se refiere a una erupción del Popocatepetl, y nos hace dudar entre si es esta misma ó otra erupción a la que se refiere Lorenzana en las "Cartas de relación", que se publicaron en 1770, fol. 25, en el que se lee "XXV. El Exmo Sr. Don Antonio Sebastián de Toledo, Marqués de Mancera, casado con la Sra D<sup>a</sup> Leonor Carreto, entró en el Gobierno a 15 de Octubre de 1665, que fué señalado, porque en él reventó el Volcán de México, y estuvo arrojando ceniza cuatro días." [22]

De esta relacion de acontecimientos puede inferirse que en el periodo 1663-1665 ocurrieron varios episodios de actividad volcánica de mayor importancia relativa en el Popocatepetl, probablemente comparables con algunos del periodo 1519-1548. En particular llama la atención el pasaje del reporte del Padre Betancourt que dice "...por que la ceniza era en cantidad y con ella piedras que se hallaban menudas, livianas, como la piedra pómez..." La mención explicita a una caída importante de pómez y ceniza el 24 de febrero de 1664 hasta Puebla, podría sugerir la emisión de materiales magmáticos juveniles Sin embargo, la ausencia de reportes de daños en poblaciones más cercanas al volcán, como Tochimilco por ejemplo, que ya contaban con edificaciones y núcleos importantes de población en esa fecha, podrían indicar, como se menciona anteriormente, que la ceniza y la pómez fueron materiales no juveniles arrastrados por emisiones de gas y actividad freática, en forma similar al caso actual, pero con mayor intensidad.

## 1 6 9 7

- Para el año de referencia, Alamán en sus Disertaciones, Apéndice, pág 44, observa que *"El 20 de octubre de 1697, hizo una erupción de fuego el Volcán Popocatepetl."* [23]

## 1 7 2 0

- *"Este año hizo una nueva erupción el Popocatepetl"* .[24].

Los reportes de los eventos de 1697 y 1720 son vagos e inespecíficos, por lo que probablemente se trata de actividad menor.

## 1 8 0 4

- *"En 1804, el 20 de abril, el barón de Humboldt observó una erupción desde San Nicolás de los Ranchos en el camino de Puebla, pero su información se reduce a describir una columna de humo que salía de cráter."* [25]

## 1 8 2 7

- *"Abril 20 . Dos extranjeros; los señores Tuleur y Glennie subieron a la cumbre del Popocatepetl provistos de instrumentos apropiados para hacer observaciones y describieron que el cráter tiene la figura de un embudo de paredes poco inclinadas y cuyo fondo no se ve: estas paredes tienen surcos de arriba abajo, y otros circulares, los que siendo tres dividen la cavidad en cuatro fajas paralelas, de las cuales que empieza en la boca es la mas ancha y de piedra, las demás parecen de arena, la nieve solo ocupa la parte exterior, la boca es casi circular y su diámetro*

*es de más de un cuarto de legua." [26]*

**1 8 3 4**

- Por su parte, el señor Federico Guerol y el Baron Luis Gross subió al Popocatepetl y observaron lo siguiente: "...la boca del cráter tiene la figura de óvalo irregular cuyo diámetro mayor es como de 1800 varas, y el menor de 1430, y por tanto tiene más de una legua de circunferencia, las paredes interiores son casi perpendiculares a una profundidad de 280 a 350 varas, el fondo es algo más angosto que la boca y en él se ven dos respiraderos de humo de azufre, que no llega hasta arriba." [27]

**1 8 3 6**

- Dos años después, "el barón de Gross visitó las alturas del Popocatepetl encontrando el cráter en completo reposo "[28]

**1 8 4 2**

- Con un interés más especializado, "el geólogo Andrés del Río publicó algunas notas sobre Las ricas sulfataras del volcán y muestra estar de acuerdo con las observaciones de Humboldt y de Gross " [29]

