

PRESENTACIÓN

Este libro titulado **Atlas de Deslizamientos, y Sistemas de Alerta Temprana en Nicaragua** fue elaborado, como un valioso recurso didáctico que orientan el desarrollo de contenidos básicos para la práctica de valores culturales con el fin de que estos sirvan a sus lectores para el aprovechamiento de conocimientos adquiridos por el que aprende.

Este material está diseñado de manera clara para que pueda ser leída y comprendida por sí misma, constituyendo una herramienta pedagógica útil y practica en la satisfacción de las iniciativas de superación y formación académica de sus interesados, fortaleciendo sus capacidades actuales.

Con este libro de texto, el lector podrá cumplir a cabalidad con las funciones didácticas correspondientes y tendrá la facilidad de enseñar y afianzar cada contexto, definición, procedimiento, etc.

Estimado lector (a) de este libro, tenemos que ser amigos inseparables, sino pensemos en lo que nuestro gran poeta Rubén Darío dice:

“Libros extraños que halagáis la mente en un lenguaje inaudito y tan raro, y que de lo más puro y lo más caro, hacéis brotar la misteriosa fuente”.

Sin más que decir,

Agradeciendo la confianza depositada en mí

Atentamente

Tupak Ernesto Obando Rivera

(Autor)

Amenaza por deslizamiento al suroeste del cerro volcán, Dipilto Viejo, Nueva Segovia

Tupac Obando – tobando_geologic@yahoo.com

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Objetivo](#)
4. [Características físicas del sitio afectado](#)
5. [Rasgos geomecánicos del deslizamiento](#)
6. [Conclusiones](#)
7. [Recomendaciones](#)
8. [Bibliografía](#)

RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito evaluar la situación actual de la amenaza por deslizamiento en al Suroeste Cerro El Volcán a partir de la confluencia de factores influyentes en el desarrollo de este movimiento de masa. Este estudio basado en estudios bibliográficos, descripciones y mediciones geológicas de campo, consulta a técnicos locales e interpretaciones de datos meteorológicos apoyados del programa de cómputo ARcGis 9.

De este trabajo se concluye que condiciones geomecánicas del terreno, aptitud física de los suelos, pendiente del relieve, acumulado de lluvia que alcanzan los 780mm, sumados al peso transmitido por la abundante vegetación, laboreo agrícola, efectos del agua superficial de escorrentía, sismicidad local y otros intervienen en el desarrollo de nuevos procesos de inestabilidad de ladera al suroeste del Cerro El Volcán.

I.- INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue realizada en un área al Suroeste del Cerro El Volcán en Dipilto Viejo, Departamento de Nueva Segovia del año 2006.

En sector inferior de este movimiento de masa se encuentra la Hacienda Mery Felipe Barreda y propiedades privadas de habitantes del lugar, siendo estos afectados al ocurrir este evento por los daños ocasionados en sus plantaciones de café.

Adyacentes del sitio de interés, a 200m, se localiza una estación meteorológica que almacena y mide datos pluviométricos locales (**Fotografía 1 y Figura 1**). Este equipo fue instalado por instituciones técnicas del país encargada dar seguimientos a las condiciones climáticas de Nicaragua.

II.- OBJETIVO

Evaluar la situación actual de condiciones de inestabilidad en la ladera media del cerro El Volcán referido a la ocurrencia de deslizamiento de tierra local. Determinar factores influyentes en el desarrollo de este movimiento de masa. Recomendar medidas de mitigación y prevención.



Fotografía 1: Pluviómetro de Estación meteorológica señalado con flecha color rojo en proximidades de Cerro El Volcán, Dipilto. Ocotal.

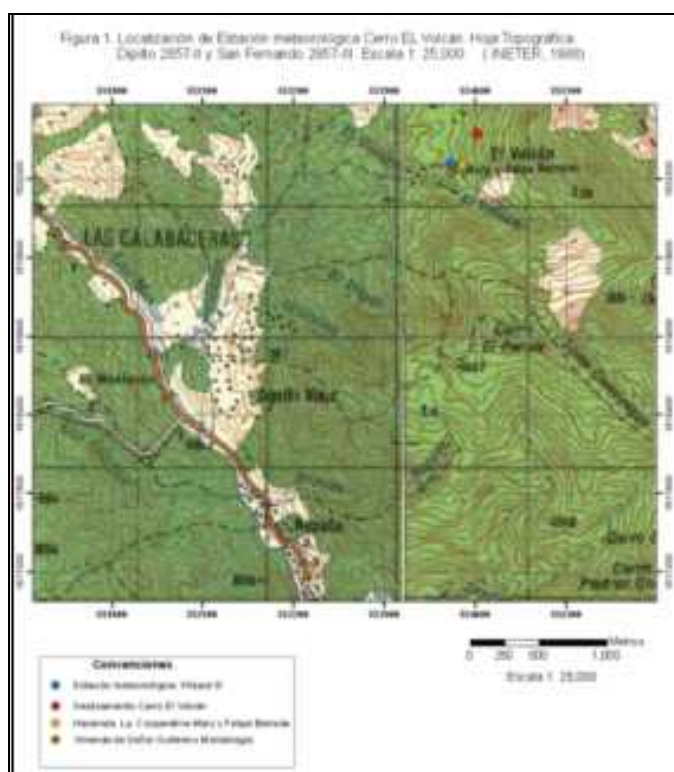


Figura 1: Localización de Estación Meteorológica (punto rojo) Cerro El Volcán. Hoja Topográfica Dipilto 2857-II y San Fernando 2957-II. Escala ampliada 1:25,000. (INETER, 1988).

III.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SITIO AFECTADO

Recientes lluvias acaecidas en el lugar, registradas por instituciones técnicas de Nicaragua, reportan valores entre 450 y 780mm para meses de Enero a Junio contribuyendo con el desarrollo de extensa cobertura vegetal asentada en suelo arenoso, suelto saturable.

Asimismo, la escorrentía superficial del agua que descende de partes altas de la ladera del cerro, erosionan y borran evidencias de deslizamiento ocurrido en este sitio (**Fotografía 2**). Esto no permite observar bien el escarpe principal del deslizamiento. Sin embargo, se calcula para este movimiento de masa dimensiones de 20 m de ancho, 25 de largo y 5m de profundidad, de acuerdo con los límites de afectación de cultivos de café.



Fotografía 2: Frondosidad de vegetación en Cerro El Volcán. Se indica con flecha color rojo sitio del deslizamiento donde escurre agua superficial proveniente de sectores superiores.

IV.- RASGOS GEOMECÁNICOS DEL DESLIZAMIENTO

La rotura con forma de herradura inicia al suroeste de ladera media del cerro El Volcán, tiene 500m² de superficie deslizada, esto obedece a lluvias intensas resultante de la persistencia temporal del Huracán Mitch (Fotografía 3).



Fotografía 3. Localización de escarpe principal de deslizamiento Cerro El Volcán

En el sitio de afectación se evidencia un movimiento escalonado de masa de suelo desplazada visto a través de la distribución particular de vegetación local e irregularidades nuevas del relieve, esto sugiere actividad del movimiento en masa.

De acuerdo con la opinión de autores nacionales este lugar constituye una zona de arranque de forma circular, semi-profundo que alcanza la quebrada El Volcán a través de pequeños cauces con ayuda de pendiente, en donde se ha registrado desplazamiento máximo horizontal de 22 cms, con una movilidad de 1.84 cms/mes (Fotografía 4 y 5).

Se estima para este depósito que fue removido un volumen de 11,467m³ y lo que esta estático en condiciones de moverse un volumen de 236,615m³.



Fotografía 4. Escarpe principal en ladera inferior Suroeste de Deslizamiento de Cerro El Volcán. Fuente: INETER.

V.- CONCLUSIONES

En el sitio se manifiesta follaje extenso de vegetación que enmascara toda evidencia del deslizamiento, siendo casi no perceptible y activo, en espera de moverse por futuras lluvias intensas. Por otra parte, las condiciones de flujos de lodo en sectores inferiores del cerro, estarían afectando casas próximas a la quebradas, entre estas la Hacienda La Cooperativa Mery Felipe Varga. Finalmente, las propiedades geomecánica de las rocas, consistencia y textura del suelo, pendiente del terreno, la presencia de vegetación, sismicidad local, episodios lluviosos fuertes y laboreo agrícola aceleran o motivan el desencadenamiento de deslizamientos en la ladera media del Suroeste del Cerro El Volcán.

VI.- RECOMENDACIONES

- Avisar a autoridades municipales del comportamiento del deslizamiento con la ocurrencia de lluvias de considerable intensidad.
- Procurar no transitar la zona impactada durante lluvias fuertes en el área.
- Evacuar a los pobladores del sector tomando rutas alternas de salida establecida por gobierno municipal y defensa civil en caso de actividad sorpresiva.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Comunicación verbal con pobladores de la Comunidad El Volcán. Dipilto, Nueva Segovia. 2006
- 2.- Datos meteorológicos obtenidos de sitio Web del Instituto de Estudios Territoriales (INETER). 2006
- 3.- INETER (1988). Hojas topográficas Dipilto 2857-II y San Fernando 2957-III. Escala 1:50,000.

Tupac Obando –

Ingeniero en Geología. Investigador

tobando_geologic@yahoo.com

Hundimiento de suelo en cerro Juan Sapo al noreste de Los Tololos y Los Genízaros, Villanueva-Chinandega

Tupac Obando - tobando_geologic@yahoo.com

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Objetivo](#)
4. [Características físicas y geométricas del hundimiento del suelo](#)
5. [Sismicidad superficial local](#)
6. [Conclusión](#)
7. [Recomendación](#)
8. [Bibliografía](#)

RESUMEN

Esta investigación realizada en área suroeste del Cerro Juan Sapo en la Comunidad de Los Tololos y Los Genízaros, Departamentos de Chinandega, tiene como propósito evaluar y reconocer la amenaza por hundimiento del suelo; definir grados de peligrosidad y factores influyentes. Este trabajo está basado en estudios bibliográficos, descripciones y mediciones geológicas de campo, y consulta a técnicos locales.

De este trabajo se concluye que la densidad y disposición espacial de grietas en el terreno, consistencia y textura del suelo, pendiente de 55°, acumulado durante época lluviosa que alcanzan los 127.5mm, y sumados escasa vegetación, laboreo agropecuario, efectos del agua superficial de escorrentía, sismicidad local y otros intervienen en el desarrollo de nuevos procesos de inestabilidad de ladera al suroeste del Cerro Juan Sapo.

I- INTRODUCCIÓN

El Cerro Juan Sapo se localiza a 2.5km al Noreste de las comunidades Los Tololos y Los Genízaros en la municipalidad de Villanueva, Departamento de Chinandega.

De acuerdo con reportajes periodísticos nacionales se han manifestados en años anteriores en el Cerro Juan Sapo movimientos de suelo después de prolongados y continuos eventos lluviosos. En este año 2006 se han revelado deslizamientos y hundimientos del terreno en ladera media suroeste del cerro, que han afectado cultivos de maíz.

II- OBJETIVO

Evaluar la condición actual del hundimiento del terreno en la ladera media del cerro; reconocer factores influyentes con la generación y desencadenamiento de este hundimiento de suelo y aportar recomendaciones ante este fenómeno

III- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS DEL HUNDIMIENTO DEL SUELO

El recién periodo no lluvioso y la falta de follaje vegetal en sitio de interés hace posible que se observe un escarpe principal del hundimiento, además, unas 20 grietas abiertas lineales y sinuosas, orientadas de forma paralela y transversal dentro de la masa del hundimiento, en una superficie de 7,500m². **(Fotografía 1).**

Se reconocen movimientos diferenciales dentro de la masa de suelo desplazada, donde los bloques individuales limitados por las grietas aparecen hundidos y levantados con la cara de sus escarpes opuestos una respecto a la otra. Esto sugiere una actividad permanente dentro de la masa del suelo. **(Fotografía 2).**

¹Ingeniero en Geología. Telf. (505) 2803022. [Email:tobando_geologic@yahoo.com](mailto:tobando_geologic@yahoo.com). Autor de investigación.



Fotografía 1: Escarpe principal de deslizamiento Cerro Juan Sapo



Fotografía 2: Montículo fracturado y basculados con comportamiento semiplástico

La escorrentía superficial del agua de precipitación de meses pasados que bajan de la parte alta de la ladera, ingresa al interior del deslizamiento y contribuye al modelado del deslizamiento, enmascara las características de las grietas paralelas, al rellenarlas parcialmente con sedimentos arcillosos. El rumbo de estas grietas es Este-Oeste y su promedio es 3m con abertura que varía entre 0.30 a 0.30m. **(Fotografía 2)**

Las grietas dispuestas paralelamente al contorno del deslizamiento tienen un diseño en forma de **zig-zag** y se interceptan entre sí. También se presentan abiertas y muestra una baja resistencia en sus caras ya que son fácilmente deleznable. Su rumbo es Suroeste- Noreste, con una longitud de 4 metros y abertura de 0.3 a 1.5m. **(Fotografía 3)**



Fotografía 2: fracturas transversales a la masa orientación Norte -Sur ligeramente hundidas.



Fotografía 3: Fracturas paralelas en zig-zag con orientación Norte -Sur ligeramente hundidas

Se apreciaron también, como se muestra en la **Fotografía 4**, la expansión lateral de algunas grietas o fracturas de trazo irregular o discontinuo en sectores del hundimiento que tiene comportamiento muy susceptible a deslizarse. Son zonas débiles incapaces de admitir carga. Las dimensiones de estas grietas son 4m de largo y 0.5 a 1.0m y su rumbo es Este-Oeste.



Fotografía 4: Ampliación de antigua fractura Este-Oeste continua, irregular y moderada extensión superficial

De acuerdo con opiniones de pobladores de Los Tololos, las fuertes lluvias del mes de mayo, tres días antes de esta del evento, se escucharon retumbos provenientes del cerro. Esto puede explicar el continuo, aunque casi no perceptible movimiento de masa del terreno.

Conforme a datos de precipitaciones acumuladas registradas por instituciones nacionales encargadas del monitoreo meteorológico para el área Villanueva-Los Genízaros se reportan valores de 0.2 a 127.5mm entre enero a mayo. El mayor acumulado corresponde a mayo.

Las fotografías **5 y 6** ilustran sectores del Este y Oeste del cuerpo del deslizamiento, donde escurre agua superficial proveniente de la ladera, indicativa de erosión acelerada en el área.



Fotografía 5: Borde Este del deslizamiento Cerro Juan Sapo, se indica la formación de cárcava de 4 x 2 mts cuyas paredes laterales se erosionan por el agua de escorrentía originando desprendimientos secundarios.



Fotografía 6: Borde Oeste del deslizamiento Cerro Juan Sapo, se muestra paredes de cárcava de 2 x 1.5 m en que circula agua superficial proveniente de la parte alta de la ladera del cerro

IV. SISMICIDAD SUPERFICIAL LOCAL

A partir de registros de sismos ocurridos entre 1975 a 2002 obtenido en instituciones encargadas de esta tarea, han localizado únicamente dos epicentros al Noreste de Cerro Juan Sapo. El primero, ocurrido en junio de 1996 con magnitud 3.3, (coordenadas 1435,043 N y 535,745E) y un segundo sucedido, en julio de 1998, con magnitud ML 2.1, (coordenadas 1436,096 N y 536, 052 E), ambos en escala Richter, de profundidad somera y asociados a fallamiento local NE-SW. Se ha determinado para ese sitio aceleración promedio del suelo en 2.89.m/s² g.

Según datos del GSHAP, (1999) un programa de investigación sísmica con el objetivo de determinar el valor de aceleración máxima de la onda sísmica en roca, o valor PGA, (Peak Ground Acceleration, sus siglas en inglés) define para los Tololos y sus alrededores un PGA de 2.09 a 2.92 m/s² g, valores que corresponden con un grado de amenaza sísmica MEDIO, para sismos asociados con fallas geológicas regionales o locales.

V.- CONCLUSIÓN

- El hundimiento de suelo del Cerro Juan Sapo es un movimiento de masa activo e inestable con una densidad de fracturas que podría deslizarse de manera individual o en conjunto, en dependencia de las lluvias.
- El depósito podría obstaculizar la quebrada represando y con su ruptura crear condiciones de flujos de escombros que amenazaría a las casas situadas corriente abajo de la quebrada conocida como Caimital.
- La amenaza sísmica expresada en valores máximo de aceleración de onda sísmica en roca o PGA, (Peak Ground Acceleration, sus siglas en inglés) para el ese sitio de interés es 2.09 (en roca) y 2.92 m/s² g. (poblado Los Tololos) Estos valores representan un grado de amenaza sísmica MEDIO.

VI.- RECOMENDACIÓN

- Observar las condiciones del hundimiento tras lluvias de considerable intensidad. Esto debe hacerse con el mayor cuidado posible.
- Avisar a organismos de prevención en caso de observar algo extraño en el comportamiento del hundimiento de suelo.
- A pobladores y personas que habitualmente usan el lugar como tránsito abstenerse de hacerlo durante lluvias torrenciales y retirar sus reses del sitio.
- Seguir orientaciones brindadas por autoridades locales y defensa civil de alejarse 500 metros al Sur y al Este del cerro después de la zona de encuentro de cauces de la quebrada El Caimital.
- Evacuar el área afectada tomando rutas alternas de salida definidas por gobierno municipal y defensa civil en caso de actividad sorpresiva.
- Reportar a entidades de rescate y prevención acerca de cambios llamativos de hundimiento mencionado en este documento, así como de nuevos procesos peligrosos en las cercanías.
- Suspender actividades de cultivo y pastoreo en sitios de afectación e incentivar programa de reforestación en zonas que ameriten tal tarea y fortalecer la planificación física de ese territorio para no crear condiciones de inestabilidades que promuevan procesos de erosión acelerada, como deslizamientos y deslaves.

VII- BIBLIOGRAFÍA

1. Comunicación verbal con pobladores de comunidades Los Tololos y Los Genízaros, Villanueva. Chinandega. 2005.
2. Datos pluviométricos del sitio Web del Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales (INETER). 2006. www.ineter.gob.ni
3. GSHAP, 1999. Global Seismic Hazard Assessment Program.

Tupac Obando

Ingeniero en Geología.

tobando_geologic@yahoo.com.

Autor de investigación.

Derrumbe al noroeste de San Andrés de las Palancas, camino Subida a Betania, Mateare

Tupac Obando - tobando_geologic@yahoo.com

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Localización del derrumbe de roca](#)
4. [Características del derrumbe de roca](#)
5. [Conclusión](#)
6. [Recomendación](#)
7. [Bibliografía](#)

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo caracterizar derrumbe de roca ocurrido al Noroeste de San Andrés de Las Palancas en un sitio conocido como Betania; definir grado de amenaza; determinar origen del proceso y medidas con vista a mitigar este fenómeno. Este estudio basado en estudios bibliográficos, descripciones geológicas de campo y estudio de mapa topográfico a escala 1:25,000 ampliado del sitio de interés está apoyado de programas de computó de ArcGis 9.

De este documento se puede concluir que la confluencia de factores mecánicos y propiedades físicas de rocas, la actividad tectónica local, las características morfológicas, pendientes del terreno, condiciones estructurales y climáticas contribuyen al desarrollo de nuevos derrumbes de rocas en el sitio de afectación.

I- INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue realizada al Noroeste de San Andrés de Las Palancas en la municipalidad de Mateare, a sólo 26 km de la ciudad capital Managua ocupando extensión superficial de 4 km². Con el propósito de localizar y caracterizar el desprendimiento de bloques en tramo del camino en un lugar conocido como Subida Betania en la Comarca San Andrés de Las Palanca, definir su peligrosidad o amenaza; establecer su posible origen y dar recomendaciones sobre medidas de mitigación y prevención.

Tras lluvias ocurridas el día lunes 16 de Octubre del presente año, según opiniones de pobladores locales estas aceleraron el proceso de movimiento de bloques obstruyendo el paso de vehículos en este camino, siendo éste una importante vía de acceso debido a que permite el desarrollo comercial y económico dentro y fuera de las comunidades las Parcelas, El Caimito y La Ceibita, ocasionando un suspensión en el funcionamiento normal de estas localidades.

II- LOCALIZACIÓN DEL DERRUMBE DE ROCA

Este se ubica en las coordenadas UTM: N1346.625 – E 563.350, en un terreno escarpado a 72m de elevación snm. Las coordenadas del derrumbe se georeferenciaron con GPS manual, en unidades UTM para su ubicación en mapa topográfico a escala a detalle 1:25,000(**Figura 1**). Se tomaron fotografías para ilustrar este fenómeno. El trabajo de reconocimiento de campo fue efectuado siguiendo recorrido por vehículo de 2km por la subida de Betania hasta donde las condiciones de accesibilidad lo permitieron, siguiendo a pie 5km al sitio del derrumbe.

Las informaciones obtenidas de la tarea de campo se organizaron y analizaron para la preparación de este informe y se localizó espacialmente el fenómeno en un mapa digital usando el programa ArcGIS 9.



