

**Geosemantica, Biblioteca Digital de las
Geociencias.
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para
las Comunidades Andinas (PMA:GCA)**

Geóg. Riguey Valladares.
Instituto Nacional de Geología y Minería
(INGEOMIN). rigueyvalladares@yahoo.com.
<http://ven.geosemantica.net>

El Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA) es una iniciativa financiada por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, en la cual participan los servicios geológicos de los siguientes países: Argentina (SEGEMAR), Bolivia (SERGEOTECMIN), Canadá (SGC), Colombia (INGEOMINAS), Chile (SERNAGEOMIN), Ecuador (DINAGE), Perú (INGEMMET) y Venezuela (INGEOMIN).

El objetivo principal del PMA:GCA es proporcionar información geocientífica y herramientas fáciles de usar que permitan a los pobladores de la región andina tomar decisiones adecuadas para un buen uso de su territorio; reduciendo la vulnerabilidad frente a los desastres, contribuyendo así a la creación de comunidades mejor preparadas ante las catástrofes.

Los esfuerzos del PMA:GCA enfocan varias actividades. Algunas están diseñadas con el fin de fomentar un mayor conocimiento de las amenazas naturales a través del estudio de amenazas sísmicas, movimientos en masa y volcanes, monitoreo mediante sensores remotos y finalmente, desarrollo del software para el modelamiento de amenazas. Otras actividades ayudan a transferir esta información de las poblaciones andinas como arquitectura de servicios de red de geosemántica y comunicación con comunidades.

Geosemántica, es una arquitectura de servicios de red distribuida basada en una ontología y está diseñada para: integrar, traducir y compartir información geoespacial. Es una biblioteca digital diseñada para ofrecer información geocientífica disponible a una amplia y diversa variedad de usuarios, incluyendo científicos, políticos, planificadores territoriales y ciudadanos de comunidades amenazadas por peligros naturales.

Geosemántica maneja la interoperabilidad con otros nodos, y permite consultar documentos y la cartografía procedente de distintos servidores de mapas independientemente de su arquitectura, se desarrolla con herramientas como XML, MapServer,

Transact SQL y Open GIS como: WMS Servicios de Mapeo en la web, WFS Servicios de Objetos geográficos en la Web, WCS Servicios de cobertura en la Web, Especificaciones de codificación de filtros, SLD Modelamiento de capas, GML Lenguaje geográfico enmarcado y mucho más.

Palabras claves: semántica, geoespacial, amenaza

Abstract

The Multinational Andean Project: Geoscience for Andean Communities (MAP: GAC) is an initiative financed by the Canadian Agency for International Development, which involved geological services from the following countries: Argentina (SEGEMAR), Bolivia (SERGEOTECMIN), Canada (SGC), Colombia (INGEOMINAS), Chile (SERNAGEOMIN), Ecuador (DINAGE), Peru (INGEMMET) and Venezuela (INGEOMIN).

The main objective of the MAP: GAC is to provide geoscience information and easy-to-use tools that enable the inhabitants of the Andean region to take appropriate decisions to a good use of its territory; Reducing vulnerability to disasters, thus contributing to the creation of communities better prepared disaster.

The efforts of the MAP: GAC approached several activities. Some are designed to foster a better understanding of natural hazards through the study of seismic threats, movements and volcanoes, monitoring via remote sensors and finally, the development of software for the modeling of threats. Other activities help to transfer this information from the Andean peoples as architecture geosemántica network services and community relations.

Geosemántica, it is an architecture of distributed network services based on an ontology and is designed to integrate, translate and share geospatial information. It is a digital library designed to provide geoscience information available to a wide and diverse range of users, including scientists, politicians, planners and citizens of territorial communities threatened by natural hazards.

Geosemántica handles interoperability with other nodes, and provides access documents and mapping from different servers maps regardless of their architecture, is being developed with tools such as XML, MapServer, Transact SQL and Open GIS: WMS Mapping Services on the Web, WFS Services geographical objects on the Web, WCS Services coverage on the Web, Specifications encoding filters,

SLD Modeling of layers, GML language geographical framed and more.

Keywords: semantics, geospatial, hazard

Introducción

Geosemántica es un subproyecto que se enmarca dentro del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA), cofinanciado por la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, coordinado por el Servicio Geológico de Canadá y desarrollado conjuntamente con los servicios geológicos de Argentina (SEGEMAR), Bolivia (SERGEOTECMIN) Canadá, Colombia (INGEOMINAS), Chile (SERNAGEOMIN), Ecuador (DINAGE), Perú (INGEMMET) y Venezuela (INGEOMIN).

