

## **GEOMORFOLOGÍA DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA**

Armado Reyes Enriquez\*, Ma. Eugenia Valdez Pérez\*, Patricia Mireles Lezama\*  
[areyesenriquez@prodigy.net.mx](mailto:areyesenriquez@prodigy.net.mx); [evaldez@uaemex.mx](mailto:evaldez@uaemex.mx); [paty\\_land@hotmail.com](mailto:paty_land@hotmail.com);

Profesores de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMéx  
Mariano Matamoros esquina con Paseo Tollocan, Toluca, México

### **RESUMEN**

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT), es un volcán inactivo, que se localiza a 21 km al suroeste de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México, cuenta con una superficie de 51,000 hectáreas, delimitado por la cota 3,000 msnm, está ubicado en la porción intermedia del Sistema Volcánico Transversal (SVT) y es un estratovolcán caracterizado por erupciones violentas de tipo pliniano.

La actividad tectovolcánica que dio origen al volcán PNNT no ha sido homogénea con respecto a la intensidad de los procesos y el tiempo de duración, lo que implica que la sucesión de materiales de la zona ha dado origen a diversas geoformas.

El objetivo de la investigación es la representación espacial de las geoformas del PNNT a escala 1:50,000, la cual será un elemento importante ya que proporciona información para resolver problemas específicos de la zona de estudio, a través del conocimiento de la génesis, morfología, distribución del relieve, evolución y su dinámica actual (Espinosa, 2001).

El procedimiento general para la elaboración de la carta geomorfológica es: búsqueda de información bibliográfica, análisis del relieve a través del comportamiento de las curvas de nivel, análisis de los sistemas de drenaje, fotointerpretación, digitalización, trabajo de campo y elaboración de la carta y documento final.

Palabras clave: *Volcán, geomorfología, Parques naturales, mapa.*

## **INTRODUCCIÓN**

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) fue decretado el 15 de enero de 1936, con el objetivo de conservación permanente de la flora y fauna de la región. El Nevado de Toluca, es un Volcán inactivo, se localiza a 21 km al suroeste de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México, cuenta con una superficie de 51,000 hectáreas, delimitado por la cota 3,000 msnm, abarca parte de los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Victoria, Villa Guerrero y Zinacantepec.

El Volcán Nevado de Toluca se ubica a los 19°06'30" de latitud Norte; 99°45'30" longitud Oeste, con altitudes entre 3,000 y 4680 msnm. Es uno de los cuatro volcanes más altos de México, ubicado en la porción intermedia del Sistema Volcánico Transversal (SVT).

## **ANTECEDENTES**

Es un estratovolcán caracterizado por erupciones violentas de tipo pliniano, esta constituido por flujos de lava andesítica y dacítica, la mayor parte cubiertas por los depósitos de la Formación Toluca Pómez inferior (TPI) y Toluca Pómez Superior (TPS) posee un cráter elíptico orientado al Este.

El SVT es de dimensiones variables, se extiende en una dirección general de Oeste a Este, desde el graben del Norte de Puerto Vallarta, en el pacífico, hasta Veracruz en el Golfo de México; cerca de la costa del Pacífico se adelgaza hasta 20 km y en su porción más ancha abarca alrededor de 250 km; la conexión de ésta con los Tuxtlas y los volcanes de Chiapas, así como, con Centro América, es consecuencia directa de la tectónica de placas (Robles, 1944, Mooser, 1968, 1972; Demant y Robin 1975).

El SVT se encuentra asociado desde el punto de vista genético a importantes sistemas de fallas que han dado paso a la formación de emplazamientos y estructuras

escalonadas; asimismo se le ha ligado con procesos de distensión provocados por el proceso de subducción de las placas oceánicas que afectan al país y por los rompimientos internos de tipo "Rift"; de acuerdo con lo anterior, se considera que el SVT continuará su evolución permanentemente, generando nuevas erupciones o reactivando los volcanes existentes.

El SVT se origina por diversos procesos tectónicos en los cuales dominan esfuerzos divergentes y convergentes de la corteza, dando lugar a la formación de horst y grabens, distribuidos desde el occidente hasta la zona central del sistema.