III- CARACTERÍSTICAS DEL DERRUMBE DE ROCA

Se trata de un desprendimiento de bloques en corte de camino en subida Betania a 7 km de LA Comarca San Andrés de la Palanca(véase Figura 2) que dejó incomunicado las comunidades de El Caimito con 2000 habitantes, Las Parcelas con 200 habitantes y Ceibita con 700 habitantes, distante unos 7 – 9 km de la zona de derrumbe.



Figura 2: Desprendimiento de rocas en camino de Subida Betania

Este corte expone pared de escarpe principal de 10m de alto, compuesto por bloques irregulares masivo (**véase Figura 3**), incoherentes, con fracturación vertical de rumbo S40°E y meteorizados, relativamente húmedos con pendientes acusadas de 55° que las recientes lluvias aceleraron su movilización dejando al pie del corte un depósito de 35m de anchos y 4 m de alto el Lunes 16 de Octubre del presente año a las 7:30 a.m.

Este derrumbe con dirección Noroeste - Sureste cubrió una extensión superficial de 50m², con 19m de longitud, 5m de ancho y 14 m de alto acumulando un volumen de material desprendido de 1,330m³.



Figura 3: bloques irregulares, fracturados e incoherentes de camino en Subida Betania, San Andrés de la Palanca.

El sitio del derrumbe presenta una corona de arranque irregular (**véase Figura 4 y 5**) sobre el cual se asienta una densa cobertura vegetal, cuyo sistema radicular contribuyen al agrietamiento y disgregación de las rocas.



Figura 4: Escarpe principal del derrumbe ocurrido el 16 de octubre de 2005



Figura 5: Pared de derrumbe de bloque irregulares fracturados y meteorizados en sitio de interés

La zona del desprendimiento comprende una morfología escarpada, en el que se hallan al pie de la ladera del derrumbe bloques mayores a los 2 m de diámetro en las coordenadas UTM: N1346.30-E563.20 obstaculizando el camino que une 3 comunidades.

Antes de llegar al derrumbe, en el camino de Betania se observan en los cortes de camino material inestable, suelto e intemperizado compuesto desde la base al techo por toba andesítica y depósitos masivo de pómez suprayacido por un suelo residual que soporta una cubierta vegetal. Sobre el camino se aprecia arena fina, cambiando a medida que se avanza hacia el sitio del derrumbe en arcilla y arena-limosa.

IV- CONCLUSIÓN

La morfología irregular e inclinada en el sitio del derrumbe, donde sobresale material inestable, suelto y meteorizado proveniente del desprendimiento de roca ocurrido al Este de San Andrés de las Palanca en la subida de Betania sumado con el grado de fracturación de las rocas y las lluvias contribuyeron a que formación de un escenario propicio para la movilización de bloques rocosos obstaculizando el camino que comunica con las comunidades de Las Parcelas, Las Ceibita y El Caimito.

Es posible que el grado de fracturación y la baja resistencia de las rocas este relacionada con la influencia tectónica del conocido Sistema de Falla Mateare de rumbo NO-SE, que es perpendicular al sitio de estudio.

V- RECOMENDACIÓN

- 1- Regular o controlar el uso de explosivos que puedan emplear obreros de la construcción instituciones encargada en mantenimiento vial o alcaldía Municipal al momento de detonar los bloques de rocas.
- 2- Iniciar preparativos del plan de emergencia en período de lluvia fuerte o sismos; seguir las instrucciones de evacuación que brinde organismos de prevención de Mateare.
- 3- Señalización del peligro y restricción del acceso a pobladores de las comunidades las Parcela, La Ceibita y El Caimito localizada en la Subida Betania de San Andrés de las Palanca.

- 4- Retirar la vegetación (**véase Figura 5**) que se halla suprayaciendo el derrumbe por el hecho que ejerce peso, intensifica el agrietamiento y bajo la influencia del viento de dirección Suroeste-Noreste ocasiona movimientos de vaivén de árboles cuyas raíces van disgregando aún más las rocas y sumado al fracturamiento natural facilitan la filtración de aguas de superficial en su interior.

VI- BIBLIOGRAFÍA

- Comunicación personal con habitantes de San Andrés de Palanca, comunidades El Caimito, La Parcela y La Ceibita. Mateare. 2005.
- **INETER, 1988.** Mapa Topográfico de Mateare 2952-IV y Managua 2952-III. Escala 1: 50,000. Dirección General de Geofísica, Managua.

Tupac Obando

tobando_geologic@yahoo.com

Ingeniero en Geología. Autor de investigación

Flujo de Escombros Volcánico La Chirca San Marcos, Isla de Ometepe, Rivas (Nicaragua)

Tupac Oband - tobando_geologic@yahoo.com

1. [Resumen](#)
2. [Introducción](#)
3. [Características del sitio](#)
4. [Conclusiones](#)
5. [Recomendaciones](#)
6. [Referencias](#)

I.- RESUMEN

Este trabajo fue realizado en el sector noroeste a 2.5 Km de Altagracia (municipalidad de la Isla Ometepe, Departamento de Rivas) en un lugar conocido como Chirca. La investigación basada en estudios bibliográficos, descripciones geológicas de campo, registros instrumentales sísmicos y meteorológicos está apoyada en el programa de cómputo ArcGis 9

De este estudio se concluye que el tramo del camino afectado entre San Marcos – Altagracia puede experimentar reiteradas interrupciones debido flujo de escombros volcánico que proveniente del Noreste del Volcán Concepción. Aunque la interrupción es temporal, representa permanente riesgo para usuarios, y afectaciones económicas para la autoridad local y comerciantes.

Por otra parte, la serie de profundas cárcavas formadas por escombros volcánicos de escorias y cenizas sueltas en el flanco norte del Volcán Concepción está propensa a ser removidas con relativa facilidad en época lluviosa, en esta ocasión se distribuyo de material en superficie de 0.12 Km² por lo que la cantidad de escombros volcánico es suficiente lo que representa para el sector alto riesgo y vulnerabilidad.

II.- INTRODUCCIÓN

La Chirca es un sector localizado a 2.5 km al Este de San Marcos, una comunidad del Municipio de Altagracia en la Isla de Ometepe que cada año, durante la estación lluviosa es afectado por un flujo de escombros volcánico proveniente de la ladera Noreste del Volcán Concepción. El flujo corta el camino que une los poblados de San Marcos y Altagracia, lo que preocupa a las autoridades locales que permanece inhabilitado ante la repetición de nuevos eventos.

El Lahar La Chirca fue reactivado el 18 de Septiembre del presente año, al parecer por sismos volcánicos. El evento anterior ocurrió a mediados del 2005 por causas de lluvias intensas y continuas que lo desencadenaron con sucesivas repeticiones, el 28 y 29 de Junio de ese año.

2.1. - Estudios realizados y monitoreos del proceso

Las instituciones oficiales encargada de tópicos de peligro volcánico han realizado vigilancia y caracterización de esta amenaza, apoyada en equipos instrumentales pluviométrico y sísmico.

En recién comunicado divulgado en Sitio Web por Instituto de Estudio Territoriales (INETER) se reporta para el día 18 de septiembre del presente un movimiento de masa percibido por computadoras de esta institución de duración prolongada ocurrida en la madrugada de ese mismo día. **(Figura 1)**. De acuerdo con reportes de periódicos nacionales en esa área de Altagracia, no se reporto lluvia previa al evento.

Por otra parte, la Dirección de Meteorología en sus publicaciones mensuales en Web de INETER, revalida que para meses de Agosto, Septiembre y Octubre de este año, no han sido reportado datos de lluvia en sus ordenadores. **(Figura 2)**.

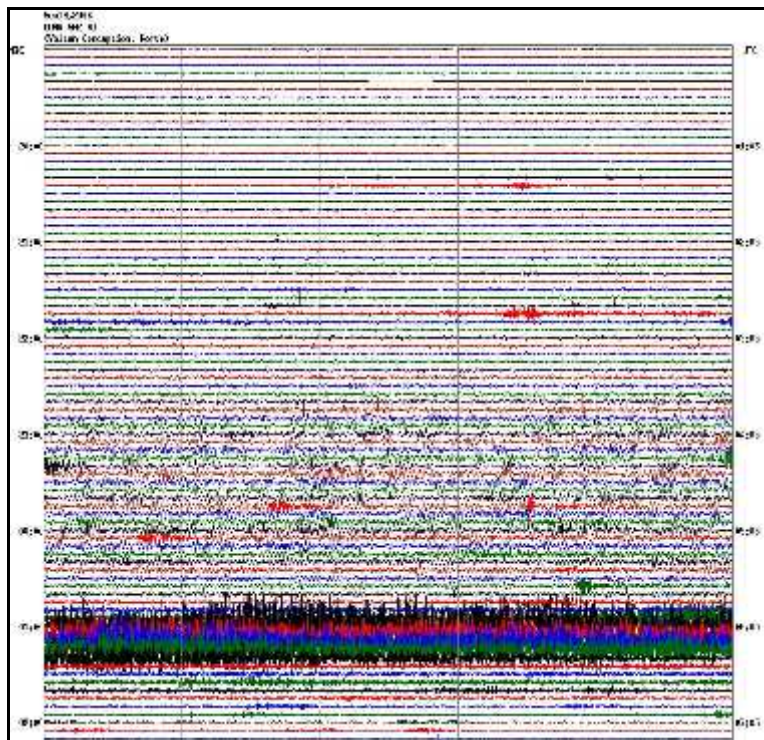


Figura 1: Sismograma de estación sismológica CONN mostrando los trazos a colores que indican el incremento de la sismicidad en el flanco noreste del Volcán Concepción.

Fuente: www.ineter.gob.ni

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER)			
Ministerio del Ambiente			
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-18 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-13 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-12 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-11 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-09 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-08 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-07 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.2	2006-09-07 06:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-06 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-06 06:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-05 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-04 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-03 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-02 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-01 12:00:30
CONCEPCION	#DIALUV	0.0	2006-09-01 06:00:30

Administrador: Lic. Chester Perez

Figura 2: Registros de lluvia del día 18 de Septiembre de 2006 tomado por la Estación CONN (Concepción). Fuente www.ineter.gob.ni

III.- CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

San Marcos, comunidad distante a 8 Km al Este de Altagracia, se llega a ésta, tomando camino de suelo compactado en buen estado, que los comunica entre sí. **(Figura 3)**

La Chirca se localiza a 2.5 Km de San Marcos es un terreno plano y bajo que desciende al Noreste desde flanco Noreste del volcán.

Después de los últimos eventos, el área se halla cubierta de material de cenizas y escorias volcánicas fragmentario y suelto a bien consolidado. **(Figura 3).**

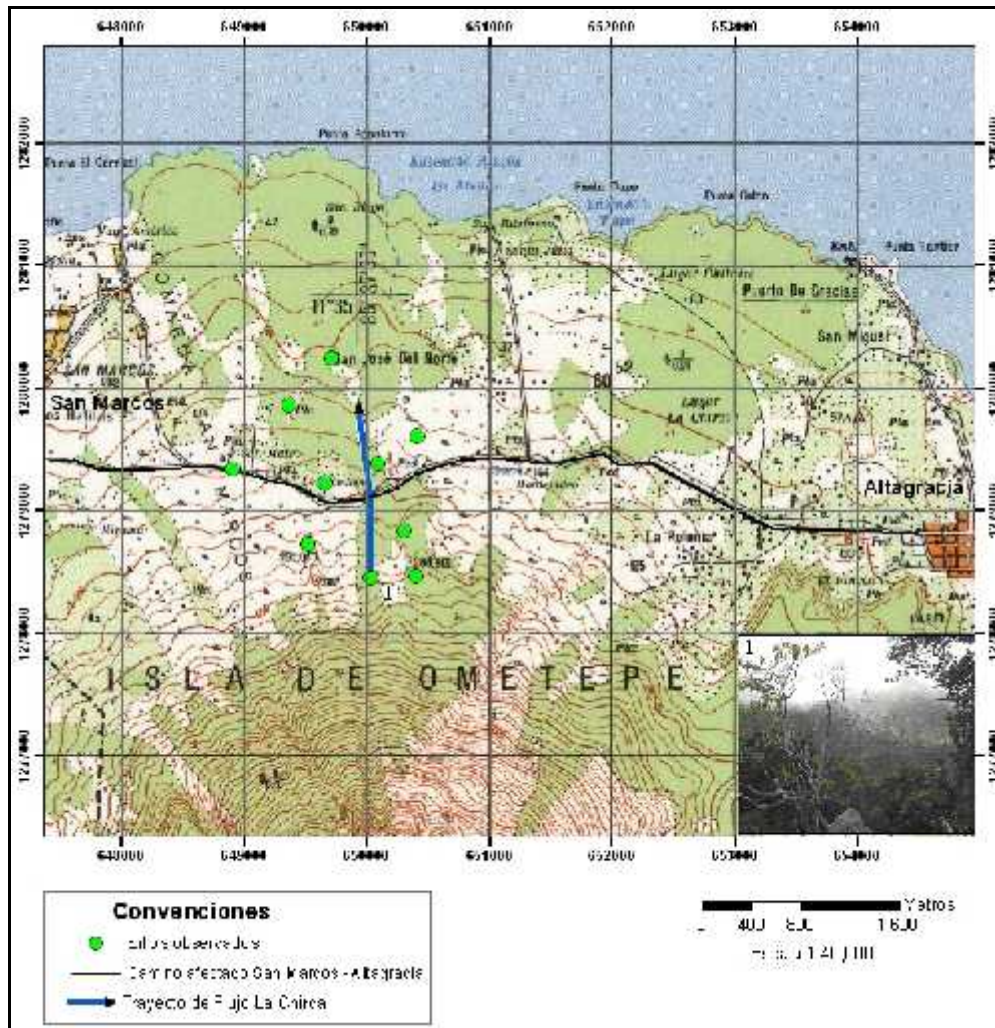


Figura 3: Localización de Flujo La Chirca y su trayectoria de últimos eventos. 2.5 Km al Este de San Marcos. Isla Ometepe. Rivas.

3.1- Flujo de Escombro Volcánico La Chirca

En reconocimiento de campo realizado en el I sitio se observa bloques de lava volcánica mayores que 2 m de diámetro, escoria, arena y cenizas sueltas movilizadas por eventos lluviosos que obstaculizan temporalmente el camino de San Marcos - Altagracia. **(Figura 4a, 4b)**



Figura 4. a) Disposición casi horizontal de material volcánico de diferente diámetro en sección vertical local. **b)** Bloque de lavas basálticas resistente al clima.

Las fotos siguientes ilustran materiales volcánicos más finos. Es el perfil de suelo en la pared lateral Oeste del cauce donde se moviliza el flujo, con alternancia de volcánicos finos y gruesos propenso a erosión por las corrientes pluviales en el flanco noreste del volcán. Las dimensiones en esta parte del canal de transporte es 5m de alto y 15 de largo, a una altura aproximada de 262 m sobre el mar. Coordenadas N1278783 – E0650057. **(Figura 5a y 5b)**



Figura 5. a) Horizontes de suelo limoso no resistente a la condición del clima mostrando múltiples cambios físicos en niveles superiores seguidos de arena suelta, con suelo café oscuro con fragmentos volcánicos, en la base. **b)** Suelo limoso café deleznable con fragmentos volcánicos y capa de arena café.

En la siguiente ilustración, se presenta la composición de la roca de techo a base. Suelo limo-arenoso, seguido de arena fina de 3 m de espesor, suelo arcilloso-limoso de 1m de espesor. Seguido de material volcánico suelto de 1m de espesor, y finalmente en la base fragmentos volcánicos de 3m de espesor. A 270m de elevación, en el punto de Coordenadas N1278754 – E0650032.



Figura 6. En esta fotografía se muestra dos capas de suelo, uno arenoso no compacto color café y otro arenoso consolidado con fragmentos volcánicos.

3.2.- El Proceso de Movimiento de Masa

En el recorrido a lo largo del cauce, donde se movilizó el flujo, se visualiza la aparición en la margen lateral derecha, dos deslizamientos superficiales de suelo arcilloso con fragmentos volcánicos, con escarpes principales de 3m de largo y 1.5 m de ancho.

El de mayor dimensión se ubica en las coordenadas N1278654 – E0650013 y a 276m de elevación, origina un depósito de suelo y roca no consolidado, con fragmentos volcánicos de poco diámetro en la base del talud del cauce. **(Figuras 7a y 7b).** La removilización del material de Oescombros del Lahar La Chirca es diferente al descrito en los meses anteriores al 2005. Como se puede notar en la **Figura 8.**



a)



b)

Figura 7. a) Obsérvese el depósito de suelo y volcánicos al pie del talud, caracterizado como derrumbe. **b)** Se muestran borde semicircular del escarpe de deslizamiento en pared Oeste del cauce, exponiendo arena compacta y volcánico erosionables. Se visualiza al descender al Noreste del volcán.



Figura 8. Recorrido del Lahar La Chirca en 2005. En color amarillo, punto de inicio del flujo de escombros que se dirige hacia San José del Norte.

A medida que se avanza al Volcán Concepción, se aprecia un flujo volcánico de 5m de ancho y 1.5 m de profundidad removilizado por las condiciones lluviosas imperantes. Se muestran grietas lineales y continuas, distribuidas en la masa del flujo volcánico, y las diferentes grados de pendiente del terreno. Coordenadas N127847 – 0650043. **(Figura 9)**



Figura 9. Observe el flujo volcánico gris, fracturado pero compacto, la pendiente del terreno y sedimentación de arena fina.

En el sector afectado, entre San Marcos - Altagracia, (aproximadamente el Km 6) se presentan fragmentos volcánicos y arena gruesa a fina de 2.5cm de espesor. Coordenadas N1279310 – E0649952.

Siguiendo la trayectoria final del flujo, al norte, en el sector de San José del Norte en proximidades de la costa, el relieve es plano con una espesa vegetación que lo hace poco accesible. El espesor del muestra material volcánico es de unos 0.25m.

3.3.- Vulnerabilidad

Se identifica la alta vulnerabilidad de esta única vía de comunicación entre los poblados de Altagracia y San Marcos, interrumpida por estos escombros cada año durante las lluvias y que significa para la autoridad local un gasto permanente; y que se traduce para pobladores, usuarios, transportistas y comerciantes un riesgo con pérdida de vidas, medios y recursos económicos, como concuerda el Alcalde de Altagracia, Licenciado Crecencio Ruiz.

El Lahar La Chirca es un evento de alta recurrencia a causa de la lluvia. Debe ser tomado de manera seria durante el periodo lluvioso, durante el cual es necesario activar las debidas acciones medidas y de prevención.

IV.- CONCLUSIONES

- El flujo La Chirca se desarrolla en un terreno escarpado del flanco Noreste del Volcán Concepción, disponen de suficiente volumen de escombros volcánicos de diferente diámetro y la capacidad de moverse con lluvias moderadas a intensas rocas.
- La disposición y composición de los materiales volcánicos, la pendiente del canal de transporte, alternancia de sedimentos de distinta consistencia, la precipitación y potencialmente los eventos sísmicos favorecen su frecuente reactivación.
- Se reconoce su relativamente alta peligrosidad en el sector de La Chirca, entre San Marcos y Altagracia, lo que crea repercusiones para pobladores y autoridades locales de la Isla de Ometepe.

V.- RECOMENDACIONES

- Observar medidas de prevención del transito vehicular y de personas, en el sector La Chirca, durante los períodos lluviosos.
- Considerar la intensidad y duración de lluvias, concentradas en el flanco Noreste del Volcán Concepción de acuerdo al conocimiento local de la población.
- Alertar a los pobladores y transportistas de Altagracia y San Marcos de la eventual ocurrencia de flujos de escombros peligrosos, por la autoridad local antes del inicio de los periodos lluviosos.
- Atender si demora llamados de la autoridad local, la Defensa Civil y organismos de prevención acerca de medidas de alerta y de prevención.
- Preparar el plan de emergencia en periodo lluvioso o en caso de sismos; seguir las instrucciones de evacuación que brinde defensa civil y autoridades municipales.

VI.- REFERENCIAS

1. Datos obtenidos del Sitio Web del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2006 www.ineter.gob.ni.
2. INETER (1988). Mapa Topográfico de Moyogalpa 3050-I a escala 1:50,000.

