

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Curso: "El Proyecto en la Sociedad de riesgo"

Análisis de oportunidades de diagnóstico y alternativas de solución para problemáticas de movimientos de masa y deslizamientos en zonas populares del Distrito Capital.

Participante: Aurora B. Piña. Ingeniera de Minas
Facultad de Ingeniería, UCV
Postgrado en Ciencias Geológicas

Resumen

Este trabajo trata sobre experiencias de servicio comunitario en los sectores de Santa Cruz, estado Vargas y La Pedrera, en Caracas. Los mismos nos han llevado a identificar la falla típica en suelos como es la falla circular o rotacional, la cual se corresponde con la geología de las zonas, rocas metamórficas fácilmente meteorizables y que tienen comportamientos de suelos. Se ha recomendado a las comunidades trabajar con la identificación de movimientos de masa y deslizamientos, la detección temprana y la modificación de las causas que potencian estos, así como la incorporación de la variable de riesgo, haciéndolos concientes de su existencia y brindándoles herramientas para la toma de decisiones y elaboración de planes de contingencia. Se proponen algunas soluciones en la recuperación de taludes usando las técnicas tradicionales, con miras a la restauración paisajística del medio intervenido.

Introducción

Este trabajo comprende un pequeño análisis de experiencias adquiridas en los acompañamientos de los trabajos de servicio comunitario realizado por estudiantes del Departamento de Minas, de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. En este trabajo se identifican cuales son los tipos de movimientos de masa y tipos de deslizamientos mas comunes en las comunidades visitadas, así mismo cuales son las expectativas de los miembros de las comunidades. Se propone incorporar a la comunidad, dándole herramientas de reconocimiento para las causas activadoras de los movimientos de masa y cuales con las consecuencias de las mismas, los cuales les permite hacer planes de contingencia y tomar las medidas en casos de riesgo latente. El intercambio de conocimientos es mutuo, por lo que debemos prestar atención a los planteamientos de la gente, acerca de estos fenómenos naturales. Se proponen algunas alternativas de solución para la recuperación de taludes afectados por actividades antrópicas y el trabajo conjunto comunidad - academia para el logro de objetivos comunes y particulares, en situaciones de movimientos de masa y deslizamientos.

Justificación

Los trabajos comunitarios realizados por los estudiantes del Departamento de Minas, en las comunidades de La Pedrera y Santa Cruz, nos permite conocer un poco mas, incluida la interacción de la comunidad, de problemas mas comunes de deslizamientos de tierra y movimiento de masas. Este trabajo se justifica debido a que se pueden compartir experiencias e ir recopilando criterios que nos permitan, a largo plazo ser elementos de peso en la toma de decisiones, para comunidades consolidadas y para la creación de otras nuevas. Se pretende con este trabajo compartir criterios y diagnósticos reconocidos en las comunidades trabajadas, dentro de los objetivos del curso, para la toma de decisiones en proyectos considerando la variable riesgo en el movimiento de masas.

Alcances

Este trabajo se centra en experiencias recopiladas durante los trabajos de acompañamiento a los estudiantes participantes del proyecto de servicio comunitario: “ESTABILIDAD Y RECUPERACIÓN DE TALUDES EN ZONAS POPULARES: DISTRITO CAPITAL, ESTADOS MIRANDA Y VARGAS”. Por lo tanto no se pretende concluir en soluciones contundentes y únicas, así como la aplicación de dichas soluciones a todas las situaciones plantadas. El alcance de este trabajo será un análisis de los diagnósticos de los problemas identificados de movimiento de masa y deslizamientos en las comunidades visitadas de Santa Cruz en el estado Vargas y La Pedrera en Caracas, como punto de partida para la

recopilación de criterios geotécnicos para planificación urbana de comunidades establecidas y por construir.

Objetivo General

Analizar críticamente los casos de estudios de movimientos de masa y deslizamientos, realizados en el marco del Servicio Comunitario, para las comunidades de La Pedrera y Santa Cruz, para incorporar la variable riesgo en los estudios.

Objetivos Específicos

Describir en ambos casos las causas y los efectos de los movimientos de masa y deslizamientos para las comunidades de Santa Cruz, estado Vargas y La Pedrera, Caracas.

