

# CARACTERISTICAS HIDRODINAMICAS Y EROSIVAS DE LOS ANDISUELOS DENTRO DE UNA CRONOTOPOSECUENCIA REPRESENTATIVA DE LAS VERTIENTES ORIENTALES DEL VOLCAN PICHINCHA. PROPUESTA DE UN PLAN DE PROTECCION DEL ECOSISTEMA

Jean-Louis Janeau\*

## Resumen

El proyecto multidisciplinario Sishilad (Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y Area Metropolitana de Quito) permite definir las características hidrodinámicas y erosivas de los andisuelos dentro de una cronotoposecuencia representativa de las vertientes orientales del volcán Pichincha.

Los resultados de las investigaciones científicas de este proyecto permitirán reducir los riesgos provocados por eventos hidrometeorológicos extremos tales como: crecidas, inundaciones, erosión del suelo y de las márgenes de los ríos, flujos de lodo, deslizamientos y derrumbes en la ciudad de Quito, y dar un plan de protección del ecosistema.

**Palabras claves:** Hidrodinámica, Erosión, Riesgos, Cronotoposecuencia, Volcán Pichincha, Ecosistema, Ecuador.

## Introducción

El volcán Pichincha ubicado sobre la ciudad de Quito constituye una característica importante del paisaje. Pero su ecosistema y fisiografía son bien conocidos? ¿Cuál es el estado de la invasión incontrolada de los flancos orientales, especialmente en las partes altas?

La corta edad en términos relativos del volcán Pichincha, acoplada a las condiciones climática y antrópicas lo definen como un polo de riesgo. ¿Pero cuáles son estos riesgos?

Volcánicos, Sísmicos como los riesgos más violentos, pero por suerte raros; Crecidas, Inundaciones, Erosiones, Deslizamientos, Aluviones: los más frecuentes. ¿Cuál es la acción del hombre sobre este ecosistema particular? ¿Se pueden mitigar los problemas potenciales y Cómo?

\* Instituto Francés de Investigación científica para el desarrollo en cooperación (ORSTOM). Proyecto Sishilad, convenio EMAAP-Q, INAMHI, ORSTOM 1994-1998.

Fonds Documentaire ORSTOM



010019245

3 Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B\* 19245 Ex: 1

## Ecosistema del volcán

Se realizaron estudios en la cuenca hidrográfica de la quebrada Rumihurcu, seleccionada por su representatividad de las Laderas Orientales del volcán Pichincha y que se ubica junto a la ciudad de Quito. Este trabajo multidisciplinario se realiza con el apoyo de compañeros hidrólogos y geotécnicos. El volcán Pichincha, además de tener una erosión natural debido a su corta edad, tiende a generar un fuerte escurrimiento bajo la acción descontrolada del hombre.

## La pluviometría

Las características orográficas juegan un papel decisivo en la distribución y magnitud de las lluvias, determinándose un período lluvioso en los meses de septiembre a noviembre, menos lluvioso de diciembre a abril y un período seco de mayo al mes de agosto (PERRIN et al, 1997). El promedio anual de precipitación es de 960 mm a nivel del aeropuerto de Quito y son lluvias de fuerte intensidad y poca duración. En la cumbre del Rucu Pichincha, las lluvias son de intensidades débiles pero de larga duración, el promedio anual alcanza los 1500 mm.

## Los suelos

La cartografía de los suelos en la cuenca de la Qda. Rumihurcu, ha permitido definir leyes sobre la distribución toposecucional (en la altura) y cronosecucional (en el tiempo) de los suelos, figura 1, POULENARD, J. 1996.