Tupac Oband

Ingeniero en Geología.

tobando_geologic@yahoo.com

EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INESTABILIDAD DEL TERRENO EN EL ÁREA DEL CENTRO DE SALUD. MURRA, NUEVA SEGOVIA



*Vista de roturas curvas de movimientos de masas en sector exterior de
Centro de Salud de Murra
Municipio de Murra, Nueva Segovia*

Por:

Tupak Obando Rivera

Ingeniero Geólogo. Master y Doctorado dentro del
Programa Inter.-Universitario de Doctorado y Maestría
en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Mineros
de la UNIA (Huelva, España)

CONTENIDO

I. - INTRODUCCIÓN

II.- OBJETIVO

III.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

IV.- LOCALIZACIÓN Y ACCESO AL SITIO

V.- GEOLOGÍA DE MURRA

5.1.- Los movimientos de masas en taludes de corte de terreno en Murra

5.2.- Factores influyentes en la inestabilidad del terreno

VI.- CUATIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EVALUADOS

VII.- OBRAS DE MITIGACIÓN

VIII.- CONCLUSIONES

IX.- RECOMENDACIONES

X.- BIBLIOGRAFÍA

XI.- ANEXOS

I.- INTRODUCCIÓN

Después de la ocurrencia de procesos inestables del terreno en el área del Centro de Salud de Murra (Nueva Segovia, Nicaragua) el día 08 de Septiembre del presente año se promueven acciones especializadas con vista a la evaluación y prevención del peligro que representan los deslizamientos de tierra al personal (35 trabajadores activos), y pacientes que demandan servicio de salud en el lugar.

Estos eventos no causaron afortunadamente pérdidas de vidas humanas, solamente daños en muro perimetral de 45 metros lineales del costado sur del Centro de Salud municipal (es decir se reporta 186 metros cuadrados de construcción y 27 metros lineales de afectación de la instalación física) edificado en el año 1996 (C\$ 2 mill. Aprox).

Por lo tanto se realiza reconocimiento en el terreno que resulta posteriormente en la preparación del presente informe técnico. La visita se efectuó el 30 de Septiembre del presente año contándose con la participación efectiva responsables administrativos y técnicos del centro de salud

La organización del Equipo Técnico estuvo conformado por el Dr. Tupak Obando, geólogo.

II.- OBJETIVO

Reconocer y caracterizar condiciones de inestabilidad del terreno en el área del Centro de Salud de Murra para sustentar la ejecución de obras civiles con vista a la mitigación de desastres basados en conocimientos ecuanimes, y la proposición de algunas recomendaciones al respecto.

III.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Trabajo de oficina

En esta fase se recopilaron y revisaron los mapas, topográfico y geológico para efectos de localizar y cartografiar los movimientos de masa, así como información geológica del área de interés. La hoja topográfica estudiada es **Ciudad Sandino 2957-II**, de Ineter, escala 1:50,000 de 1988.

En esta etapa se obtuvo mapa geológico del centro de salud tomando como fuente de datos la cartografía presentada por CATASTRO 1972, de los que se derivó la litología superficial afectada por procesos inestables del terreno.

3.2 Trabajo de campo

Se consultó a las autoridades del hospital de Murra y trabajadores sobre la ocurrencia anteriores de movimientos de rocas y suelos en las inmediaciones del centro de salud, advirtiéndose la aptitud desfavorable del terreno previo a la construcción de las instalaciones física y la aparición de inestabilidades del subsuelo hace 12 meses.

Los puntos de observación se geo-referencian con GPS manual, modelo Garmin III Plus en coordenadas con unidades UTM y datum WGS 84. La precisión de las mediciones fue ± 7 metros. Para ello, se elaboró y uso ficha de inventario de taludes para presentar observaciones y de evidencia de movimiento de masas puntuales y su ilustración a través de recursos fotográficos.

3.3 Elaboración de informe final

El informe final es resultado de la obtención de datos y sus análisis. Se introducen en el programa ArcGIS 9,0 y se incorpora a la base de datos del Sistema de Información Geográfica del SIG-Georiesgos de Ineter, que se ha preparado para este efecto. Los datos obtenidos en la oficina fueron organizados y correlacionado con la levantada durante los recorridos de campo para efectos de preparar el documento Final de la visita al centro de salud de Murra. Los datos originales tomados en el terreno son transformados junto con el mapa de campo al datum WGS 84, para mantener las mismas referencias. El programa usado para elaborar figuras y anexos gráficos es ArcGIS 9.

IV.- LOCALIZACIÓN Y ACCESO AL SITIO

El deslizamiento de tierra se localiza en sector Sur del centro de salud. En el lugar se destaca densa vegetación y suelos destinados especialmente a la actividad agrícola del café, frijoles y maíz.

Para llegar al sitio se toma la carretera que conecta los poblados de Managua con Sébaco, Estelí,

Condega hasta alcanzar el Empalme de Palacaguina.

Posteriormente, se toma desvío de carretera a la izquierda (al Este) hacia Totogalpa, San Fernando, El Jicaró hasta la entrada del poblado de Murra, en donde se emplaza centro de salud afectado, limitado por paredes de taludes de terreno. La ruta se ilustra en la **Ilustración 1.**

Ilustración 1. Ruta de acceso al sitio



V.- GEOLOGÍA DE MURRA

El área de centro de salud de Murra con una elevación de 810 msnm, es una obra civil emplazada en terreno llano y bajo con pendiente menor de 2°. En el mapa geológico (**Ilustración 2**), escala 1:50,000 se indica cobertura sedimentaria susceptible a la meteorización y erosión por lluvias ocasionales

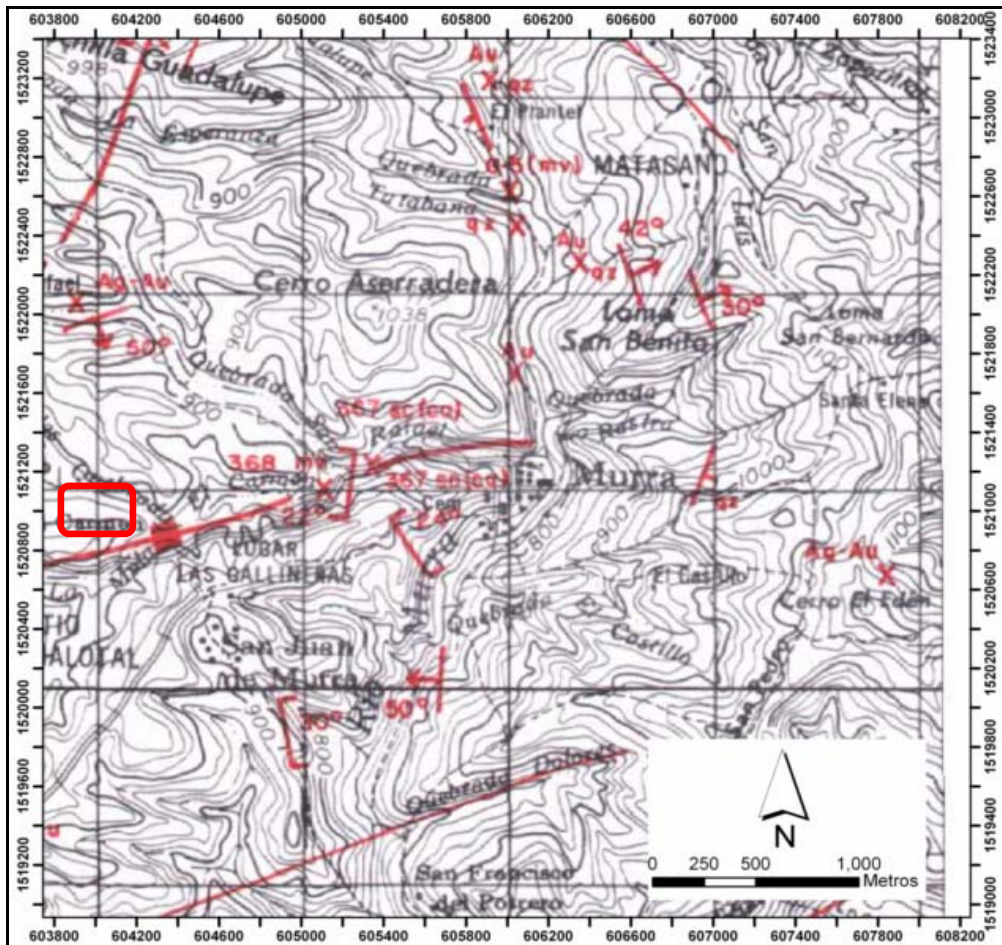


Ilustración 2. Mapa geológico del área de interés. Mapas geológicas Ciudad Sandino 2957-II , escala 1:50,000. Catastro e Inventario de Recursos Naturales, 1972.

Los materiales que se exponen en las paredes del corte de talud del terreno está constituida por suelos de color café hasta amarillento con espesor variables de textura areno-arcillosa incoherente, floja, húmedo, meteorizada acompañada de fragmentos de filitas grafitosas gris verdusca alteradas (**Ilustración 3**).

Ilustración 3. Escarpe circular de deslizamiento de tierra en costado Sur de Centro de Salud



V.1- LOS DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS

Se presenta en el área interés dos deslizamientos de tierra. Uno de ellos ubicado proximidad de muro exterior del Centro de Salud tiene una extensión superficial de 792 m², iniciando en una zona de rotura ubicada a 13 metros de alto en pared del corte de terreno, de donde provinieron acumulaciones de material arenoso, fragmentario, suelto, húmedo con contenido de arcilla color amarillenta acompañada de fragmento de roca filita verdusca, todo esto envuelto en una masa amorfa de 2,380 metros cúbicos. Hay que destacar la presencia de depósitos coluviales al pie del talud conformado por materiales geológicos fácilmente removibles, alterado, sin estratificación definida ni fracturación que da origen a una morfología superficial de montículos.

Un segundo y último movimiento de roca y suelo reconocido durante visita de campo y ocurrencia reciente cubre un área de 278 metros cuadrados y volumen de 835 metros cúbicos.

Entre los factores contribuyentes al desarrollo de estos deslizamientos puntuales dentro de terreno del centro de salud de Murra (**Ilustración 4**) se reconocen el relieve empinado con inclinaciones del terreno que oscila entre 22 a 24°, la textura areno-arcillosa del suelo, el grado de meteorización debida a la erosión superficial e interna del suelo, la humedad contenida en el terreno, la forma como se disponen las capas de arenas y arcillas. Otro factor importante es la actividad lluviosa, que favorece la remoción de materiales pendiente abajo del terreno, al humedecer y saturar el suelo.

Una situación así, podría considerarse potencialmente peligrosa por su grado de movilización y alcance para centro de salud de Murra.

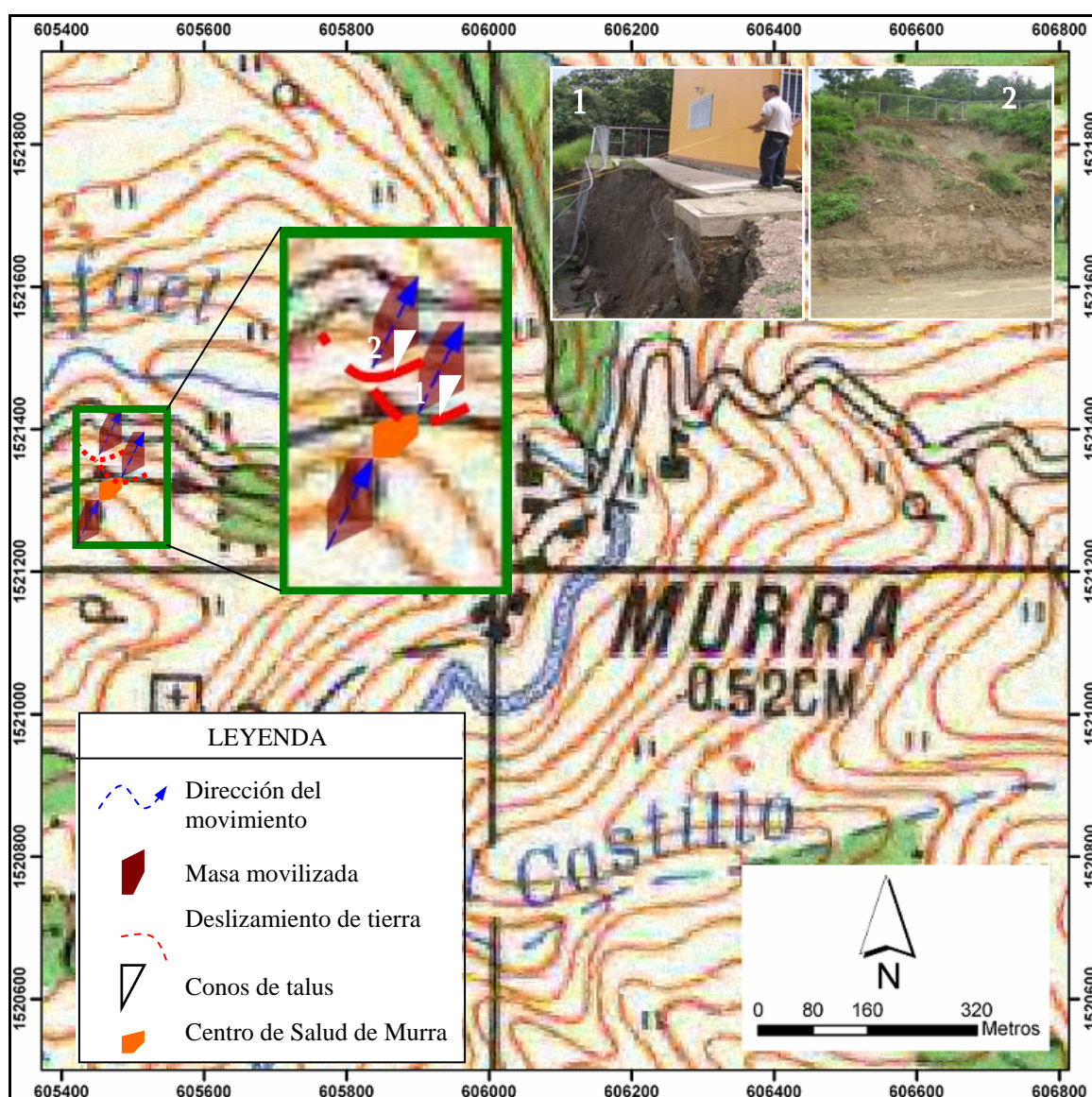


Ilustración 4. Ubicación del Centro de Salud y sus movimientos en taludes de suelos del Municipio de Murra. Hojas Topográficas El Carmen 2957-II. Escala 1:50,000 de Ineter, 1988

VI.- CUANTIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EVALUADOS

En el presente trabajo se aplicó una de las metodologías de mayor uso en la inestabilidad de taludes, especialmente en suelos, basado en propiedades físico resistentes de los materiales geológicos (en nuestro caso tipos arenosos y arcillosos).

Dicho método es conocido por el nombre de Ábacos de **Hoek y Bray (Ilustración 5)**, su selección en este documento responde en primera instancia a la disponibilidad de datos geométricos del lugar (ángulo y altura del talud, y sus dimensiones) y parámetros resistentes típicos (ángulo de fricción interna y cohesión) existente apoyado de la propuesta de **Lee Abramson et. a. (1996)** que se ilustra en la **Ilustración 6**. Con todo esto se determina factores de seguridad para cada talud evaluado, y que de ahora en adelante se designan como Talud N° 1 y Talud N° 2.

Ilustración 6. Datos físicos- resistentes de los materiales del subsuelo local.

Tipo de Suelo y/o Roca	Parámetros físico resistentes	
	Cohesión (kg/cm ²)	Ángulo de fricción interna promedio (°)
Arcilla	c= 1.2	Ø = 20.5
Arenas	c= 0.8	Ø = 32

Una vez, logrados los datos antes referidos se plasman en ábaco de cálculos ya mencionado a fin de evaluar la condición de estabilidad de los taludes estudiados y definir el tipo de suelo, en nuestro caso, más influyente en la generación de estos dos deslizamientos de tierra. Esta información es básica para las medidas correctoras y/o estabilizadores que se deseen ejecutar.

La funcionabilidad del método propuesto, reside en tres modelos numérico que se indican a continuación:

$$\frac{\frac{c'}{\gamma \cdot H \cdot \tan \phi'}}{\frac{\gamma \cdot H \cdot F \cdot \tan \phi'}{F}}$$

Donde:

c': Cohesión del suelo expresada en unidades de kg /cm²

γ: Peso específico del agua que oscila entre 1,5 a 1.8 kg/cm²

H: Altura del talud medido en metros.

φ': Ángulo de fricción interna. Unidades expresadas en grados o porcentaje.

F: Factor de Seguridad. Unidad adimensional

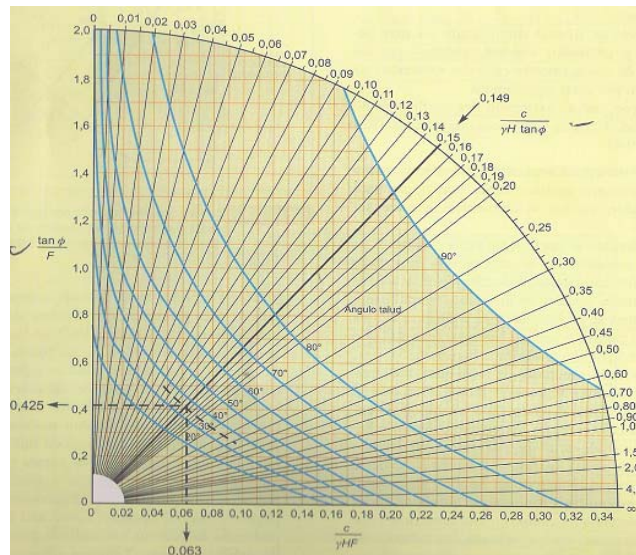


Ilustración 6. MÉTODO DE CÁLCULO DE HOEK Y BRAY.

6.1. - RESULTADOS ANÁLITICOS

A) **TALUD N° 1:** Sector exterior próximo a Muro perimetral de Centro de Salud de Murra

Los tipos de materiales predominantes in situ son las arenas con contenido de arcillas. Por tanto, se realizó para este talud la evaluación de coeficientes de seguridad en cada tipo de suelo referido:

A.1.- Suelo arenoso

A.1.1) Tiene las siguientes especificaciones geo-ingenieriles:

De acuerdo con Tabla 1:

- Cohesión (kg/cm^2) = 0.8
- Ángulo de fricción interna ($^\circ$) = 32

A.1.2) Tiene las siguientes especificaciones geométricas:

- Altura del talud = 13 metros
- Ángulo del talud = 24°
- Peso específico del agua = 1.8kg/cm^3 (según datos internacionales)

A.1.3.) Resultados Talud N° 1:

Se obtiene apoyados del Ábaco de Hoek y Bray, y de los modelos numéricos antes presentados la siguiente información:

- Seguridad del Talud N° 1 de inestabilizarse debido al bajo coeficiente medido, $FS = 0.83$ debido a la presencia de material arenoso suelto y empapado reconocido en los cimientos de muro perimetral
- Se clasifica como talud Inestable por condiciones inadecuado del medio físico presente.

A.2.) Suelo arcilloso

A.2.1) Tiene las siguientes especificaciones geo-ingenieriles:

De acuerdo con Tabla 1:

- Cohesión (kg/cm^2) = 1.2
- Ángulo de fricción interna ($^\circ$) = 20.5

A.2.2) Tiene las siguientes especificaciones geométricas:

- Altura del talud = 13 metros
- Ángulo del talud = 24°
- Peso específico del agua = 1.8 kg/cm^3 (según datos internacionales)

A.2.3.) Resultados Talud N° 1:

Se obtiene apoyados del Ábaco de Hoek y Bray, y de los modelos numéricos antes presentados la siguiente información:

- Seguridad del Talud N° 1 a adquirir cierta condición equilibrada con tendencia al desequilibrio debido al moderado valor del coeficiente medido, $FS = 1$ debido a la presencia de material como la roca filita que en fragmentos sirve como aglutinador de la masa de arcilla semejante al efecto que hace el piedrín al cemento. Sin embargo, hay que destacar que la filita en láminas pueden favorecer reactivaciones de este deslizamiento de tierra.
- Se clasifica como talud equilibrado por particularidades geométricas de algunos fragmentos de rocas presente.

B) **TALUD N° 2:** Cimientos de Malla metálica perimetral del Centro de Salud, a 2 metros de separación del talud antes descrito.

Los tipos de materiales predominantes in situ son las arenas, pero la arcilla juega un papel como superficie de acceso del agua de escorrentía hacia el pie del talud. Por tanto, se realizó para este talud la evaluación de coeficientes de seguridad en cada tipo de suelo referido:

B.1.- Suelo arenoso

B.1.1) Tiene las siguientes especificaciones geo-ingenieriles:

De acuerdo con Tabla 1:

- Cohesión (kg/cm^2) = 0.8
- Ángulo de fricción interna ($^\circ$) = 32

B.1.2) Tiene las siguientes especificaciones geométricas:

- Altura del talud = 10 metros
- Ángulo del talud = 22°
- Peso específico del agua = 1.8kg/cm^3 (según datos internacionales)

B.1.3.) Resultados Talud N° 2:

Se obtiene apoyados del Ábaco de Hoek y Bray, y de los modelos numéricos antes presentados la siguiente información:

- Seguridad del Talud N° 2 de no inestabilizarse debido al alto valor del coeficiente medido, $FS = 1.7$ debido al leve descenso de la pendiente y altura del terreno y sobre todo la dominancia de material arenoso relativamente alterado y meteorizado comparado con el Talud N° 1 reconocido en los cimientos de malla metálica perimetral
- Se clasifica como talud Estable por condiciones moderadas del medio físico de soporte presente.