**1 8 5 1**

- En mayo 31 de 1851 Jesús M. Rios, publica sus observaciones de la visita al volcán Popocatepetl. " .del labio inferior del cráter hasta donde está puesta la carrucha, hay una inclinación de 50 a 60 varas y de esta al fondo, en inclinación moderada, diez o doce, por tanto, la total profundidad será poco mas o menos de 150 varas. de circunferencia tendrá el cráter dos mil varas, que disminuyen hacia el fondo a manera de embudo hasta quedar este en tres o cuatrocientas. Al aproximarse al cráter se oye un ruido parecido al del agua que desciende de una cascada, y este lo ocasionan los respiraderos del fondo que vomitan humo y azufre con el estrépito que incendia el carbón la manga de soplo de una fragua."[30]

**1 8 5 6**

- Publicados en el Diario El Heraldó, en el mes de junio del año de referencia, el Ing. Civil Gaspar Sánchez Ochoa, hace del conocimiento público sus cálculos efectuados sobre la generación de algunos materiales por el Volcán Popocatepetl: "De la plaza del cráter se eleva constantemente una columna de humo que se desprende de sus respiraderos, y estos humos recogidos producirían de veinte a treinta quintales diarios de azufre puro; el número en que yo hice mi experimento era tan débil que cuando la atmósfera estaba un poco cargada de electricidad ni aún se percibía." [31]

**1 8 7 0**

- "En 1870 el geólogo Antonio del Castillo estudió la producción de distintas sulfataras del cráter, el cual encontró en reposo."[32]

Nuevamente, unas interesantes referencias a la explotación de azufre en el interior del cráter nos indican como el Popocatepetl ha sido un gran productor de gases magmáticos de azufre durante los últimos siglos. Un quintal equivale a 46.24 kg. 20 quintales diarios equivalen aproximadamente a una tonelada por día. El Ing Sánchez Ochoa estimó en 1856 que, con la tecnología de la época, sería posible condensar esta cantidad de azufre elemental diariamente, a partir de fumarolas que él consideraba débiles en ese momento. De los datos que aporta, es difícil inferir la producción de SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S que pudiera haber generado el volcán en esa época, pero sin duda era alta

## 1 8 8 4

- Enero 19 En telegrama dirigido por el presidente municipal de Jiutepec al director del Observatorio Meteorológico, decía: *"Participo a ud que a las doce y veinte minutos de hoy se percibió ruido estrepitoso y prolongado rumbo al Popocatepetl, llamando la atención de todo el vecindario Ignórase la causa"* [33]

Es difícil interpretar este reporte como algún tipo de actividad del volcán. Incluso en la actualidad, se reciben ocasionalmente reportes de ruidos como este, que no son detectados por ninguno de los dispositivos de monitoreo.

## 1 9 0 0 - 1 9 1 8

- *"En 1900 el general J. Sánchez Ochoa se interesó por la explotación del azufre y emprendió varias exploraciones que dieron por resultado su extracción hasta 1907, el azufre siguió explotándose en pequeña escala hasta febrero de 1919. (De los informes químicos de esa época) sic., se desprende que el azufre del Popocatepetl no contenía arsénico"* [34]

Paralelamente, durante ese período, las ascensiones realizadas por el Dr. Atl al cráter del volcán le permitieron elaborar las siguientes observaciones minuciosas de su estructura geodinámica [35] *"el perfil del cráter ha permanecido fundamentalmente el mismo desde que terminaron las grandes erupciones lávicas, seguramente en tiempos muy remotos"*

*"El interior del cráter está formado por estratificaciones diagonales y horizontales de corrientes de traquitas, tezontle y cupus de material detrítico"*

*"El aspecto de este gran pozo, en 1909, semejaba el interior de un inmenso horno de ladrillos apagado, con sus paredes de un color rojo vivo con grandes fajas grises entre las cuales salían los gases de algunas fumarolas."*

*"En la plazoleta del fondo, y junto a los derrumbes que forman las murallas, han existido siempre tres humeros (sulfataras) muy importantes, que antes de la erupción de 1919 tenían manchas grises salpicadas de puntos amarillos. De ahí se extraía el azufre. Hay otros humeros o sulfataras cerca de la antigua boca de la chimenea."*