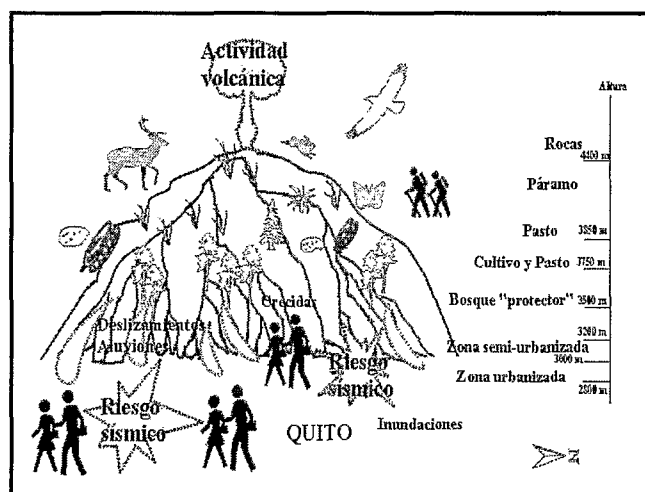


Figura 1 : Esquema del ecosistema y los riesgos potenciales del volcán Pichincha.

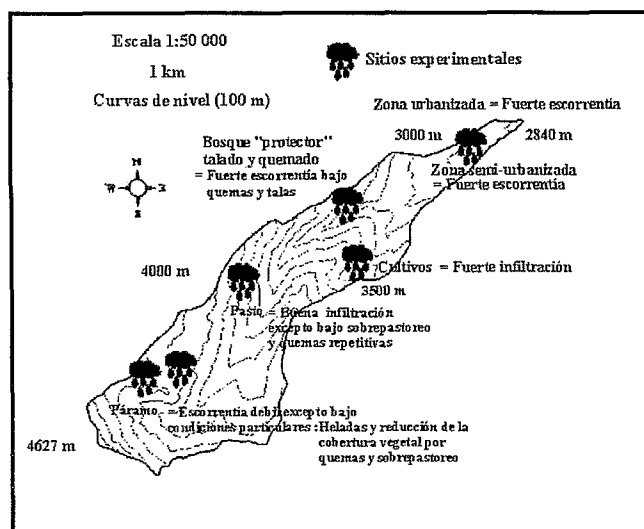
Estos suelos y las capas de cenizas subyacentes tienen una tendencia natural a deslizarse por sus características textural y estructural y las fuertes pendientes donde se encuentran. (RISER, V. y GALLEGOS, D. 1997). La hidrodinámica interna de estos suelos en condiciones naturales está compuesta por una infiltración fuerte y una circulación lateral debido a la presencia de diferentes capas, las mis-

mas que tienen permeabilidad diferente en función del tiempo en que cada capa se quedó y evolucionó en la superficie (paleosuelos actuales).

### Hidrodinámica de los suelos

Los experimentos de simulación de lluvia realizados en parcelas de un metro cuadrado de área, han permitido determinar las características hidrodinámicas y estimar el transporte sólido de materiales superficiales generados por lluvias en cuatro unidades cartográficas no urbanizadas (que se ubican entre los 3.100 y 4.100 msnm) de una cuenca representativa de las Laderas del Pichincha, figura 2, JANEAU et al., 1997.

Así se tiene que en la parte alta de la cuenca (4400-3850 m), el páramo y el matorral que representan 69.9 % de la superficie de la cuenca presenta una fuerte infiltración excepto bajo condiciones particulares (suelo impermeabilizado por heladas y/o granizo), lluvias de intensidades excepcionales y en zonas semi-planas saturadas en agua. Las pendientes fuertes (25-50 %) influyen en el desarrollo de la escorrentía, pero mas aún son las características intrínsecas de los suelos y la densidad de la cobertura vegetal y su material radicular fuerte. Estos dos últimos factores juegan el papel más importante en la infiltración que predomina en este ambiente. Así, se observó que la escorrentía podrá ser multiplicada por ocho para una lluvia intensa de 90 mm si la superficie llega a ser descubierta en lugar de tener su cobertura herbácea natural.



