



INFORME DE ASISTENCIA A:

PASI 2011 – Open Vent Volcano Hazards Workshop

**Michigan Technological University y Universidad de
Costa Rica
San José, Costa Rica
*Del 9 al 23 de Enero del 2011***

POR:

Ing. Edu Taipe Maquerhua
Oficina de Vulcanología - Arequipa
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

San Borja, 15 de Febrero del 2011

CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. PARTICIPANTES**
- 4. DESARROLLO DEL EVENTO**
- 5. LOGROS OBTENIDOS**
- 6. CONCLUSIONES**
- 7. RECOMENDACIONES**
- 8. ANEXO: FOTOS**

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han hecho grandes avances en la tecnología digital, espacial, óptica, entre otras, lo que ha impulsado el desarrollo y uso de herramientas de teledetección para el estudio de los peligros geológicos, es así que se viene intensificando su uso en diferentes disciplinas y aplicaciones. Esto gracias al aporte de instituciones científicas y centros de investigación de los países desarrollados que mantienen el tema de gestión de riesgos geológicos en niveles prioritarios.

Los territorios de América Latina, también están predispuestos a la ocurrencia de eventos naturales de tipo destructivos como erupciones volcánicas, deslizamientos, terremotos y huracanes, y a pesar de estar cerca de la comunidad científica de EEUU, se invierte poco en el desarrollo de las actividades científicas para afrontar estos fenómenos. Es entonces una de las tareas pendientes salvar esta deficiencia e impulsar desarrollo de la ciencia de la prevención en nuestros países y estimular los esfuerzos internacionales por reunir representantes de la ciencia crítica de EEUU y sus contrapartes latinoamericanas con la finalidad de desarrollar proyectos de cooperación.

En tal sentido la Universidad Tecnológica de Michigan en convenio con la Universidad de Costa Rica organizan el taller "PASI 2011: Open Vent Volcano Hazard" bajo el patrocinio de la National Science Foundation, con el propósito de financiar la asistencia de líderes de investigación (15 de los EEUU, 15 de países Latinoamericanos) dedicados a temas de desarrollo de herramientas de sensores remotos y manejo de crisis de tipo volcánica, además de la participación de 30 profesionales con diferentes especialidades provenientes de observatorios vulcanológicos de América Latina, este taller se llevó a cabo en la ciudad de San José (Costa Rica) en los ambientes de la Universidad de Costa Rica durante dos semanas de conferencias, laboratorio de computación y experiencias de campo destinado a desarrollar temas referentes a la teledetección, y a la Mitigación de Riesgos Naturales en América Latina.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este evento fue reunir científicos de diferentes países que trabajan con herramientas de teledetección y en temas de ciencias sociales orientadas a disminuir los riesgos por erupciones volcánicas, para establecer y/o fortalecer los lazos de cooperación interinstitucionales y personales, de manera que se intensifiquen los trabajos de investigación y manejo de nueva tecnología en países latinoamericanos.

3. PARTICIPANTES

En este evento participaron 60 especialistas dedicados al desarrollo y uso de herramientas de teledetección, así como profesionales dedicados a la gestión de riesgos de diferentes países y en especial de EEUU y Latinoamérica, por cuanto el evento tenía como intención reunir a vulcanólogos con diferentes capacidades y experiencias con la intención de exponer sus trabajos e intercambiar opiniones, respecto de la vulcanología y sus avances en Latinoamérica.

Se pudo apreciar la participación de científicos y técnicos de EEUU, Inglaterra, Costa Rica, Francia, Canadá, Argentina, Perú, Chile, Ecuador, Colombia, El Salvador, Panamá, México, Italia, Nicaragua, Puerto Rico, España, Italia.

El suscrito participó en el evento con una ponencia, presenté el tema "Monitoreo de deformación en Volcanes Activos en el Perú"; el día 20 de Enero, a las 10:30 Hrs. (hora local de Costa Rica), dentro de la Sesión: GPS systems and precise measurements of deformation.

4. DESARROLLO DEL EVENTO

A este evento participaron vulcanólogos con diferentes especialidades en geología, geodesia, geoquímica, gestión de riesgos, física, sistemas, comunicación, todos orientados a desarrollar y usar herramientas de teledetección. El programa organizado para mostrar los avances de la teledetección y gestión de riesgos en la vulcanología se dividieron en sesiones por cada especialidad y se planificaron dos excursiones a campo en los volcanes Arenal y Poas.