La actividad tectovolcánica no ha sido homogénea con respecto a la intensidad de los procesos y el tiempo de duración; las rocas más antiguas, del Plioceno muestran actividad intermitente; otros autores como Pascuaré (1978) y Aceves (1997) indican que en este periodo inicia la formación de sistemas escalonados de fallas localizados al occidente, asociadas con la formación del Golfo de California; con el basculamiento de bloques en la parte central del mismo y, con la generación de fracturas, en las cuales posteriormente se emplazarían los estratovolcanes más representativos (Aguayo, 1989).

Los principales rasgos morfoestructurales del Sistema Volcánico Transversal se reconocen a través de fracturamientos y desarrollo de fosas que cruzan sus direcciones predominantemente en rumbos NE y NW; así como otro sistema similar en dirección NNW; fosas *en-echelon* localizadas hacia el Este-Noreste; Arcos volcánicos, Fosas tipo Chapala y estructuras circulares de colapso.

Según Szykaruk (1999), en García-Palomo (1998), establece que la primera fase de deformación que influyó en el Volcán Nevado de Toluca, ocurrió entre Oligoceno Tardío y Mioceno Temprano-Medio, afectando la base del Sistema Volcánico Transversal. En este periodo fueron formadas las estructuras orientadas igualmente a las de la Provincia del Sur de los Estados Unidos y Norte de México; se formaron también las fallas normales de orientación NNW-SSE con el lado Este hundido

(García-Palomo, 1998). Probablemente empezó el movimiento, que a través del tiempo y fases de deformación posteriores, provocó el levantamiento mayor del lado SW de las fallas que pertenecen al lineamiento Taxco-Querétaro (falla Perales y fallas bajo los Volcanes San Antonio y Nevado de Toluca).

La segunda fase de deformación ocurrió en Mioceno Medio, bajo un campo de esfuerzos compresivo, orientadas NNE-SSW y WNW-ESE respectivamente. Esta fase inició el movimiento izquierdo del sistema de fallas San Antonio y reactivó el sistema Taxco-Querétaro causando el movimiento derecho a lo largo de las fallas orientadas NNW-SSE (García-Palomo et al., 1996). Durante el periodo de Mioceno Tardío fueron emplazadas y posteriormente cortadas rocas volcánicas de la secuencia San Antonio.

En el Plioceno, el campo de esfuerzos provocó la reactivación de fallas anteriores. Las fallas *en- echelon*, del sistema San Antonio fueron reactivadas con movimiento izquierdo. Esta fase provocó extrusión de domos y conos, que se encuentran a lo largo del sistema San Antonio. Posteriormente se reactivaron las fallas del sistema Taxco-Querétaro (García-Palomo, 1996). Esta fase resultó con emplazamiento de rocas volcánicas que forman la Sierra de Las Cruces.

El sistema Taxco-Querétaro en esta región se manifiesta como un lineamiento de los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca.



FOTO 1: Vista del Volcán San Antonio, desde el Volcán Nevado de Toluca

En la ladera NW volcán San Antonio, al WNW de la localidad Huacal Viejo, se encuentran fallas verticales de este sistema con orientación  $145^{\circ}$ - $170^{\circ}$  controlando el drenaje.

El Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) está integrado por dos grandes estructuras volcánicas, el Nevado de Toluca y el San Antonio, se encuentra sobre el cruce de tres sistemas de fallas, que en orden cronológico son: Sistema Taxco-Querétaro, Sistema San Antonio y Sistema Tenango. Por tal motivo las direcciones estructurales se superponen y aparecen en cartas, fotos aéreas y en campo como patrones compuestos por fallas de diferentes edades y sentidos de movimiento.

El conjunto está formado por rocas volcánicas intermedias. El volcán San Antonio es la unidad más antigua, la erosión ha provocado mayor disección. Las pendientes más fuertes se encuentran en la parte alta del Volcán Nevado de Toluca y sobre escarpes de fallas del sistema San Antonio.