Geosemántica es una biblioteca digital diseñada para ofrecer información geocientífica disponible, tanto descriptiva como cartográfica, a una amplia y diversa variedad de usuarios, incluyendo científicos, políticos, planificadores territoriales y ciudadanos de comunidades vulnerables ante amenazas naturales. Se define como una plataforma tecnológica con arquitectura web dinámica basado en ontologías y diseñado para integrar, traducir y compartir información multivariada y activos de conocimiento (geoespacial y de noticias de medios) en un ambiente de red distribuida. Esta herramienta impulsa promover la divulgación de conocimientos de las ciencias de la tierra en un contexto social que sirva de apoyo a la investigación interdisciplinaria e interinstitucional, la planificación, gestión y toma de decisiones que involucre los aspectos físico-naturales. Contiene información georeferenciada como: imágenes satelitales, geología, obras de infraestructura (puertos, aeropuertos, vías, oleoductos, gasoductos, etc), divisiones políticas, inventarios de peligros geológicos, refinerías, centrales térmicas, hidroeléctricas, hidrografía, etc.

Antecedentes

Con la ejecución del PMA:GCA surge una necesidad planteada por los servicios geológicos participantes, ésta era contar con una herramienta web para compartir información geoespacial entre países. Entonces, desde el 2004 se conforma el Grupo de Trabajo Multinacional Geosemántica, se



Fig. 1. Reuniones multinacionales. (1) Bogotá, 2004, (2) Caracas, 2005, (3) Buenos Aires, 2006, (4) Quito, 2007.

nombró un coordinador del subproyecto por país quién asistiría con dos personas más de cada país a las reuniones de trabajo, las cuales se celebraban dos veces por año con el objeto de diseñar la plataforma, evaluar sus avances e incorporarse en el proceso de implementación y apropiación de la herramienta en cada una de las naciones e instituciones participantes. Esta labor requería comenzar a utilizar la herramienta publicando información e incentivando su uso dentro del servicio geológico y a otras instituciones usuarias del conocimiento geocientífico.(Fig. 1)

Resultados y aplicación

El desarrollo informático de geosemántica esta basado en SQL Server 2000 de Microsoft como motor de base de datos, MapServer como servidor de mapas dinámicos y .NET para la interfaz de la herramienta. Hoy día, cuenta con más de 200.000 códigos de programación, se ha desarrollado vertiginosamente durante los últimos 04 años, gracias al esfuerzo de los servicios geológicos, en cada uno de los países participantes disponemos de un nodo que puede ser consultado por cualquier usuario, los cuales se denominan:

can.geosemantica.net
col.geosemantica.net
ecu.geosemantica.net
per.geosemantica.net
bol.geosemantica.net
chl.geosemantica.net
arg.geosemantica.net
ven.geosemantica.net

Funciona como un sistema de información distribuida y controlada, lo cual permite compartir conocimientos entre sus nodos, interoperabilidad distribuida, cada nodo controla y maneja sus datos,

se puede lograr la integración e interoperabilidad de datos en tiempo real.

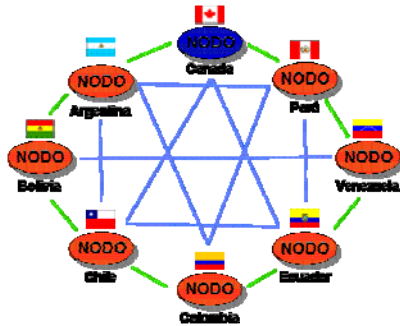


Fig. 2 Estructura distribuida

Esta aplicación cumple con los parámetros establecidos por el Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC) y Open Geospatial Consortium (OGC), lo cual le permite soportar y facilitar la:

- Interoperabilidad con:
 - Otros nodos
 - Comunidad internacional
 - Agencias de gobiernos locales y regionales
- Publicación de datos espaciales:
 - WMS (Web mapping services)
 - WFS (Web feature services)
 - WCS (Web cover services, en desarrollo)
- Acceso desde herramientas GIS de escritorio como ARGIS 8.3 y posteriores, MapInfo 7.5 y posteriores, Intergraph y Autodesk, entre otros.

Módulos y herramientas

A continuación se ofrece un esbozo de todas las funcionalidades que posee la interfaz (Fig 3.):

1. **Proyectos**, son cuartos de trabajo. Para ingresar a ellos se debe solicitar autorización al administrador del proyecto, para ello el interesado debe haber registrado su login en geosemantica. Cualquier persona puede ser administrador de proyecto, sólo que debe estar autorizado por el administrador del nodo.
2. **Biblioteca**, cuenta con los siguientes submódulos:
 - **Documentos**: Permite almacenar todo tipo de archivo (word, excel, ppt, pdf, jpg, videos, etc.)

• **Capas**: Permite cargar y consultar los archivos de mapas (formatos: *.shp, geotif, WMS, KML, GML, raster, MapInfo)

• **Mapas**: Permite elaborar los mapas temáticos mediante la combinación de capas cargadas previamente.

3. Colaboración, esta conformado por los siguientes módulos:

• **Anuncios**: Admite la publicación y consulta de mensajes destinados a dar a conocer un producto, suceso o similar al público.

• **Chat**: Permite establecer conversaciones con todos los usuarios inscritos en geosemantica que se encuentren en línea.