El programa científico se desarrolló de la siguiente manera:

Día 1 (10/01/2011)

SESION 1: Volcanic ash sensing/mapping

Workshop Welcome and Intro to volcanic ashfall hazards and sensing (*Bill Rose*)

- Ashfall and its hazards
- Satellite based ash detection and VAACs
- Trajectory models, numerical fallout models

Recent developments in volcanic ash remote sensing (*Fred Prata*)

- Present and future detection improvements and technology
- High spectral resolution techniques
- Gas/particle separation

Computing Lab sessions on Eyafyallajokull cloud sensing using ENVI software (*Fred Prata & Bill Rose*)

SESION 2: Volcanic Threat Assessment

Assessing the Volcanic Threat in Latin America (*Jose Luis Palma*)

- Intro to volcanic threat
- Distribution of volcanoes and population around volcanic centers in L-A
- The NVEWS scoring method
- Volcanic Threat in selected L-A countries (Central America and Chile)
- Pros and Cons of this type of assessment
- A couple of examples of different scenarios, with different hazards, exposure, and final threat.

Hazard, Threat, Vulnerability and Risk *Hugo (Delgado Granados)*

- What do all these terms mean? Definitions
- Differences and similitude in English and Spanish
- Data collection on eruptive history and monitoring efforts in Latin-American volcanoes:
- preliminary results
- Examples of Hazard and Risk studies in Latin-American countries

Volcanoes in Costa Rica (*Guillermo Alvarado*)

- Geological Context
- Activity and Hazard/Risk Assessment

Discussion (*participation of the workshop attendees*)

- Efforts to assess volcanic hazards and risk in L-A countries
- Efforts to communicate these assessments to the general public and decisionmakers/stakeholders.
- Integrating volcano monitoring with hazard/risk assessments.

Día 2 (11/01/2011)

SESION 3: OMI and other volcanic SO2 sensing

Introductory lecture (*Simon Carn, with contributions from Fred Prata*)

- Motivation for SO₂ measurements (volcano monitoring, climate, health impacts etc.)
- Brief overview of techniques used to measure SO₂ (from direct fumaroles sampling to satellite retrievals) – subsequent focus will be on remote sensing
- Spectral regions used for remote sensing of SO₂ (UV, IR, microwave)
- Radiative transfer considerations for SO₂ remote sensing
- Spectral and spatial resolution – impacts on sensitivity etc.
- Retrieval methodologies

Computer lab: Mini-lecture and website demonstration/exploration (*Simon Carn*)

- Satellite remote sensing of volcanic SO₂ emissions
- Overview of satellite sensors currently used for SO₂ sensing
- Satellite total column SO₂ measurements
- SO₂ burdens (top-down) vs. SO₂ emission rates (bottom-up)
- Sources of satellite SO₂ data
- OMI SO₂ websites (NOAA, UMBC, MTU)
- AIRS NRT SO₂ alerts
- IASI SO₂ alerts (ULB)
- NASA Mirador, LANCE
- Examples of satellite SO₂ measurements at 'open-vent' volcanoes, using examples from Central America

Lab session: Satellite SO₂ data processing lab exercise (*Simon Carn*)

- SO₂ website demonstrations
- SO₂ data download demonstration
- OMI data processing with OMI plot software (IDL)
- AIRS SO₂ retrievals?

SESION 4: Gas sensing equipment demonstration

Ground-based (non-imaging) SO₂ measurement techniques (*José Palma y Lizzette Rodriguez*)

- Theory
- Geometrical considerations for volcanic plumes buoyant vertical plumes)
- Wind (plume) speed estimation
- Hands-on demonstrations of remote sensing instrumentation (mini-DOAS, FlySPEC, UV camera, FTIR)

Chemistry of SO₂ in tropospheric volcanic plumes (*Lizzette Rodriguez*)

- Discussion of SO₂ loss rates and consequences for plume measurements
- Rates of gas-phase and aqueous-phase SO₂ oxidation reactions
- Cloud-processing of volcanic SO₂ (significant in the tropics)
- H₂S and other sulfur species
- Aerosol measurements (sun photometry)

Validation of SO₂ measurements (*Simon Carn*)

- Satellite inter-comparisons
- Comparisons of coincident satellite-based and ground-based retrievals
- Comparisons between satellite retrievals and in-situ SO₂ measurements
- Use of balloons, UAVs, aircraft etc.