B.2.) Suelo arcilloso

B.2.1) Tiene las siguientes especificaciones geo-ingenieriles:

De acuerdo con Tabla 1:

- Cohesión (kg/cm^2) = 1.2

- Ángulo de fricción interna ($^{\circ}$) = 20.5

B.2.2) Tiene las siguientes especificaciones geométricas:

- Altura del talud = 13 metros
- Ángulo del talud = 24°
- Peso específico del agua = 1.8 kg/cm^3 (según datos internacionales)

B.2.3.) Resultados Talud N° 1:

Se obtiene apoyados del Ábaco de Hoek y Bray, y de los modelos numéricos antes presentados la siguiente información:

- Seguridad del Talud N° 2 a adquirir bajo valor de coeficiente medido, $FS = 0,12$ favoreciendo hasta cierto punto la inestabilidad de este talud debido a la presencia de material arcilloso alterado, húmedo y meteorizado en superficie inferior de capas de arenosas, esta arcilla facilita que el proceso de erosión y remoción se ha cada vez más intenso que en reactivaciones futuras pudiese avanzar hacia el interior del terreno donde se asienta este centro de salud.
- Se clasifica como talud inestable por particularidades física e hidrológica de material susceptible a desgastarse fácilmente en este talud como es la arcilla

VII.- OBRAS DE MITIGACIÓN

Tras los deslizamientos de tierra de finales de Septiembre del presente año en el área exterior del Centro de Salud de Murra se proponen en el presente documento algunas medidas oportunas con vista a aumentar elementos que favorecen la estabilidad o bien aminorar la influencia de factores desestabilizadores (Véase **Ilustración 7**).

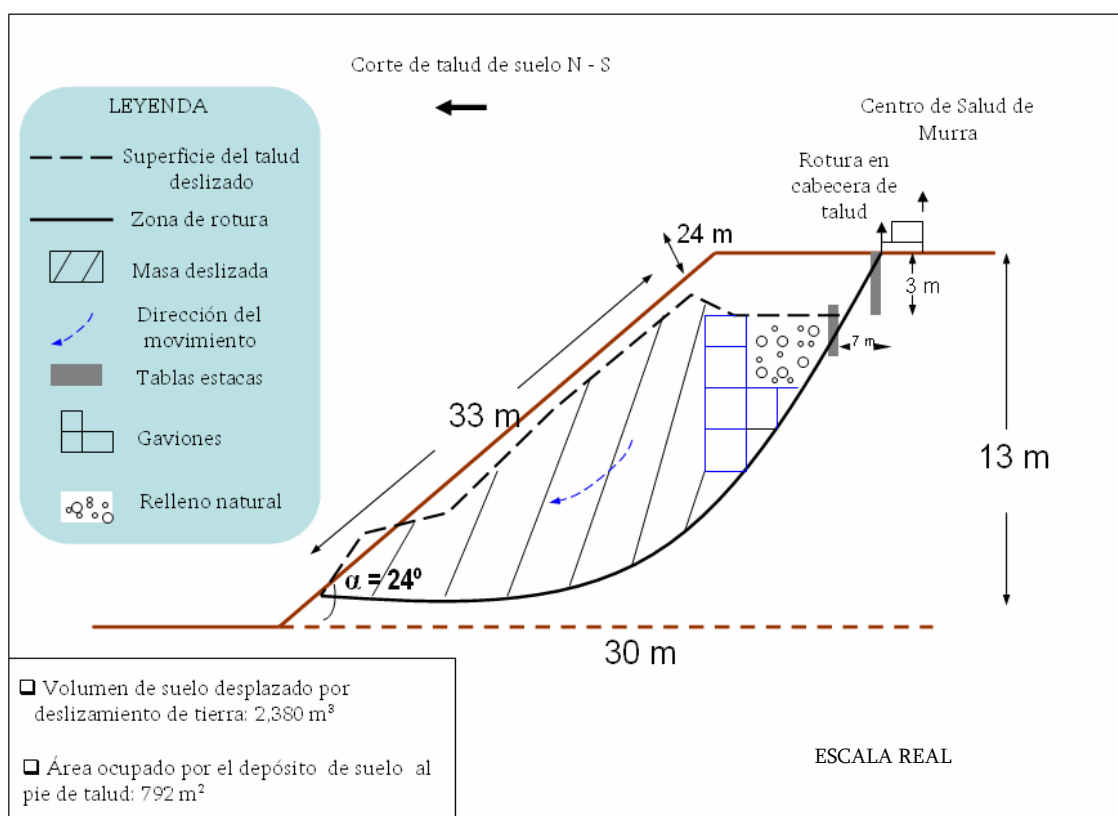


Ilustración 7. Medidas de estabilización de deslizamiento N° 1 en suelo areno-arcilloso con contenido de fragmento de filitas gafitosa (N1521307 – E605590) para Cara exterior de Centro de Salud de Murra

Hay que destacar que el ejercicio de la práctica ingenieril de manera óptima en el lugar afectado está destinadas a aminorar la erosión y meteorización de los materiales que constituyen el frente y pie de taludes estudiados, disminuir el ángulo del talud, o bien, moderar la altura efectiva de estos a través de la ejecución tablas estacas y muros gaviones a fin de ofrecer condiciones estables al depósito removido y evitar su avance en subsuelo del muro perimetral. De igual manera, se esto permite aminorar el ingreso de agua de escorrentía en el subsuelo y aumentar la seguridad frente a movimientos de

masas apoyado de canaletas o zanjias de drenajes colocadas en sectores laterales del centro de Salud. Otro de los modelos obtenidos en el presente trabajo para el deslizamiento en Talud N° 2 se presenta en la Ilustración 8 que sigue:

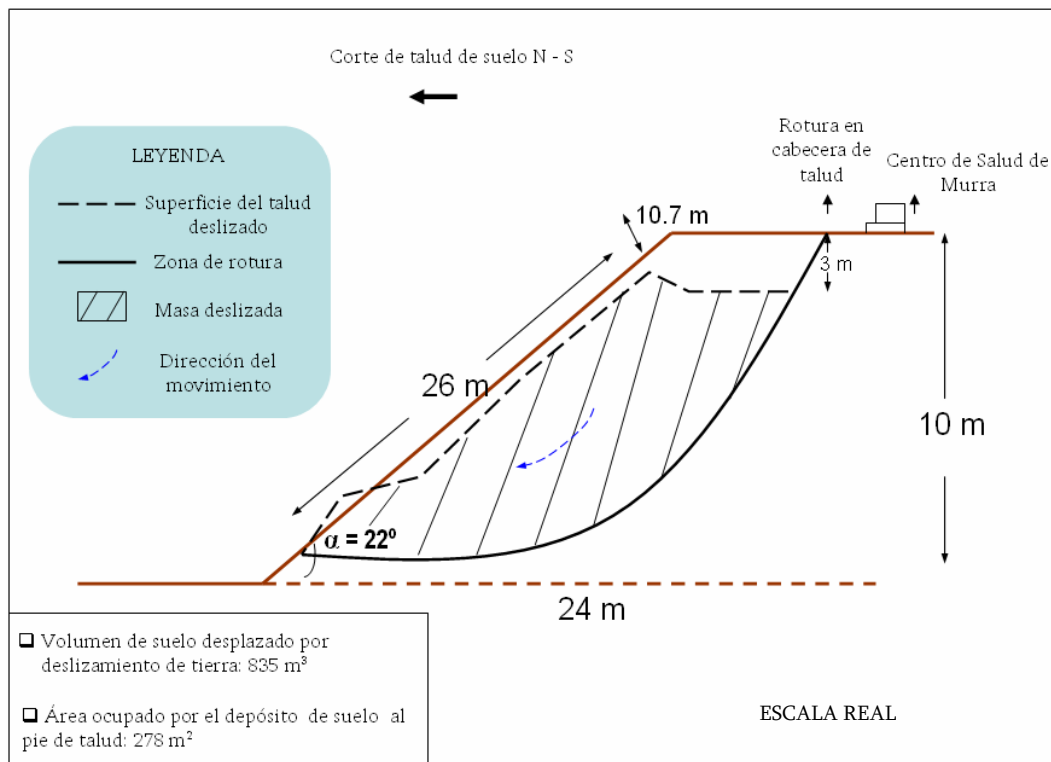


Ilustración 8. Deslizamiento N° 2 en suelo areno-arcilloso con bajo contenido de fragmento de filitas grafitosa (N1521318 – E605579) en sector exterior de Centro de Salud de Murra

Con todo lo anterior se ilustra a través de imágenes fotográficas algunas propuestas de obras ingenieriles que permitirán alcanzar en una u otra forma condiciones de estabilidad del terreno. Esta se presenta a continuación (**Ilustración 9**).



a)



b)

Ilustración 9. a) Bio-ingeniería, hilera de arbustos y/o grama de baja altura dispuesta en escalón paralelos al frente de talud espaciada vertical como horizontalmente menos de 2m. **b)** Muros de gaviones con disposición horizontal y escalonada al pie de talud revestido de malla metálica en cuyo interior se encuentra bolones de formas casi redondeadas y tamaño pequeño.

VIII.- CONCLUSIONES

- Se reconocen dos movimientos de masa en sector exterior de Centro de Salud de Murra, cuya afectaciones están enfocada al muro perimetral exterior. Estos deslizamientos de tierra tuvieron inicios el domingo 28 del presente mes de 2008, descritos en este documento.
- Los deslizamientos de tierras locales, por sus dimensiones uno de mayor extensión 798 m² y otro menor de 278m² tienen extensión local cuyos avances es sosegado por irregularidades topográficas. Se valora una condición no favorable para los taludes reconocidos.
- Los factores que contribuyen la formación de movimientos de masas puntuales en los terrenos de centro de salud son el relieve escarpado del terreno característico de cerro, con pendiente que superan los 20°, meteorización de la roca filitas grafitosas y suelos de textura areno-arcillosas en el lugar. Los factores anteriores combinados con el factor climático, caso la lluvia como mecanismo de disparo de este tipo de inestabilidades del terreno. La mayoría de materiales geológicos encontrados antes descritos se encuentran leve hasta intensamente meteorizado y alterado.
- De los dos deslizamientos de tierra reconocidos recientemente, tienen escenarios de ocurrencia con pendientes del terreno que varía entre 22° < α < 24°; altura del talud entre 10 y 13m.
- Por la proximidad, ubicación geográfica y distribución en el terreno, las instalaciones física de este centro de salud, sobre todo el muro perimetral asentada sobre la cabecera del talud inevitablemente es afectado con mayor severidad por el arrastre de material de suelo.
- Con el método de Hoek y Bray se obtiene coeficiente de seguridad para suelos arenosos entre 0.83 y 1,71, y en suelos arcillosos entre de 1 para el caso de Talud N° 1, siendo las condiciones de estabilidad variable en función de la condición física y tipo de materiales geológicos y topografía puntual. No siendo así para el Talud N° 2 con valores de coeficiente de seguridad entre 0.12 y 1

- Las obras civiles de mitigación (especialmente para viviendas populares, y el Hospital de Murra) deben construirse considerando las condiciones topográficas, geológicas y geotécnicas del área. Por tanto se proponen algunas obras de ingeniería para atenuación de procesos inestables del terreno. Tales como: Tablas estacas, bio-ingeniería y Muros de gaviones.

IX.- RECOMENDACIONES

- **Autoridades del centro de salud:**

- a) Notificar a las autoridades locales, alcaldía, Defensa Civil y organismos de prevención de señales de nuevos o reactivaciones de desplazamientos de tierra y roca provenientes de taludes del terreno.
- b) Participación activa en las acciones en pos de la prevención y mitigación que organice la municipalidad ante la amenaza de deslizamiento.
- c) Integrar al personal que labora en el centro de salud a las campañas y jornadas de reforestación de taludes para fijar estructuras de suelo; Realizar sesiones científicas informativas del escenario real del centro de salud, coordinado entre autoridades municipales y autoridades de ese lugar.

- **A la administración municipal:**

- a) Tratamiento General en las colindancias del Sector poblado con vista a definir taludes, drenajes, control de la deforestación, sobre todo en áreas amenazadas por deslizamientos de tierra.
- b) Obras de mitigación en Centro de Salud, bermas o gaviones, muros de contención, bio-ingeniería, mallas de retención reforzadas con contrafuertes y otras, especialmente mayor atención en los análisis de emplazamiento para proyectos de infraestructura física local.
- c) Atender las informaciones de los pobladores y reportar a las autoridades del nivel central del gobierno, como SINAPRED, Ineter y Defensa Civil para la asistencia inmediata de los técnicos de estas instituciones.

- d) Instalar de dos a tres conjuntos de tablas estacas, una que sirva de defensa directa al edificio, en ambos lados. Otra conjunto distante 7 metros del primero y en una tercera posición muros de gaviones. A su vez, ejecutar obras de desvío de drenaje superficial que corre por la superficie del terreno hacia sectores laterales del edificio.
- e) Colocar manto de plástico y extenderlos en el área ocupada por la infraestructura dañada, sobre todo en los cimientos de la edificación de la cara exterior del centro de salud.

X.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- INETER. (1988). Hoja topográfica 2957-II a Escala 1:50,000.
- 2.- OPS-OMS (2008). Comunicado escrito. Managua, Nicaragua

XI.- ANEXOS

Anexos 1. a) Inventario de Talud de suelo N° 1

INVENTARIO DE TALUDES

1

INFORME: Evaluación de la situación actual de la inestabilidad del terreno en el área Centro de Salud de Murra

SITUACION: Cara exterior del Centro de Salud de Murra

Coordenadas UTM		XUTM	YUTM
		N1521307	E605590
Elevación (m)	Grado de precisión (m)	835	± 5 m

GEOMETRÍA	Altura	Longitud	Dirección	Pendiente
Margen derecho	13m	33m	N70° E	24°
Margen izquierdo	----	----	----	----

LITOLOGÍA: Arenas café amarillenta con cierto contenido de arcillas no consolidado, húmedo, meteorizado, sin fracturación, deleznable, de espesor variable acompañado de fragmento de filitas grafitosas gris verdusco con forma angulosa, ligeramente fracturado y meteorizado ocupando el interior de la estructura del suelo.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTABILIDAD

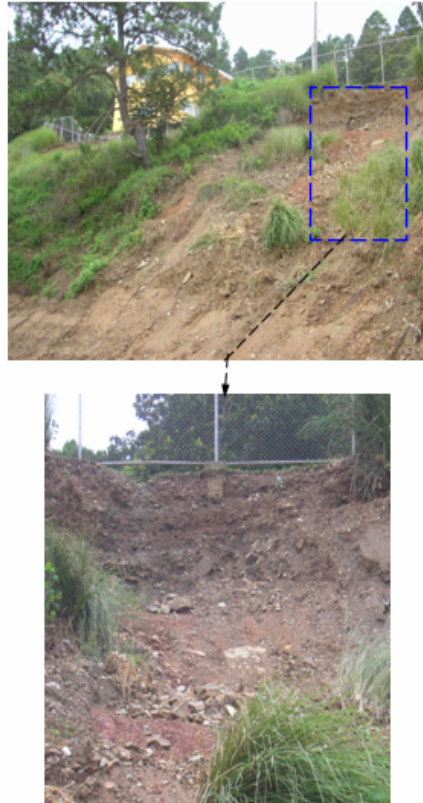
Estabilidad	Inestable, con abundante vegetación. Se presenta rotura curva del talud de 24 metros de ancho y 3 metros de profundidad en suelo areno-arcilloso del Centro de Salud. Se observa grieta de arranque y el salto vertical de la cabecera del talud originado por la baja resistencia de los materiales. En la parte intermedia y base de este afloramiento se desarrolla abundante vegetación. No se trata protección o medida de estabilidad		
Protecciones	Ninguna		
Hidrogeología	Tipo de evento	Húmedo	Deslizamiento de tierra con rotura circular desplazado verticalmente entre 3 metros

(Foto Tupak Obando, 30/09/2008)

(Foto Tupak Obando, 30/09/2008)

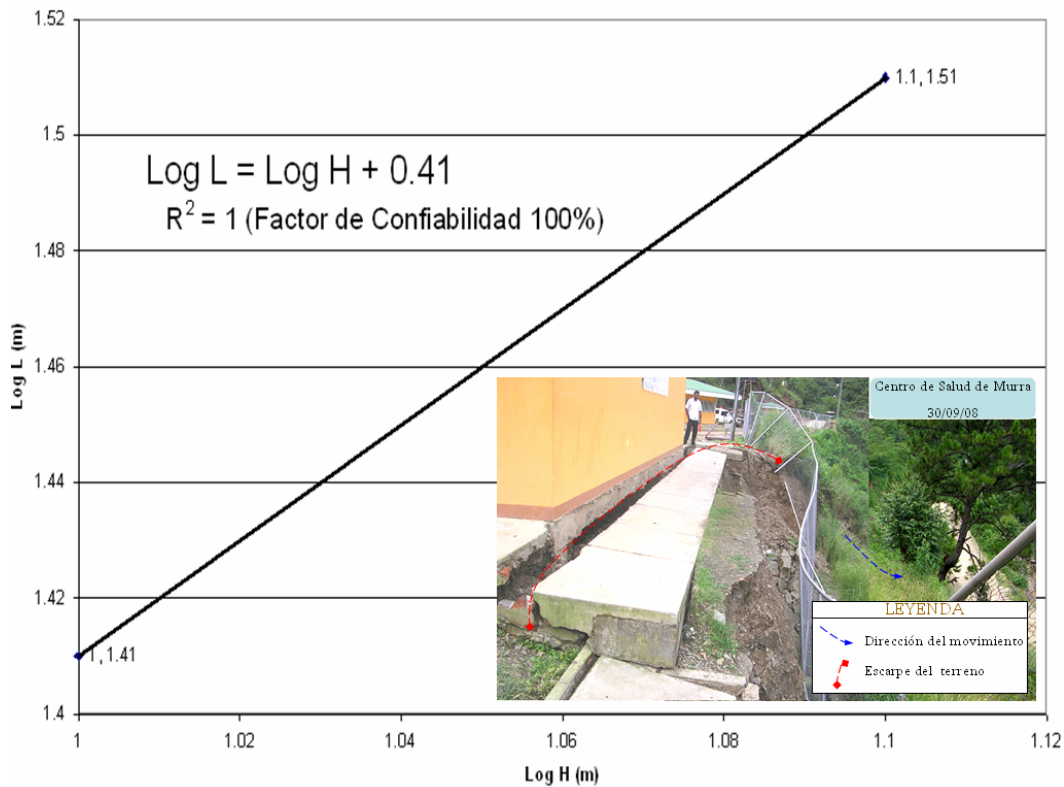
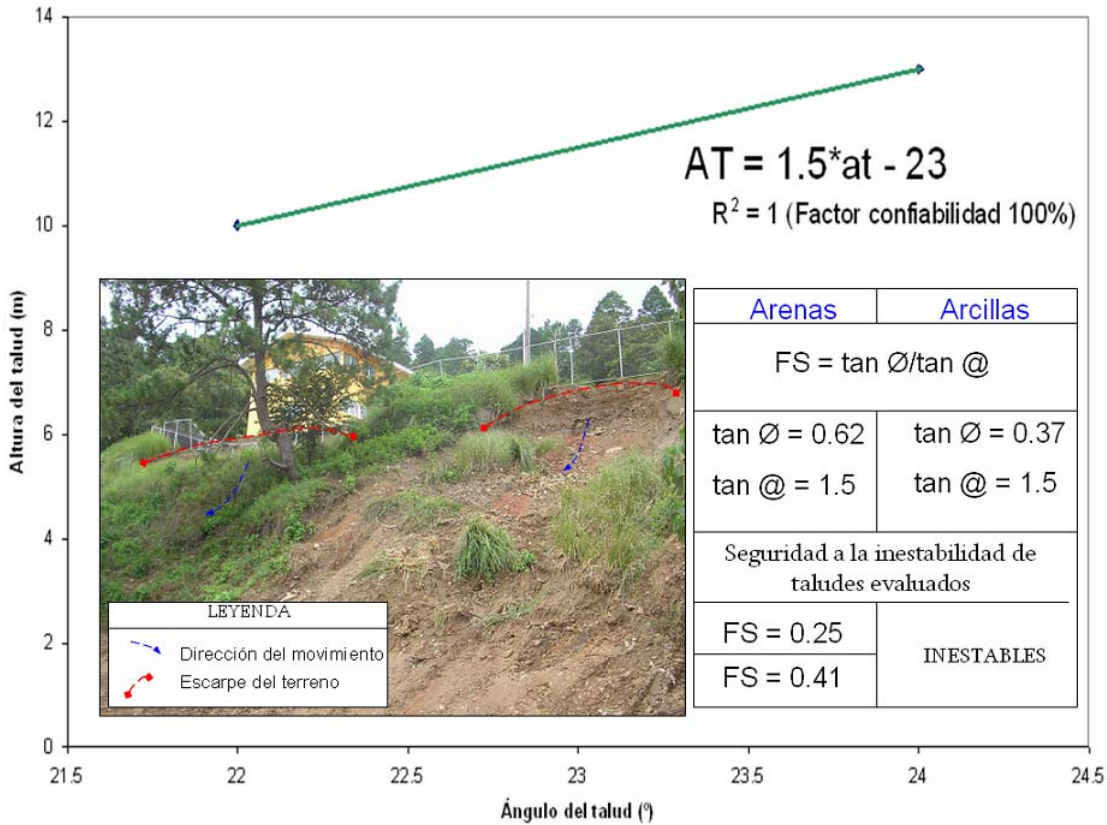
b) Inventario de Talud de suelos N° 2

INVENTARIO DE TALUDES						2
INFORME: Evaluación de la situación actual de la inestabilidad del terreno en el área Centro de Salud de Murra						
SITUACION: Cara exterior del Centro de Salud de Murra						
Coordenadas UTM		X_{UTM}		Y_{UTM}		
		N1521318		E605579		
Elevación (m)	Grado de precisión (m)	852		± 4 m		
GEOMETRÍA		Altura	Longitud	Dirección	Pendiente	
Margen derecho		10m	26m	N65° E	22°	
Margen izquierdo		----	----	----	----	
LITOLOGÍA: Material arenoso intercalado por suelo arcilloso, ambos muy meteorizado, alterados, sin fracturación, suelto, no coherente, húmedo de espesor variables acompañado de fragmento de filitas gris verdusco angulosas, fracturado y meteorizado ocupando el interior de la estructura del suelo.						
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTABILIDAD						
Estabilidad		Inestable, con algo de vegetación. Se presenta rotura curva del talud de 11 metros de ancho y 3 metros de profundidad compuesto del techo a la base por capa arenosa de 20cm de espesor, seguido de horizonte arcilloso de 10 cm de potencia, continuando con capa de arena de 15 cm de espesor y suelo de textura arcillosa color rojiza. Se observa grieta de arranque en la cabecera del talud por la baja resistencia de los materiales. La pared de este afloramiento es manchado por pátina rojiza debido al agua de escorrentía en mantos arcillosos. No se trata protección o medida de estabilidad				
Protecciones		Ninguna				
Hidrogeología	Tipo de evento	Húmedo		Deslizamiento de tierra circular desplazado verticalmente 3 metros.		