• **Contactos**: Registro de datos personales de todos los usuarios de la herramienta.

• **Cartelera**: Herramienta para establecer y personalizar discusiones sobre un tema en particular.

• **E-mail**: Ofrece la posibilidad de envíos de correos electrónicos entre los miembros del sistema.

• **Eventos**: Permite consultar y publicar acontecimientos a desarrollarse, ejemplo: cursos, talleres, jornadas, congresos, entre otros.

• **Enlaces**: Registro de url de interés para los usuarios y para el nodo en cuestión.

• **Encuestas**: Módulo para obtener información cuantitativa o cualitativa sobre algún aspecto de interés y que requiera la consulta de usuarios.

• **Evaluación**: Mecanismo para hacer cuestionarios que tiendan a evaluar un proceso de interés.

• **Tareas**: Se pueden publicar las asignaciones, responsabilidades de un miembro de geosemantica en un proyecto específico. Permite definir fecha de inicio y culminación de la tarea asignada por el coordinador del equipo de trabajo y el responsable podrá informar a través de ésta plataforma el porcentaje de avance y el momento en que haya culminado.

• **Weblogs**: Notas sobre actividades diarias que se ejecutan en un proyecto. Un **Diario web** o **weblog** es "un sitio web cuyo contenido se actualiza regularmente para reflejar los intereses del propietario del sitio. A menudo, pero no siempre, el contenido tiene la forma de un diario, incluye selecciones de noticias y de información de otros sitios web y se presenta desde un punto de vista personal. En algunos sitios, el diario web se genera como resultado de un esfuerzo de colaboración entre los visitantes de un sitio" (http://tintachina.com/archivo/definicion_de_weblog.php)

4. **Noticias**, en este modulo se puede hacer vínculos con sitios web de noticias que posean contenidos (RSS). Ejemplo: cnn en

español, es un módulo de noticias que se actualiza cada cierto tiempo durante el día y puede estar vinculado al módulo de noticias de geosemántica.

5. Publicar

. Objetos publicados: Esta sección hace referencia a los estatus de publicación de cada documento disponible en geosemántica. Todos los objetos publicados podrán presentar cuatro estatus de publicación:

1. Sin compartir: Permite visualizar el documento sólo por la persona que lo cargo al sistema y el administrador del proyecto.
2. Compartido: Permite visualizar el documento u objeto por todos los miembros del proyecto o cuarto de trabajo.
3. Nodo: Permite visualizar el documento u objeto por todos los miembros de geosemántica.
4. Público: Permite visualizar el documento por todos los usuarios anónimos que ingresen a geosemántica e inclusive pueden ser captados por otros servidores web (clearing house), por ejemplo: google, altavista, yahoo, entre otros.

. Fuentes RSS: Los RSS son parte de la familia de los formatos [XML](#) desarrollado específicamente para todo tipo de sitios que se actualicen con frecuencia y por medio del cual se puede compartir la información y usarla en otros sitios web o programas. A esto se le conoce como redifusión o [Sindicación web](#). Geosemántica puede constituirse en fuentes RSS, pues la publicación de anuncios, eventos, weblogs y otras herramientas de colaboración están diseñadas para convertirse en fuentes RSS.

Todos los usuarios que se registren en el sistema podrán optar a publicar y consultar información y utilizar todos los módulos de colaboración, de acuerdo a los roles y privilegios asignados por el administrador del nodo. (Tabla 1)



Fig. 3 Interfaz Geosemántica. Página principal

encuentran creados dentro de la misma. Los privilegios asignados están vinculados directamente a cada uno de los roles, estos constituyen la acción que ejerce un integrante en base a su rol" (Ecuador. Ministerio de Energía y Minas y otros, 2006)

Tabla 1: Roles y permisos de cada tipo de usuario

Roles del grupo	Permisos	Descripción
Lector solamente	Leer	Ver páginas y contenido
Autor	Borrar Editar Escribir Leer	Ver, agregar y cambiar contenido del proyecto
Autor avanzado	Carpetas Borrar Editar Escribir Leer	Ver, agregar y cambiar contenido. Administrar carpetas del proyecto
Publicador	Publicar Carpetas Borrar Editar Escribir Leer	Ver, agregar y cambiar contenido. Administrar carpetas del proyecto, aprobar estatus de publicación
Autor del proyecto	Crear Carpetas Borrar Editar Escribir Leer	Ver, agregar y cambiar contenido. Administrar carpetas del proyecto, crear nuevos proyectos
Administrador	Admin	Ver, agregar y cambiar todo el contenido del servidor. Administrar las cuentas y parámetros del proyecto.

Geosemántica permite búsquedas anónimas, es decir, consultas a usuarios que no han registrado su login, los permisos correspondientes para acceder a los contenidos de los proyectos ni puede publicar información en el sistema.

Geosemantica en Venezuela

La dirección URL del nodo venezolano es ven.geosemantica.net, éste nodo fue instalado en nuestro país en Agosto del 2006 y la última versión de geosemántica instalada es V. 2.8 del 05-10-07.