Evaluar los eventos de ocurrencia de movimientos de masa y deslizamientos en las zonas de estudio.

Proponer medidas y recomendaciones para incorporar la variable riesgo en los proyectos estudiados.

Metodología

Esta investigación es exploratoria y descriptiva, pues requerimos hacer trabajo de campo, recolectando la información necesaria para llegar a una metodología, que

permita dar soluciones a problemas particulares de movimientos de masas y deslizamientos en las comunidades visitadas.

Marco teórico

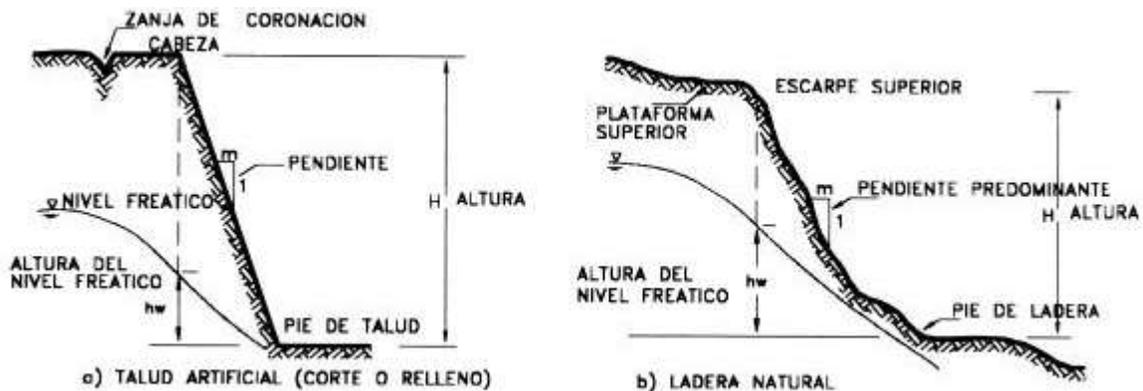
Para entender la naturaleza de los deslizamientos y de los movimientos de masa, debemos conocer algunos de los conceptos de estos y las diferencias o múltiples variantes de los mismos, en la naturaleza.

Movimientos de masa y deslizamientos

Nomenclatura de taludes y laderas (Castillejo, 1999)

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente. Un ejemplo de esto lo podemos ver en la figura N° 1.

Figura N° 1: Nomenclatura de taludes y laderas



Fuente: Castillejo, 1999. Capítulo 25

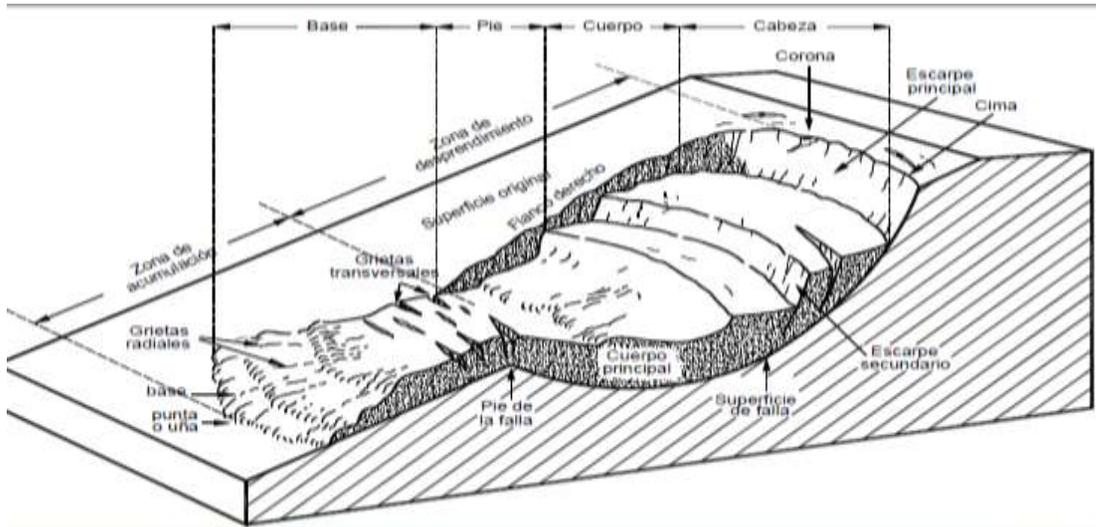
Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad.

Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas.

Nomenclatura de los procesos de movimiento

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos, ver figura N° 2.

Figura N° 2: nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento.

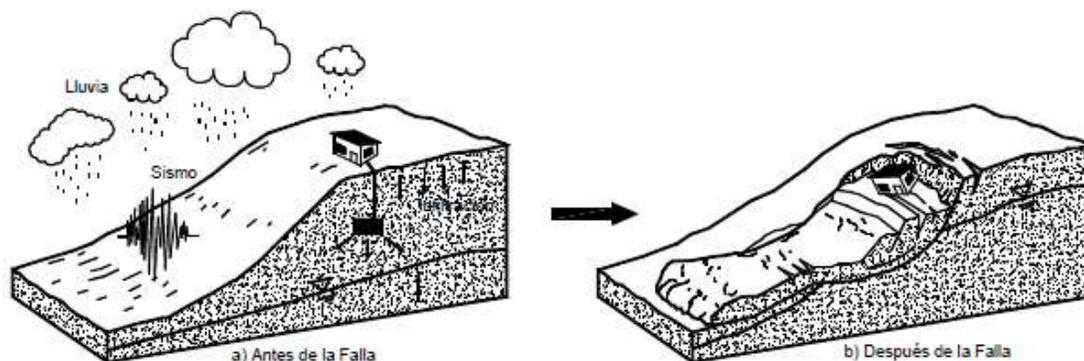


Fuente: Suárez (2008)

Deslizamientos

Los deslizamientos (“Landslides”) consisten en el “movimiento de masas de roca, residuos o tierra hacia abajo de un talud” (Cruden 1991), como lo podemos observar en la figura N° 3. En el término deslizamiento se incluyen tanto los procesos de erosión como los procesos denudacionales (Suárez, 2008).

Figura Nº 3: Explicación del mecanismo de falla en taludes.



Fuente: Suárez (2008)

Formas de alteración de las topografías naturales y los riesgos a deslizamientos (Suárez, 2008)

El hombre ha sido un permanente modificador de los elementos que conforman la superficie de la tierra y el efecto sobre los taludes ha sido el de un agente desestabilizador.

- Los procesos de urbanización aumentan la susceptibilidad de las laderas urbanas a los deslizamientos. Igualmente muchas ciudades se encuentran en el recorrido de flujos potenciales de detritos. Las zonas urbanas son las áreas que mayores riesgos han presentado en el pasado, relacionados con deslizamientos.
- Para la construcción de carreteras y obras de infraestructura se realiza gran cantidad de cortes y terraplenes, los cuales modifican los estados de esfuerzos y disminuyen los factores de seguridad al deslizamiento. Por esta razón son muy comunes los deslizamientos en taludes de carreteras y vías férreas.

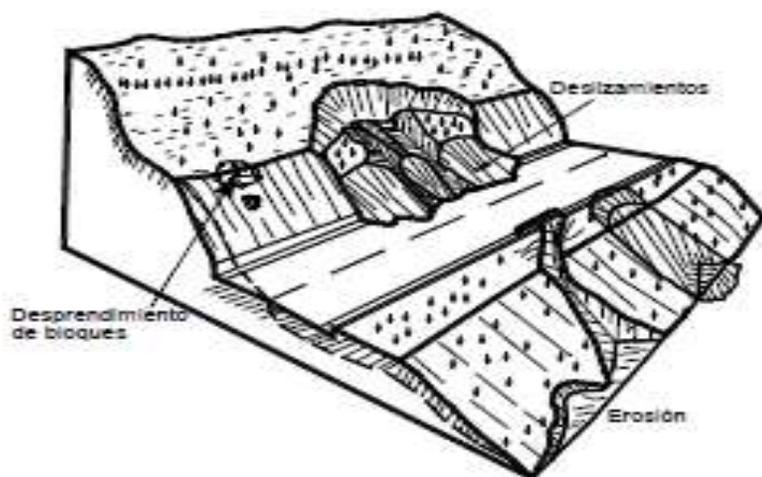
- Los oleoductos y gasoductos con frecuencia atraviesan zonas susceptibles a los deslizamientos de tierra. Las excavaciones para la colocación de ductos facilitan la infiltración de agua. Igualmente la deforestación en el derecho de vía afecta la estabilidad de las laderas.