*"Con excepción de las sulfataras, no se encuentra en el cráter ninguna otra boca o aparato volcánico, como han quedado en la mayor parte de los volcanes andesíticos del Valle de México, pequeños conos o terrazas por las cuales se verificaron las últimas erupciones de todos ellos: Xitli, Huetépetl, Xaltépetl, y otros conos y terrazas que no obstante su grande antigüedad permanecen perfectamente definidos"*

*"La antigua chimenea estuvo siempre obturada por escorias recubiertas por las rocas de los derrumbes, y sólo quedaban algunas pequeñas oberturas por las cuales salían periódicamente lentas columnas de vapor, y en muy raras ocasiones, nubes cargadas de cenizas. En ninguna parte del fondo, ni de los labios del cráter, ni en ningún lugar del volcán, se encuentran lavas modernas."*

## 1 9 1 9

- Basado en numerosas observaciones de campo y en testimonios de personas que vivieron y/o presenciaron la

erupción del Volcán Popocatepetl en febrero de 1919, el Dr. Atl afirma que dicho evento adquiere una importancia de primer orden en la historia de la geología y del conocimiento, que de ese fenómeno se tenía hasta este momento, ya que es el resultado de "una acción puramente artificial". Es decir, que "la apertura y conmoción de la chimenea central se debieron a una fuerte explosión de dinamita (inducida por una empresa extractora de azufre;sic), que provocó un verdadero sismo y la reaparición de la actividad explosiva, paralizada durante milenios."[36]

"Estos datos y los que siguen me han sido proporcionados, en parte, por el único superviviente de la catástrofe, José Mendoza, y en parte, por Leonardo Santos, que fué el encargado de organizar el servicio de auxilio a las víctimas, que eran casi todas las gentes de Amecameca "

"De donde pusieron los cuetes salieron chorros de piedras que subieron muy alto en el aire, se desparramaron y cayeron por todos lados. Lo que a mí me dió más miedo fué ver cómo temblaron las paredes, y los chorros de piedras que caían de todas ellas."

"A pesar del estado tan débil en que yo me encontraba, podía darme cuenta de lo que estaba pasando en el cráter. en los lugares donde habían puesto los cuetes de dinamita, había remolinos de nieve que se levantaban y volvían a caer en el mismo lugar. A veces salían delgados chorros de vapor. Me parecía muy extraño. Muchas ocasiones quise acercarme a ver si podía calentarme, pero la nieve era muchísima, y no podía andar. Cuando nos sacaron y nos tendieron junto al malacate yo miré para abajo y vi cómo se había empezado a formar una pequeña laguna en todo el fondo y en mero en medio salían borbotones de agua y chorros de vapor. Luego me bajaron y me llevaron hasta mi casa donde rápidamente volví a la vida "

Lo que pasó después lo testimonió Leonardo Santos. "Se había amontonado mucha nieve en el fondo y el sol la había empezado a derretir y por entre aquel lodazal blanco salían grandes borbotones de aire, y gruesos chorros de vapor. Seguramente la dinamita abrió el volcán y por las hendiduras empezó a salir otra vez el fuego de adentro " "Resumiéndolos, estos datos demuestran que en marzo de 1919 se había empezado a formar un aparato volcánico sobre la antigua chimenea del volcán por el cual se iniciaron violentas manifestaciones fumarólicas "

El periodo comprendido entre 1720 (y probablemente desde 1697) a 1919 se caracteriza por la ausencia de reportes de erupciones, y por la relativa abundancia de expediciones al cráter que coinciden en describir una actividad solfatánica considerable. Esto sugiere que por un periodo de más de 200 años, el Popocatepetl mantuvo un régimen bajo en emisión de materiales sólidos, comparado con el periodo 1509-1720. Las descripciones de las solfataras cratéricas y las evaluaciones de su posible explotación comercial como fuente de azufre, sugieren que durante ese periodo probablemente el volcán mantuvo una considerable producción de SO<sub>2</sub>

## 1 9 2 0

- Continuando con sus observaciones, el Dr. Atl apunta: "Si el cráter del volcán aparecía hasta febrero de 1919 como un horno de ladrillos apagado, desde 1920 semejaba un horno acabado de encender, lleno de humo y de cenizas y con un gran brasero en el fondo, cuyo fuego se avivaba constantemente por violentas corrientes de vapor."