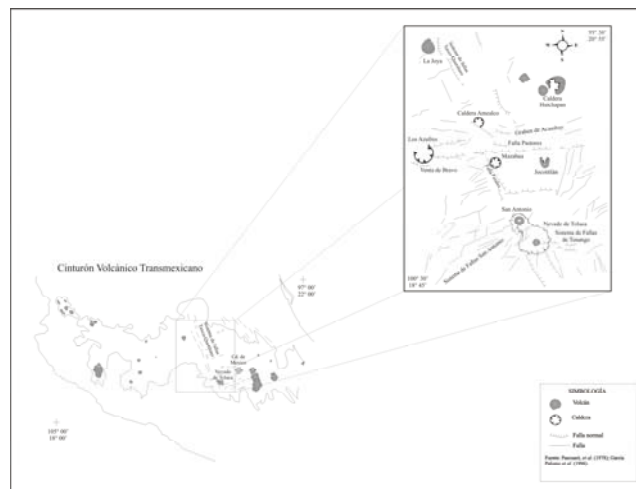


FIGURA 1: Sistema de Fallas del Parque Nacional Nevado de Toluca

Entre los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca la manifestación superficial del sistema de fallas es escasa. Las direcciones medidas en campo indican en promedio  $160^{\circ}$ . Asociadas con este sistema se encuentran fallas con orientación de  $1^{\circ}$  a  $5^{\circ}$ , sugiriendo movimiento horizontal derecho.

En la ladera Sur del Nevado de Toluca aparece un conjunto de fallas y zonas de transurrencias derechas, indicadas por fallas *en-echelon*, con orientación entre 170° y 4°. Junto con las demás fallas visibles en fotos aéreas y marcadas en cartas, dichas fallas tienen orientaciones principales de 6° y 142° (Vilchis, 2001)

Al NNW del Volcán San Antonio, dentro del afloramiento de rocas volcánicas intermedias del Terciario, en el Cerro Colorado, afloran esquistos del basamento. Este afloramiento fue probablemente causado por actividad del sistema Taxco-Querétaro, ya que aparece dentro de un bloque levantado.

El sistema volcán San Antonio y volcán Nevado de Toluca están sobre fallas orientadas NE-SW hasta ENE-WSW. Las fallas principales de este sistema son: falla San Antonio, San Miguel y Zacango, entre las dos primeras se encuentra el graben San Miguel, ocupado por el complejo de Domos y Conos del Plioceno. En el lado NW del graben aflora la secuencia volcánica de San Antonio del Mioceno Superior y en el lado SE la Secuencia Andesítica y Dacítica del Nevado de Toluca del Plioceno/Holoceno respectivamente. Asociadas a éstas aparecen fallas *en-echelon* orientadas NEN-SWS (García-Palomo et al., 1996).

El sistema de fallas San Antonio aparece también en la ladera Norte del volcán San Antonio, junto con las fallas del sistema Taxco-Querétaro, conservando una dirección entre 50° y 65°.

En general la evolución que han tenido los edificios volcánicos Nevado de Toluca y San Antonio García-Palomo (1998) se dio de la siguiente manera:

JURÁSICO-CRETÁCICO TEMPRANO. Esquistos y filitas metamorizadas forman el basamento del Sistema Volcánico Transversal. En el área de estudio afloran en pequeñas cantidades en los alrededores de San Andrés de Gama y Tequisquiapan al

SW del volcán Nevado de Toluca. Dichas rocas corresponden a la Secuencia Volcanosedimentaria y metamórfica de Ixtapan-Teloloapan.

MIOCENO. Las rocas volcánicas de Mioceno Superior forman el edificio volcánico del Cerro San Antonio. Fueron denominadas como Secuencia Volcánica San Antonio, compuesta de flujos lávicos y piroclásticos. En el SW y SE del volcán Nevado de Toluca aflora la secuencia máfica compuesta por flujos de basaltos y brechas basálticas.

PLIOCENO. Afloramiento de rocas volcánicas entre los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca, se localizan en pequeñas cantidades en la ladera Noreste y Noroeste del San Antonio y sobre la ladera Este del Nevado de Toluca. Estos afloramientos están formados por Domos y Conos de composición intermedia.

