

## LOS VOLCANES Y SU ESTUDIO

Dra. Ana Lillian Martin Del Pozzo

México es un país en el cual existen muchos volcanes. Esto se refleja, por supuesto, en el paisaje, el cual en muchas regiones del país está dominado por los típicos conos volcánicos. Además del paisaje, la presencia de volcanes influye de manera directa en la fertilidad y el tipo de suelos que dominan en ciertas regiones del país (ejemplos típicos son los andosoles, suelos derivados de productos volcánicos). Los materiales volcánicos influyen también en la recarga de los acuíferos a través de materiales de este origen que son porosos. El vulcanismo influye también en la riqueza minera ya que los depósitos de origen volcánico pueden estar asociados con altos contenidos de hierro, plata y oro, o con abundancia de materiales útiles en la industria de la construcción e inclusive con campos geotérmicos en los que es posible generar energía eléctrica.

Los volcanes se estudian desde varios enfoques, uno de ellos puede ser el estudio de su comportamiento histórico y la evaluación de su estado de actividad. Los volcanes activos son a los que se les da mayor atención. Un volcán se considera activo si ha tenido erupciones en tiempos históricos, pero existen ciertos problemas con esta definición, porque los registros históricos son mucho más largos en algunos lugares, como en Grecia, mientras que en otros sólo cubren lapsos de tiempo cortos, como en Kamchatka, una región muy poco poblada de Rusia. Otra manera de definir a un volcán activo es aquel que ha tenido erupciones en menos de 10000 años, aunque esto también tiene sus dificultades, pues algunos volcanes tienen lapsos de reposo muy largos entre una erupción y otra.

Muchas poblaciones se han establecido junto a volcanes activos debido a la fertilidad de sus suelos, existencia de manantiales y belleza del paisaje como puede verse en México, Japón, Italia, Indonesia, Ecuador, Colombia, etc. Inclusive algunas de las grandes ciudades del mundo como México, Nápoles y Quito están ubicadas muy cerca de volcanes activos. Claro que, además del panorama que estos volcanes pueden ofrecer, representan un riesgo para la población, ya que en algún momento pueden volver a entrar en actividad; de allí la importancia de estudiar la historia eruptiva de los volcanes y evaluar su estado de actividad.

Un primer paso en el estudio de un volcán consiste en definir el tipo de erupciones que ha presentado en el pasado, su estructura, los tipos de productos que ha arrojado (ya sea lava, piroclastos y/o gases) y hasta donde han llegado. La lava es un material fundido generalmente compuesto por silicatos (magma) que sale a través de una boca o fisura y fluye en la superficie formando derrames o domos. Los piroclastos son fragmentos de roca pulverizada o gotas de magma solidificado que pueden variar de tamaño desde submilimétrico hasta decenas de metros, formando depósitos de ceniza (material fino), lapilli (material grueso como gravilla) o bloques y bombas volcánicas (material muy grueso). Estos materiales están asociados preferentemente con las erupciones explosivas y pueden distribuirse por el viento como nubes volcánicas (Fig. 1) causando lluvia de ceniza, lapilli o pómez; también pueden fluir por las laderas y barrancos de los volcanes en forma de flujos calientes de gases y fragmentos que se mueven a cientos de kilómetros por hora. Los piroclastos también pueden mezclarse con el agua y formar corrientes de lodo volcánico o lahares como ocurrió en el Nevado de Ruiz, en Colombia y en el volcán Pinatubo, en Filipinas.



Fig. 1. Erupción reciente del Volcán de Colima.

Los mapas de peligro volcánico muestran las áreas que pueden ser afectadas por diferentes fenómenos volcánicos y se preparan tomando como base la distribución de los productos volcánicos durante erupciones anteriores, así como la geomorfología actual, la cual puede controlar el flujo de los materiales volcánicos en el futuro. Estos mapas sirven de apoyo en la planeación y evacuación en caso de una erupción y la UNAM ha publicado varios de ellos como en el caso del Volcán de Colima y del Popocatepetl.

El estado de actividad de un volcán se puede determinar mediante el monitoreo geológico, geofísico, geodésico y geoquímico. Los productos emitidos por los volcanes se estudian para determinar su composición y variación. La composición puede volverse más silícica y por lo tanto hacer al volcán propenso a una erupción más explosiva. También puede detectarse la entrada de material proveniente de capas más profundas como se observa en el Popocatepetl y que se manifiesta por

la presencia de ciertos minerales como el olivino. La sismicidad es una herramienta importante que permite detectar los movimientos de magma y de gas en el subsuelo y estudiar las vibraciones en el conducto del volcán. Esta información se puede correlacionar con los resultados de los estudios eléctricos, magnéticos y de gravimetría que se llevan a cabo en los volcanes para detectar movimientos de magma y zonas de debilidad. Estos movimientos también pueden provocar pequeños desplazamientos o deformaciones del volcán que pueden detectarse mediante estudios geodésicos de alta precisión como son el estudio de distancias entre puntos, variación en ángulos de inclinación y líneas de nivelación con la ayuda de distanciómetros, inclinómetros, teodolitos de precisión y GPS.