Después una zona de pasto (3850-3700 m) que ocupa 6.1% de la superficie de la cuenca todavía tiene una mayor infiltración, pero es sensible a los aguaceros fuertes. La zona de pastos naturales soporta problemas vinculados con el sobrepastoreo y las quemaduras a las que es sometido el matorral natural para ampliar la superficie con estratos herbáceos y alimentar de esta forma al ganado. Esta zona parece ser la más sensible a la expan-

**Figura 2.- Características hidrodinámicas de los suelos de las vertientes orientales, Cuenca Rumihurcu.**

sión por la facilidad con las cuales se producen las quemas. La compactación de los suelos por sobrepastoreo y la reducción de la porosidad de la superficie por quemas (formación de costras) genera un aumento del escurrimiento fuerte para los aguaceros de intensidades elevadas.

Abajo tenemos la zona de cultivos que representa 10.4% de la superficie de la cuenca con muy buen coeficiente de infiltración, aún con un suelo descubierto, pero que trabajado mantiene una importante porosidad superficial e interna.

Al mismo nivel, la zona del bosque que ocupa 5.9% de la superficie de la cuenca es una gran proveedora de escurrimientos si el suelo está destruido por el mal uso (quemadas y tala del bosque). En estas condiciones logramos tener hasta 90% de escurrimiento para lluvias de intensidad superior a 20mm/h. Además, cortar esa vegetación limita de manera drástica la capacidad de eliminación el bióxido de carbono.

Finalmente, la zona semi urbanizada (> 3200 m) que ocupa el 7.7 % es la mayor proveedora de escurrimientos debido a la impermeabilización de los suelos.

### **Erosión de los diferentes unidades cartográficas**

Se ha trabajado a la escala de 250 m<sup>2</sup> que representa el tamaño promedio de la parcela de los usuarios de las viviendas de la quebrada Rumihurcu. Cada parcela permite también estudiar la hidrodinámica del suelo en relación con la erosión en función del tipo de vegetación y el grado altitudinal (JANEAU et al., 1997). Se seleccionaron dos parcelas experimentales en las unidades cartográficas que parecen a priori las más sensibles a la erosión superficial<sup>1</sup> que son las zonas de cultivo y del bosque "protector" muy degradado por acción antrópica (tala y quema), en pendientes mayores al 50%. Dos años de medición, en la zona de cultivo, nos han dado un promedio anual de 1.2 t/ha/año comprobando el buen uso de la tierra por los campesinos que trabajan con técnicas tradicionales hasta la fecha.

En el bosque, el promedio fue de 2 t/ha/año cuando el bosque acababa de ser talado y quemado. El eucalipto, en estos suelos fértiles y profundos ha podido rebrotar rápidamente y cubrir la superficie. El problema es más agudo cuando se tala el bosque y se construye lo cual impermeabiliza el suelo generando más escorrentía.

Además, se estudia una parcela ubicada en el páramo para saber si esta es sensible a la escorrentía o si por el contrario, esta área se comporta como un gran reservorio de agua útil a la ciudad de Quito. Los primeros resultados permiten ver

---

<sup>1</sup> Erosión superficial: es la cantidad de material arrastrado por la lluvia y la escorrentía sin desplazamiento de terreno en masa y sin incluir los flujos de lodos.

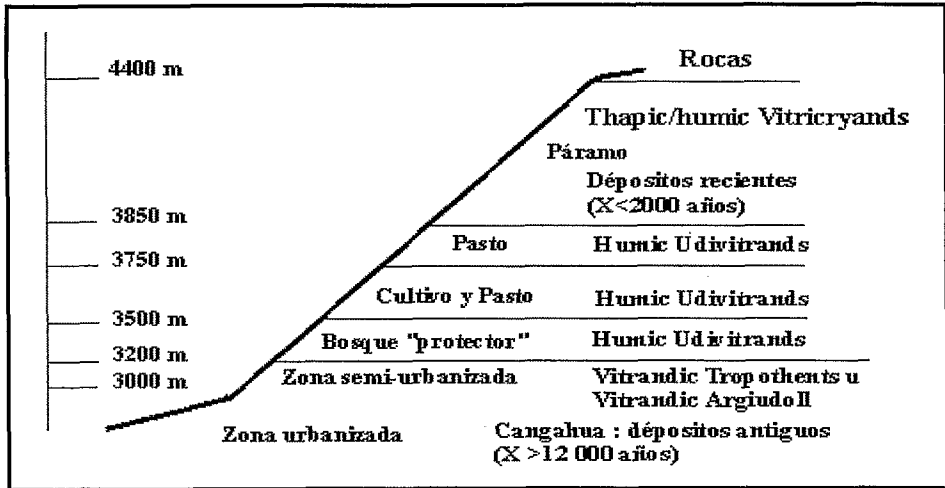


Figura 3.- Clasificación de los suelos utilizando la Soil Taxonomy of United States department of Agriculture (USAD).