CUATERNARIO. Rocas volcánicas de Plioceno forman el volcán Nevado de Toluca. El complejo más antiguo (Secuencia Andesítica del Nevado de Toluca) forma el edificio principal y se compone de lavas andesíticas de edades entre 1.6-1.23 millones de años. El más reciente (Secuencia Dacítica del Nevado de Toluca) compuesto de depósitos piroclásticos localizados en los flancos, principalmente el lado Noreste en forma de abanico coalescente y Suroeste donde llena grabenes orientados NE-SW. El complejo fue depositado durante los últimos 100 mil años (García-Palomo et al., 1996), con las erupciones más grandes hace 25 mil años (depósito de Pómez Toluca Inferior) y hace 11.6 mil años (depósito de Pómez Toluca Superior de una mayor extensión) (Bloomfield y Valastro, 1977). Las últimas pequeñas manifestaciones volcánicas en el Nevado de Toluca fueron fechadas hace 3,300 años (Macías et al, 1997 en García-Palomo,1998), que sugiere la continuación de depósitos de la Secuencia Dacítica del Nevado de Toluca hasta el Holoceno. Tomando en cuenta la disposición de las rocas de diferentes edades, que forman el conjunto estructural volcánica San Antonio-Nevado de Toluca, se puede suponer, que en este caso también aparece migración de la actividad volcánica hacia el Sur.

La evolución geológica del Nevado de Toluca, como la estructura más importante del PNNT se integra en Cuadro 1:

**CUADRO 1: EVOLUCIÓN VOLCÁNICA DEL NEVADO DE TOLUCA**

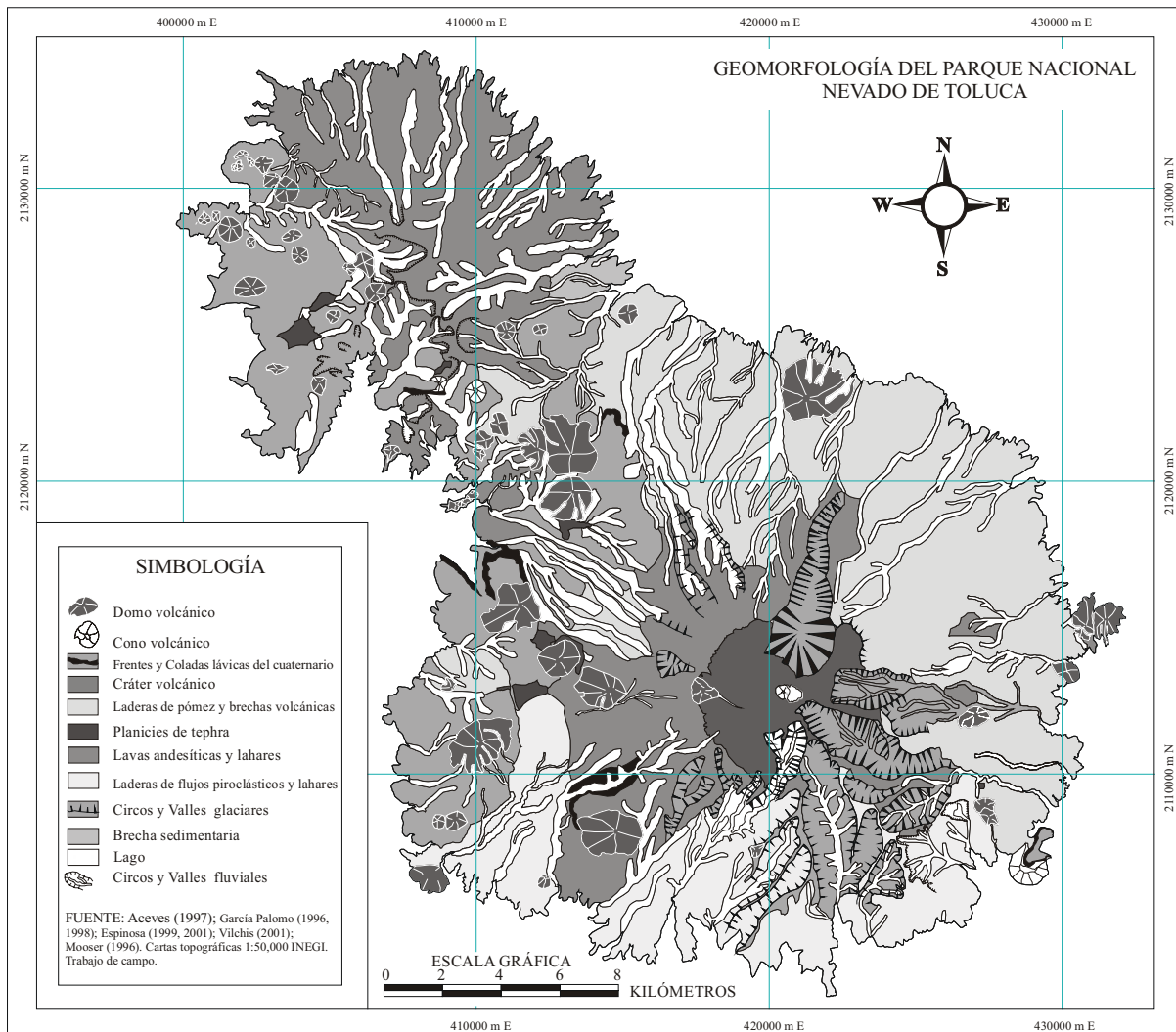
Fase	OCURRENCIA DEL EVENTO	ACTIVIDAD	MORFOLOGÍA
I	Hace 1,600,000 de años	Formación del edificio volcánico o estructura primitiva, que se emplaza sobre el sistema de alineamientos NW-SE, y se relaciona con los subsistemas SW-NE y E-W.	Estratovolcán con pendientes que oscilan entre los 30° y 45°; la altura del edificio se estima que supera poco más de 5000 metros.  Se caracteriza por poseer una amplia chimenea y un cráter abierto hacia el Este.
II	Entre 60,000 y 36,000 años	Se presenta una intensa actividad en la cual la energía eruptiva se identifica con emanaciones de carácter peleano que rompen parte de estructura superior del cráter del edificio.  La actividad se acompaña del desarrollo de avalanchas e importantes flujos de cenizas; así como de un colapsamiento que da origen a la caldera.	Se forma la caldera como producto de las explosiones, originando la destrucción de la parte superior del cono. La amplitud de la depresión formada en su eje mayor supera más de un kilómetro.  Se crean importantes depósitos de sedimentos sobre las laderas generados por las avalanchas piroclásticas y las cenizas de flujo y de caída.
III	Entre 36,000 y 24,000 años	Durante este período no se registra actividad volcánica.	Se crean condiciones de biostasia que permiten la formación de suelos en los flancos del volcán y las llanuras periféricas.  Se desarrolla un sistema fluvial que reconoce los alineamientos tectónicos.
IV	Hace 24,000 años	Se reactiva violentamente, es la primera erupción pliniana, genera depósitos de pómez de caída hacia el E del edificio volcánico, principalmente.  Estos flujos fueron denominados como la Formación TPI.	Las antiguas geoformas heredadas por la glaciación y la escorrentía fluvial, quedan sepultadas por los depósitos de la erupción pliniana; en esta fase se reconoce la formación de un paleosuelo.
V	Entre 24,000 y 11,600 años	Durante este período no se registra actividad volcánica.	Se presenta el retrabajo erosivo de antiguas formas y depósitos de sedimentos.
VI	Hace 11,600 años	Después de 12,400 años de inactividad, el Nevado se reactiva con una erupción pliniana, más violenta que la primera; los depósitos de este evento se conocen como Formación TPS, caracterizada por el espesor de los sedimentos y su lejanía con respecto a la fuente de emisión, algunos de ellos a más de 70 kilómetros de distancia en columnas estratigráficas que superan los 2 metros de espesor.  Los mayores depósitos se localizan al NE del volcán.	Queda definida la forma actual del cráter, así como el piedemonte y la planicie localizada al este del edificio.  Se produce otro paleosuelo.  Para este período, se identifica la presencia del hombre en las márgenes del volcán, en la porción que comprende Amanalco de Becerra.
VII	Hace 11,500 años	Se forma un domo al interior del cráter, el cual, marca el final de la actividad eruptiva del Nevado	Se exhibe la morfología actual, se desarrollan suelos de origen volcánico y procesos erosivo-acumulativos de origen glaciar, fluvioglaciar y fluvial.