El tipo y concentración de gases volcánicos como el SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, fluoruros, cloruros, y parámetros como pH y sales, se pueden medir directamente (Fig. 2) o disueltos en el agua de los manantiales aledaños a los volcanes (Fig. 3). La vigilancia de los cambios en los gases y manantiales puede proporcionar información sobre el comportamiento del volcán y también es importante por su posible toxicidad sobretodo en las zonas pobladas.



Fig. 2. Muestreo de gases en el cráter de Vulcano, Italia.



Fig. 3. Monitoreo de los manantiales del volcán Popocatepetl.

Continúa ▶

## uN viStazo a los auTores

Gloria Villaclara Fatjó

gloria@geofisica.unam.mx

Ana Lillian Martin Del Pozzo

analil@geofisica.unam.mx

Nació y estudió en Barcelona, España, desde la primaria hasta la licenciatura, la cual realizó en la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona (1979); el doctorado en Ciencias Biológicas también lo obtuvo por la Universidad de Barcelona en 1997. Desde 1982, recién llegada a México, hasta la fecha se ha desempeñado como profesora en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM, enfocándose en la investigación de aguas continentales y en la docencia, tanto en la carrera de Biología -con materias de Limnología y Geobiología- como en el Posgrado -con materias de Limnología, Limnogeología y otras-. Actualmente es Coordinadora del Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología.

Inició sus estudios de preparatoria en Estados Unidos y los concluyó en la ciudad de México, en el Lomas High School; posteriormente realizó su licenciatura en Geología, nuevamente en Estados Unidos, en la Universidad de Texas, en Austin, terminando en 1974. Después continuó con la maestría y el doctorado en el posgrado de la Facultad de Ciencias, de la UNAM (1980 y 1990 respectivamente). Actualmente es investigadora del Departamento de Vulcanología del Instituto de Geofísica de la UNAM, en donde realiza investigación principalmente sobre impacto volcánico y monitoreo de actividad volcánica.

## charlas de divulgación

“LAGOS, CLIMA E IMPACTO HUMANO”  
MARGARITA CABALLERO  
DICIEMBRE 7

## charlas de divulgación 2007

“MAGNETÓSFERAS GIGANTES”  
XOCHITL BLANCO  
ENERO 25

“LAS MATEMÁTICAS EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA”  
LETICIA FLORES  
FEBRERO 22

“ALGUNAS INTERACCIONES SOL-TIERRA”  
BLANCA MENDOZA  
MARZO 29

INSTITUTO DE GEOFÍSICA  
CIUDAD UNIVERSITARIA  
AUDITORIO TLAYOLOTL 12:00HRS.  
(ENTRADA LIBRE)

EDICIÓN

Dra. Margarita Caballero  
Miranda  
Tel. 56 22 42 33  
maga@geofisica.unam.mx

Dra. Ana Ma. Soler  
Tel. 56 22 42 34  
anesoler@geofisica.unam.mx

los que lo hacemos

Impreso en la Unidad de Apoyo  
Editorial del Instituto de  
Geofísica, UNAM

DISEÑO  
Alberto Centeno Cortés

La Unidad de Educación Continua y a Distancia en Ciencias de la Tierra le invita a las proyecciones que se llevarán a cabo los viernes a las 13:00 hrs. en el Auditorio Tlayolotl en el Edificio Anexo del Instituto de Geofísica de la UNAM, en Ciudad Universitaria

Entrada Libre

El fondo del mar I y II  
23 Febrero

En el tiempo de los dinosaurios  
30 Marzo

videocine  
2007

EDICIÓN TÉCNICA  
François Graffé Schmit  
Freddy Godoy Olmedo

DISTRIBUCIÓN  
Aída Sáenz

# GEOFISICOSAS

## ¡HOLA!

EN ESTE NÚMERO TE PRESENTAMOS DOS ARTÍCULOS  
MUY INTERESANTES:

LOS VOLCANES Y SU ESTUDIO

Y

LA TIERRA, UN PLANETA DE AGUA

NO TE OLVIDES DE VER LAS FECHAS DE LAS CHARLAS DE  
DIVULGACIÓN Y DEL VIDEOCINE



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE GEOFÍSICA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, CIRCUITO EXTERIOR  
DELEGACIÓN COYOACÁN  
C. P. 04510 TEL. 56 22 41 15

Num. 29, noviembre 2006

gEOFISICA  
UNAM

www.geofisica.unam.mx

## LA TIERRA, UN PLANETA DE AGUA

Gloria Villaclara

El planeta en el que vivimos gira a una distancia tal del Sol que permite que el agua, sustento de la vida, se encuentre en forma líquida, pues el promedio de temperatura en la superficie terrestre es de aproximadamente 15°C. Vista desde el espacio exterior, la Tierra se ve como un planeta azul, dado que casi 3/4 partes de su superficie están cubiertas por agua (Fig. 1). El volumen de agua en la Tierra es de algo más de 1 350 000 000 km<sup>3</sup> y se distribuye desigualmente en el orbe (Fig. 2). La mayor cantidad del agua es salada y está en los océanos, con una concentración característica de 34 a 35 gramos de sales disueltas por cada kilogramo de agua (g/kg). En proporción, las aguas dulces son una pequeña cantidad del total y se caracterizan por tener salinidades de 0.15 g/kg o menos. La parte más importante del agua dulce está como hielo y en el subsuelo, y sólo una ínfima cantidad de 100 000 km<sup>3</sup> se encuentra como agua dulce superficial.

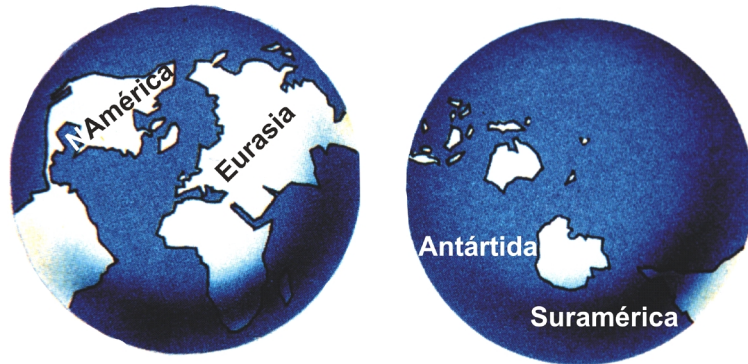


Fig. 1. La Tierra, vista desde el hemisferio norte y el sur. En esta figura es clara la diferencia entre los hemisferios en relación con los porcentajes cubiertos por continentes y por océanos.

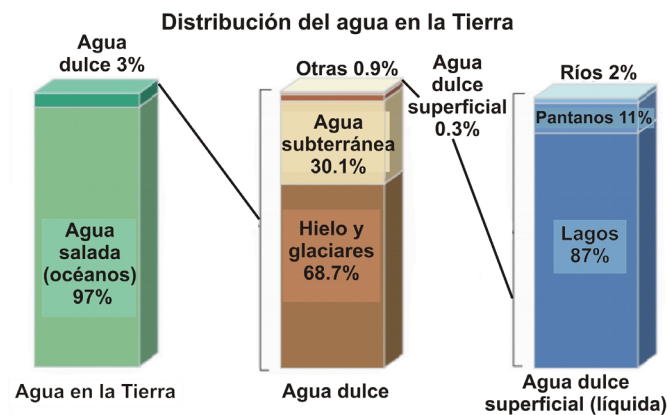


Fig. 2. Distribución del agua en el mundo; se destaca que la mayor parte del agua está en los océanos y que la mayoría del agua dulce se concentra en los hielos y el agua subterránea.

El agua dulce superficial es muy importante, pues de su uso depende directamente la sociedad humana. Afortunadamente, este volumen comparativamente pequeño de agua disponible se recupera continuamente gracias al Ciclo Hidrológico o Ciclo del Agua (Fig. 3). En forma resumida, este ciclo se basa en que se evapora más agua de los océanos de la que se condensa y precipita como lluvia en ellos, mientras que encima de los continentes cae más agua de la que pierden por evaporación y a través de la vegetación (evapotranspiración). Son aproximadamente 40 000 km<sup>3</sup> de agua los que cada año se transportan de los océanos hacia los continentes, donde se precipitan y quedan retenidos temporalmente, para terminar regresando al océano mediante los ríos.