"Ese nuevo aparato presentaba en su centro dos grietas en las cuales el fuego era constante, muy visible aún a plena luz del día cuando era avivado por las explosiones. La bóveda tenía un diámetro aproximado de 50 metros por 19 de altura y estaba proyectada con leve inclinación de Oriente Sur al Norte. Una corona de fumarolas muy activas las circundaba "

"En 1920 se producían violentas emisiones de vapor por la abertura central de la cúpula en formación, algunas veces acompañadas de humo espeso y de cenizas. Del 11 al 14 de noviembre de 1920 permanecí en observación en los labios y en el interior del cráter, y conté ciento ochenta, pudiendo apreciar su mecanismo "

". . . desde principios de 1920 las explosiones adquirieron una invariable periodicidad: cada 8 días, precisamente los domingos, por la mañana entre 6 y 7 y por las tardes inmediatamente después de ponerse el sol, se verificaban erupciones que eran invariablemente las más importantes de toda la semana."[38]

- El 24 de marzo el diario Excélsior patrocinó una excursión al volcán, rica en incidentes y en fotografías. la que nunca tuvo la pretensión de asumir un carácter científico, lo cual no impidió al Dr. Atl registrar las siguientes observaciones: *"En efecto, el día anterior estando los miembros de la excursión en Tlamacaz vimos elevarse una enorme columna de humo a una altura aproximada de 3,000 metros sobre el cráter."*

*"La cabeza de la caravana llegó al labio inferior de la gran boca a las ocho y media de la mañana del 25, y en ese preciso momento se verificó una formidable erupción de humo y de cenizas, y a nuestro alrededor cayeron algunas piedras como garbanzos y otras grandes, del tamaño de un huevo, todas fragmentos de antiguas escorias."*

*"Es necesario advertir que no hubo nunca en el Popocatépetl sismos que precedieran a las erupciones, y que, por el contrario, eran éstas las que provocaban trepidaciones locales en la parte superior del cono."*

*"Durante todo el año de 1921 las emisiones de vapor de agua y de cenizas fueron muy considerables y se verificaron cotidianamente, y en algunos días hubo diez, quince, veinte y hasta cincuenta, algunas de ellas muy potentes. La cúpula del fondo parecía continuar lentamente su evolución, con el levantamiento de su parte central."*

*El día 10 de diciembre de 1921 se produjo una erupción muy violenta, fuertemente cargada de cenizas, que se elevó en la atmósfera a una altura aproximada de 6,600 metros sobre el borde del cráter del volcán, y duró en la atmósfera más de 4 horas..."[38]*



Fig. 2. *"Erupción tipo del Popocatépetl durante el período eruptivo 1919-1938. Esta magnífica fotografía fué tomada por el artista Hugo Brehme en 1921."* (Dr. Atl, op.cit, pág. 64).



Fig. 3. "Erupción a chorro continuo que se elevó en la atmosfera a cerca de 6,600 metro sobre el borde del cráter" (Dr. Atl. *op.cit.*, pág 66).



Fig 4 "Una grande erupcion captada en el labio inferior del cráter." (Dr. Atl. *op cit.*, pág 67)

-Reporta Atl: "El 23 de junio de 1925 presencié en las faldas de la Izta. Ahuacatl a una altura de 4,000 metros, tres explosiones muy violentas (del Popocatepetl) que se produjeron en el espacio de 4 minutos. Fueron densas nubes de un color negrozco que dejaron sobre las faldas de la parte sur del volcan una gruesa ceniza"

"En una sola ocasión, durante mis largas observaciones, pude ver un verdadero pino formado por una erupción a chorro continuo que empezó justamente al salir el sol y perduró en la atmosfera cerca de tres horas" (Dic., 1922) [39]

Las descripciones de la actividad desarrollada a partir de 1920 indican un retorno al nivel reportado para los siglos XVI y XVII. Atl parece sugerir que este nuevo episodio pudiera haber sido disparado por las explosiones de dinamita de 1919, pero probablemente se trate de una coincidencia. Las manifestaciones descritas por Atl y otros observadores son así mismo muy similares a las observadas en el periodo 1993-1995.