Geosemántica desde que se inició ha pasado por varias versiones que se han ido mejorando, documentando y entrenando a posibles usuarios de la plataforma. En nuestro país, hasta la fecha hemos

entrenado en el uso de la herramienta a más de 500 personas que involucra a más de 25 instituciones, principalmente en los estados Táchira, Mérida, Trujillo, Zulia y Caracas. Cuenta con 175 usuarios inscritos y se han publicado más de 1400 documentos.

Uno de los problemas para lograr la sociabilización de ésta herramienta, radica en que un número significativo de instituciones no cuentan con el servicio de internet, por ende, no hay cultura de la utilización de los recursos que ofrece la web como buscadores de información, portales de noticias, correos electrónicos, entre otros, esto ha dramatizado el uso de una plataforma moderna y de última generación como Geosemántica.

Sin embargo, el INGEOMIN ha puesto a disposición de los usuarios 19 proyectos relacionados con la publicación de información cartográfica e informes técnicos que se generan en la institución en el ámbito de la geología, minería y amenazas, proyectos en desarrollos mediante convenios binacionales (Cuba-Venezuela, Irán-Venezuela), proyectos de otras

instituciones (Cuerpo de Bomberos del Estado Mérida y Protección Civil Nacional) y los productos, actividades desarrolladas en la ejecución del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.

El PMA:GCA cuenta con dos proyectos y dos subproyectos en el nodo venezolano, se denominan: PMA-Fase Mérida (contiene los subproyectos: Proyecto de Respuesta Escolar y Proyecto de Respuesta Comunitaria ante eventos adversos) y PMA-Fase Trujillo. Mediante ésta herramienta se publican la metodologías abordadas en los estudios de susceptibilidad ante movimientos en masa, avances del estudio, minutas de trabajo del equipo, tareas asignadas a cada miembro del equipo de investigación, eventos para sociabilizar el conocimiento con los actores principales, especialmente la comunidad, cartografía en shapes, imágenes de satélite utilizadas, además se publican el contenido de los curso y jornadas de formación al personal. (Fig. 4, 5 y 6)

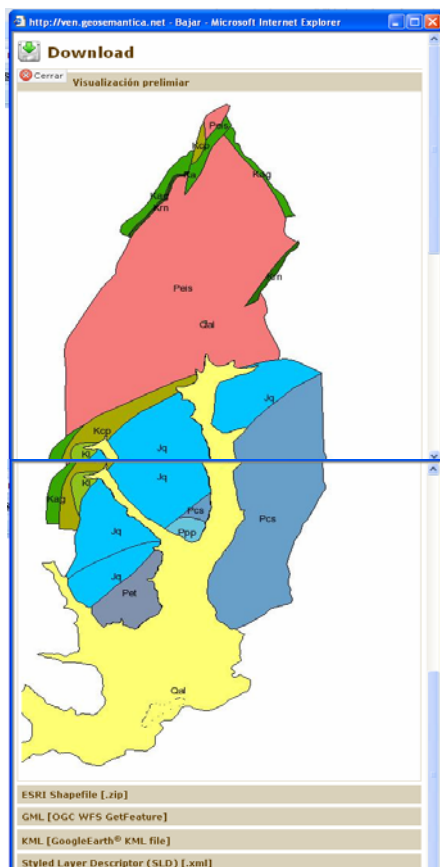


Fig. 4 Visualización preliminar en ambiente web del shapefile de la Geología de las Subcuencas Montalbán-La Ceibita, Estado Mérida y los formatos disponibles (GML, KML y la plantilla SLD).

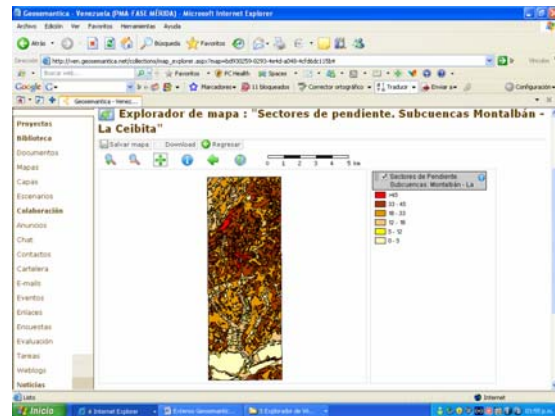


Fig. 5 Visualización preliminar en ambiente web del shapefile de los Sectores de Pendiente de las Subcuencas Montalbán-La Ceibita, Estado Mérida.



Fig. 6 Visualización en ambiente web de un simulacro de desalojo realizado en la ejecución del Proyecto de Respuesta Escolar ante eventos adversos.