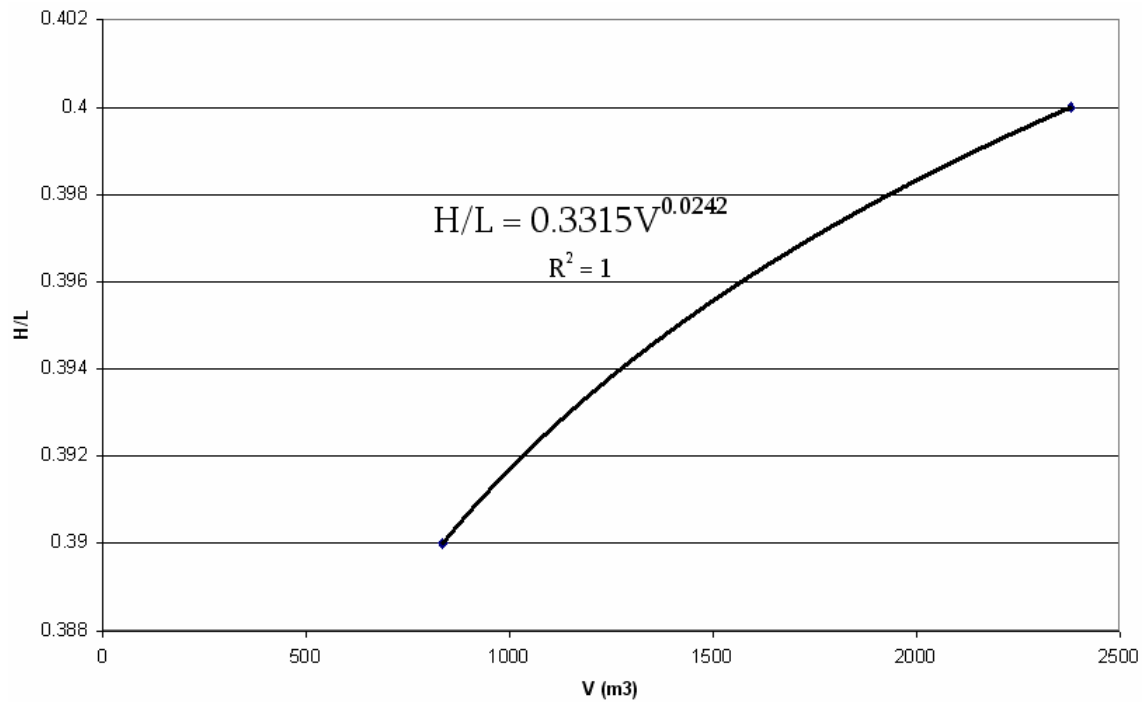


(Foto Tupak Obando, 30/09/2008)

Anexos 2. Correlación de factores geométricos (altura versus longitud, y ángulo del talud) influyente en la inestabilidad del terreno in situ (líneas oblicuas). Se observa movimientos de masas ocurrido el domingo 28 de septiembre del 2008 en Centro de Salud de Murra, en que se indica en trazo color rojo escarpe o rotura curva del terreno, y en color azul dirección del desplazamiento de suelos de textura areno-arcillosas y fragmento de filita grafitosa

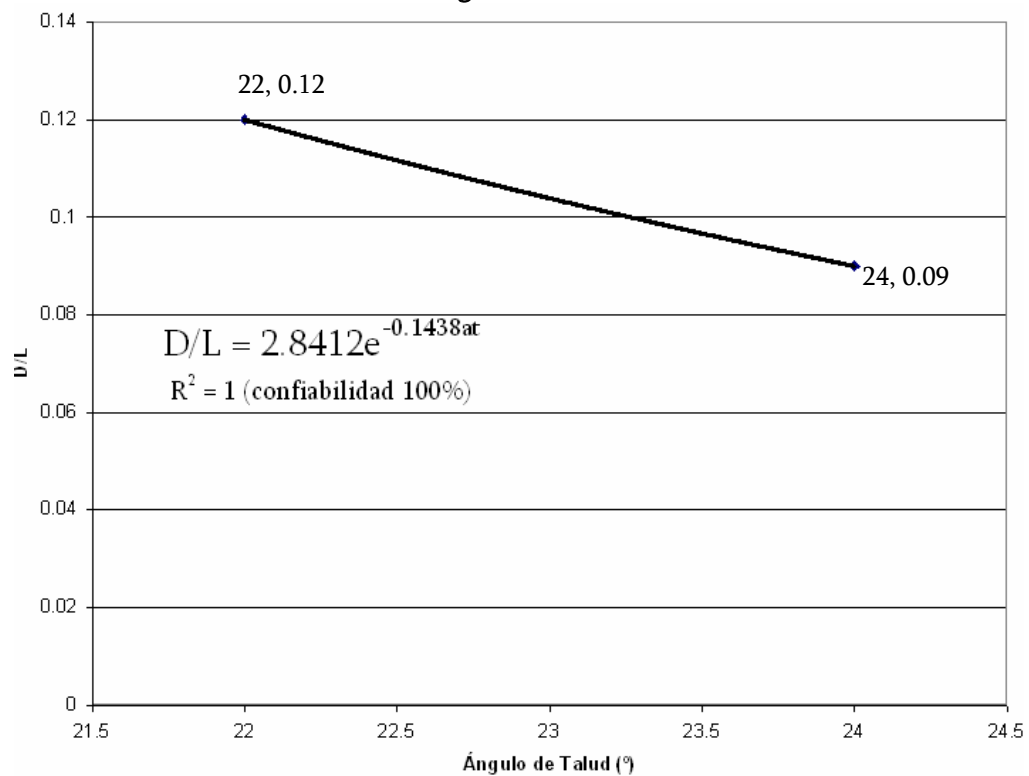


Anexos 3. Comparación entre el coeficiente de fricción interna (H/L) y el volumen de material deslizada.



Anexos 4. Clasificación de los movimientos de masas en función de características y rasgos predominantes.

A.4.a) Relación entre profundidad /longitud de masa desplazada versus ángulo de talud



A.4.b) Factores característicos para la determinación de movimientos de masas ocurrido en Centro de Salud de Murra

Tipo de movimiento	Zona de cabecera y parte superior de la ladera	Zona baja de la ladera	Geometría
Desprendimientos	Laderas irregulares y rocosas escarpadas con material suelto o derrubios en la parte superior. Bloques independizados por discontinuidades o fracturas. Grietas tras el talud. Vegetación escasa.	Acumulación de bloques y fragmentos rocosos.	Pendientes elevadas $> 50^\circ$.
Deslizamientos rotacionales	Grietas de tracción curvas cóncavas hacia la ladera. Escarpes curvos con estrías, que pueden ser verticales en la parte superior. Superficies basculadas con encharcamientos. Contrastes de vegetación. Malas condiciones de drenaje y encharcamientos en depresiones.	Depósitos convexos, lobulados. Desvío de cauces.	Pendientes entre $20-40^\circ$ $D/L < 0,3$ a $0,1$.
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos	Grietas de tracción verticales paralelas al talud. Escarpes verticales poco profundos. Material en bloques con grietas entre ellos. Sin encharcamientos en cabecera. Drenaje desordenado o ausencia del mismo.	Desvío de cauces. En ocasiones acumulaciones de material con forma de lóbulos.	Pendientes uniformes $D/L < 0,1$.
Desplazamientos laterales	Bloques desplazados y basculados en varias direcciones. Pendientes suaves o muy suaves. Grandes grietas separando los bloques. Bloques con formas irregulares controladas por fracturas. Sistemas de drenaje interrumpidos, obstrucciones en cauces, valles asimétricos.	—	Pendientes suaves, incluso $< 10^\circ$.
Flujos de barro	Nichos cóncavos poco profundos. Pocas grietas. Contrastes en la vegetación con las zonas estables. Encharcamientos. Sin irregularidades importantes en el drenaje.	Lóbulos. Morfología irregular ondulada.	Pendientes $15-25^\circ$ $D/L = 0,05-0,01$.
Flujos de tierra y derrubios	Concavidades y lóbulos en el área fuente. Varios escarpes. Depósitos con forma de corriente en valles. Ausencia de vegetación. Drenaje irregular y perturbado en la masa deslizada.	Lóbulos, depósitos convexos. Morfología irregular.	Pendientes $> 25^\circ$ D/L muy pequeño.

D/L: profundidad/longitud de masas desliza. Datos de Soeter y Van Western, 1996

Fuente: **Vallejos (2,002)**

Anexos 5. Recursos Iconográficos



a)



b)

Anexo 5.1. a) Se presenta cabecera de deslizamiento de tierra (trazo rojo) cuya inestabilidad ocasiona volcamiento de malla metálica y asientos de cemento de la edificación del centro de Salud. **b)** Perfil de la estructura de suelo afectado por movimiento de masa.



a)



b)

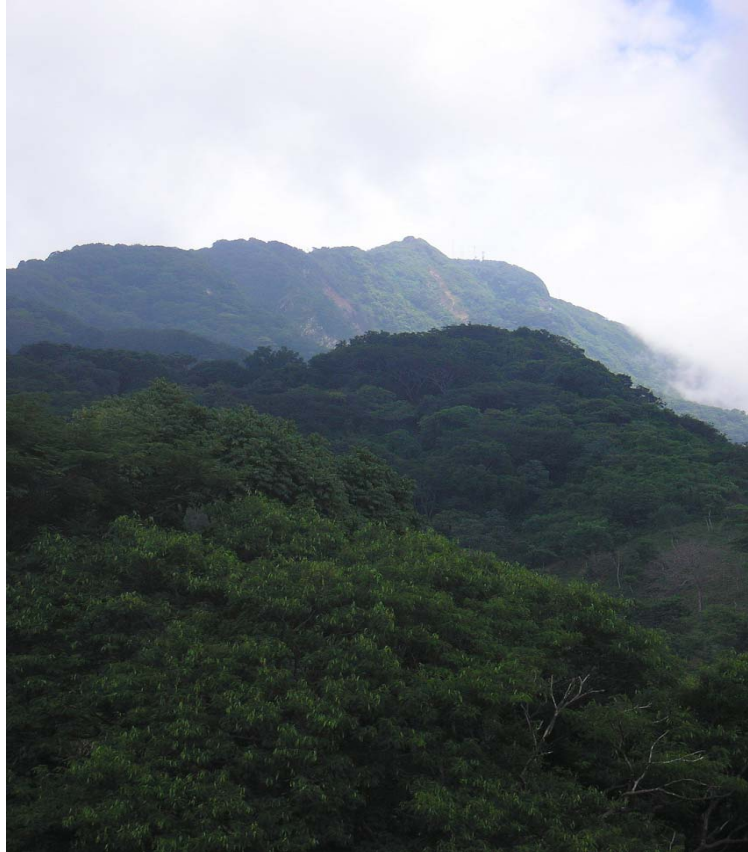
Anexo 5.2. a) Tubería PVC subyaciendo el edificio, se muestra intacta sin evidencia de fuga externa, esta tubería se encuentra empotrada en el suelo areno-arcilloso. **b)** Vista en superficie de grietas de tracción debido a la rotura de los materiales del subsuelo, estas grietas tienen 2 a 5 cm de espaciado, no son lineales y están rellenas con arcillas.

Anexo 6. Datos del personal participante y acompañantes durante la visita de campo al área de interés en Murra, Nueva Segovia

Nombres y Apellidos	Institución	Cargo	Teléfono	Correo electrónico
Guillermo Guevara	OPS-OMS	Programa de Emergencia y Desastres	2894200	guevaram@nic.ops-oms.org
Fátima Díaz	MINSA	Dirección de Infraestructura y desarrollo tecnológico	2897623/2894166	dgit@minsa.gob.ni
Pedro Olivas	MINSA	Dirección de Infraestructura y desarrollo tecnológico	2897623/2894166	No disponible

MOVIMIENTOS DE MASAS EN LADERAS ESTE Y OESTE DEL VOLCÁN MOMBACHO

Municipio de Granada, Granada



*Ladera Este de Volcán Mombacho y su entorno inmediato
Municipio de Granada, Granada.*

POR:

TUPAK OBANDO R.

Ingeniero Geólogo.

Master y Doctorado dentro del Programa Inter.-

Universitario de Doctorado y Maestría en

Geología y Gestión Ambiental de Recursos

Mineros de la UNÍA (Huelva, España)

2008

I.- INTRODUCCIÓN

Tras la ocurrencia de movimientos de masas en la ladera Este y Oeste de Volcán Mombacho (Granada, Nicaragua) el día 05 de Septiembre del presente año se inician acciones conjuntas con el Teniente Coronel **Abel Zapata** (Ejercito de Nicaragua) y **Juan Portobanco**, Defensa Civil de Granada (oficina adjunta a Alcaldía de Granada) para evaluar el peligro que representa estos a las comunidades Las Colinas y Pancasan distante 3 a 5 km del volcán

Estos eventos no causaron daños a viviendas y bienes ni a vidas humanas, solamente a campos de cultivos de café.

La visita se efectuó el 09 de Septiembre del presente año con la igualmente efectiva participación de los señores(as) **Tereza Sequeira** y **Pedro Montenegro**, responsables de la Unidad Ambiental de la Alcaldía de Granada y pobladores del lugar (**Foto 1; Anexo 2 y 4**).



Foto 1. Algunos participantes en trabajo de campo

II.- OBJETIVOS

Localizar y caracterizar los distintos movimientos de masas de las laderas del volcán Mombacho para evaluar su condición de peligrosidad con relación a su magnitud y alcance, y proponer algunas recomendaciones al respecto.

III.- METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Trabajo de oficina

Para atender esta emergencia se recopilaban y revisaron los mapas topográficos y geológicos para efectos de localizar y cartografiar los movimientos de masa, así como

información geológica del volcán. Las hojas topográficas estudiadas son Isla de Zapatera 3051-III y Granada 3051-IV, de Ineter, escala 1:50,000 de 1988.

3.2 Trabajo de campo

Se consultó a los delegados de la Defensa Civil y pobladores de Las Colinas de ocurrencia anteriores de movimientos en las laderas del volcán. En el sitio del derrumbe, se reconoce su concentración definida de rocas angulosas pero con distribución local, es decir reducido a la base del talud de la ladera.

Los puntos de observación se geo-referencian con GPS manual, modelo Garmin III Plus en coordenadas con unidades UTM y datum WGS 84, y otros puntos de control, como caminos secundarios en proximidades a las comunidades. La precisión de las mediciones fue ± 7 metros. Se tomaron fotografías ilustrativas de las observaciones y de evidencia de los sitios de movimiento de masa.

3.3 Elaboración de informe final

El informe final es resultado de la obtención de datos y sus análisis. Se introducen en el programa ArcGIS 9,0 y se incorpora a la base de datos del Sistema de Información Geográfica del SIG-Georiesgos de Ineter, que se ha preparado para este efecto. Los datos obtenidos en la oficina fueron organizados y correlacionado con la levantada durante los recorridos de campo para efectos de preparar el documento Final de la visita a Volcán Mombacho.

Los datos originales tomados en el terreno son transformados junto con el mapa de campo al datum WGS 84, para mantener las mismas referencias. El programa usado para elaborar figuras y anexos gráficos es ArcGIS 9.

IV.- LOCALIZACION Y ACCESO AL SITIO

Los movimientos de masas se localizaron en la ladera Este y Oeste, y sector Sur del Volcán Mombacho, separados unos de otros alrededor de 500 a 1000 metros. En el lugar se destaca una exuberante y densa vegetación y suelos destinados especialmente a la actividad agrícola del café, naranja y frijoles, sobre todo en su ladera este.

Para llegar al sitio se sale de Managua por la Carretera Panamericana hasta la ciudad de Masaya, para luego tomar una vía secundaria que lleva al Empalme Diriá-Diriomo, continuando hasta el Empalme Granada-Nandaime, donde se sigue a la izquierda (al Norte) hasta alcanzar los terrenos de la Hacienda El Cráter, (sector Pancasán), siguiendo el camino de suelo que lleva a Comunidad San Juan del Mombacho. La ruta se ilustra en la **Figura 2**. El sector de Las Colinas, mencionado por los solicitantes se encuentra en sus proximidades.



Figura 2. Vista área del Volcán Mombacho y sus alrededores. Imagen Google, 2008

V.- GEOLOGIA DEL VOLCAN MOMBACHO

El Volcán Mombacho con una elevación de 1,222msnm, es estructura abrupta , relieve ovalado pero escarpado por el grado de sus pendientes que superan los 30°, acompañada por una extensa y baja llanura donde drenan pequeñas quebradas fluviales con cauces muy superficiales.

En mapa geológico (**Figura 1**), escala 1:50,000 indica que el volcán corresponde a un cuerpo rocoso formado de lavas y material fragmentario volcánico que aparece en superficie por la remoción del suelo que lo cubría, que se conoce técnicamente por las letras **Qvl**

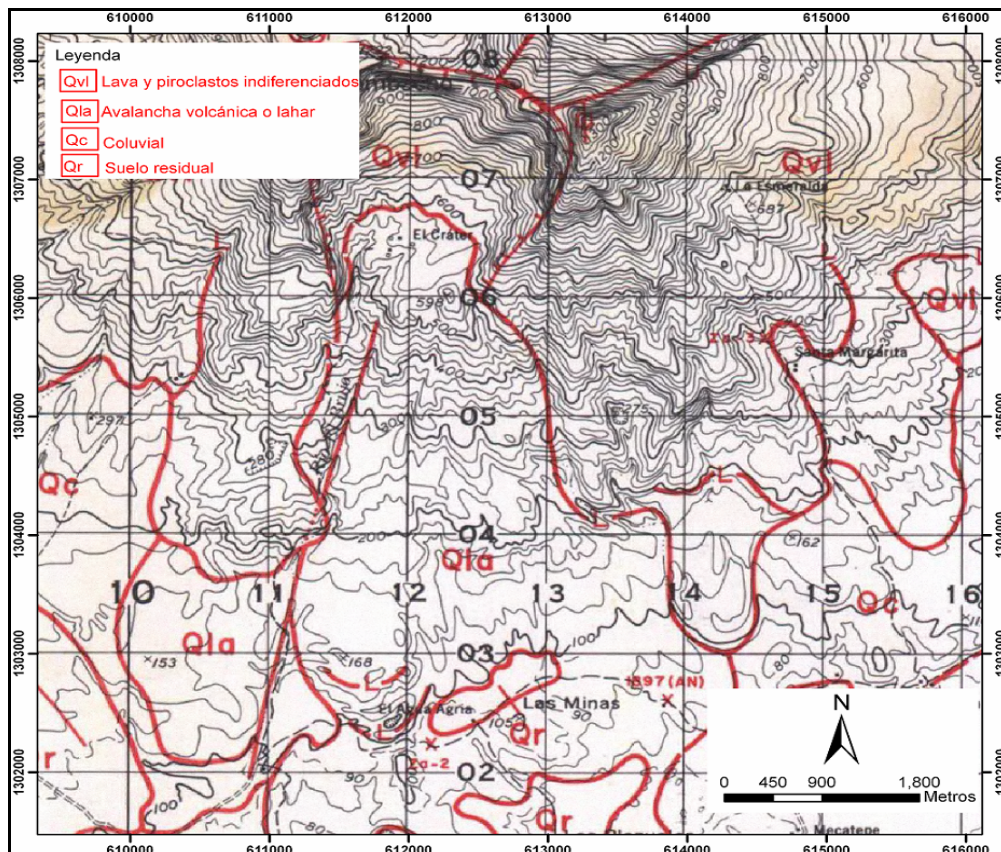


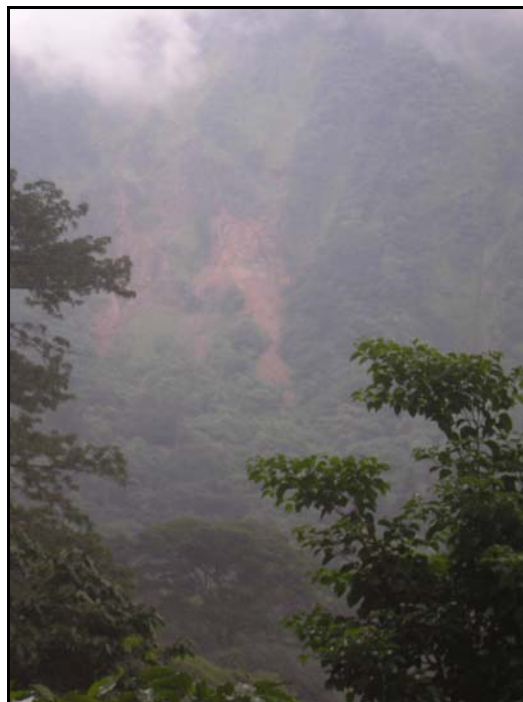
Figura 1. Mapa geológico del área de interés. Mapas geológicas Isla Zapatera 3051-III y Granada 3051-IV, escala 1:50,000. Catastro e Inventario de Recursos Naturales, 1972.