Fig 5 "El nuevo aparato volcánico termina su evolución en 1927. Aparece recubierto de una capa de escorias fundidas con una pequeña chimenea en el centro" (Dr. Atl, op cit, pag 70).



Fig 6. "El nuevo aparato volcánico empieza a deteriorarse en 1928-29 " (Dr. Atl, *op cit*, pág 71).

### 1 9 8 1-1 9 8 9

Robin y Boudal publican entre 1981 y 1989 una serie de artículos donde se establecen los riesgos potenciales asociados al volcán Popocatepetl. Particularmente enfatizan la posibilidad de que, aparte de una actividad piroclástica mayor, pudieran desarrollarse en el Popocatepetl eventos del tipo Bezymianny o Mt. St. Helens, que involucran la demolición de parte del edificio volcánico y la subsecuente producción de devastadoras avalanchas de escombros. En julio de 1987 se instala por el Instituto de Ingeniería de la UNAM la estación sísmológica telemétrica "Alzomoni" a 4 km de Paso de Cortes y a 11 km al norte del cráter del volcán. En septiembre de 1989 el Instituto de Geofísica de la UNAM instala la estación sísmológica telemétrica "Tlamacas", a un poco más de 4 km al norte del cráter (Quaas et al. 1995, este volumen). El volcán permanece en calma y frecuentes expediciones al cráter y a su interior reportan la existencia episódica y estacional de una pequeña laguna cratérica.

### 1 9 9 2 - 1 9 9 3

De forma gradual se inicia una reactivación de la actividad fumarólica del volcán hacia fines de 1992 y principios de 1993, que en esta ocasión es posible seguir por medio de las observaciones sísmológicas. Se cuentan varios microsismos volcánicos por día en promedio. Se instala una red de monitoreo geodésico en febrero 1992.



## 1 9 9 4

-Febrero 11. Se establece el Comité de Planeación "Plan Popocatepetl", integrado por autoridades estatales y federales de Protección Civil y por científicos de la UNAM, el CENAPRED y otras instituciones con el fin de desarrollar planes de contingencia. Se utilizan los mapas de amenaza volcánica de Robin y Boudal como base para las evaluaciones de riesgo.

5

-Octubre 14. Se instala sobre el flanco suroeste del volcán, a unos 4 km del cráter, otra estación sísmica telemétrica "Chiquixtle" por parte del CENAPRED (Quaas et al. 1995, este volumen). Aumenta significativamente la actividad microsísmica (Valdés et al. 1995, este volumen).

-Noviembre 22. Se instala otra estación sísmica telemétrica temporal del Instituto de Ingeniería, UNAM conjuntamente con el CENAPRED en "Colibrí", a unos 7 km al sureste del cráter. Persiste la microsismicidad elevada

Diciembre 21. A las 01.31 hrs. de la madrugada, se registra una serie de microsismos de mayor magnitud detectados por la red de monitoreo del Popocatepetl, que marcan el inicio de una nueva etapa de actividad en el volcán. A las 01.54, un evento mayor probablemente relacionado con la apertura del conducto volcánico, permite la salida de mayores cantidades de gas que arrastran ceniza. Al amanecer, una tenue lluvia de cenizas cae sobre la ciudad de Puebla y otras localidades cercanas

9:00 hrs. Se reúne con carácter "permanente" el "Comité Científico Asesor" de la Secretaría de Gobernación, integrado por expertos de la UNAM y del CENAPRED. En una sesión encabezada por el Subsecretario de Protección Civil y de Prevención y Readaptación Social, se determina realizar un vuelo de reconocimiento en helicóptero el cual se repite a las 14:00 hrs. El Comité Científico Asesor evalúa los resultados de las observaciones concluyendo que se presenta un incremento considerable tanto en las emisiones de ceniza como en la sismicidad

16:00 hrs. La Secretaría de Gobernación hace del conocimiento de los Gobiernos de los estados de Puebla y Tlaxcala la condición que guarda el Volcán y recomienda activar el "PLAN OPERATIVO VOLCAN POPOCATEPETL".