Las ciencias que se dedican a estudiar diversos aspectos de los sistemas acuáticos son, entre otras, la Hidrología (aguas en general), la Oceanografía (océanos y mares) y la Limnología (aguas continentales superficiales). El estudio del agua es tan importante para la sociedad que también las ciencias sociales y humanísticas están involucradas. La investigación con relación al agua puede tener diversos enfoques, por ejemplo el estudio de la demanda de agua por parte de la población es un tema de particular importancia. Con relación a esto, se considera que empiezan a haber problemas de disponibilidad de agua para una población cuando hay una cantidad inferior a 1700 m<sup>3</sup> por persona al año (situación

de estrés hídrico) y los problemas se vuelven agudos cuando la disponibilidad es inferior a 1,000 m<sup>3</sup>/persona (escasez de agua). En México, los casi 2 000 000 de km<sup>2</sup> de territorio nacional cuentan con aproximadamente 475 km<sup>3</sup> de agua continental, renovable cada año. Si dividimos esta cifra entre la población total de México -que según el censo de 2005 es de 103.3 millones de personas- obtenemos una cifra cercana a 4,500 m<sup>3</sup>/persona cada año; una cifra muy superior a los niveles de estrés o escasez. Sin embargo, esta cantidad global es engañosa, pues en México tanto el agua como la población están distribuidas de manera muy heterogénea (Figura 4). El agua es muy abundante en las regiones de clima húmedo del Sur y Sureste del país, mientras que escasea marcadamente en las zonas áridas del norte y en las grandes ciudades, en las que se concentra el 30% de la población nacional. Por ejemplo, el Valle de México presenta valores de intensa escasez, con disponibilidad anual inferior a 200 m<sup>3</sup>/persona que obliga a fuertes inversiones para importar agua hacia la cuenca.

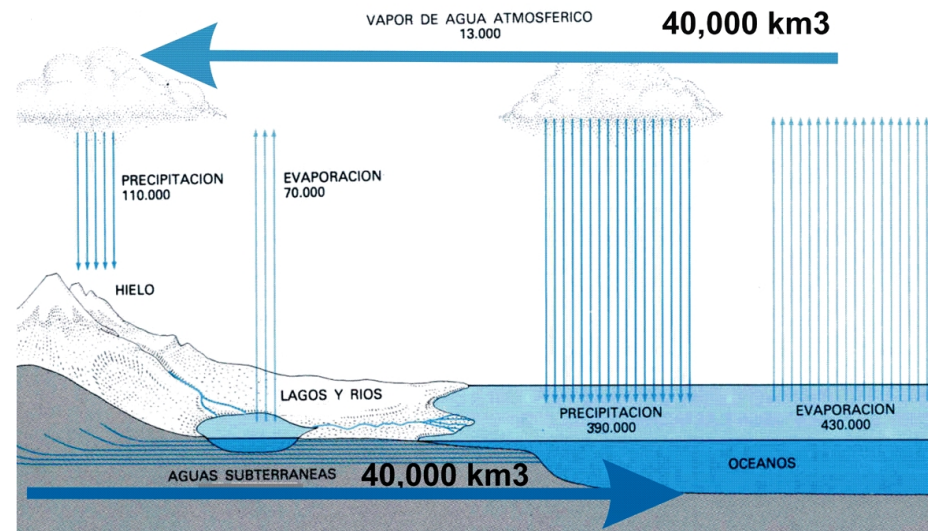


Fig. 3. Esquema del Ciclo del Agua.

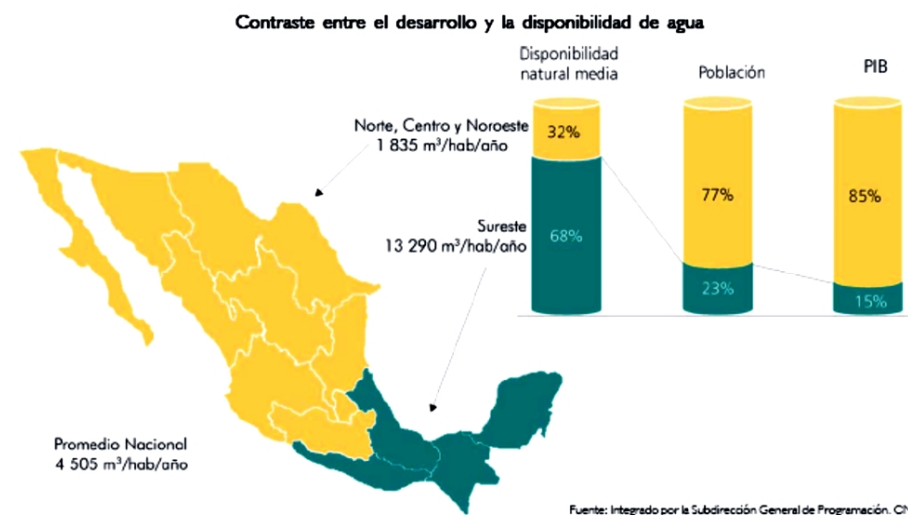


Fig. 4. Mapa de disponibilidad de agua en la República Mexicana.