La ladera del Volcán Mombacho esta constituida por lavas basálticas masivas regularmente fracturada y superficialmente meteorizada, originando suelos sueltos, color amarillento textura areno-limosa y de poco espesor, menor de 50 cm. Otros

movimientos de masa se observaron en ladera Oeste del volcán sobre relieve escarpado
(Foto 2).



a)



b)

Foto 2. a) Colada de lodo y detritos en ladera Este de Volcán Mombacho. Sector Pancasán (El Cráter) **b)** Flujo de material fragmentario en ladera Oeste de Volcán Mombacho. Sector Las Colinas

V.1- LOS MOVIMIENTOS DE MASAS EN LADERAS DEL VOLCÁN MOMBACHO

Se presenta para el área afectada dos flujos de detritos, un deslizamiento de tierra y un derrumbe de roca. El primero de estos (**Foto 2a**), tiene 300 metros de alto, 50 metros de ancho y 500 metros de longitud ocupando una superficie del terreno de 1,500m² con volúmenes de material movilizado de 750,000m³ y ángulo de caída medido en 28° con diversas reactivaciones el día de su ocurrencia. Este evento distante 4km de la Hacienda El Cráter es apreciable en terrenos a 665 m de altura en las coordenadas UTM N1307148 – E612113.

Otro flujo de detritos (**Foto 2b**) se presenta en las coordenadas UTM N1307353 – E611807 con dimensiones valoradas en 35 metros de ancho y 40 metros de alto ocupando superficie del terreno de 1,400m². Se reconoce algunos bloques de roca que pudieron rodar varios metros ladera abajo dentro del campo de cultivo debido a su morfología superficial de montículos, ahora cubiertos por arbustos. El volumen estimado es de unos 500 metros cúbicos.

Un tercer evento clasificado como deslizamiento de tierra (**Anexo 1**) se visualiza a 595m de elevación en las coordenadas UTM N1306564 – E612173 en la ladera media Este de Volcán Mombacho con ángulo de caída de 14° y dimensiones de 10 metros de ancho, 20 de alto y 25 m de longitud, ocupando una superficie de desarrollo de 200m² y volúmenes de material movilizados medido en 5000m³. Se presenta in situ suelo de textura areno-limosa color amarillento fácilmente erosionable que pudiese afectar viviendas de Comunidad Pancasan contabilizadas en 25, en donde habitan entre 120 a 150 personas ocupando un área de 8 manzanas de tierra. En caso de futura reactivación pudiese afectar 390 personas distribuidos en 75 casas.

Por último, tenemos un derrumbe de roca (**Figura 3 y Anexo 3**), constituido por masivo de rocas basalto andesita con forma casi redondeada de tamaño > 1 m color oscuro, compacto y coherente, ligeramente meteorizada en su superficie sin fracturación. Esto se visualiza a 509 m de elevación en las coordenadas UTM N1306110 – E611511. Debido a la espesa vegetación es muy difícil reconocer zona de arranque, de donde provino el material depositado al pie de talud.

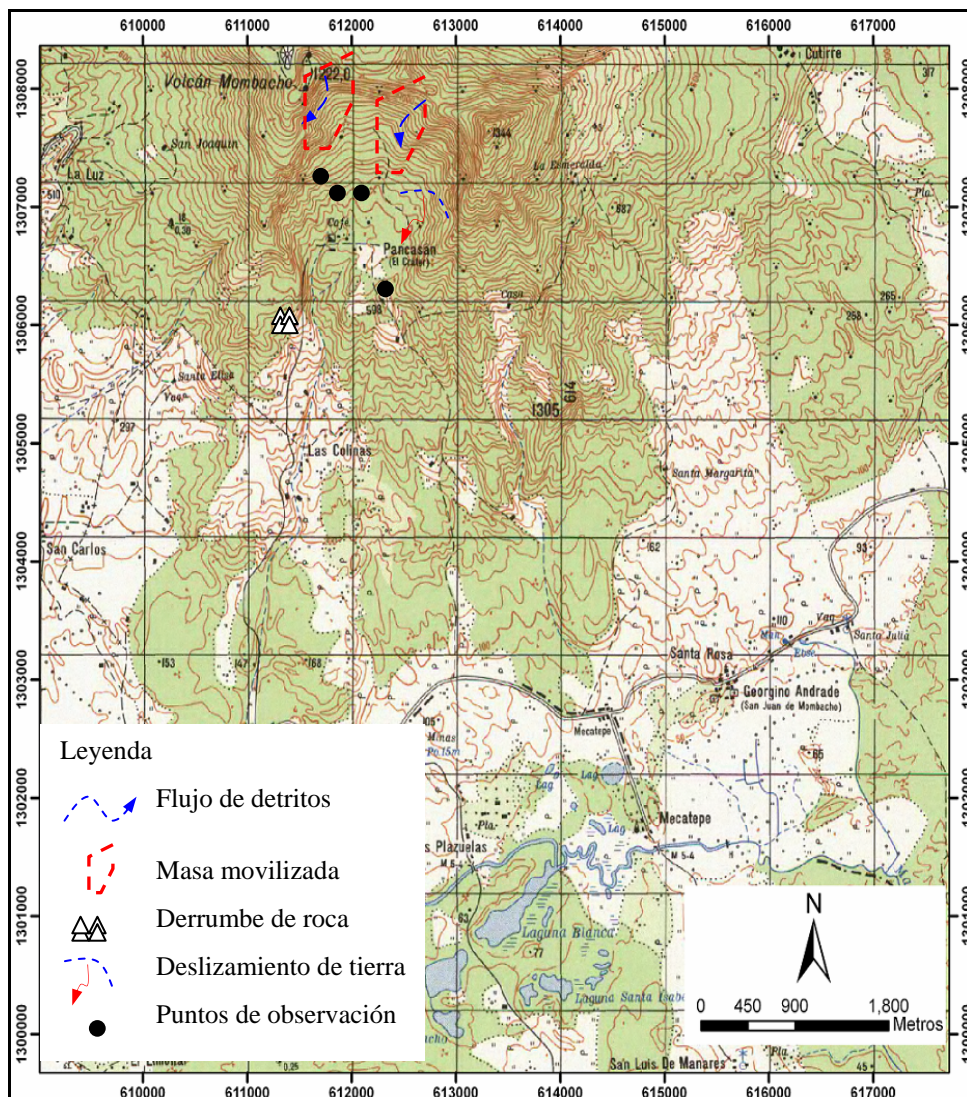


Figura 2. Localización de Volcán Mombacho. Hojas Topográficas Isla Zapatera 3051-III y Granada 3051-IV. Escala 1:50,000 de Ineter, 1988

V.2 - FACTORES INFLUYENTES EN LA INESTABILIDAD DEL TERRENO

Entre los factores contribuyentes se reconocen el relieve escarpado del volcán, pendientes fuertes mayores a 30°, el grado de fractura de la roca y de la meteorización que genera suelos de poca consistencia por su textura areno-limosa y la alteración hidrotermal. Otro factor importante es la actividad lluviosa, que favorece la remoción de materiales de laderas del volcán, en que se humedece y satura el suelo que provoca su movilización en forma de flujos detritos.

Una situación así, podría considerarse potencialmente peligrosa por su grado de movilización y alcance para campos de cultivos mas alejados de las laderas del Volcán Mombacho.

VI.- CONCLUSIONES

- No se conoce de muchos movimientos de masa en las laderas de Volcán Mombacho, los más conocidos fueron los eventos ocurridos el viernes 05 del presente mes de 2008, descritos en este documento.
- Los Flujos de detritos locales, por sus dimensiones con un área superficial entre 800 y 1,500 metros cuadrados y volumen menores a 750,000 metros cúbicos, se considera de extensión local cuyo avance es sosegado con irregularidades topográficas del lugar presente en sus laderas Este y Oeste. Se valora como estable, a pesar de lo escarpado del terreno.
- Los factores que contribuyen a la formación de flujos de detritos locales son la forma escarpada del terreno, con pendiente ligeramente mayor a 30°, fractura y meteorización de la roca basáltica y suelos de textura areno-limosa y la actividad hidrotermal del interior del volcán. Los factores anteriores combinados con el factor climático, como la lluvia como mecanismo de disparo de este tipo de inestabilidades del terreno.
- Por la proximidad de campos agrícolas en la base de la ladera del volcán, estos fueron afectados; sin embargo no se considera una amenaza para las viviendas y

pobladores de Las Colinas y Pancasan, debido a su ubicación geográfica, distancia de separación y distribución en el terreno (muchas de las viviendas están dispersas unas de otras para ser alcanzadas por algún flujo de detritos)

VII.- RECOMENDACIONES

▪ A pobladores y personas:

- a) Evitar la actividad agrícola en la ladera Este y Oeste del volcán ya que reactivaciones de movimiento de masa puntuales como flujos de rocas y suelo por la acción de la lluvia ocasionarían pérdidas económicas a sus habitantes.
- b) Notificar a las autoridades locales, alcaldía, Defensa Civil y organismos de prevención de señales de caídas del terreno sobre todo durante lluvias de varios días

▪ A la administración municipal:

- a) Atender las informaciones de los pobladores y reportar a las autoridades del nivel central del gobierno, como SINAPRED, Ineter y Defensa Civil para la asistencia inmediata de los técnicos de estas instituciones,
- b) Hacer uso de sus medidas de control como ordenanzas municipales encaminadas a la prevención y reducción de estas amenazas y riesgos,

▪ A Defensa Civil local:

- a) Establecer contacto inmediato con SINAPRED e Ineter en caso de la ocurrencia de flujos de detritos para proceder al reconocimiento y evaluación inmediata de los mismos.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

- 1.- INETER. (1988). Hoja topográfica 2856-II a Escala 1:50,000.
- 2.- DEFENSA CIVIL DE NICARAGUA (2008). Comunicación telefónica con Señor Juan Porto Banco, Defensa Civil de Granada.

ANEXOS



Anexo 1. Deslizamiento de tierra a sólo 1km de distancia a vivienda dentro de la Hacienda El Cráter al Suroeste de Volcán Mombacho.



Anexo 2. Miembros de organismos de prevención y atención de desastres en recorrido por entorno físico próximo a Comunidad Las Colinas, en Volcán Mombacho



b)



c)

Anexo 3. a) Zona de apertura (trazo rojo) de desprendimiento de roca local. **b)** Bloques basáltico con forma redondeada, ligeramente meteorizada en su superficie no fracturada con color amarillo –rojizo.

Anexo 4. Datos del personal participante y acompañante durante la visita de campo al área de interés en Volcán Mombacho, Granada

Nombres y Apellidos	Institución	Cargo	Teléfono	Correo electrónico
Habel Zapata	EJERCITO DE NICARAGUA	Teniente Coronel	4229251	No disponible
Juan Porto Banco	Defensa Civil de Granada	Asistencia y Gestión de Riesgos de la Unidad Ambiental.	9576039	No disponible
Jorge Rizo Obando	-----	Administrador de Hacienda El Cráter		No disponible
Emelia Marenco Duarte	Habitante Las Colinas	-----	9569388	No disponible
Tereza Sequeira	Alcaldía de Granada	Unidad Ambiental	5522314	Xalteva_79@yahoo.com
Pedro Montenegro	Alcaldía de Granada	Unidad Ambiental	5522314	pmonte_69@yahoo.com

Lineamientos técnico-científicos para el Establecimiento de Estación Meteorológica WINZARD DAVIS Automática

Dr. Tupak Obando R.- tobando_geologic@yahoo.com

1. [Introducción](#)
2. [Perspectiva histórica](#)
3. [Objetivos propuestos](#)
4. [Características Físicas de la Nueva Estación Meteorológica en el Volcán](#)
5. [Descripción](#)
6. [Ubicación geográfica](#)
7. [Propuesta de adquisición de instrumentos](#)
8. [Sensores para obtención de parámetros meteorológicos](#)
9. [Generador eólico](#)
10. [Resultados Inmediatos](#)
11. [Bibliografía Recomendada](#)

Título original: Lineamientos técnico-científicos para el Establecimiento de Estación Meteorológica WINZARD DAVIS Automática. Comunidad El Volcán, Dipilto (Nueva Segovia)

Introducción

El presente informe tiene por objetivo fortalecer tareas de monitoreo de amenaza por deslizamientos en Cerro El Volcán (Dipilto, Nueva Segovia), para lo cual se encaminan esfuerzo y acciones técnica-administrativa para establecimiento de una estación meteorológica WINZARD DAVIS Automática con vista a la evaluación de las condiciones climáticas de esa región del país, y contribuir con planes de emergencia ante eventos inesperadas.

El mantenimiento y cuidado de la Estación debe estar a cargo en forma inmediata por personal entrenado de esa comunidad, quienes deben contar con recursos materiales necesarios para gestión exitosa a favor de la prevención y mitigación de desastres naturales bajo la responsabilidad y supervisión de instituciones estatales.

La Estación **Winzar Davis**, tiene por misión entregar información meteorológica en tiempo real de primera mano a líderes comunales, de tal modo se activen sistemas de alerta si intensifican las lluvias, que permita avisar a sus habitantes en el menor tiempo posible sobre la situación actual en que se halla el lugar para su rápida preparación ante la emergencia surgida. A su vez, proveer de información importante entre los especialistas para su posterior análisis, y la obtención de productos físicos tales como documentos técnicos, mapas temáticos, gráficos, entre otros.

Perspectiva histórica

La instalación de estaciones meteorológicas en las laderas de Cerro Volcán Viejo, como base de monitoreo de los procesos de deslizamientos en el área, luego de lo sucedido con Huracán Mitch en 1998, como lo es la recolección de datos de cantidades e intensidades de lluvia, fue el objetivo de numerosos proyectos de colaboración ejecutado por instituciones especializadas nacionales y regionales en Septiembre del 2003.

En ese mismo año, estas instituciones realizan actividades para la evaluación de la amenaza por deslizamiento apoyado de estaciones meteorológica convencional sofisticada.

Posteriormente (en el año 2005), especialista en el tema realizan labores en el terreno para la selección de sitio óptimo que prestase las condiciones para la puesta en marcha de proceso de monitoreo basado en las condiciones climática del lugar. Para ello, se instaló estación meteorológica aprovechando el espacio,

elevación topográfica, y demás características físicas encontradas en la Finca El Volcán, ubicada en la comunidad con el mismo nombre.

Seguidamente, la institución estatal encargada en estos tópicos realizan trabajos para la instalación de estación meteorológica automática modelo WINZARD DAVIS apoyados de sensores especializados, y accesorios de cómputo para la cabal y completa toma de datos de campo (hoy día fallida).

Con ello, se permitió en muchas ocasiones la ejecución y fortalecimiento el trabajo geológico de campo en Cerro El Volcán, sobre todo, los estudios de amenazas por deslizamientos y la determinación de factores contribuyentes a la generación de los mismos.

Objetivos propuestos

1.- General

Establecimiento de estación meteorológica automática modelo WINZARD DAVIS en Comunidad El Volcán (Dipilto, Nueva Segovia) para la evaluación inmediata de las condiciones del clima y su influencia en la generación de inestabilidades de laderas, especialmente, en los Cerros, El Volcán y El Perote. Con ello, contribuir al fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana local.

2.- Específico

2.1.- Mostrar el equipo tecnológico y sus accesorios destinados al monitoreo de parámetros meteorológico como factores contribuyentes, que justifican, el estudio de la inestabilidad de ladera local.

2.2. Detallar las características físicas – funcionales del instrumental propuesto.

2.3.- Fortalecer en los pobladores de la comunidad de El Volcán la cultura de prevención al peligro y la amenaza de deslizamientos.

Características Físicas de la Nueva Estación Meteorológica en el Volcán

Descripción

La re instalación de la nueva estación meteorológica es un modelo WINZARD DAVIS, que se ubicará en predios de la Finca El Volcán (coordenadas UTM: N1520189-E554586), lugar donde se encontraba la estación de medición anterior.

El sistema equipado con sensores de lluvia, temperatura ambiente, dirección y velocidad del viento, presenta un registrador digital de datos o datalogger, con una frecuencia de registro de cada una hora.

Su funcionamiento es fundamental para el desarrollo de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para el monitoreo del deslizamiento de Cerro El Volcán Viejo. Los criterios de selección del sitio fueron pre establecidos en años anteriores, estos son de tipo meteorológicos, accesibilidad, elevación topográfica (menor de los 1,300 msnm), proximidad al deslizamiento, y seguridad del equipo y accesorios

Ubicación geográfica

La nueva Estación Meteorológica (Figura x) se ubicará en la Comunidad El Volcán al Noreste del poblado de Dipilto Viejo. Se llega por carretera pavimentada, pasando por Ocotál y siguiendo la vía hacia Las Manos hasta Dipilto, la cabecera municipal, a unos 240 kilómetros al Norte de Managua. Se continúa al Noreste, por unos 7 kilómetros de camino de suelo compacto y en mal estado hasta la cooperativa.

Su puesta en marcha de los equipos y accesorios que conforma la estación WINZARD tomará dos días consecutivos de trabajo en el terreno, fortaleciendo el Sistema de Alerta Temprana local (SAT) ante deslizamientos y flujos del Cerro Volcán Viejo.