17:00 hrs. Se activan los Programas de Respuesta y Atención a la Población en el estado de Puebla, se evacúan 23 localidades con un aproximado de 25,000 habitantes. Otra cantidad similar de población evacuó por sus propios medios a casas de familiares y amigos. En el estado de Morelos se evacúan 716 personas de la localidad Tetela del Volcán. En los estados de México y Tlaxcala, aunque no fue necesaria la evacuación, se activan los dispositivos previstos en sus programas respectivos

Diciembre 22-28. Paralelamente a estas actividades con el apoyo de la Secretaría de Gobernación, el Comité Científico Asesor incrementó los niveles de monitoreo y análisis de información por medio de las siguientes acciones. 1) Vuelos del COSPEC, consistentes en mediciones del volumen de dióxido de azufre emitido por el volcán utilizando un espectrómetro de correlación, 2) Crecimiento de la red de monitoreo instalando otra estación sísmológica telemétrica, "Canario" y tres inclinómetros electrónicos telemétricos "Canario, Nexpayantla y Chiquixtle" con el apoyo del U.S. Geological Survey (Quaas et al. 1995, este volumen), así como diversos puntos de observación geodésica. Algunas de las poblaciones evacuadas retornan escalonadamente a sus lugares de origen.

## 1 9 9 5

Enero-abril. Se incrementa el nivel de vigilancia del volcán instalando una cámara de TV que transmite desde el Altzomoni la imagen a tiempo real al CENAPRED. El 6 de enero se instala la estación sísmica telemétrica "Bonsai" a unos 7 km al noreste del cráter. Asimismo, se elabora el Sistema de Alerta Temprana para mantener permanentemente informada a la población de la condición que presenta el volcán, y para apoyar la toma de decisiones. Con la coordinación de la Subsecretaría de Protección Civil y de Prevención y de Readaptación Social se instrumenta y opera la Campaña "Semáforo de Alerta Volcánica." Se actualizan los mapas de riesgo con base en las recomendaciones del Comité Científico asesor.

Mayo 4 El nivel de actividad del volcán muestra una situación de equilibrio. El Comité Científico Asesor, recomienda mantenerse en situación de alerta (Semáforo en color amarillo) hasta en tanto no varíen las condiciones del volcán. Esta situación persiste hasta la fecha.

### 3. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las descripciones de los episodios de actividad en los siglos XVI, XVII y principios del XX podrían ser aplicadas a lo observado en el periodo 1993-1995. La naturaleza de la actividad parece ser la misma: erupciones freáticas que liberan grandes cantidades de gases magmáticos y que arrastran materiales no juveniles depositados en el conducto volcánico. Ninguno de estos eventos parece corresponder a una actividad magmática primaria; por ello no se ha intentado asociar valores de Índice de Explosividad Volcánica (VEI) a las manifestaciones descritas, pues todas estarían comprendidas entre los valores 0 y 1.

En resumen, de los eventos descritos arriba, aquellos de 1509, 1512, 1519-1530, 1539-1540, 1548, 1571, 1592-1594, 1642, 1663-1665, 1697, 1720, 1920-1925 y 1993-1995 parecen ser muy similares. Este tipo de episodios aparenta ser capaz de alcanzar duraciones cercanas a 10 años, pero los reportes sugieren una tendencia a duraciones menores, en el rango de unos meses a 5 años.

La alta productividad de gases magmáticos de azufre parece ser otra característica común de estos episodios y de los periodos de relativo reposo entre ellos. Los condensados de azufre en el cráter probablemente provienen de reacciones como  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ , a temperaturas del orden de la ebullición del agua a la altitud del cráter. Una información interesante podría obtenerse a partir de las proporciones de ácido sulfhídrico en las mofetas y solfataras del cráter y de la velocidad de condensación de azufre elemental.