La vulnerabilidad de los elementos urbanos

Los elementos urbanos son muy vulnerables por varios aspectos:

- La ocupación de áreas de alta susceptibilidad es muy común. Los intereses económicos de los constructores priman sobre los intereses de la comunidad.
- El porcentaje de ocupación del terreno es muy alto, especialmente en las grandes ciudades.
- Se construye con frecuencia sobre los cauces de agua, por donde pasan los flujos y avalanchas.
- En el diseño no se tiene en cuenta la susceptibilidad a los deslizamientos.
- La construcción de vivienda básica es de baja calidad y muy vulnerable.
- La vulnerabilidad social. No existe la cultura del riesgo en nuestras comunidades.

Figura Nº 4: Efectos de la modificación del paisaje



Fuente: Suárez (2008)

Los asentamientos humanos espontáneos

El proceso de ocupación desordenada de áreas urbanas tiene importancia directa sobre la ocurrencia de deslizamientos. Amaral y otros (1996) encontraron una relación directa entre el número de deslizamientos en Río de Janeiro y la localización de asentamientos humanos desordenados (favelas). Se encontró que el 60% de los deslizamientos en Río de Janeiro afectan asentamientos desordenados, asociados con los cortes indiscriminados, rellenos sobre laderas de alta pendiente, fugas incontroladas en ductos de agua y descarga directa de aguas domésticas, acueducto y aguas lluvias. Vemos en la figura Nº 5, algunas de las fuentes domesticas que contribuyen a la erosión urbana.

Figura N° 5: Fuentes domesticas que contribuyen a la erosión urbana



Fuente: Suárez (2002).

Algunos de los elementos a tener en cuenta para elaborar modelos conceptuales para el estudio de las causas de los deslizamientos, se muestran en la figura N° 6.

Figura Nº 6: Elementos a ser considerados en el estudio de deslizamientos

Tabla 2.1 Elementos fundamentales a tener en cuenta en la elaboración de modelos conceptuales de deslizamientos.

Tema	Elementos fundamentales a estudiar
Litología y formación geológica	Tipo de formación. Tipo de roca parental. Proceso de formación del suelo. Mineralogía. Propiedades de cada uno de los materiales presentes en el talud.
Estructura geológica	Rumbo, buzamiento, abertura, rugosidad, relleno, separación, continuidad y características de las juntas, planos de estratificación, fallas y demás estructuras.
Geomorfología	Formas del terreno, patrones de drenaje, pendientes.
Estado de meteorización	Profundidad de meteorización. Tipo de meteorización variable con la profundidad. Materiales producto de la meteorización.
Tectónica y Fracturación	Elementos tectónicos presentes. Discontinuidades. Rumbo y buzamiento de cada una de las discontinuidades. Separación y abertura de cada discontinuidad. Aspereza y relleno.
Pendiente y Topografía	Altura, pendientes, curvatura, convexidad, presencia de gradas y cambios topográficos.
Clima e hidrología	Temperaturas. Vientos. Precipitaciones promedio. Lluvias máximas. Tipo de lluvia. Duración de las lluvias. Anomalías climáticas (El Niño y La Niña).
Hidrogeología	Áreas de infiltración. Recarga interna de agua. Conductividad hidráulica. Porosidad.
Sismicidad	Fuentes sísmicas. Magnitud e intensidad. Aceleraciones y desplazamientos en los sismos esperados.
Vegetación	Tipo y características de la cobertura vegetal. Profundidad y densidad de raíces. Espesor de suelos orgánicos. Microflora y microfauna.
El efecto antrópico	Cambios inducidos por la acción humana. Uso de la tierra. Prácticas de agricultura. Irrigación.
El factor tiempo	Tiempo transcurrido desde la realización del corte, deforestación, sismo, etc. Ocurrencia de fenómenos con el tiempo.
Probabilidad de los factores detonantes.	La probabilidad de que ocurran factores detonantes como lluvias extraordinarias o sismos con determinados períodos de retorno
Evolución de los movimientos	Magnitud probable de la amenaza, vulnerabilidad de los elementos en riesgo, magnitud probable del riesgo.
Alternativas de remediación	Si los movimientos son remediabiles y las posibles alternativas de manejo, control o estabilización.