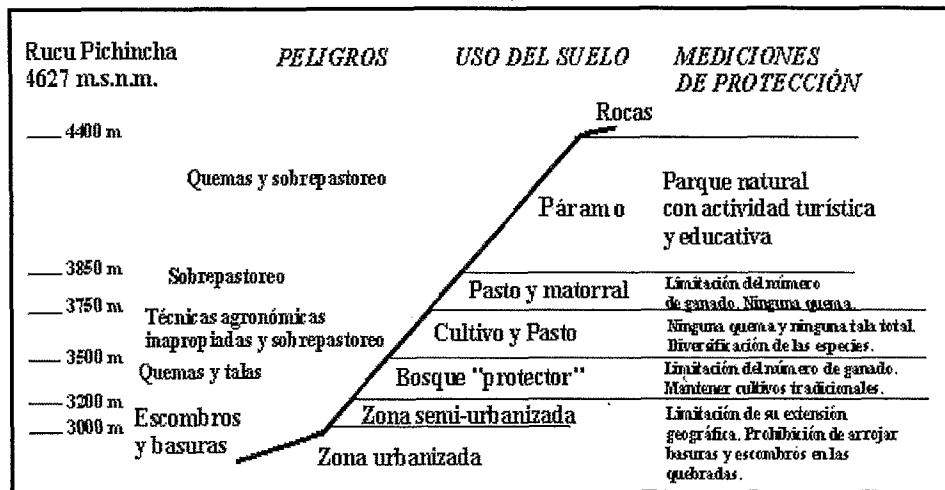


Figura 4.- Medidas de protecciones en función del uso del suelo.

poca erosión pero un aumento del escurrimiento cuando el páramo es quemado dejando el suelo descubierto por reducción del tamaño de las matas de *Stipa itchu*.

### Acción antrópica y protección del ecosistema

Los estudios hidroedafológicos aprecian las evoluciones del ecosistema en la cuenca Rumihurcu que permiten definir los riesgos vinculados a una fuerte

antropización, (figura 3) y las medidas que se deberían adoptar para mitigarlos, (figura 4).

El aumento generalizado de los escurrimientos en cada estrato altitudinal del volcán, es mayor debido al mal uso de los suelos por el hombre. Así, se aumenta el tamaño y la frecuencia de las crecidas, inundaciones, deslizamientos hasta aluviones que puede llegar a la ciudad de Quito destruyendo viviendas y causando heridos y muertos debido a la potencia de estos eventos.

### **Conclusión**

Naturalmente, el ecosistema del volcán Pichincha posee una erosión global a nivel geomorfológico que genera derrumbes y deslizamientos. La saturación en agua de los suelos, la cronodistribución del suelo en capas de cenizas más o menos endurecidas y la degradación de la superficie del suelo aumenta la proporción del suelo a debilitarse y/o a quedarse inestable. La cuenca de la quebrada Rumihurcu es una muestra de lo que está pasando en las otras cuencas de las laderas orientales del Pichincha, ya que esta zona periurbana es ecológicamente frágil, debido a las presiones humanas (invasiones), cada vez mayores talas de bosques, etc., estos espacios están siendo utilizados tanto para agricultura y en mayor grado para asentamientos humanos. Es urgente tomar medidas de protección que permitirán mitigar los riesgos de crecidas, inundaciones y hasta flujos de lodo que afectan de manera recurrente la ciudad de Quito.