Si el tipo de actividad que se desarrolla en la actualidad es de la misma naturaleza que la desarrollada en los 12 episodios previos reportados desde el siglo XVI, podría concluirse que las emisiones actuales podrían mantenerse por un periodo de varios meses a varios años, sin generar mayores consecuencias. Sin embargo, debe tenerse siempre presente que el potencial de que se desarrolle una erupción magmática explosiva existe, y que si bien la probabilidad de ocurrencia de tal desarrollo es relativamente menor a la del evento fumarólico, el riesgo que representa requiere considerarla muy seriamente en los planes de preparación y en cualquier otro plan de desarrollo nacional o regional.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Orozco y Berra, Manuel: "Historia Antigua y de la Conquista de México", Tomo III, pág. 169. *cit.pos* Orozco y Berra, Don Juan en *Efemérides Sísmicas Mexicanas. Memorias de la Sociedad Científica Mexicana, "Antonio Alzate"*, \*Imprenta del Gobierno en el \*(Adiciones y Rectificaciones). Ex-Arzbispo, Tomo II, México, 1888, pág. 261
- [2] Alvaro Tezozómoc, Hernando: "Crónica Mexicatotl, 1609." Trad. Adrián León, 1949 *cit pos* Yarza de la Torre, Esperanza, en *Volcanes de México*, M Aguilar, Editor, México, 2a. edición corregida y ampliada, 1971, pág. 136.
- [3] *cit.pos*, Yarza de la Torre, Esperanza en *Volcanes de México*, pág. 136
- [4] Orozco y Berra, Manuel: "Historia Antigua y de la Conquista de México", Tomo III pág. 466. *cit.pos* Orozco y Berra, Don Juan, *op.cit*, pág. 262.
- [5] Dr. Atl. *Volcanes de México Vol I La Actividad del Popocatepetl*. Editorial Polis, México, 1939, Pag 13.
- [6] *ibidem*, Orozco y Berra, Don Juan, pág. 263
- [7] *idem*, Orozco y Berra, Don Juan, pág 264
- [8] Cortés. Hernán: "Segunda Carta de Relación", *cit.pos*, Dr. Atl en *Volcanes de México, Vol. I La Actividad del Popocatepetl*, Editorial Polis, México, 1939, pág. 14.
- [9] Musler, Sebastián: "Cosmografía", 1540, *cit.pos*, Dr. Atl, *Volcanes de México*, pág 16
- [10] Diaz del Castillo, Bernal: "Historia Verdadera de la Conquista de la Nueva España 15a. Ed. Porrúa, México, 1992. Pág. 136.
- [11] Cervantes de Salazar: "Crónica de la Nueva España", Tomo tercero. *cit pos*, Dr. Atl, *op.cit*, Pág. 15
- [12] Orozco y Berra, Manuel: "Historia Antigua y de la Conquista de México", Tomo IV, pág. 234 *cit.pos*, Orozco y Berra, Don Juan, *op cit*, pág 264
- [13] *cit pos*, Dr. Atl en *Volcanes de México*, pág 16
- [14] Orozco y Berra, Don Juan, *Efemérides Sísmicas Mexicanas. Memorias de la Sociedad Científica Mexicana, "Antonio Alzate"*, Imprenta del Gobierno en el Ex-Arzbispado, Tomo I, México, 1887, pág. 308
- [15] Orozco y Berra, Don Juan, *op cit*, Tomo I. pág 309
- [16] *ibidem*, Orozco y Berra, Don Juan, Tomo I. pág. 309.
- [17] *cit.pos*, Orozco y Berra, Don Juan, Tomo II, pág. 266.
- [18] *ibid*, Orozco y Berra, Don Juan pág. 267.
- [19] *cit.pos*, Dr. Atl, en *Volcanes de México*, pág. 16.