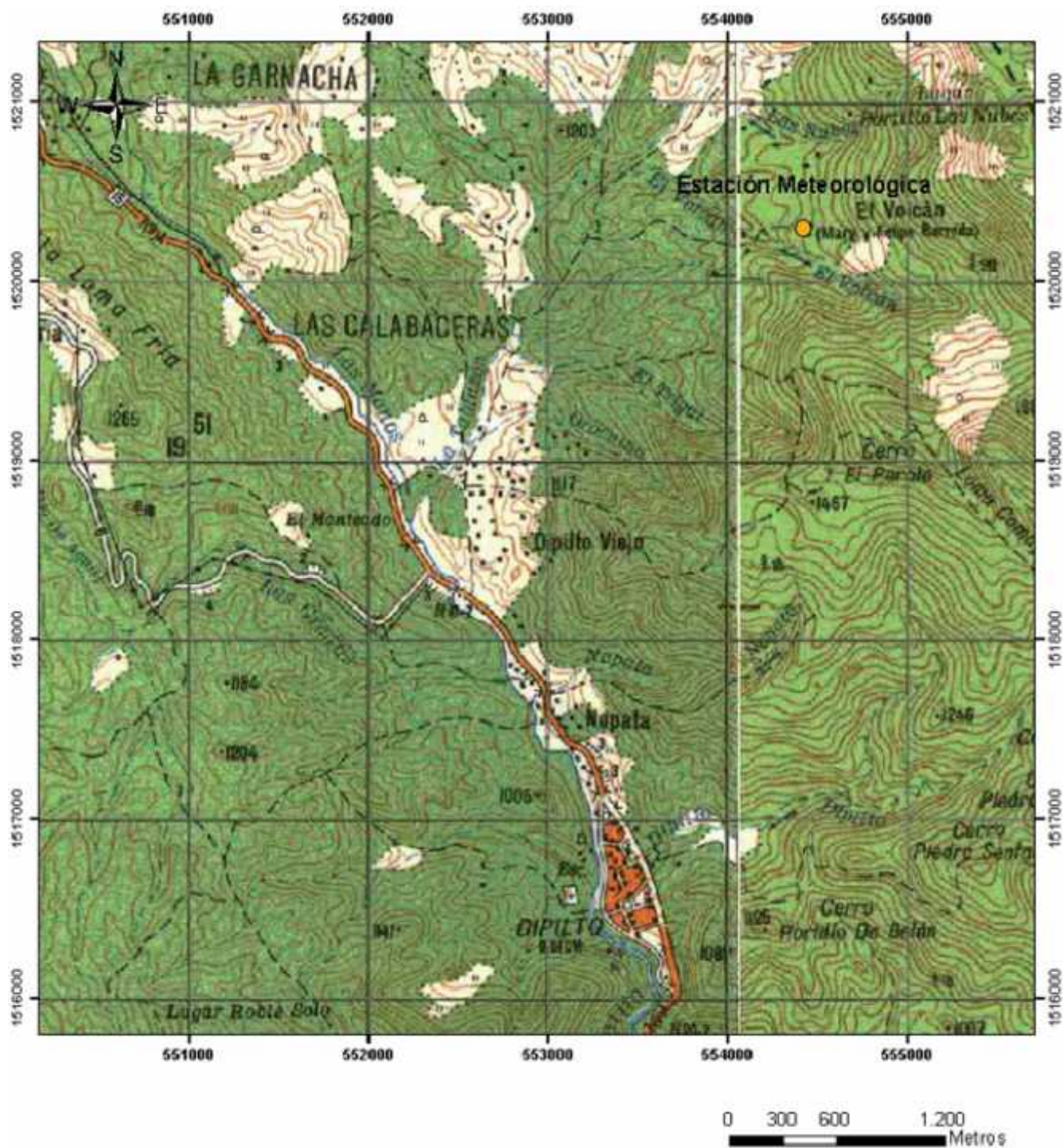


Figura 1. Localización de nueva estación meteorológica El Volcán. Hojas topográficas Dipilto 2857-II y San Fernando 2957-III. Escala 1:30,000. Cortesía de Ineter

Propuesta de adquisición de instrumentos

En esta sección están reunidos y descrito, la instrumentación que pudiese emplearse en tareas de monitoreo de parámetros del clima y su relación con movimientos de laderas locales, labor que se desarrolla desde las instituciones estatales especializadas en el tema. Esta descripción se realiza con vista a obtener en breve equipos tecnológicos de última generación. No obstante, estos equipos, implican altos costes de adquisición, mantenimiento, y formación del personal, el cual debe encontrarse adecuadamente entrenado en la Comunidad El Volcán. La estación meteorológica modelo Weather Wizard III, marca DAVIS equipada con sensores especializados para medición de variables climáticas que se almacena de manera ininterrumpida en una memoria. El sistema se compone de accesorios fáciles de instalar, operar y mantener en campo, bajo costo y que ofrece la recolección automática de datos confiables. Uno de estos, es el DATALOGGER (Foto 1) que en una pantalla de cuarzo líquido se lee digitalmente un valor al instante del dato en tiempo real, lo cual nos indica que su ubicación deberá ser en un lugar protegido y seguro. Otros accesorios son, cables de transmisión y conectores a las entradas del datalogger, y demás equipos, se muestran a continuación.



Foto 1: Componentes y accesorios de la estación meteorológica automática. Cortesía de Davis Net (1. Batería de 12 voltios; 2. Datalogger; 3. Sensor de dirección y velocidad del viento; 4. Cables de conexión; 5. Sensor de lluvia)

Sensores para obtención de parámetros meteorológicos

Los sensores de medición (foto 2, 3 y 4) que componen la estación tienen por finalidad la medición de la dirección y velocidad del viento, así como, el registro de la cantidad de lluvia local, siendo fabricados con material plástico duro para soportar las condiciones climáticas del ambiente exterior.



Foto 2. Sensor de lluvia. Cortesía de M. Herrera



Foto 3. Sensor de viento. Cortesía de M. Herrera



Foto 4. El registrador de datos o **datalogger** y su fuente de energía (Batería de 12 voltios). Cortesía de M. Herrera

Es preciso mencionar, que los datos obtenidos son descargados luego de un tiempo de registro de cada 2 horas, para esto se utiliza se requiere computadora personal o PC, usando un puerto serial (Foto 5).



La estación WINZARD DAVIS ofrece conexión por módem y conexión inalámbrica. Su vida útil es 15 años, pudiendo ser aumentado 5 años más, mediante un cuidado adecuado.

El sistema se energiza con 12 Voltios, en caso de falla, se puede alimentar con baterías de 9 Voltios como respaldo, en un tiempo de 24 a 48 horas.

Generador eólico

Vale mencionar que la estación admite la incorporación de fuente fotovoltaica compuesto por panel solar. El costo de la estación meteorológica es cercano a los **U\$ 2,000.00 (DOS MIL DOLARES NETOS)**



Foto 5. Descarga de datos meteorológicos del **datalogger** a la computadora personal. (**PC**)

Resultados Inmediatos

- Obtención continua y en tiempo real de cantidad de lluvia, velocidad y dirección del viento y temperatura ambiente
- Manejo y procesamiento estadístico con vista a la obtención de parámetros o indicadores como mecanismo de disparo de deslizamientos y flujos que permite el fortalecer el Sistema de Alerta Temprana local (SAT).

Bibliografía Recomendada

GREGOIRE A-S, 2003. Design and Installation of a Landslide Monitoring in Cerro El Volcán. Dipilto Municipality, Nueva Segovia. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)

Hojas topográficas Dipilto 2857-II y San Fernando 2957-III. Escala 1:50,000 cortesía del Ineter.

Autor:

Dr. Tupak Obando R.

tobando_geologic@yahoo.com

Ingeniero en Geología. Master y Doctorado dentro del Programa Inter-Universitario de Doctorado y Maestría en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Mineros por la UNÍA
(Huelva, España)
2009

Sistemas de Alerta Temprana (SAT) ante Deslizamientos. Ejemplos de casos en Nicaragua

Tupak Obando

e-mail: tobando_geologic@yahoo.com

Ingeniero en Geología, Especialista Geólogo/
Doctorado dentro del Programa Interuniversitario de
Doctorado y Maestría en Geología y Gestión
Ambiental de los Recursos Minerales. UNIA
(Huelva, España)

I.- EL SAT POR DESLIZAMIENTOS Y SUS ALCANCES

1.1.- Definición

Estudios realizados hasta la fecha (CEPREDENAC, 2005 – 2,008; Vallejos, L., 2,002; Orozco, M. et. al., 2,004; Ineter, 2,009) definen el SAT de deslizamientos como un sistema de información con tres ejes principales de acción:

- 1.) Participación y organización comunitaria
- 2.) Capacitación y planes de emergencia
- 3.) Instrumentación y estaciones en red para vigilar los deslizamientos (Foto No 1)

Según estos autores, consiste en la instalación de sistemas o instrumentos en superficie o profundidad para detectar deslizamientos, o bien, o medir determinados parámetros.



Foto No 1. Mostrando Estación Climática en una región al Norte de Nicaragua. Foto T. Obando

1.2.- Objetivos

- a) Detectar en forma oportuna la ocurrencia inminente de fenómenos peligrosos que podrían causar daños a las poblaciones vulnerables, basado en vigilancia de indicadores
- b) Generar alertas que se comunican a las poblaciones en riesgo, activar sus mecanismos de alarma para orientar la evacuación de las poblaciones expuestas hacia los lugares o zonas seguras.

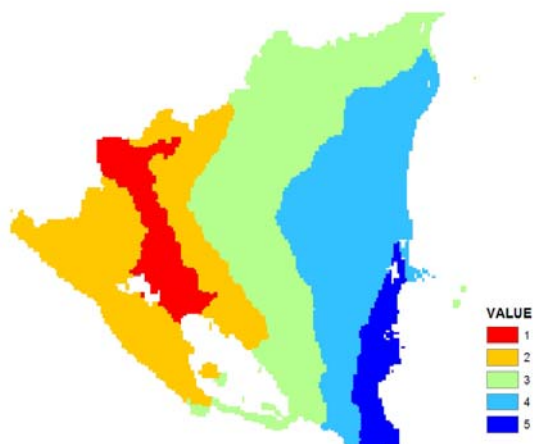
II. HERRAMIENTA LEGAL QUE JUSTIFICA UN SAT NACIONAL

De acuerdo con la Ley orgánica de instituciones especializadas de Nicaragua encargadas del tema de los SAT y la Prevención de los Desastres tiene entre sus líneas de acción:

- [...] caracterizar los fenómenos geológicos ejemplo, movimientos de laderas) peligrosos en apoyo a planes que permitan su prevención y mitigación por parte de la Defensa Civil y el Comité Nacional de Emergencia.
- Realizar la vigilancia sísmica, volcánica, geológica y elabora y difunde notas informativas, avisos y alertas de manera oficial para informar sobre el comportamiento que tengan los fenómenos geológicos (ejemplo, movimientos de laderas), sísmicos y volcánicos peligrosos.

3.1.3.- Humedad del suelo

Estudios realizados por Ineter sobre la humedad relativa de Nicaragua advierten calificaciones de Bajo y Muy Bajo entre los años 1971 y 2000 para la región Nor-occidental de Nicaragua, particularmente, Estelí y sus alrededores. El periodo de registro de humedad tuvo una duración de 30 años.



Ítems	Valor acumulado de índices de precipitación	Humedad del suelo
1	0 - 4	muy bajo
2	5 - 9	bajo
3	10 - 14	medio
4	15 - 19	alto
5	20 - 24	muy alto

Fig. No 4. Humedad relativa del suelo. Cortesía de Ineter.

3.2.- Condición Dinámica

3.2.1.- Pluviosidad

Los estudios de Ineter revelan precipitaciones máximas por día entre 100 y 500 milímetros medido entre los años 1971 y 2000 con 30 años de duración para el territorio nacional

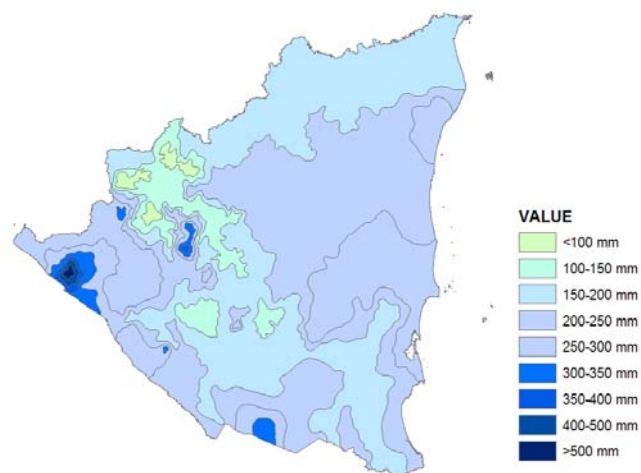


Fig. No 5. Susceptibilidad climática relativa en Nicaragua. Cortesía de la BGR/Ineter.

3.2.2.- Sismicidad, pico máximo de Aceleración Sísmica (PGA).

Los datos aportados por el programa sísmico mundial reconocido por sus siglas en inglés **GSHAP (1,999)** han revelado aceleraciones del terreno entre 0.098 y 4.365 PGA (m/s²). Sugiriendo una sismicidad Baja hasta Fuerte, sobre todo en la región Centro (como Estelí) y Pacífico del país con período de retorno de 50 años.

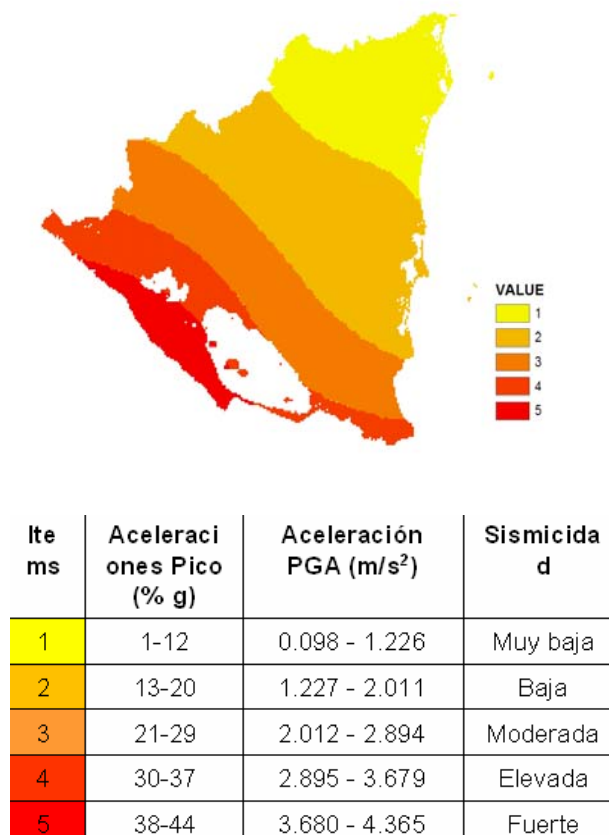


Fig. No 6. Sismicidad en Nicaragua. Cortesía de GSHAP

3.3.- Condición de estabilidad del terreno

3.3.1.- Zona de ocurrencia de Movimientos de Masas en Nicaragua

En la actualidad, se registran en el territorio nacional más de 17,000 movimientos de laderas (**Figura No 7**), la mayor parte de ellos ocurridos en laderas altas de regiones montañosas del Norte y Centro de Nicaragua. Otros tipos de movimientos de laderas se desarrollan en la Cadena Volcánica de Nicaragua que debido a su naturaleza y ubicación geográfica son conocidos como Lahares (o Flujo de lodos).

Generalmente, los movimientos de laderas (deslizamientos, desprendimientos de rocas y flujos de lodo) tienen su origen debido al clima, forma y constitución interna del terreno, el tipo y naturaleza de rocas y suelos, la actividad de los ríos y costas marinas. Factores importantes explicados en los apartados anteriores.

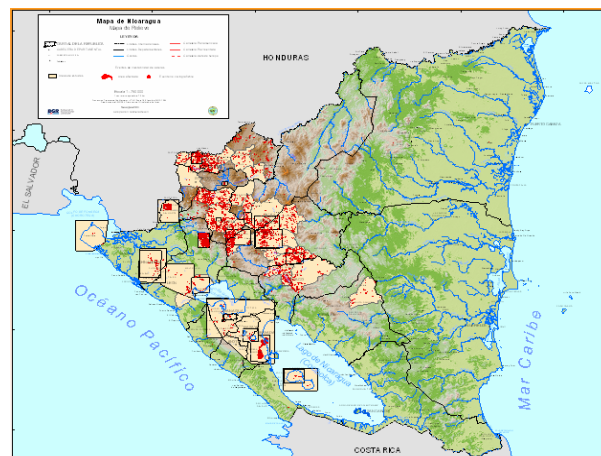


Fig. 7 Inestabilidad de laderas en Nicaragua. Cortesía de BGR, Alemania.

En la dinámica de la naturaleza de nuestro país la presencia de relieves empinados (**Figura 2**) y la acción de las lluvias y temblores de tierra son factores siempre presentes.

Una serie de factores conocidos por los nombres de condicionantes (pasivos) y

desencadenantes (activos) son los que intervienen en el desarrollo repentino y tranquilo de los movimientos de las laderas.

Los factores condicionantes no siempre establecidos con seguridad, juegan un papel definitivo en los deslizamientos, particularmente, el tipo de rocas (muy fracturadas, mala calidad física) y el relieve como se observa la Figura No 8 (terrenos de mucha pendiente, y desprovistos de vegetación).

Por otro lado, entre los factores que desencadenan la inestabilidad en las laderas, y que se puede destacar por su extremada importancia es el papel desempeñado por las lluvias, sismos, acciones humanas (deforestación, rellenos mal compactados, vertederos de residuos sólidos muy suelos, y otros), erosión hídrica, acción del agua subterránea, aplicación de cargas estáticas y dinámicas (por ejemplo, el excesivo tránsito vehicular, la construcción de carreteras, puentes, y otros).



Fig. No 8. Laderas empinadas y escarpadas en la Región Central de Nicaragua. Cortesía de autores anónimos

3.3.2.-Vista de Taludes Rocosos Inestables

En las fotos adjuntas se presentan ejemplares de cortes de taludes inestables que por su grado ligero a intenso de fracturación, meteorización y humedad son capaces de moverse pendiente abajo del terreno tal como se ilustra en las Fotos de la No 2 a la No 5. Estas fotos se toman en tramo de carretera que une los poblados de Estelí y Condega en los primeros meses del presente año 2009.



Foto No 2. Talud rocoso fracturado suficientemente alto. Foto T. Obando



Foto No 3. Talud alto e irregular. Foto T. Obando



Foto No 4. Escarpe superficial de deslizamiento en talud empinado y escarpado. Foto T. Obando



Foto No 5. Flujos de detritos en pared de corte de carretera, suficientemente alto e inclinado. Foto T. Obando

IV.-MONITOREO Y VIGILANCIA DE PELIGROS

4.1.- Métodos aplicados para la observación de deslizamientos.

En la actualidad, se identifican y validan diversos métodos que tienen por finalidad contribuir en tareas vinculadas el estudio de deslizamientos, y su relación con variables dinámica, que por frecuencia de uso y fácil operación, tenemos los siguientes:

a) Medición Diaria (Foto No 6)

Consiste en lectura día a día de los valores de lluvias en área específica, pero ello implica la

definición de Responsables-Observadores de las lluvias, o bien, los deslizamientos.

Foto No 6. Pluviómetro y sus accesorios
Foto T. Obando



b) Registros de datos

Consiste en obtención de información transferida a líderes comunales y autoridades locales a través de una red de radiocomunicación

c) Análisis, y nota de la información

Trata de la garantía de seguridad y validez que se da a la información para no generar falsa alarmas. Con esto, se permite asegurar las vidas humanas a través de alertas preventivas comunitarias.



Foto No 7. Comité de emergencia ante desastres, y pobladores en Comunidad de San José de Cusmapa (Madriz). Foto T. Obando

4.2.- Tipo de instrumentos básicos de medición-vigilancia.

4.2.1.- Monitoreo y vigilancia de las lluvias

4.2.1.1.- Modo instrumental

En el tema de deslizamientos disponemos de una serie de instrumentos o herramientas destinadas a la obtención de datos para vigilar y monitorear la incidencia que factores desencadenantes como las lluvias, o bien, sismos importantes tienen en la generación de los deslizamientos. Entre los instrumentos disponibles para dichas funciones tenemos los siguientes:

a) Pluviómetro (Foto No 8)

Es el dispositivo que mide en milímetros (mm) la cantidad de lluvia en un sitio específico a través de una lectura visual directa (cada 12 horas o menos). El total se denomina precipitación



Foto No 8. Instrumentos de medición de condiciones climáticas en Comunidad La Tablazón (Dipilto Viejo, Nueva Segovia). Foto T. Obando

b) Estación para registros de variables meteorológicas (Foto No 9)

Consiste en el registro de datos importantes del estado del clima como los siguientes:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad y dirección del viento
- Cantidad de lluvia y el acumulado de lluvia



Foto No 9. Estación climática Winzard Davis. Cortesía de DavisNet.

4.2.1.1.- Modo computacional

Consiste en una serie de imágenes proveída por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos conocida por sus siglas en inglés como **NOAA**. La NOAA constituye una agencia federal de la unión americana para el estudio detallado de las condiciones climáticas y marinas.

Estas imágenes en tiempo real muestran la distribución espacial y temporal de la intensidad de precipitación en milímetros para Nicaragua tal como se ilustra en el Mapa No 1.

La aplicación de estas imágenes tiene por finalidad visualizar y evaluar cuantitativamente las lluvias ocurridas. Esto permite prever la posibilidad del impacto por deslizamientos con vista a la preparación de medidas de protección.

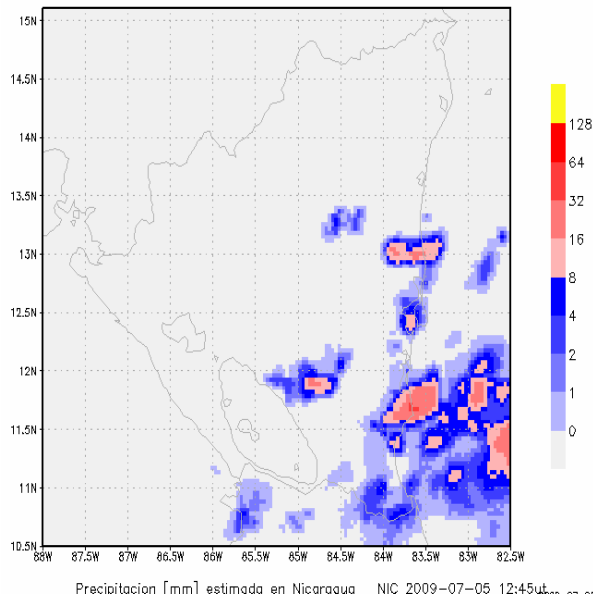


Fig. 8. Pluviosidad en tiempo real para Nicaragua. Cortesía de Geoscientific Data Center/NOAA/NGI/Ineter.