Fuente: Suárez (2008)

Tipos de deslizamientos identificados en las comunidades visitadas

Caso 1: Sector Santa Cruz, estado Vargas

En las visitas realizadas al Sector Santa Cruz, estado Vargas, se pudo observar los deslizamientos del tipo rotacional o los conocidos coloquialmente como “golpe de cuchara”, pues los materiales donde se fundan las viviendas son rocas metamórficas de la Fase Tacagua del Complejo de la Costa, el cual esta constituido por afloramientos de esquisto albítico - calcítico - cuarzo - micáceo - grafitoso, de color gris oscuro, intercalados concordantemente con esquisto de color verde claro (Léxico Estratigráfico, actualización 2008). El carácter distintivo de esta fase es la alternancia de rocas esquistosas grises oscuras y verdes claro. La segunda característica de estas fundaciones, es que en las zonas bajas están constituidas por rellenos, productos de los materiales arrastrados por la quebrada La Zorra, en su abanico en la zona baja y en la zona alta, encontramos roca altamente meteorizada de color rojo, debido a la oxidación de los minerales de hierro (las micas, sobre todo) y por los efectos de las infiltraciones de aguas de lluvia, aunada a la incorrecta disposición de las aguas servidas. En las figuras N° 7 y 8 vemos algunas de las causas de alteración del macizo rocoso.

Figura N° 7: Aguas servidas en el sector Santa Cruz



Foto del Br. López, Wilmer (2008)

Figura N° 8: Material de relleno donde se funda una vivienda y mala disposición de aguas servidas, sector Santa Cruz



Foto del Br. López, Wilmer (2008)

Los deslizamientos mas comunes detectados en esta comunidad, fueron los deslizamientos rotacionales, sin subestimar los efectos de los flujos de lodo y detritos de los eventos ocurridos en Vargas, 1999, los cuales trajeron sus consecuencias en varias viviendas del sector. Las épocas más problemáticas son las épocas lluviosas, pues es cuando hay mayor ocurrencia de estos eventos, siendo los rellenos y los cortes en roca hechos de forma indiscriminada los más problemáticos.

Se ha trabajado en esta comunidad con el riesgo asociado a deslizamientos de tierra, haciendo énfasis en las causas que los generan. Algunos de los potenciales causantes son la disposición irregular de las aguas servidas, el vertido libre de los mismos sobre los taludes y la meteorización por oxidación, como los vistos en la figura N° 6. Además, se detectan las casas construidas sobre rellenos (ver figura N° 8) y las casas sin ningún tipo de criterio constructivo (ver figura N° 9).

Figura N° 9: Casas en el sector Santa Cruz



Foto del Br. López, Wilmer (2008)

Las anteriores causas expuestas son algunos de los diagnosticados por los bachilleres Wilmer López, Yosmary Álvarez y Javier Losada, en su trabajo de servicio comunitario.

Tipos de deslizamientos identificados en las comunidades visitadas

Caso 2: La Pedrera, Caracas

También en el sector La Pedrera, se pueden encontrar los deslizamientos rotacionales, así como, los flujos de barro y detritos, desprendimientos de bloques, entre otros. El material donde se funda sobre la Formación Las Brisas (Léxico Estratigráfico, actualización 2008), la cual está constituida por está constituida en un 90% de esquistos cuarzo-feldespático-moscovíticos; el 10% restante lo constituyen, en orden de abundancia, esquistos cuarzo-feldespáticos, epidóticos o cloríticos, calizas, cuarcitas y metaconglomerados. Estos materiales son propensos a los efectos de la meteorización por oxidación, los efectos de la deforestación y los efectos de las actividades antrópicas. El pasado del sector La Pedrera, es de una cantera de piedra para la construcción, elevando la probabilidad de diaclasas y debilidades creadas y potenciadas debido a las acciones de los explosivos en el macizo rocoso. En esta comunidad se detectaron una historia continua de deslizamientos causados por tuberías de agua potable y por vertido libre de aguas servidas. Podemos ver algunas de las problemáticas detectadas en el sector La Pedrera, en las figuras N° 10 y 11.