Día 3 (12/01/2011)

FIELD TRIP: Poas Volcano, Demonstrations of field use of various instruments.

Field trip leaders: Raúl Mora and Carlos Ramírez

Día 4 (13/01/2011)

SESION 5: InSAR Deformation Mapping and Modeling

Part I: basics of synthetic aperture radar (SAR) imaging. This part provides principles to interpret SAR images and compare between optical (e.g., Landsat, ASTER, etc) and radar remote sensing (*Zhong Lu*).

Part II: interferometric SAR (InSAR) processing. This part illustrates how InSAR works, demonstrates InSAR processing procedures, and details various artifacts in InSAR processing and procedures to reduce/remove them (*Zhong Lu*).

Part III: InSAR deformation modeling. This part demonstrates how to model InSAR deformation images to infer physical parameters of the deformation source (*Zhong Lu*).

Part IV: InSAR application, SAR data availability, and InSAR processing software. An overview of InSAR applications on volcanic and other natural hazards, and discusses the availability and access of satellite SAR/InSAR data and InSAR processing software (*Zhong Lu*).

Día 5 (14/01/2011)

SESION 6: El papel de los volcanólogos en el manejo de las crisis volcánicas

- La percepción del riesgo y su definición. (*Rüdiger Escobar Wolf*)
- Teoría sobre sistemas de alerta temprana. (*Rüdiger Escobar Wolf*)
- El problema del riesgo en el volcán Galeras. (*Milton Ordoñez*)
- El desarrollo de la crisis en el volcán Santa Ana, El Salvador, en el año 2005. (*Dolors Ferres and Luke Bowman*)
- Los esfuerzos actuales para la reducción del riesgo volcánico en Nicaragua. (*Martha Navarro*)
- El papel "tradicional" de los volcanólogos en el manejo de crisis volcánicas. (*Rüdiger Escobar Wolf*)
- El cambio de paradigma hacia las estrategias participativas para la reducción del riesgo volcánico. (*Luke Bowman*)
- Panel discussion. Cuál es el papel de los volcanólogos en el manejo de las crisis volcánicas. (*Rüdiger Escobar Wolf & Luke Bowman*).

Día 6 (15/01/2011)

SESION 7: UV camera, DOAS and FTIR

UV camera lecture (*Patricia Nadeau*)

- Theory review
- Advantages of the technique (high temporal resolution, 2D, comparison with other geophysical data etc.)
- UV camera configurations: single/multiple filters, dual camera, filter wheel
- Practical set-up in the field, geometrical considerations
- Data processing (including plume speed algorithm?) – explore in lab session
- Examples (Fuego, Pacaya, Villarrica)

- Integration/correlation with other datasets (e.g., Nadeau *et al.*, GRL, in press)
- Lab session: UV camera laboratory exercise (*Patricia Nadeau*)
- Data processing with MTU Matlab code

DOAS applications at active volcanoes (*Patricia Nadeau*)

- We could include a short lecture here on ground-based DOAS measurements, including new techniques
- Automated scanning spectrometer networks (NOVAC)
- High temporal resolution data acquisition (1 Hz) with wide-angle telescope
- Max-DOAS
- Imaging DOAS
- Active long-path DOAS for halogen species
- Direct sun DOAS
- Plume tomography

Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy at active volcanoes (*Simon Carn*)

- Overview of FTIR theory
- Advantages of the technique (high temporal/spectral resolution, multiple gas species (SO₂, CO₂, HCl, HF, etc.), comparison with other geophysical data etc.)
- Practical set-up in the field
- Data processing (perhaps some Poas and/or Turrialba data, if we can get it...)
- Examples

FIELD TRIP: Arenal Volcano and Tilaran (2:00 pm)

We will eat lunch on the bus and drive to Fortuna for the night. Hotel:

Día 7 (16/01/2011)

Arenal Volcano field work.