### **Bibliografía**

- Janeau (J.L.), Cisneros (F.), Cueva (C.), Poulénard (J.), Viveros (P.), 1997. Informe de actividades del mes de marzo de 1996 hasta el 15 de mayo de 1997: Primeros resultados de la área de edafología. 222 pp. EMAAP-Q/INAMHI/ORSTOM. A.P. 1711 6596, Quito, Ecuador. P. 160-215.
- Perrin J.L., Sierra (A.), Fourcade (B.), Poulénard (J.), Risser (V.), Janeau (J.L.), Gueguen (P.), Semiond (H.), 1997. Quito face à un risque d'origine naturelle. La lave torrentielle du 31 mars 1997 dans le quartier de la Comuna. Documento ORSTOM-EMAAP-Q.
- Poulénard, J. 1996. Caractérisation et classification de sols dérivés de cendres volcaniques récentes. Volcan Pichincha (Equateur). France, INAP-G-Paris, D.E.A. National de Science du sol. 52 p.
- Risser, V. y Gallegos, D. 1997. Estudios de los movimientos de tierras en las laderas del Pichincha- Informe de 1996. EMAAP-Quito, Proyecto SISHILAD, 31 p.
-

# BOLETIN

# Informativo

Nº 18

JULIO • 1999

## CONTENIDO

Editorial-----	2
Características hidrodinámicas y erosivas de los andisuelos dentro de una cronotoposecuencia representativa de las vertientes orientales del volcán Pichincha. Propuesta de un plan de protección del ecosistema-----	3
Los suelos de las altas tierras Andinas: los páramos del Ecuador -----	7
Reuniones y Seminarios -----	15
Cursos y Entrenamientos -----	15
Suscripciones-----	16



**SOCIEDAD ECUATORIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO**


## EDITORIAL

Con este número, reiniciamos la publicación del Boletín de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo (SECS), que esperamos sirva de medio de información y comunicación entre todos los miembros de nuestra Sociedad. En este boletín se encontrarán artículos que documenten los avances en la Ciencia del Suelo, en el Ecuador y en otros países. Además, aparecerán anuncios de interés para los profesionales especialistas en los diferentes campos relacionados con el recurso del suelo, referentes a becas de estudios, reuniones científicas, oportunidades de trabajo o contactos varios. Sin embargo, no quisiéramos que el Boletín sea solo una vía de información, sino más bien un instrumento que permita una comunicación permanente entre la directiva de la Sociedad y los socios. Esperamos pues una actitud muy positiva y una colaboración permanente de todos los que hacemos la Sociedad.

Además, este año se cumplen 30 años de la fundación de la SECS. La fundación de la Sociedad fue posible gracias al interés de algunos colegas, entre los que destacó la figura de nuestro recordado compañero César Herrera, quienes establecieron la primera Sociedad de especialistas dentro del campo de la agronomía. A pesar de los altibajos, propios de un país sin tradición en la formación de sociedades duraderas, de la actitud más bien pasiva de los profesionales y de la situación general de la economía del Ecuador, la SECS ha podido mantenerse. Queremos ahora inyectar optimismo entre nuestros colegas porque consideramos que tenemos recursos humanos e imaginación para contribuir al desarrollo del Ecuador y a nuestro mejoramiento profesional. Esperamos que con la publicación de este boletín informativo iniciemos una nueva etapa en la vida de la SECS.

Se tratará de enviar este boletín al mayor número de colegas, sin embargo, como ya indicamos, esperamos la respuesta optimista de todos los socios. Esta respuesta se puede iniciar cuando quienes reciban el boletín lo hagan conocer a otros colegas, especialmente colegas jóvenes, a quienes se pueda invitar a formar parte de la SECS.

Por otro lado, queremos reiniciar la actividad científica con el VII Congreso de la SECS que esperamos se realice durante el primer semestre del próximo año. Una invitación formal para participar en este evento aparecerá en nuestro próximo boletín. Esperamos el apoyo y participación entusiasta de todos los miembros de nuestra Sociedad en este evento.



Dr. Fausto Maldonado  
Presidente de la SECS