Figura N° 10: Ejemplo de deslizamiento y caída de bloques, con consecuencias en algunas viviendas



Figura N° 11: Deslizamiento por lluvias en parte de la vía principal de acceso a los Planes 5 y 6, Sector La Pedrera



El interés particular de esta comunidad es la de atender prioridades en las zonas que ellos consideran mas problemáticas. Todas las zonas tienen en común los deslizamientos de zonas meteorizadas que se comportan como suelos, que tienen infiltraciones de aguas potables y servidas, asentamientos en la cabeza del talud de manera indiscriminada (colocación del peso en la parte superior) y abultamiento en el pie de los taludes. Podemos ver viviendas afectadas por derrumbes o por desplazamientos de la masa donde están fundadas, como lo podemos ver en la figura N° 12.

Figura N° 12: Vivienda afectada por movimiento de talud



El diagnóstico de situaciones es importante para esta comunidad. La búsqueda principal es darle solución a los deslizamientos. Lo que le hemos planteado es más bien conocer cuáles son las causas, las consecuencias de las situaciones detectadas y cuáles pueden ser las principales metodologías de soluciones, las cuales se aclaran no podrán ser aplicables en todos los casos estudiados. A diferencia de la comunidad del Sector Santa Cruz, aquí no están muy interesados en el tema del riesgo, por lo que creemos que tan importante como brindar una recomendación en la solución de las problemáticas, es incorporar el tema del riesgo, resaltando las consecuencias de los eventos de deslizamientos que han sufrido la comunidad en otras oportunidades.

Medidas preventivas y medidas correctivas de los taludes afectados por movimientos de masa, incluyendo la variable del riesgo de deslizamientos

Algunas de las medidas preventivas recomendada son las de incorporar los diagnósticos integrales de las problemáticas de la comunidad, pues encontramos que se conjugan las variables de empuje de taludes por agua, cortes en el terreno sin evaluación previa, construcción de viviendas sin fundaciones y combinación de materiales de construcción, aumento de las posibilidades de infiltración de agua de lluvia en la roca diaclasada y alterada por las actividades anteriores de la zona, falta de asesoramiento y conocimientos acerca de las consecuencias de la alteración de tan compleja geología, entre otras.

El principal problema de los movimientos de masa en zonas habitadas, no es tanto el riesgo de ocurrencia, sino los daños y las pérdidas en vidas humanas, como consecuencia de los mismos.

Como medida preventiva se les propuso a las comunidades, evaluar cada caso de aguas servidas y el almacenamiento del agua potable en tanques subterráneos, pues el agua es el principal responsable del empuje de las masas de tierra por aumento de los niveles freáticos. La disposición de los desechos sólidos también puede contribuir en la meteorización de la roca, producto de la descomposición de los desechos de origen orgánico y los lixiviados de combinaciones de productos orgánicos y otros sintéticos que se pueden encontrar mezclados en estos vertederos.

La identificación de las señales de riesgo de deslizamientos, es también un punto de importancia que la comunidad debe comprender y estar alertas ante su aparición. Las grietas en la cresta de los taludes y laderas, los abultamientos en el pie del talud, los asentamientos diferenciales, las condiciones de humedad del talud, los cortes del talud y la geología que la componen. Otros que podemos detectar, pero con mayor cantidad de herramientas, son las fallas geológicas, los plegamientos, las diaclasas, las fracturas en la roca que eventualmente pueden causar caída de bloques, cambios de litología, entre otros.

Entre algunas soluciones para la estabilidad de taludes esta el uso de los muros de gaviones, previo estudio, la recuperación de taludes con otros métodos (ver figura N° 13) y la reforestación son algunas de las propuestas.

Figuras N° 13: Método para recuperación de taludes propuesto



**Incorporación de la comunidad en la solución de sus problemáticas,
asociadas a los deslizamientos y movimientos de masas**