Conclusiones

Geosemántica es una herramienta de gestión de información geocientífica en línea, interactiva y dinámica, esta diseñada para integrar y compartir información geocientífica, a efectos de apoyar la investigación interdisciplinaria, el planeamiento territorial, la toma de decisiones en asuntos de prevención de desastres, gestión de recursos naturales, protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible, pues, contiene datos georeferenciados como: imágenes satelitales, geología, inventario de peligros geológicos, inventario de fuentes termales, áreas de susceptibilidad, entre otros ofreciendo seguridad, rapidez, simplicidad, y optimización en el uso y gestión de los datos geospaciales, promoviendo el trabajo coordinado en equipo.

Esta una aplicación informática que corre en internet, de libre acceso, permite al usuario añadir y bajar información, capaz de integrar información inter-institucional (clearinghouse) y por ende se pueden crear comunidades de trabajo que interactúan alrededor de temas comunes con funcionalidades para descubrir, compartir, discutir y crear nueva información

Es un sistema flexible y de muchas posibilidades, entre otros aspectos, es una arquitectura que permite añadir más nodos de los existentes, esto ha hecho posible que en algunos de los países, tales como Ecuador y Colombia, otras instituciones aparte del servicio geológico dispongan de un nodo de geosemántica.

En Venezuela, se requiere modernizar la plataforma tecnológica de las instituciones e incorporar el uso de los sistemas de información geográfica y las herramientas de geomática en general, cuyos productos sean divulgados en la web mediante medios dinámicos e interactivos para fortalecer la comunicación interinstitucional y divulgación a través de producida por cada ente, esto conllevará a la reducción de la duplicidad de esfuerzos, pérdida de recursos, esto favorecerá la planificación y la articulación interinstitucional y comunitaria.

Agradecimientos

Al Proyecto Multinacional Andino:Geociencias para las Comunidades Andinas, especialmente, al Grupo de Trabajo Multinacional Geosemántica conformado por: Otto Krauth, Joost Van Ulden, Roger Helliwell, Marta Correa, Oscar Castillo,

Víctor Gonzalez, Marco Cuvero, Temistocles Caballero, César Egocheaga, German Garea, Roxana Chavez, Marylin Manchego, Nury Rivas, Vicente Lozano, Julián Escallón, Daniel Calquin, Paulina Gana y Sandra Huerta.

Bibliografía

Ecuador. Ministerio de Energía y Minas. Dirección Nacional de Geología y Minería y Universidad Técnica Particular de Loja. **Manual de Navegación del Sistema Geosemantica V 2.0. 2006, 233 p.**

http://www.wikilearning.com/geosemantica_heuristica_de_la_ubicuidad-wkccp-6407-5.htm

<http://en.wikipedia.org/wiki/Geosemantica>

<http://ven.geosemantica.net/>

Muñoz, F. y Ellebeck, M. 2003. **Propuesta plan de acción subproyecto comunicación.** p.s.n.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. **Subproyecto Geosemantica (ppt), 2006**

Estudio de susceptibilidad ante movimientos en masas. Caso subcuencas Montalbán – La Ceibita, Municipio Campo Elías Edo. Mérida.

Ensy Jiménez^{1*}, Ninfa Montilla¹, Juan Gutierrez¹, William Guillén¹, Rigüey Valladares¹, David Medina¹, Greta Roa¹,

¹ Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN Región Los Andes).

ensyjimenez@gmail.com, ensy2345@yahoo.es

Resumen

En la actualidad ha surgido un interés particular en los servicios geológicos, centros de investigaciones y universidades de América del Sur en generar información geocientífica eficaz y adecuada, que sea de utilidad a las comunidades para prevenir y mitigar los desastres naturales. Esto provocado por los distintos y recurrentes eventos climáticos y geológicos que han venido sucediendo a nivel mundial, sobre todo en las regiones tropicales. Además, se ha tratado de unificar metodologías para analizar los fenómenos y presentar resultados de una manera sencilla, pero a su vez que sea efectiva su aplicación.

Se consideró como proyecto piloto para Venezuela las subcuencas del Río Montalbán y Qda. La Ceibita, Municipio Campo Elías, Edo. Mérida; por presentar antecedentes históricos en procesos de movimientos en masas y que de ocurrir nuevamente pondría en peligro a comunidades circunvecinas.

En la elaboración de los diferentes mapas temáticos se deben considerar diversos factores que pueden intervenir en la veracidad de los resultados, entre ellos los de carácter humano, que pueden influir directamente en el producto final. Por esto, el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), en el marco del Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA), se planteó desarrollar una metodología de carácter estadístico bivariado, debido a la objetividad que ofrece en el análisis espacial. Los datos de intensidad y recurrencia de movimientos en masas, es respaldada por relaciones estadísticas que permiten superponer diferentes capas temáticas que unido a factores condicionantes y desencadenantes, generan valores cuantitativos aplicables.

Estos datos son plasmados en una serie de mapas temáticos, entre ellos: Inventario de procesos geomorfológicos, geológico - estructural, pendientes, vegetación, de los cuales se caracteriza una distribución areal en cuanto a susceptibilidad, lo que permite ser analizado por los pobladores y entes gubernamentales para planificar y obtener respuesta inmediata ante eventos naturales adversos.