VIII	Hace 3,300 años	Últimas pequeñas manifestaciones volcánicas del Volcán Nevado de Toluca. Sugieren la secuencia Dacítica del Volcán Nevado de Toluca, hasta el Holoceno	Forman el conjunto volcánico estructural San Antonio-Nevado de Toluca, con migración de la actividad volcánica hacia el Sur.
------	-----------------	--	--

Fuente: Bloomfield (1974, 1979); Cantagrel (1981); en Espinosa (2001)

Para la carta geomorfológica del Parque Nacional Nevado de Toluca se consideraron las siguientes unidades:



## UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

### Lavas andesíticas y lahares



FOTO 2: Lavas andesíticas y lahares

Constituyen el basamento de las dos principales estructuras volcánicas del Parque Nacional, el Nevado de Toluca y el San Antonio, corresponden a la secuencia andesítica y se ubican de 1.6 a 1.2 millones de años (m.a.). Los depósitos del Volcán Nevado de Toluca, afloran al NW, W y SW del parque, su morfología se caracteriza por roca fuertemente intemperizada, con predominio de pendientes convexas; la secuencia de volcán San Antonio aflora al NE del mismo. La altitud fluctúa entre los 3,000 y 3,600 m. sobre esta unidad evolucionaron las demás formas existentes, se encuentran en su mayor parte sepultadas por flujos piroclásticos de las erupciones plinianas y depósitos glaciares, esta unidad se caracteriza por la presencia de valles glaciares y fluviales muy profundos, quedando al descubierto los afloramientos andesíticos, muy fracturados, por lo que el drenaje esta controlado estructuralmente.

### Domos y conos volcánicos

Los domos dacíticos y andesíticos, así como los conos volcánicos de escoria, se encuentran principalmente hacia el NW, W, SW y E del Volcán Nevado de Toluca, correspondiendo a las zonas de debilidad cortical.

Al W del Volcán San Antonio se encuentra un campo de conos y domos volcánicos, correspondiendo al sistema de fracturas San Antonio y al basamento andesítico del mioceno. Este campo volcánico corresponde al cuaternario, se identifican claramente sus cráteres, derrames y frentes lávicos, así como una configuración de drenaje poco desarrollada.

Una zona representativa se encuentra al poniente del Volcán Nevado de Toluca, mantiene una dirección SW-NE. Se desarrollaron dentro del Graben de San Miguel, el cual es un complejo de domos, conos y derrames del plioceno de composición ácida e intermedia, principalmente dacitas y andesitas. A esta secuencia corresponde el volcán Gordo, el Prieto, Calotepec, la Calera y la Ciervita, principalmente.

Otra serie de domos se localiza en la ladera ESE del Nevado de Toluca, se caracterizan por su composición andesítica, son de edad pliocénica. Sobresale el volcán Cuescontepec, con un cráter en forma de herradura y un derrame orientado hacia el NE. Fuera de los límites del parque, cambia a dirección S, es parte del sistema Chichinautzin, su composición es básica, se ubica en el Cuaternario entre los 38 590 y los 8 440 años, es el único edificio volcánico de este sistema dentro del parque.

### **Frentes y coladas lávicas del cuaternario**

La composición de estas varía entre las Basálticas-andesíticas; las más fluidas se asocian a los campos volcánicos monogenéticos cuaternarios de la Sierra del Chichinautzin, mientras que los segundos se encuentran localizados al pie de estructuras piroclásticas y conos de lava, su edad varía entre el Pleistoceno y Holoceno; dichos derrames se encuentran controlados estructuralmente por un sistema de fracturas conjugado en dirección NW-SE.