Field trip leaders: *Guillermo Alvarado I*, Gerardo J Soto

Día 8 (17/01/2011)

Tilaran and Central Highlands of Costa Rica

Leave for OSIVAM facilities in Tilarán highlands for working with Waldo Taylor; Back to Tilarán town; Visit to Chopo volcano and overview of the morphology and ignimbritic plateau in northwestern Costa Rica.

Día 9 (18/01/2011)

SESSION 8: Seismo-acoustic data applications part 1

- Overview lecture on eruptive seismicity and precursors for open-vent systems (*Diana Roman, Gregory Wait*)
- Overview lecture on volcano infrasound, instrumentation fundamentals, and recorded signals (*Jeffrey Johnson*)
- Lecture on integrated seismo-acoustics (*John Lyons, Nick Varley, Jeffrey Johnson*)
- Lecture on patterns and source processes of VT earthquakes and earthquake eruption triggering at open-vent volcanoes (*Diana Roman, Mel Rodgers*)
- Lecture on patterns and source processes of long-period seismicity (VLP, LP, tremor) at open-vent volcanoes (*Gregory Wait, Mauricio Mora, John Lyons*)
- Costa Rican volcanoes - application of techniques and interpretation of data in the context of physical volcanology (*Mauricio Mora*)

- Short research presentations by workshop participants

Día 10 (19/01/2011)

SESION 8: Seismo-acoustic data applications, part 2 (all day in computer lab)

Group A - Broadband seismometer demo/installation (*John Lyons, Mel Rodgers*)

Group B - Seismic data processing with seisan (*Diana Roman, Mauricio Mora*)

Group C - Advanced seismic data analysis (*Gregory Wait*)

Group D - Acoustic hardware and data processing (*Jeffrey Johnson, Nick Varley*)

Día 11 20/01/2011

SESION 9: GPS systems and precise measurements of deformation

GPS methodology: absolute positioning (*Charles DeMets*)

GPS methodology: differential positioning (*Charles DeMets*)

Case studies :

- Peruvian volcano monitoring (*Edu Taipe*)
- Machin Volcano - Colombia (*Milton Ordonez*)
- Concepcion volcano – Nicaragua (*Jose A. Saballos*)

Practical session #1: Absolute positioning exercise (*Charles DeMets*)

Practical Session #2: Reference frame exercise (*Charles DeMets*)

Día 12 (21/01/2011)

SESION 10: Applications of IR cameras in volcanic regions

Principals and Short History of the Use of Thermal Cameras in Volcanology (*Fred Prata*)

Applications/Case studies I – Monitoring of Effusive Eruptions:

- Kilauea (*Matt Patrick*)
- Bezymianny and other Kamchatkan volcanoes (*Mike Ramsey*)
- Volcán de Colima (*Nick Varley*)

Theory & application of multispectral thermal imaging camera (*Fred Prata*)

Applications/Case studies II – Study of Explosive Eruptions:

- Stromboli (*Matt Patrick*)
- Santiaguito (*Nick Varley*)
- Volcán de Colima (*Nick Varley*)

Applications/Case studies III – Passive Volcanic Activity (lava lakes, crater lakes, hydrothermal fields, other applications):

- Turrialba (*Mauricio Mora*)
- Fumaroles, mud pots (*Mike Ramsey*)
- El Chichón (crater lake) (*Nick Varley*)

Passive Volcanic Activity (lava lakes, crater lakes, hydrothermal fields, other applications):

- Turrialba (*Mauricio Mora*)
- El Chichón (crater lake) (*Nick Varley*)

Practical Session (1)

- Simple experiments on the influence of pixel size, emissivity etc., hot & cold objects (*Robert Wright, Nick Varley*)
- Demonstration of multispectral imaging cameras A (*Mike Ramsey*)
- Demonstration of multispectral imaging cameras B (*Fred Prata*)
- Thermal data processing (Matlab scripts) (*Matt Patrick*)
- Analysis of images collected from field trips (*Mauricio Mora*)

- Demonstration of installed camera at Turrialba (*Mauricio Mora*)

Practical Session (2)

Application of Fixed IR cameras (Matt Patrick)

Día 13 (22/01/2011)