El estudio de imágenes satélites, por ejemplo FORMOSAT-2, permite la medición-vigilancia antes y después de ocurrido los deslizamientos y flujos de lodos en regiones montañosas y volcánicas. Un caso reciente es El Volcán Concepción, en que a través de estas imágenes se ilustra la dirección y magnitud de movimientos de laderas al Sureste de esta estructura volcánica.

Obsérvese en la imagen, laderas escarpadas y empinadas del terreno, y cárcavas superficiales por donde se mueven los materiales volcánicos fragmentarios.

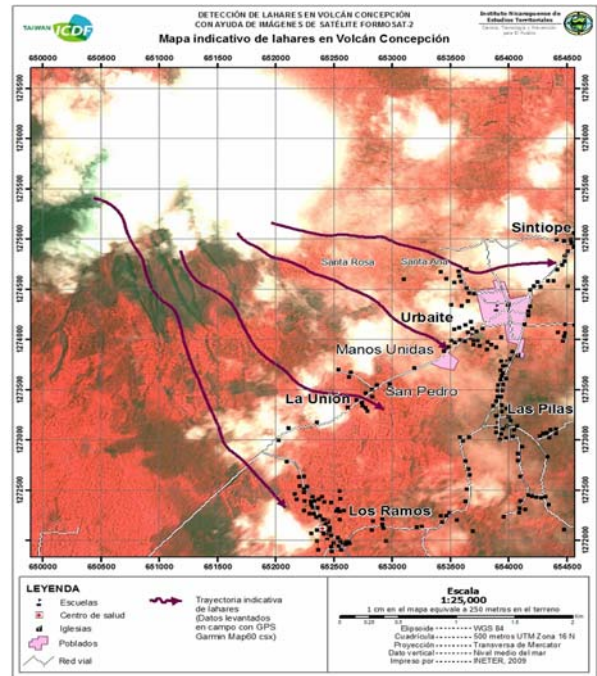


Fig. 9. Mostrando trayecto de los flujos de escombros en flanco Sureste del Volcán Concepción (Isla Ometepe, Rivas). Cortesía de Ineter.

4.2.2.- Monitoreo y vigilancia de sismos

4.2.2.1.- Modo instrumental

La Central Sísmica de la Dirección General de Geofísica del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter) dispone de un sofisticado y completo equipo instrumental cuya tarea entre otras, es detectar sismos superficiales que estén vinculados con la activación o reactivación de deslizamientos de tierra en el territorio nacional. Esto apoyado sismógrafos digitales, y programas informáticos para la obtención y procesamiento de datos. Estos equipos se ilustran en la Foto No 10, y Fig. No 11.



Foto No 10. Sismógrafos y sus accesorios.
Cortesía de Ineter.

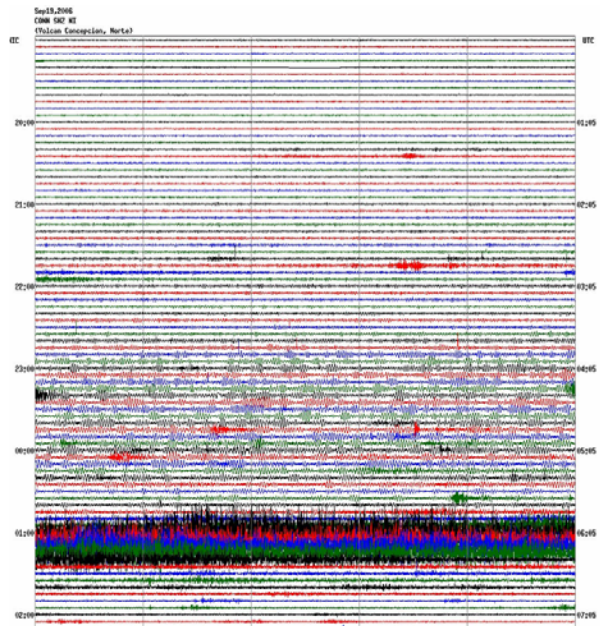


Fig. 11. Registro sísmico del deslizamiento en la Chirca (Isla de Ometepe, Rivas). Cortesía de Ineter.

4.2.2.2.- Modo computacional

a) Digitalizador Sísmico SARA SR 04 (Foto No 11)

Es una unidad robusta y compacta que capta la grabación de señales sísmicas digitales a través de sensores electrónicos como geófonos y acelerómetros. Este aparato puede ser equipado con tres geófonos de 4.5 Hz tal como se ilustra a continuación:

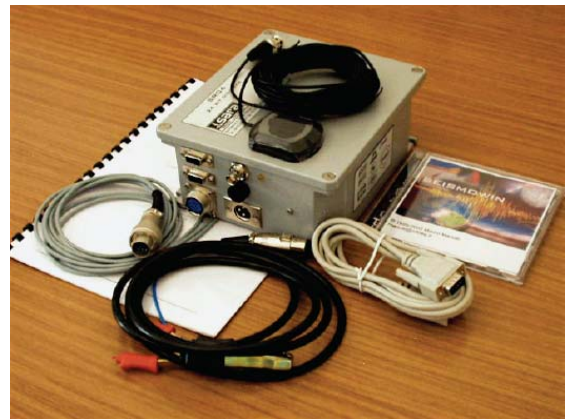


Foto No 11. El SARA SR 04, y partes del mismo. Cortesía de OSOP-Panamá.

La Tabla adjunta muestra detalles técnicos importantes para el funcionamiento y sostenibilidad física de la unidad SARA SR 04

DESCRIPCION TECNICA	
Canales Analógicos	3
Filtro Anti-Alias	Filtro pasa - bajos de un polo a 20 Hz
Filtro Pasa - Banda	Salida estándar DC a 8 Hz (Configurable)
Convertidor A/D	24 bits tipo sigma delta
Tipo	Entrada diferencial
Ganancia	Ganancia fija
Rango de entrada	+ / - 1 V.
Protección de sobrevoltaje	Protección de diodo zener arriba de 1 Kv por varios milisegundos
Atenuación	Los geofonos internamente vienen atenuados, los geofonos de conexión externa deben ser atenuados por medio de resistencias.
Impedancia de entrada	Tipicamente >= 1 M ohm
Nivel de ruido	Tipicamente < 2.5 por cada 100 SPS
Rechazo de diafonía	> 140 dB
Tiempo de sesgado	Cero, los tres canales son analizados simultáneamente
Rango dinámico	140 dB a 25 SPS
Reloj	10 ppm estable entre temperaturas de -20 a +70 -C
Cableado	Cable: serial RS232 y cable de alimentación
Peso	1.5 Kg aproximadamente

Tabla No 1. Parámetros físicos y operacionales de Unidad SARA SR 04. Cortesía de OSOP-Panamá.

En la Foto No 12 se visualiza la complejidad de circuito integrado, semiconductores y accesorios que tiene en su interior el digitalizador SARA SR 04.

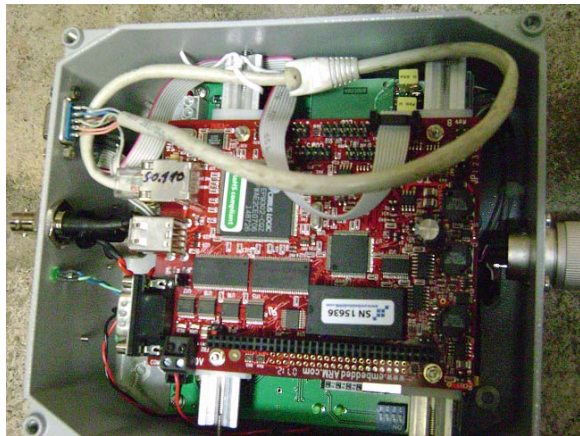


Foto No 12. Vista exterior del SARA SR 04. Foto de M. Herrera.

IV.-CRITERIOS EMPLEADOS PARA EL DESARROLLO DE UN SAT, Y SUS ESCENARIOS DE APLICACIÓN

Los criterios aplicados para la ejecución de un Sistema de Alertas Temprana (SAT) por deslizamientos a través de equipos tecnológicos de medición-vigilancia son:

- a) Facilidad de acceso al sitio para su mantenimiento
- b) Seguridad del equipo y sus accesorios
- c) Un mínimo de obstáculos para la captación de la lluvia y transferencia de datos.
- d) Ubicación en porciones plana, firme y estable del terreno

Un hecho reciente que justifica el SAT, es el Deslizamiento en Cerro del Reparto Fátima, distante 500 metros al Oeste de la Ciudad de Matagalpa tal como se ilustra en las Fotos de la No 12 a la No 15.



Foto No 13. Ladera escarpada y empinada de Cerro en Reparto Fátima. En parte media de este Cerro se desarrolla deslizamiento que alcanza viviendas y carretera principal hacia Matagalpa. Foto T. Obando



Foto No 14. Escarpe del terreno, indicativo de movimientos de laderas secundarios en Cerro de Reparto Fátima (Matagalpa). Foto T. Obando



Foto No 15. Mostrando daños físicos a viviendas ubicadas al pie del deslizamiento del Cerro en Reparto Fátima (Matagalpa). Foto T. Obando

A su vez, es preciso destacar los deslizamientos y flujos de escombros (Foto No 16) durante y después del Huracán Mitch (Octubre de 1,998) en Cerro El Volcán (Dipilto, Nueva Segovia).



Foto No 16. Mostrando deslizamientos en Cerro El Volcán (Dipilto, Nueva Segovia). Cortesía de Ineter

Tras los deslizamientos en Cerro Volcán, instituciones estatales encaminan esfuerzos y acciones para monitorear las lluvias capaces de influir en la generación de más movimientos de laderas en esa región a través de equipo instrumental. Para ello, se instalan a partir del año 2,003 en la Finca Mery y Felipe equipos para vigilancia de las condiciones meteorológicas tal se ve en la Foto No 17 (A, B, C y D)

Un hecho similar ocurre en Jalapa (especialmente, en Cerros Jesús, y Cerro Águila), región fronteriza con Honduras al Norte de Nicaragua.



Foto No 17. **A** - Finca Mery y Felipe en Cerro El Volcán. **B**- Computador y accesorios para obtención de datos instrumentales. **C**- Unidad Sísmica SARA SR 04. **D**- Sensor de dirección y velocidad del viento. Cortesía de Ineter.

V.-DECLARACIÓN DE ALERTA

5.1.- Según Instituciones especializadas nacionales a través de decretos presidenciales plantean lo siguiente:

b) Sugerir al Comité Nacional y al Presidente de la República, a través de la Secretaría Ejecutiva del Sistema Nacional (p.ej. SINAPRED), la declaración de alertas, previo los estudios técnicos y científicos sobre la materia y ante la eventual incidencia de fenómenos peligrosos."

[...] para declaración de alerta se dan, orientándose en Niveles de Alerta Temprana predefinidos, caracterizados por ciertos parámetros de los fenómenos naturales que se determinan con los sistemas de monitoreo.

Para ello, algunos especialistas, proponen un sistema de alerta a deslizamiento, flujos y derrumbes que se detalla a continuación:

<ul style="list-style-type: none"> - Ocurrencia de fisuras o escalones nuevos en pendientes, flancos, paredes, paredones, cortes de carreteras de más de 5 m de altura, pisos o muros de casas o edificios agrietados, entre otros. - Ocurrencia de cambios de pendiente que se expresan en desviación del ángulo vertical en árboles, muros, cercos, postes. - Movimientos horizontales que se expresan en ligeras desviaciones de caminos o carreteras, tuberías dobladas, cercos. - Ocurrencia de ojos de agua. - Caída frecuente de bloques desde paredes de más de 5 m de altura. - Aumento de material fino y detrítico en antiguas o nuevas cárcavas. - Comienzo de lluvias persistentes en áreas de deslizamientos. - Anuncio de huracán, depresión, tormenta para el área de interés.
<p>a declarar Alerta Verde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lluvias fuertes persistentes con 50 mm al día. - Aperturas de fisuras existentes durante la lluvia. - Caída de árboles en las pendientes, caída de algunos bloques en las pendientes. - Rupturas de tubería. Muros y pisos se rajan,

árboles se mueren, cauces de ríos cambian de ancho o dirección.

Agua turbia en ojos de agua y en cárcavas.

- Sismo fuerte o enjambre de sismos en o poco antes de la temporada de las lluvias.

a declarar Alerta Amarilla

- Lluvias de más de 100 mm al día durante más de un día o de 200 mm durante más de 4 horas.

- Rápido aumento del flujo de agua mezclado con arena y pequeños bloques en las cárcavas y cauces.

- Ocurrencia de ruido y temblor fuerte causado por el comienzo del fenómeno. Ruido como explosión, helicóptero.

- Se observan movimientos en el terreno.





Sacudida por terremotos fuertes con aceleraciones de más de 0.2 g especialmente si son de larga duración, más de 10 segundos.

a declarar Alerta Roja

Tabla No 2. Declaración de Alerta. Cortesía de Ineter.

6.2.- Según Cruz, L. (2,005)

Una muestra más, relativo al diseño de un sistema de estado de alerta temprana fue propuesto por esta autora, quién con base a las condiciones de las precipitaciones, y su duración propone estado de alerta en el área del Cerro El Volcán, y las comunidades La Tablazón, El Volcán, Las Nubes, y Dipilto Viejo tal como se ilustra:

Estado de Alerta	
○ Para lluvias de 60mm con 3 horas de duración	
○ Lluvias de 100mm, con 6 horas de duración	
○ Lluvias de 150 - 300mm, con 12 horas of duración	
○ Lluvias > 300mm con 24 horas de duración	

Evacuación

VI.- ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS

6.1.- Susceptibilidad ante movimientos de laderas

Estudios realizados por instituciones especializadas regionales en tema de deslizamientos (BGR, Alemania) conjuntamente con el Ineter, indican alta posibilidad de ocurrencia de movimientos de laderas en Centro, Norte y Pacífico de Nicaragua (Figura No 12), debido a la presencia de relieves empinados y escarpados, la acción de las lluvias y sismos, siendo factores concurrentes en la dinámica y geografía del país.

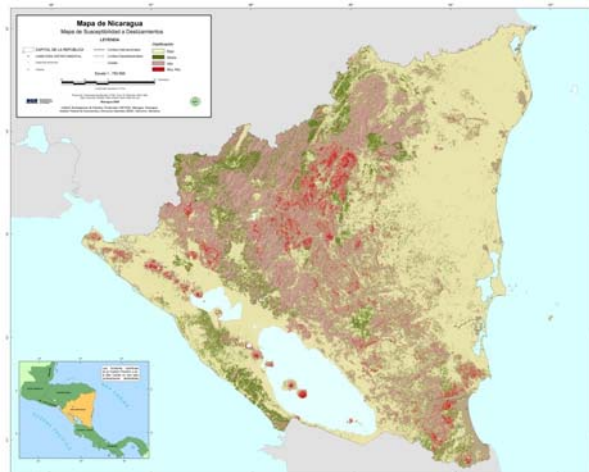


Fig. No 12. Susceptibilidad ante deslizamiento en Nicaragua, basado en la metodología Mora y Varhson, 1,991. Obsérvese en las zonas roja mayor posibilidades de ocurrencia de deslizamientos. Cortesía de BGR/Ineter.

6.2.- Áreas propuestas para monitoreo y vigilancia por deslizamientos

Según los datos aportados por la BGR- Ineter con ayuda del Instituto Geotécnico Noruego (NGI), se seleccionaron los sitios importantes con amenaza de deslizamientos, por lo que las imágenes satélites sumados a las técnicas y métodos aquí explicados son un aporte más a los Sistema de Alertas Temprana (SAT) ante deslizamientos. Estos sitios se muestran en el mapa que sigue.

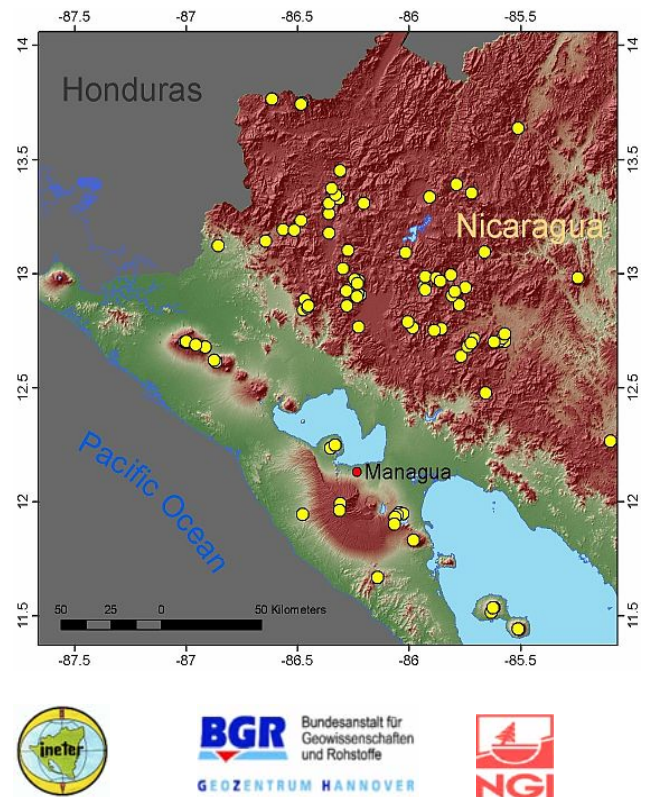


Fig. No 13. Ubicación de sitios seleccionados para el estudio de deslizamientos a través de imágenes satélites NOAA como parte de un SAT Nacional. Cortesía de Georiesgo-Ca (BGR, Nicaragua)/Ineter.

VII.-BIBLIOGRAFÍA

Referencias

- 1) CEPREDENAC (2,005- 2,008). Guía La Amenaza por Deslizamiento o Deslave en el ámbito municipal. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)/Embajada de Noruega/Instituto Noruego de Geotecnia. Programa de Fortalecimiento de Capacidades para el Manejo del Riesgo por Deslaves – RECLAIMM-América Central. Managua. 28p.
- 2) CEPREDENAC (2,005- 2,008). Guía La Amenaza por Deslizamiento o Deslave y su vigilancia comunal. Centro de

Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC)/Embajada de Noruega/Instituto Noruego de Geotecnia. Programa de Fortalecimiento de Capacidades para el Manejo del Riesgo por Deslaves – RECLAIMM-América Central. Managua. 24p

- 3) OXFAM et. al. (2,007). Sistemas de Alerta Temprana (SAT) ante inundaciones en la cuenca del Río Inambari (Perú). Primera edición. Editado por OXFAM/PREDES-Centro de Estudios y Prevención de Desastres. Lima. 19p.
- 4) Vallejos, L. G. et. al. (2,002). Ingeniería Geológica. PEARSON EDUCACIÓN. Madrid. 744p.

Otras fuentes de documentación:

- 1) Cruz, L. (2,005). Monitoreo del deslizamiento Cerro El Volcán y evaluación de la vulnerabilidad en cuatro comunidades aledañas, Municipio de Dipilto, Nueva Segovia (Nicaragua). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN, Managua), Centro de Investigaciones Neocientífica (CIGEO, Managua). Managua. 120p.
- 2) Recuento fotográfico de T. Obando, entre años 2,008 y 2,009. Ineter. Managua
- 3) Recuento fotográfico de M. Herrera, 2,009. Ineter. Managua

Web recomendadas:

<http://georiesgosca.ineter.gob.ni/lluvia/nesdis/gif/index.html>

<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/desliza/com/0050519-Adrian/mora-NO.jpg>

<http://osop.com.pa/osop/index.php/saraseismos/2-sara/7-sr04.html>

<http://www.ineter.gob.ni>

<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/nivelesalerta-temprana.htm>

<http://www.davisnet.com/weather/products/indx.asp>

Acrónimos

BGR: Bundesanstalt Geowissenschaften und Rohstoffe. Alemania. Web: <http://www.bgr.bund.de/>

CEPREDENAC: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central. Web: <http://www.sica.int/cepredenac/>

CIGEO: Centro de Investigación Geocientífica. Web: <http://www.cigeo.edu.ni/>

DavisNet: Proveedor de equipos o instrumentación meteorológica, marina y automovilística. Web: <http://www.davisnet.com>

Georiesgo: Mitigación de Georiesgo en Centroamérica. Managua, Nicaragua. Web: <http://georiesgosca.ineter.gob.ni/>

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Web: <http://www.ineter.gob.ni/>

NGI: Instituto Geotécnico Noruego.

OSOP: Observatorio Sísmico del Occidente de Panamá (Panamá). Web: <http://www.osop.com.pa/>

SAT: Sistema de Alertas Temprana

UNAN: Universidad Nacional de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Web: <http://www.unan.edu.ni/>