

Ulloa, Puerta, Hernández, Álvarez (Eds.)

Ambiente y Sustentabilidad - Volumen 5



Sara Yaima Ulloa Bonilla, Yordanis Gerardo Puerta de Armas,
Arturo Andrés Hernández Escobar, Yamel de las Mercedes Álvarez Gutiérrez (Eds.)

Ambiente y Sustentabilidad - Volumen 5

V Congreso iberoamericano sobre ambiente y sustentabilidad

ISBN: 978-9942-36-201-8



9 789942 362018



V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

IGNACIO GONZÁLEZ RAMÍREZ

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

ECUADOR

Es un placer para el Comité Organizador del **V Congreso iberoamericano sobre ambiente y sustentabilidad – Ecuador 2019**, confirmar la aprobación del trabajo titulado **“Evaluación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos por deslizamientos de tierra en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba”** para su presentación en la modalidad de presentación oral en el marco del evento que tendrá lugar en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) del 10 al 14 de junio de 2019.

Para las presentaciones orales los autores dispondrán de 15 minutos, mientras que los póster se expondrán en un área designada para su presentación y se confeccionarán en formato de 95cm (ancho horizontal) y 150cm (largo vertical).

De igual manera le reiteramos las Normas para la presentación de los trabajos en extenso: Deberán presentarse en edición electrónica de texto con una extensión máxima de 10 cuartillas y mínima de 6. Al igual que los resúmenes, se presentarán en Microsoft Word, utilizando fuente Calibri 12 puntos en tamaño A4 con márgenes de 2.5 cm por los cuatro lados. Párrafos con interlineado sencillo, separados entre sí por 12 puntos y sin sangría de primera línea, incluyendo texto, tablas, gráficos, figuras, mapas, notas de pie de página y referencias bibliográficas. Numeración de la página centralizada en la parte inferior de cada hoja. En la primera página se repetirá el Resumen tal como se indicó en las normas de los mismos. En la segunda página se repetirá el Título del Trabajo y los autores y a continuación, se escribirán las otras partes del documento. Deberán incluir necesariamente introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. Las tablas, cuadros, gráficos, mapas, etc. deben estar insertados cerca de la referencia en el texto y correctamente numerados. El Comité Científico del evento no se hace responsable del contenido de las ponencias. Los trabajos que no cumplan los requisitos establecidos serán eliminados automáticamente y sin derecho a reclamación por parte de los autores.

Fecha límite para el envío del trabajo en extenso para su publicación y para la cancelación (pago) de la cuota de inscripción: 15 de marzo de 2019.

Esperando contar con su participación en nuestro evento

Saludos cordiales



MSc. Yamel de las Mercedes Álvarez Gutiérrez

Presidente del Comité Organizador del Evento

Directora de la carrera de Ingeniería Ambiental UNESUM

Título del trabajo: Evaluación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos por deslizamientos de tierra en la provincia de Sancti Spiritus, Cuba.

Nombre (s) y apellido (s) del autor principal (ponente): Ignacio González Ramírez

Número del documento de identidad (pasaporte/cédula) del autor principal: XDC 078713

Institución que representa el autor principal: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Puesto que ocupa: Profesor

País: España

Dirección de correo electrónico: igramirez3@gmail.com

Nombre (s) y apellido (s) de los coautores: Félix J. Pentón Hernández, Osmany Ceballo Meléndres, Yeneisy Medinilla Cruz, Omaidá Romeu Torres.

RESUMEN DEL TRABAJO

En Cuba, los desastres causados por fenómenos naturales constituyen un peligro recurrente, especialmente aquellos provocados por eventos hidrometeorológicos y sísmicos que originan deslizamientos de tierra. Ante este hecho, el gobierno cubano orientó la realización de estudios de "Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres", utilizando el potencial científico de los territorios, para que a partir de ellos se sustentara una Estrategia de Gestión de Riesgos tendente a minimizar los efectos socioeconómicos y ecológicos.

La provincia de Sancti Spiritus ha sufrido históricamente el impacto de fenómenos meteorológicos peligrosos como los huracanes y precipitaciones intensas en los últimos 30 años que han provocado eventos de deslizamiento de tierras. Los daños económicos, sociales y ambientales generados han sido de consideración.

Este trabajo presenta los resultados alcanzados en la identificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos de desastres originados por deslizamientos. De ese modo, el objetivo general del estudio consistió en: Identificar y caracterizar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de la provincia ante desastres asociados a deslizamientos.