SESION 11: Satellite-based thermal IR Anomalies

- Thermal remote sensing of active volcanism - theory and overview (*Rob Wright*)
- Eruption detection and monitoring algorithms (*Rob Wright*)
- ASTER and its application to volcanic hazard assessment (*Mike Ramsey*)
- The use of thermal remote sensing in an operational volcano observatory (*Matt Patrick*)
- Low resolution thermal remote sensing of volcanoes using AVHRR (*Matt Patrick*)
- Lab II: High resolution thermal remote sensing of volcanoes using ASTER (*Matt Patrick*)

Día 14 (23/01/2011)

SESION 12: Modelling of hazards (Ashfall, lahars, etc) VHub session

Introduction to VHUB (*Jose Palma*)

- What is Vhub?
- Education, Collaboration, Research, Discovery
- Using the web-based interface: on-line examples (requires internet connection)
- Simulation Tools
- Modeling and simulations on Vhub: examples using HAZMAP

Methodology for elaboration of hazards maps (*Hugo Delgado*)

- Background
- Philosophy
- Basic principles
- Methodology
- Tools
- Examples
- Concluding remarks
- Questions and/or discussion

Introduction to modeling volcanic gravity currents: debris avalanches, lahars (and debris flows), pyroclastic flows (and block-and-ash flows) (*Jose Palma*)

- Brief description of these phenomena; show examples
- Differences and similitude
- How can these flows be modeled? From statistical to deterministic models
- H/L and energy line concept
- LAHARZ
- 2D shallow-water models: TITAN2D, VOLCFLOW, DAN3D

TITAN2D- Theory (*Jose Palma*)

- Development of 1D model; explain rheology model
- Full set of shallow-water equations
- Model strengths and limitations
- Examples that illustrate the effect of model parameters and DEM

TITAN2D - Applications (*Sarah Ogburn*)

- DEM: characteristics and pre-processing
- How to measure or estimate the parameters of the model
- Examples of how TITAN2D has been used for modeling specific flows and for hazard assessment

TITAN2D- Hands on exercises (*Sarah Ogburn and Jose Palma*)

- Obtaining and processing the DEM
- Show an example running on Vhub; explained step by step
- Set a new exercise for everybody to run on their computer

5. LOGROS OBTENIDOS

Uno de los aspectos más resaltantes que se ha logrado tener en este taller es el intercambio de experiencia y herramientas de análisis para el monitoreo de deformación en volcanes activos, es así que se ha logrado contactar nuevos investigadores para intercambiar opiniones y discutir la metodología funcional en el uso de métodos geodésicos para el monitoreo y estudio de peligros geológicos, en bien de nuestra institución, los cuales mostraron interés en apoyar las investigaciones y trabajos sociales que venimos ejecutando en la Oficina de Vulcanología.

Dentro de los cuales podemos mencionar por su gran trayectoria y prestigio profesional a:

- Dr. Chuck DeMets (especialista en GPS, University of Wisconsin, EEUU)
- Dr. Zhong Lu (especialista en InSAR, USGS - VHP InSAR Research Group, EEUU)
- Dr. Milton Ordoñez (vulcanologo-geodesta, INGEOMINAS, Colombia)

Puntualmente puedo describir logros alcanzados en 2 temas, GPS e InSAR:

Respecto al GPS, el Dr. Chuck DeMets presentó los nuevos procedimientos para procesar datos de GPS tomando menores tiempos de lecturas en campo (menos de un día para cada estación), es así que se está desarrollando el algoritmo APP para obtener posicionamientos absolutos si emplear bases de referencia como se suele trabajar normalmente. Por otro lado se ha contactado con los desarrolladores del Software GAMIT/GLOBK que también es usado para procesamiento de datos GPS en modo diferencial, y este es un software libre, ya contamos con el código fuente y está instalado en la computadora portátil en el S.O. Linux, ahora estamos en la etapa de procesamiento para corroborar los datos obtenidos con el software que usamos actualmente el cual es comercial y contamos con una licencia de prueba.

En cuanto a InSAR, este tema estuvo a cargo del Dr. Zhong Lu, y lo más resaltante fue, adquirir una copia del software ROI_PAC que también es de uso libre y entablamos contacto para trabajar en el procesamiento de imágenes usando este software.