- [20] *cit.pos*, Dr. Atl, pp. 17 y 18.
- [21] Orozco y Berra, Don Juan, *op.cit.* Tomo I, pág. 315
- [22] Orozco y Berra, Don Juan, *op.cit.*, Tomo II, pág. 288
- [23] *cit.pos*, Orozco y Berra, Don Juan, Tomo II, pág. 268.
- [24] Orozco y Berra, Don Juan, *op.cit.*, Tomo I, pág. 325.
- [25] *cit.pos*, Dr. Atl, *op.cit.*, pág. 18.
- [26] *Calendario de Galván. Colección LaFragua*, 351/LAF, Antigua Librería de Murguía, S.A., México, 1836, pág. 11.
- [27] *ibid*, Calendario de Galván, pág. 12
- [28] *cit.pos*, Dr. Atl, *op.cit.*, pág. 18
- [29] *cit.pos*, Dr. Atl, pág. 18.
- [30] Ríos de Jesús, M.: *Ascensión al Popocatepetl (Algunas Observaciones para los Viajeros que lo Intenten)*. La Ilustración Mexicana, Colección LaFragua, CIB/LAF, México, 1851, pág. 423.
- [31] Gaspar Sánchez Ochoa: *El Herald*, México, junio de 1856.
- [32] *cit.pos*, Dr. Atl, *op.cit.*, Tomo I, pág. 18.
- [33] Orozco y Berra, Don Juan, *op.cit.*, Tomo I, pág. 495.
- [34] Dr. Atl, *op.cit.*, Tomo I, pp 18-19.
- [35] *ibid*, pp. 20-23.
- [36] *idem*, pp 23-27
- [37] *id*, pp. 28-29.
- [38] *id*, pp. 31-33.
- [39] *id*, pág. 34
- [40] Robin C. (1981) *Relations Volcanologie magmatologie-géodynamique* applications au passage entre volcanismes alcalin et andésitique dans le sud Mexicain. Thèse Doctorat d'état. Univ. Clermont - Ferrand. Ann Univ. Clermont II, Ser 2. vol 31 : 503 pp.
- [41] Robin C. (1984) *Le Volcan Popocatepetl (Mexique): structure, evolution petrologique et risques* Bull Volcanol; 47 . 1-23.

- [42] Robin C. & Boudal C. (1984). *Une eruption remarquable par son volume: l' événement de Type Saint-Helens du Popocatepetl (Mexique)*. C.R. Acad. Sc. Paris. 299(II-13) : 881-886
- [43] Robin C. and Boudal C. (1987) *A gigantic Bezymianny-Type event at the beginning of modern volcan Popocatepetl*. Jour. Volcanol. Geotheron Res. 31 : 115-130.
- [44] Boudal C. and Robin C. (1989) *Volcan Popocatepetl: Recent eruptive history, and potential hazards and risks in future eruptions*. IAVCEI Proceedings in Volcanology. J.H. latter (ed.) Springer Verlay. Berlin pp 110-128
- [45] Macías, J.L., Carrasco, G., y Siebe, C., (1995) *Zonificación de Peligros Volcánicos del Popocatepetl en "Volcán Popocatepetl, Estudios Realizados Durante la Crisis de 1994-1995"*, CENAPRED-UNAM, pp. 79-91
- [46] Siebe, C., Abrams, M. y Macías, J.L., (1995) *Derrumbes Gigantes, Depósitos de Avalancha de Escombros y Edad del Actual Cono del Volcán Popocatepetl en "Volcán Popocatepetl, Estudios Realizados Durante la Crisis de 1994-1995"*, CENAPRED-UNAM, pp. 195-220
- [47] Quaas, R., González, R., Guevara, E., Ramos, E. y De la Cruz, S., (1995) *Monitoreo Volcánico: Instrumentación y Métodos de Vigilancia en "Volcán Popocatepetl, Estudios Realizados Durante la Crisis de 1994-1995"*, CENAPRED-UNAM, pp. 25-76
- [48] Valdés, C., González, G., Arciniega, A., Guzmán, M., Nava, E., Gutiérrez, C., y Santoyo, M., (1995) *Sismicidad del Volcán Popocatepetl a partir del 21 de diciembre de 1994 al 30 de marzo de 1995 en "Volcán Popocatepetl, Estudios Realizados Durante la Crisis de 1994-1995"*, CENAPRED-UNAM, pp. 129-138