Como Objetivos Específicos, se propusieron los siguientes:

- Calcular el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo para deslizamiento.
- Zonificar las áreas de riesgo.
- Proponer medidas que integren los Planes de Reducción de Desastres a nivel de provincia, municipio y Consejos Populares, para la prevención y mitigación de impactos causados por desastres originados por este peligro.

Título del trabajo: Evaluación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos por deslizamientos de tierra en la provincia de Sancti Spiritus, Cuba.

Autores: Ignacio González Ramírez, Félix J. Pentón Hernández, Osmany Ceballo Meléndres, Yeneisy Medinilla Cruz, Omaida Romeu Torres.

I. Introducción

Una de las provincias donde ocurren eventos de deslizamientos es Sancti Spiritus, en cuyos 8 municipios se distribuyen 85 Consejos Populares, estructura organizativa básica para la respuesta en casos de ocurrencia de situaciones de desastres. Esta provincia ha sufrido históricamente el impacto de fenómenos meteorológicos peligrosos como los huracanes Kate (noviembre de 1985), Lily (octubre de 1996), Michelle (noviembre de 2001), Denis (julio de 2005), Ike (septiembre de 2008) y precipitaciones intensas en los últimos 30 años como las de los años 1988, 1995, 2002 y 2012 los cuales generaron importantes daños al sistema económico, social y ambiental de la provincia.

La provincia tiene una extensión superficial de 6 736.51 km², limita al Norte con el Océano Atlántico, al Sur con el mar Caribe, al Este con la provincia de Ciego de Ávila y al Oeste con las de Villa Clara y Cienfuegos. Posee gran diversidad geológica y alta variabilidad del relieve y del clima que determinaron la formación de un verdadero mosaico de suelos y vegetación. El clima predominante es tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad. La temperatura promedio anual en la provincia oscila entre 24 °C y 26 °C. Los máximos valores se registran en la zona sur del territorio, oscilando entre 30.5 °C y 31 °C. En cambio, los mínimas se localizan en las zonas montañosas, oscilando entre 21.5 °C y 22.5 °C. El mes más cálido es agosto, con valores entre 31 °C a 33 °C y el mes más frío es enero, con 21 °C a 23.5 °C.

La precipitación media anual es de 1 410-1 430 mm, distribuida en dos periodos: el lluvioso (de mayo a octubre, concentrando el 84% del volumen anual) y el poco lluvioso (de noviembre a abril, con 210-230 mm), siendo diciembre el mes menos lluvioso (media de 15-25 mm) y junio el más lluvioso, con 250-260 mm. La distribución espacial de las precipitaciones es también irregular, con un incremento del volumen anual desde las costas (con medias de 1 000-1 200 mm), hacia el interior, de este a oeste y con la altitud (llegando a 1 600-1 700 mm en Montañas de Guamuhaya).

Esas características climáticas condicionan el régimen hídrico de los ríos (estiajes y crecidas coincidentes con las épocas menos lluviosa y lluviosa, respectivamente), donde además, el substrato litológico y el relieve determinan la formación de una densa red de drenaje superficial, con 17 cuencas hidrográficas principales (entre ellas una de interés nacional y cuatro de interés provincial). Todo esto explica que la provincia cuente con un potencial hídrico total de 2 860.4 millones de m³ de agua dulce (superficial y subterránea), de los cuales 2 541.5 millones corresponden a las aguas superficiales (una de las reservas más ricas del país).

Las costas alcanzan 237 km de extensión (66 km en la costa norte y 171 km en la sur). La costa norte forma un litoral esencialmente acumulativo-biogénico (de manglares) con pequeños sectores abrasivo-acumulativos en Caguanes, Judas y los Cayos de Piedra (13 islotes formados a partir de colinas de roca caliza). Por su parte, en la costa sur se distinguen dos tipos generales de costas: abrasivas o abrasivo-acumulativas, con terrazas marinas y

playas (desde el río Cabagán hasta Punta Ancón), y acumulativo-biogénicas y deltaicas con manglares y lagunas (desde Punta Ancón a Palo Alto).

II. Materiales y Métodos.

II.1. Materiales

La base conceptual para los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por deslizamientos de tierras, es la descrita en la Directiva No.1/2010 y en el glosario de términos elaborado por el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba (2002). Para la realización de este estudio en la provincia Sancti Spiritus se utilizó la “Guía metodológica para el estudio de peligros, vulnerabilidad y riesgos por deslizamientos del terreno a nivel municipal, versión 4-ENE/12 (AMA, 2012)”.

Se utilizaron las siguientes fuentes cartográficas:

Modelo digital del terreno en formato raster (MDT) 1: 25 000. Fue elaborado a partir del relieve del mapa Topográfico digital 1: 25 000 del Grupo Empresarial Geocuba.