Cada comunidad busca soluciones diferentes a problemas similares. La comunidad se ha sentido incorporada en la solución de sus problemas. Uno de los inconvenientes mencionados por ellos, es la poca continuidad de los planes y actividades del Estado y organismos, en cuanto al tema de riesgo, deslizamientos y movimientos de masas. Debido a que la misma comunidad es quien debe realizar las inspecciones necesarias, para hacer una detección temprana de un

peligro, creemos que es necesario proporcionar las herramientas de reconocimiento, ante los peligros de deslizamientos, incorporando la variable riesgo en su propia toma de decisiones. Las comunidades con quienes hemos trabajado se han sentido incluidas y a la vez se incorporan en el proceso de intercambio que hemos propuesto, toda vez que pueden sugerirnos aquellos ámbitos en los que quieren aprender mas o donde han adquirido conocimientos empíricos, facilitando el proceso de retroalimentación de enseñanza – aprendizaje – enseñanza. Estos escenarios les permitirán a los nuevos profesionales y a sus profesores, aprender de nuevos espacios diferentes a las aulas de clase y de las experiencias del trabajo con comunidades, mejorando sus aptitudes y creando criterios para la toma de decisiones en sus ámbitos de trabajo.

Recomendaciones

Entre las recomendaciones sugeridas para la incorporación del riesgo en estos trabajos de servicio comunitario, podemos mencionar los siguientes:

Realización de encuestas a la comunidad acerca de la percepción que tienen del riesgo, y cuales a su juicio son los elementos que consideran contribuyan más al riesgo.

Realización de encuentros comunitarios o mesas técnicas sobre la elaboración de los mapas de riesgo, de manera que pueden tomar decisiones en cuanto al uso del espacio en sus comunidades, identificación de los múltiples escenarios de riesgos a los que están expuestos y la elaboración de planes de contingencia en los casos de ocurrencia de dichos eventos.

La Academia y las instituciones del Estado, tienen el compromiso de apoyar a las comunidades en la búsqueda y reconocimiento del riesgo, apoyándolos en la elaboración de los mapas de riesgos, los criterios para la toma de decisiones y el acompañamiento en la solución de problemáticas relacionadas con la prevención, control y mitigación de movimientos de masa y deslizamientos.

Conclusiones

Entre las conclusiones de este trabajo podemos mencionar que la aceptación y colaboración de la comunidad, en todos los trabajos de riesgo es importante para el éxito de las mismas.

La geología, la intervención antrópica y el agua, son factores determinantes en el comportamiento de los taludes y de sus posibles consecuencias como deslizamientos, pues son potenciadores de la meteorización de la roca y responsables de su comportamiento como suelos.

El conocer cuales son las causas de los deslizamientos y su aplicabilidad para hallar los “culpables” en cada caso particular, pueden ser determinante para conseguir las soluciones a los potenciales deslizamientos.

Enseñar a los miembros de las comunidades afectadas como reconocer los síntomas de los deslizamientos, pueden generar alertas tempranas, considerar planes de contingencia y hasta idear un plan de desalojo en zonas propensas a los deslizamientos. Así mismo, el conocimiento y elaboración de mapas de riesgo, pueden llevar a la comunidad a tomar medidas y planificar las acciones, en casos de eventos que puedan activar los riesgos.

Para finalizar, la academia tiene un gran compromiso con las comunidades organizadas interesadas en el aprendizaje para la detección de los “síntomas” de

los deslizamientos y movimientos de masa, debido a que estamos en un momento oportuno de intercambio de saberes y de aprovechamiento de nuevos escenarios de aprendizajes.

Bibliografía

SUÁREZ, Jaime (1998) “Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales”. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Ingeniería de Suelos. Bucaramanga. Colombia.

SUÁREZ, Jaime (2001) “Control de Erosión en Zonas Tropicales”. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia.

LÓPEZ JIMENO, Carlos (2002) editor “Manual de Estabilización y Revegetación de Taludes”. Segunda edición. Madrid, España.

CASTILLEJO, Miguel (1999) Apuntes para el curso profesional «Cálculos Geomineros». Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Inédito.

SCHIMPF, Ilse – HENKEN – JUNG, Ingrid (compiladoras) (2002) “Descubriéndonos en el otro. Estrategias para incorporar los problemas sociales de la comunidad en el currículo escolar”. Primera edición. Santiago de Chile, LOM Ediciones.

SUÁREZ, Jaime (2008) “Deslizamientos. Volumen 1: Análisis Geotécnico” Ediciones IUS. Disponible en www.erosion.com.co

SUÁREZ, Jaime (2008) “Deslizamientos. Volumen 2: Técnicas de remediación” Ediciones IUS. Disponible en www.erosion.com.co

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, (1991) “Metodología de la investigación” Mc Graw - Hill México