Otro enfoque relacionado con el uso del agua para actividades humanas se presenta en la Figura 5, en la que se observa un comparativo de los porcentajes aproximados de reparto de agua para uso industrial (IND.), doméstico (DOM.) y agropecuario (AGR.) entre varios países. Destaca la similitud entre India y México, no tanto por el grado de desarrollo socio-económico, sino porque ambos países invierten cantidades considerables en el riego agrícola de campos de cultivo localizados en zonas de clima árido o semi-árido. En el otro extremo se encuentran países relativamente lluviosos como Inglaterra (GB, Gran Bretaña), cuya demanda de agua refleja no sólo un mayor uso industrial, sino también una extensa agricultura de temporal gracias a su clima húmedo (¡para qué regar si ya llueve!).

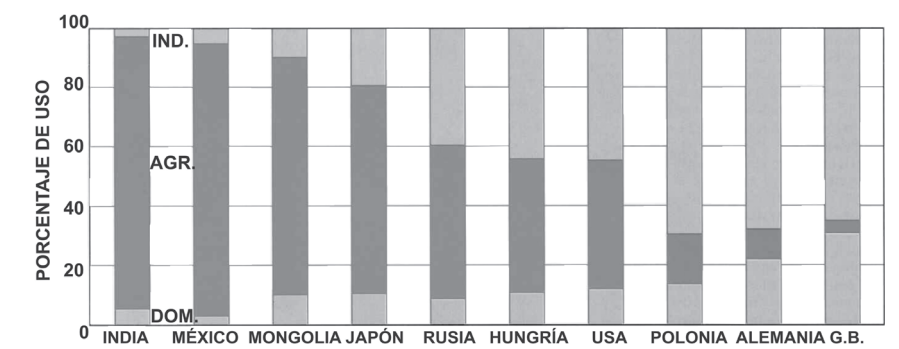


Fig. 5. Datos comparativos del uso del agua entre diversos países.

Como último ejemplo de los posibles enfoques a abordar en el estudio del agua continental se pueden mencionar los problemas asociados con el suministro de agua, como son los relacionados con la contaminación del recurso, sus efectos en el ambiente y en la sociedad, así como su recuperación.

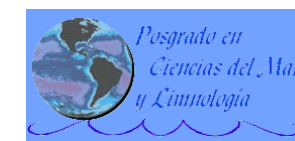
Si los temas asociados con los sistemas acuáticos te interesan y estás pensando en estudiar, o bien ya estudias, una licenciatura afin (como Ingeniería Ambiental, Ingeniería Geológica, Física, Química, Biología, Hidrobiología, etc.), piensa en la UNAM, ya que aquí podrás continuar especializándote en el Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología (PCMyL, con programas de maestría y doctorado), uno de los posgrados de la UNAM en los que participa el Instituto de Geofísica. El PCMYL es de naturaleza interdisciplinaria, y cuenta con 5 orientaciones: Biología Marina, Oceanografía Física, Geología Marina, Limnología y Química Acuática. Para más información, te invitamos a que consultes la página del posgrado en [http://www.unam.mx/ciencias\\_mar\\_posgrado](http://www.unam.mx/ciencias_mar_posgrado)

Amplia tus conocimientos en este tema consultando:

<http://ga.water.usgs.gov/edu>

<http://www.cna.gob.mx>

B.E. Jiménez Cisneros. 2002. La contaminación ambiental en México. Ed. Limusa, México, D.F.



## LOS VOLCANES Y SU ESTUDIO

(cont.)

Otro problema importante asociado a la actividad volcánica es su impacto en la biota, y en este sentido actualmente también se están realizando estudios sobre el impacto de la caída de cenizas en zonas de cultivos afectadas por las erupciones del Popocatepetl y Volcán de Colima con la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado. En estos estudios se modela la distribución de las columnas de ceniza a diferentes alturas, la distribución y efecto de las cenizas y se evalúa su efecto actual y a futuro. El estudio multidisciplinario de los volcanes es, por lo tanto, necesario para comprender los procesos eruptivos y mitigar los efectos de las erupciones futuras.



Fig. 4. Impacto de la caída de ceniza en la flor de guayaba; si cae ceniza durante la floración, el fruto se puede pudrir.