Introducción

Muchos han sido los esfuerzos en tratar de comprender y de alguna manera de predecir los eventos naturales que amenazan a millones de personas que viven en vulnerabilidad, sin embargo en la última década un conjunto de instituciones geocientíficas a nivel mundial han coincidido en que se deben analizar estos fenómenos bajo una terminología y metodología unificada para de esta forma, aportar más al conocimiento de los elementos que contribuyen a su ocurrencia.

Con el presente trabajo el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN) y el Servicio Geológico Canadiense han impulsado el estudio denominado Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las comunidades andinas (PMA-GCA), que involucra a siete países de América del Sur (Perú, Chile, Ecuador, Bolivia, Colombia, Argentina y Venezuela), cuya meta principal es ofrecer información y herramientas accesibles, que faciliten a las comunidades de la región andina, la toma de decisiones con conocimiento de la situación referida a la planificación territorial, a fin de reducir su vulnerabilidad frente a los desastres naturales, creando comunidades más preparadas ante tales amenazas.

Metodología

Inicialmente es bueno establecer de forma clara los elementos conceptuales que definen los objetivos y alcance de la investigación. En este caso se analizan los aspectos principales en la evaluación de riesgos por deslizamiento, destacando lo siguiente:

- Análisis de la susceptibilidad al deslizamiento.
Tipo de deslizamiento, magnitud (Volumen)
Localización de la rotura, alcance de la masa deslizada.
- Análisis de amenaza por deslizamiento.
Probabilidad de ocurrencia (Frecuencia)
Intensidad (Velocidad, energía cinética),
movimientos diferenciales.

Toda investigación científica parte de la definición de una metodología básica que guíe el desenlace de

la misma, para este caso se consideran los siguientes pasos:

1. Revisión documental
2. Fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite.
3. Trabajo de campo: toma de datos.
4. Elaboración de mapas temáticos.
5. Integración de mapas temáticos para determinar la susceptibilidad ante movimientos en masa.
6. Validación en campo de los resultados obtenidos.
7. Edición de la cartografía temática generada.
8. Elaboración de informe.

Los mapas de susceptibilidad se realizan en base a la superposición de mapas temáticos, correspondientes a los factores que condicionan la estabilidad, como lo son: geología, estructuras, pendiente, vegetación, geotecnia, procesos geomorfológicos, entre otros. A continuación se enumera una serie de Pasos a seguir para el mapeo de susceptibilidad:

1. Delimitar el área de estudio. Es recomendable delimitar los abanicos aluviales.
2. Determinar los factores condicionantes de acuerdo a los fines que tendrá la cartografía a generar. Estos pueden ser: Ordenamiento Territorial, Gestión de Emergencias, Educación, Planes Habitacionales, Obras de infraestructura, entre otros.
3. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en las fases de: digitalización, vectorización y creación de la base de datos descriptiva.
4. Integración y análisis espacial de variables condicionantes de la susceptibilidad ante movimientos en masa.

En la subcuenca del Río Montalbán se aplicaron dos metodologías de estudio para la obtención de susceptibilidad ante Movimientos en masa, una heurística, basada en la experticia de profesionales de cada temática y otra estadística regida bajo un sistema cuantitativo bivariado, referida a la susceptibilidad total partiendo de susceptibilidades parciales obtenidas a partir del solape entre el mapa de densidad areal de procesos con cada uno de los factores condicionantes, considerándose en cada unión análisis estadísticos. El resultado de ambas fue evaluado, comparado y verificado, arrojando resultados muy satisfactorios por su buena aproximación con la condición real presente en la cuenca.

Metodología Heurística

Se rige bajo un modelo no determinístico y un sistema de evaluación semi cuantitativo, por ponderación de variables.

Cada profesional responsable de cada temática pondera su mapa condicionante en función a la estabilidad asociada y le asigna un porcentaje desglosado de un 100%, posteriormente en consenso profesional, a cada temática se le reasigna un porcentaje desglosado nuevamente en función a la consideración del grado de incidencia que cada factor tuvo con relación a la estabilidad de los terrenos, obteniendo así las clases de la leyenda del mapa y la susceptibilidad parcial, una vez obtenida se valida con el mapa de inventario de procesos; corregido y evaluado los cambios se genera el mapa de susceptibilidad total.

En este método se considera como unidad básica espacial de estudio: la ladera.

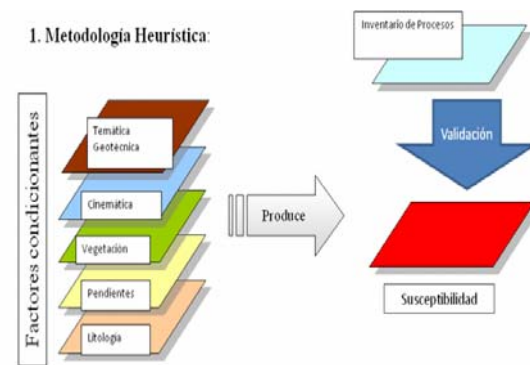


Fig. 1. Metodología heurística para la obtención de susceptibilidad ante procesos de remoción en masas.