También se ha participado en reuniones de trabajo para la creación de la Asociación Latinoamericana de Vulcanología, donde se incentivará a participar a todo el grupo de vulcanología del INGEMMET, con la finalidad de tener acceso a intercambio cultural entre vulcanólogos de Latinoamérica, capacitaciones etc. Por otro lado, junto a los profesionales de geodesia se han establecido las primeras pautas para formar un grupo de trabajo solido que podría estar enmarcado dentro de la sociedad latinoamericana de vulcanología.

6. CONCLUSIONES

- Lo más resaltante de mi participación en este evento fue la adquisición de herramientas informáticas para procesar la información que poseemos con un nivel científico más confiable y óptimo.
- La presentación de trabajos realizados por el grupo de vulcanología en eventos internacionales es muy importante, por cuanto científicos de alto nivel, pueden ver los avances que se vienen realizando en el Perú y da oportunidad que se interesen en realizar trabajos geocientíficos en nuestro país.
- Por otro lado, asistir a las presentaciones de otros colegas y compartir la experiencia adquirida, amplia nuestra capacidad de progreso en el trabajo que realizamos puesto que de esta manera podemos refrescar las ideas para aplicarlas en nuestras especialidades.
- La participación a este evento, me ha permitido entablar nuevas relaciones profesionales con colegas que se desempeñan en el mismo tema que desarrollamos aquí, de manera que podremos compartir nuestras experiencias.

7. RECOMENDACIONES:

Conociendo el nivel alcanzado en la instrumentación para monitoreo volcánico en otros países, me permito decir que para seguir estos es necesaria la continua capacitación del personal de la Oficina de Vulcanología, así como también la participación a eventos nacionales e internacionales, para comparar y compartir trabajos y experiencias.

En el ámbito de la investigación vulcanológica, el espíritu de cooperación de los científicos de otras latitudes nos permite contar con nuevas herramientas y a costos bajos. Es importante mostrar nuestra labor afuera y gestionar la cooperación con otras instituciones, y este tipo de eventos resultan ideales para lograr este objetivo.

8. ANEXO: FOTOS
ALGUNAS FOTOS DE LA PARTICIPACION EN EL EVENTO



Foto 1.- Visita al volcán Arenal.



Foto 2.- Instalación de una estación sísmica GURALP en el Volcán Arenal.

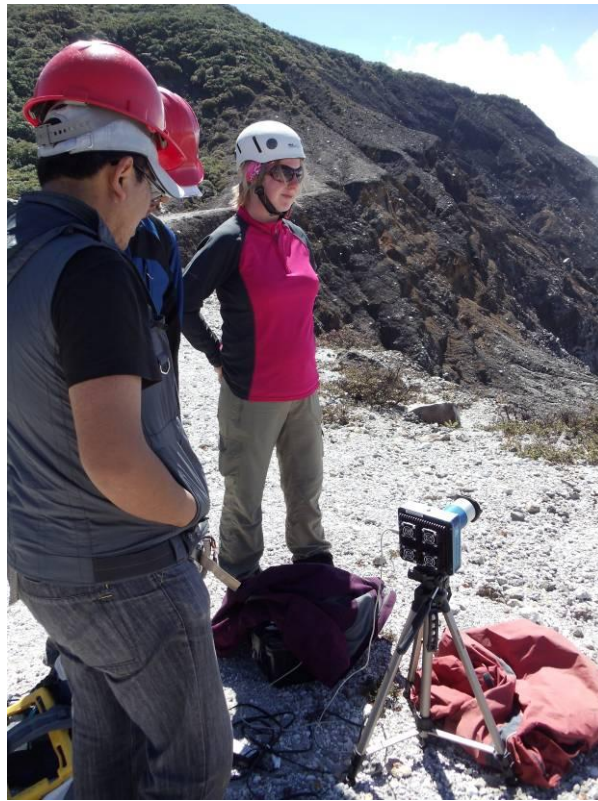


Foto 3.- Sensor de SO₂, Volcán Poás



Foto 4.- Reconocimiento de depósitos de flujos del volcán Arenal.



Foto 5.- Participantes del evento PASI2011



Figura 6.- Ponencia del trabajo de monitoreo de deformación de volcanes peruanos.