Mapa de la red fluvial (polilíneas). Escala. 1: 25 000. Se utilizó la misma fuente.

Mapa de la red vial 1: 25 000 (polilíneas). Se utilizó la misma fuente.

Mapa geológico 1: 100 000 (polígonos). Se utilizó el mapa geológico de Cuba digital a esa escala

Mapa de suelos 1: 25 000 (polígonos). Se utilizó el mapa a esa escala del Instituto de <suelos y Fertilizantes.

Mapa de uso de la tierra 1: 25 000 (polígonos): Fue construido con la información disponible, a partir de la actualización del uso de la tierra por la ONHG.

Mapa de intensidad de la lluvia a escala 1: 25 000 (raster). Se obtuvo mediante la elaboración de mapas de lluvias máximas por interpolación, con cubrimiento de las áreas límites de la provincia mediante el uso de los valores límites de las otras provincias existentes en una mapa de Cuba a menor escala.

Mapa de aceleración sísmica (raster). Se utilizó el mapa del CENAISS

Se utilizaron los software Mapinfo Profesional Versión 9.3 y Arc Gis Versión 9.2. La cartografía temática fue referenciada en el Sistema Conforme Cónico Lambert Cuba Norte. También se utilizó para el manejo de bases de datos hojas de cálculo (Excel de Microsoft Office 2007). Se generaron a partir del MDT los mapas de Angulo de la pendiente, Orientación de la pendiente y disección vertical. El ángulo de la pendiente se calculó en grados y se clasificó en 5 clases, la orientación de la pendiente también se clasificó en 10 clases y la disección vertical determinada fue la promedio, todo de acuerdo a las orientaciones metodológicas.

II.2. Metodología utilizada.

Se utilizó la evaluación multicriterio con la aplicación de álgebra de mapas sobre SIG. Esta variante considera la determinación de la susceptibilidad por factores que en combinación con factores disparadores permiten determinar el peligro.

La evaluación multicriterio utilizada, de acuerdo a la metodología, consideró varios criterios con un peso determinado que lo ponderan de acuerdo a los demás criterios. Además cada

criterio tiene uno o varios indicadores, que se distribuyen el valor unitario del criterio, de acuerdo a su peso y que distribuyen la ponderación del indicador en varias clases. Se realizó la estandarización de los mapas del criterio mediante mapas raster con coeficientes unitarios mediante procedimientos establecidos en la guía y se aplicó álgebra de mapas para determinar el mapa de susceptibilidad de la provincia.

Posteriormente se reclasificó el mapa en 3 clases de susceptibilidad y se obtuvo un segundo mapa de clases de susceptibilidad.

El peligro se determinó, siempre de acuerdo a la variante A, a partir de la estandarización de los resultados de la susceptibilidad a un rango entre 0 y 0.8, atribuyéndole a los factores disparadores el 0.2 restante. En esta medida estadística, la lluvia se pondera como 0.9 y la sismicidad como 0.1.

La estimación del riesgo fue el producto obtenido de los peligros y las vulnerabilidades mediante álgebra de mapas para el estudio general y a través de tablas Excel para facilitar la toma posterior de decisiones por los usuarios del trabajo.

III. Resultados y Discusión.

III.1. Calidad de la información.

La información utilizada para determinar el peligro es la más actualizada existente en el país, no hubo una fuente de información conocida por los autores que no fuera incorporada. Con excepción del mapa de uso de la tierra elaborado por los autores a partir de diferentes fuentes, en todos los casos la información fue certificada por las fuentes autorizadas para ello.

III.2. Determinación de la susceptibilidad a deslizamientos

La geología (Figura 1), expresa una mayor susceptibilidad en las zonas llanas costeras, con los valores más bajos hacia la parte central de la provincia. La litología y tectónica predominantes en las montañas y alturas no son muy susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos.

Los factores geomorfológicos tampoco expresan un alto grado de susceptibilidad (Figura 2), pero en este caso sí son las montañas las regiones donde predominan los valores más altos.