Parámetros mínimos requeridos para obtención de susceptibilidad (método heurístico):

1. Unidad básica de mapeo: la ladera
2. Fotointerpretación y análisis geológico del área de estudio
3. Elaboración del mapa de inventario de procesos geomorfológicos.
4. Estudio, diagnóstico y ponderación de los factores que condicionan la estabilidad en el área de estudio.
5. Recalculo para la generación del mapa de susceptibilidad total (utilizando SIG) y validación con el mapa de inventario de procesos y trabajo de campo.

Ejemplo asignación de ponderación:

En una zona de estudio los especialistas llegan a la conclusión que el factor: litología, es el que más incide en la inestabilidad de las laderas por su condición, luego el factor: geotecnia, posteriormente

la vegetación, luego la pendiente, arrojando así la siguiente ponderación empírica:

Litología: 35%
 Geotecnia: 25%
 Vegetación: 20%
 Pendiente: 20%

SUSCEPTIBILIDAD (ANTE MOVIMIENTOS EN MASA)	VALOR PONDERADO
Muy Baja	< 20
Baja	21 - 40
Moderada	41 - 60
Alta	61 - 80
Muy Alta	81 - 100

Al Final se obtiene un mapa de susceptibilidad total en el cual la variable de inventarios de procesos se usa como validación únicamente.

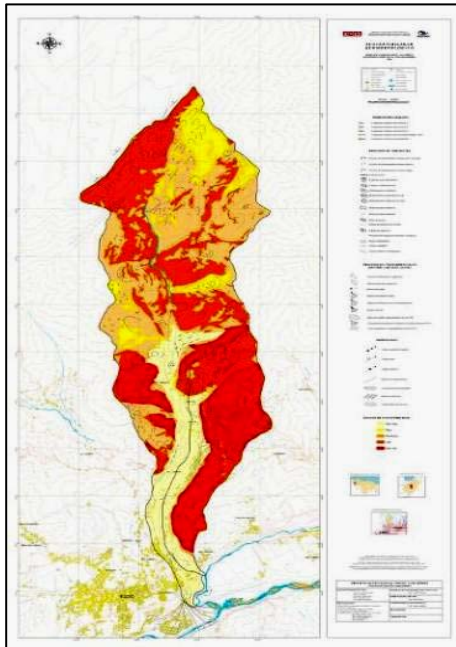


Fig. 2. Mapa de Susceptibilidad ante procesos de remoción en masa

Metodología Estadística

Se evalúa estadísticamente la combinación de factores que producen o generan deslizamientos. Se hacen predicciones cuantitativas en áreas de condiciones similares y se considera un sistema Bivariado: Cada mapa factor se combina con la distribución de deslizamientos (Mapa areal de procesos) y se calculan pesos ponderados de acuerdo a la densidad de deslizamientos. (Brabb 1994, Van Westen 1993, Chung y Fabri, 1993: Reglas Bayesianas).

Parámetros mínimos requeridos para obtención de susceptibilidad (método Estadístico):

1. Mapa de orientación de laderas.
2. Mapa de inventario de procesos (Movimientos en Masa) areal.
3. Mapa de densidad de Movimientos en masa.
4. Mapas de factores condicionantes (ejm: litología).
5. Base de datos métricos por cada temática.
6. Obtención de pesos por temática y mapas de susceptibilidad, preliminares.
7. Generación de mapa de susceptibilidad total.

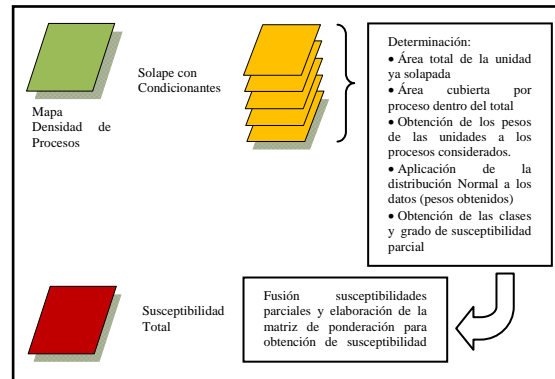


Fig. 3. Esquema de Metodología Estadística

Como mapa base se toma el de densidad de movimientos en masa, el cual se obtiene partiendo de un mapa de inventario de procesos geomorfológicos (Fig. 4) que se considera para la perimetrización de dichos procesos tanto de la zona de arranque como de acumulación, expresando así las áreas donde se genera y las que son afectadas por los deslizamientos.