Pertencen a los frentes abruptos de coladas lávicas de composición intermedia y básica; éstos se presentan con mayor frecuencia en la parte NW y W del edificio y en los campos lávicos adyacentes al volcán; se caracterizan por tener desniveles de hasta 50 metros. Al SE resalta el derrame y frente lávico del Cuescontepec.

### **Laderas de Pómez y brechas volcánicas**



FOTO 3: Laderas de pomez y brechas volcánicas

Las dos erupciones plinianas del Volcán Nevado de Toluca, geológicamente corresponden a la formación Toluca Pómez Inferior y Toluca Pómez Superior, se localizan principalmente al E, NW y N del volcán Nevado de Toluca, debido a la fragilidad de los materiales están fuertemente disectados, configurando inicialmente un sistema radial, posteriormente cambia a paralelo, ya que los materiales presentan baja resistencia a la erosión y la pendiente es uniforme, entre 6 y 15°.

### **Laderas de flujos piroclásticos y Lahares**

Se encuentran distribuidos en su mayoría hacia el N y NE, y solo sobresale una unidad hacia el SE. Están formados por brecha volcánica, con capas delgadas de pómez, corresponden a la misma antigüedad que la unidad anterior, de hecho se encuentran mezcladas. En la ladera SE, se muestran dos grandes formaciones triangulares, una corresponde al colapso las Palomas y la otra al del volcán Cieneguillas, presentan bloques de pómez y dacita, tienen un espesor de 10 a 15 m (Aceves, 1997).

## **Planicies de tefra**

Son pequeñas áreas asociadas al transporte fluvial violento de material volcánico caracterizado por estar poco redondeado debido a que la fuente del mismo se encuentra cerca, se distribuyen alrededor de las dos estructuras volcánicas del PNNT.

## **Cráter del Volcán Nevado de Toluca**

Esta unidad es de origen Cuaternario, la morfología actual data de aproximadamente 60 000 años (Aceves, 1997), con una geología compuesta por rocas ígneas extrusivas intermedias, al igual que las unidades anteriores se encuentran cubierta de pumita y su modelado muestra rasgos eminentemente glaciares, en su labio se encuentran dos domos dacíticos, fuertemente alterados: el pico del Águila y el del Fraile. Al término de la última fase pliniana (11 500 años), se emplaza un domo (el ombligo) dacítico, que genera un derrame brechado de la misma composición hacia el NE, el cráter se encuentra abierto hacia el NE, evidencia de su última erupción pliniana, la cual se identifica por la forma de herradura del cráter del volcán Nevado de Toluca, evidencia de la dirección de las últimas erupciones producto de una falla que marca la zona de debilidad del mismo.



FOTO 4: Cráter del Volcán Nevado de Toluca

El diámetro mayor es de 4.5 km y el menor de 3.5 km localizado dentro de los 4200-4680 msnm con pendientes de 6° a más de 45°, dando como resultado una

dominancia de drenajes de primer orden originados a partir del borde de esta unidad, los principales son los arroyos Pichontagüi, el Jabalí, Chiquihuitero, Cano y Grande.

### **Circos y valles glaciares**

Las formas de origen glaciar corresponden al pleistoceno y holoceno, en la actualidad el modelado solo es periglacial, pero quedan las formas resultantes de los antiguos glaciares, las principales son los valles, las morrenas, los glaciares de roca; procesos al parecer inactivos en la actualidad, el cráter se encuentra afallado y de él se desprenden cuatro grandes valles glaciares, hacia el N, E y S del Volcán Nevado de Toluca.

Como consecuencia de la reducción de las dimensiones del Volcán Nevado de Toluca y los cambios climáticos que han ocurrido, los procesos periglaciares que predominan en la actualidad son fundamentalmente la gelifracción y geliflujión, provocando el movimiento de los materiales en pendientes de más de 30°. La evidencia de estos procesos es la presencia de conos de derrubios y coladas de bloques.