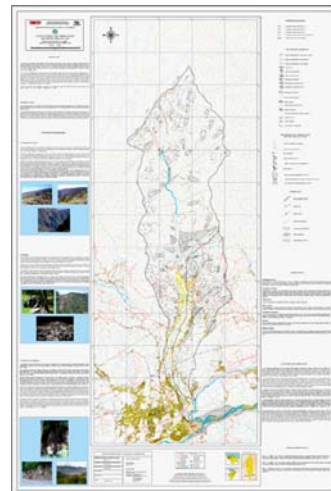


Fig. 4. Mapa de inventario de procesos areal.

Una vez obtenida la distribución areal y caracterización de las zonas bajo potencial amenaza se definen las zonas desde menor a mayor susceptibilidad por medio de una matriz de ponderación (Fig. 5). Esta información se lleva a un lenguaje sencillo para ser difundida a las instituciones, entes gubernamentales y comunidad en general que se vean involucradas en el Proyecto, ya sea como Entes ejecutantes de acciones de prevención y mitigación o como habitantes que sufren el efecto de estos eventos naturales adversos.

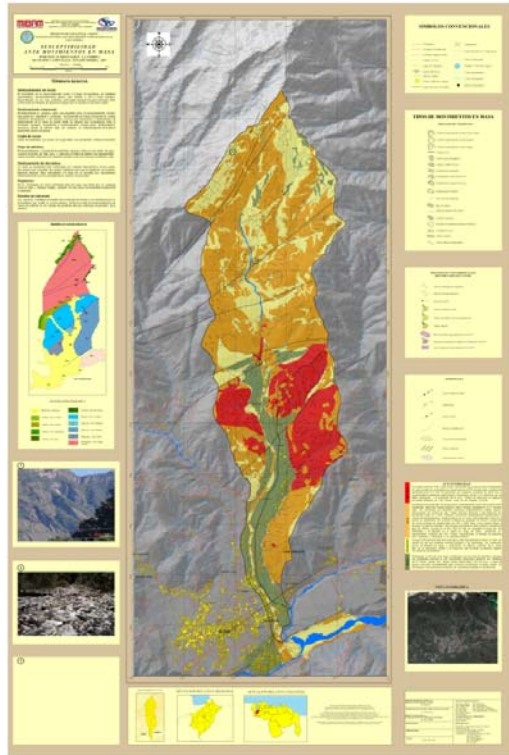


Fig. 5. Mapa de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa.

Agradecimiento

A Geog. Carlos Ferrer, Geog. Marbella Dugarte, Geog. Rosa Ramírez (Escuela de Geografía ULA), Geol. Ángel Andara, Geog. Omar Guerrero (Escuela de Ing. Geológica ULA), Geol. Raúl García Jarpa (CORPOANDES).

Conclusiones

Ha quedado demostrado en esta investigación que la experticia del personal geocientífico en el estudio de susceptibilidad con la metodología heurística, es clave para obtener resultados confiables, debido a que el valor de ponderación de cada mapa temático es dado por cada experto.

Comparando los mapas de susceptibilidad obtenidos con las dos metodologías se puede observar la gran similitud que existe en la distribución de las áreas que definen cada rango, pero aun así, el método estadístico bivariado nos ofrece la oportunidad de aplicarlo desprendiéndose del factor subjetivo y hacer predicciones cuantitativas en áreas de condiciones similares.

Referencias

BESABE, NEUMANN Y SINGE. 2001. Proyecto PREVENE. Aporte a la Prevención de Desastres "Naturales" en Venezuela. Cooperación: Venezuela – Suiza – PNUD (Proyectos VEN/00/005). Caracas.

FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 2005. Un estudio de amenazas múltiples en la cuenca media del río Chama (Andes centrales venezolanos): caso zanjón El Paraíso. Revista Geográfica Venezolana, Número Especial: 93-117.

GUERRERO; J. 2004-2005: Informe técnico para el Proyecto Multinacional Andino, relacionado a la litología y geotecnia de la cuenca de Montalbán, Estado Mérida.

HAUSER A. 2000. Remociones en masa en Chile (Versión actualizada). Subdirección Nacional de Geología. Boletín No. 59,89; p.

OLIVEROS O. 1977. Estudio Geotécnico de la ciudad de Mérida y sus alrededores. Memoria del V Congreso Geológico Venezolano, IV, Ministerio de Energía y Minas. p 1779-1794.

SEMINARIO ESTUDIOS DE RIESGOS POR FENÓMENOS DE REMOSIÓN EN MASA. 2000. Memorias. Secretaría Gobierno, Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias.

SUÁREZ J. 1998. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga. Colombia. Ingeniería de Suelos Ltda. 548 p.

UFORGA-ULA. 1997. Evaluación Ambiental-Territorial del Ámbito Geográfico de la Zona Libre Cultural, Científica y Tecnológica del Estado Mérida. Capítulo 2: Diagnostico Ambiental-Territorial, Geología y Geomorfología.

VIVAS L. 1984. El Cuaternario. Mérida, Venezuela.

WPNVLI y Canadian Geotechnical Society (1993), Multilingual landslide glossary, Bi Tech Publishers, Richmond, British Columbia, Canada.