### **Circos y valles fluviales**

Los circos y valles se encuentran distribuidos por todo el parque, en el caso de los circos modelan rápidamente la cabecera al retomar los valles glaciares en la conformación de su valle, aunado a la fragilidad de los depósitos de la formación pómez nevado inferior y superior; la mayor densidad de valles se localiza al S; N y NW de la zona de estudio, los valles más profundos oscilan entre los 200 y 400 m. se localizan al S del PNNT, sufren fuerte control estructural, han logrado remover los materiales de las últimas erupciones del Nevado de Toluca y dejan al descubierto el basamento andesítico, en los valles se encuentran rupturas de pendiente de más de 45°, lo que evidencia fuerte control estructural, tal es el caso del Río San Gaspar y Chichihuitero, al S del parque. La porción NW y W del parque muestra una baja densidad de valles, debido a que es la unidad de coladas lávicas y conos corresponde al cuaternario y sus materiales son altamente permeables, por lo que la red de drenaje muestra un bajo grado de organización.

### **Brechas sedimentarias**

Se encuentran al NNW del Volcán Nevado de Toluca, en los límites del Parque Nacional, están formadas por el descenso de dos corrientes provenientes del volcán San Antonio, el Arroyo Paso de Vázquez y la Garrapata; esta unidad es de edad holocénica, esta formada por clastos de granulometría media a gruesa, dominando cantos entre 10 y 20 cm de diámetro. Esta unidad forma terrazas aluviales con pendientes perpendiculares al cauce principal de 3° a 6°, las cuales se ven alteradas por procesos de remoción en masa de los domos y lavas andesíticas circundantes. La brecha sedimentaria descansa sobre un basamento sedimentario formado por rocas del terciario.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Aguayo J., Marín C. y Sánchez D. (1989). "Evolución geológica de la Cuenca de México". En: Memoria del Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

Aceves Quezada, J. F. (1997) "Geología y geomorfología del volcán nevado de Toluca", Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, División de estudios de postgrado, Universidad Autónoma de México.

Bloomfield K y Valastro, S. (1977) " Late quaternary teophrocronology of Nevado de Toluca Volcano, central Mexico". Geology and Mineral Resources, No. 46, 1-15 pp.

Bloomfield K y Valastro, S. (1974). "Late pleistocene eruptive history of Nevado de Toluca volcano, central Mexico" In: Geological Society of American Bulletin. vol. 85 no. 5.

Demant, A. y C. Robin, (1975). "Las fases del vulcanismo en México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico". En: Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Espinosa, L. Reyes, A. Y Mayayo, M. (1999). "El campo de acción de la Geomorfología Aplicada". Inédito.

Espinosa R., L. M., 2001. Geomorfología del Noreste del Nevado de Toluca, Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía, UNAM, México D. F.

Espinosa R., L. M., 2003. Apuntes de Geografía Física Compleja, 5º. Semestre de Licenciatura en Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Geografía, UAEM.

García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Espíndola, J.M., (1996). "Marco geológico estructural de la región del Nevado de Toluca, Estado de México". Actas Inageq, 115-120 pp.

García-Palomo, A. (1998) "Evolución estructural en las inmediaciones del volcán Nevado de Toluca, Estado de México", Tesis de maestría., Facultad de Ciencias, División de estudios de postgrado, Universidad Autónoma de México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1992). Cartas topográficas escala 1:50,000. E14A37, E14A47, E14A48.

Mooser, F., (1968). "The Mexican volcanic Belt and development. Formation of fractures by differential crustal heating". En: Simposio Panamericano del Manto Superior, México. Marzo 18-21, p. 15-22.

Mooser, et. al., 1996. Mapa geológico de las Cuencas de México, Toluca y Puebla, escala 1:50,000, Comisión Federal de Electricidad (CFE), México, D. F.

Pascuaré G., Ferrari L., Perazzolli V. Y Turchetti. (1987). "Morphological and structural analysis of the central sector of Transmexican Volcanic Belt" En: Geofísica Internacional. No 26. México.



Robles R. (1944). "Algunas ideas sobre la glaciología y morfología del Iztaccíhuatl".  
En: Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México.

Vilchis, M.M. (2001). Geomorfología de la carta E14A47, Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura en Geografía. Facultad de Geografía de la UAEM.