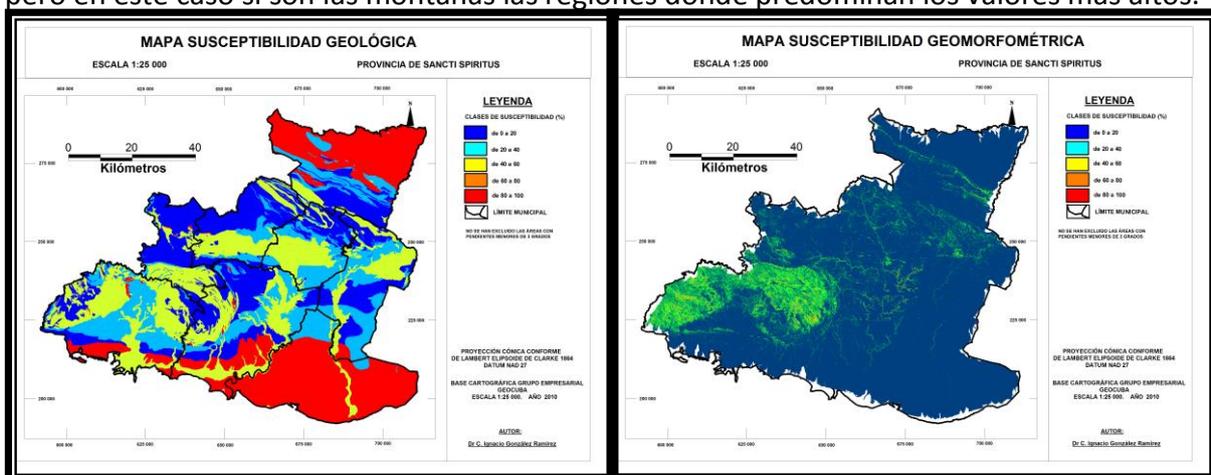


Fig. 1: Susceptibilidad geológica, sin excluir las áreas con pendientes menores a 3 grados.

Fig. 2: Susceptibilidad geomorfométrica. Incluye las áreas con pendientes menores a 3 grados.

Las características edafológicas basadas en la profundidad y el tipo de suelos (Figura 3), presentan la mayor susceptibilidad en las áreas costeras. Como en el caso de la geología, en las montañas y llanuras, los valores no son altos. Sin embargo, en la parte central de la provincia predominan valores altos a medios.

Respecto al uso de la tierra (Figura 4), la mayor parte de la provincia es altamente susceptible, pero en las montañas predominan valores bajos.

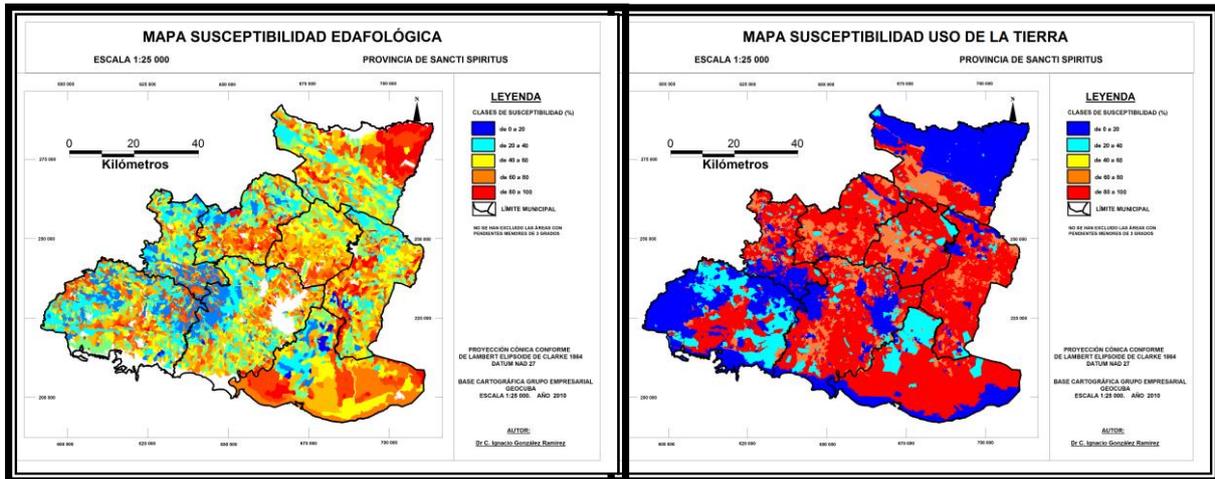


Fig. 3: Susceptibilidad edafológica. Excluye las áreas con pendientes menores a 3 grados.

Fig. 4: Susceptibilidad del uso de la tierra. Incluye áreas con pendientes menores a 3 grados.

Como resultado de la suma de estas susceptibilidades y de la susceptibilidad calculada para las vías de comunicaciones, se determinó la susceptibilidad a deslizamientos de tierras (Figura 5). Las áreas más susceptibles fueron la premontaña en Guamuhaya, las Alturas del Nordeste de Las Villas y otras áreas montañosas de la provincia.

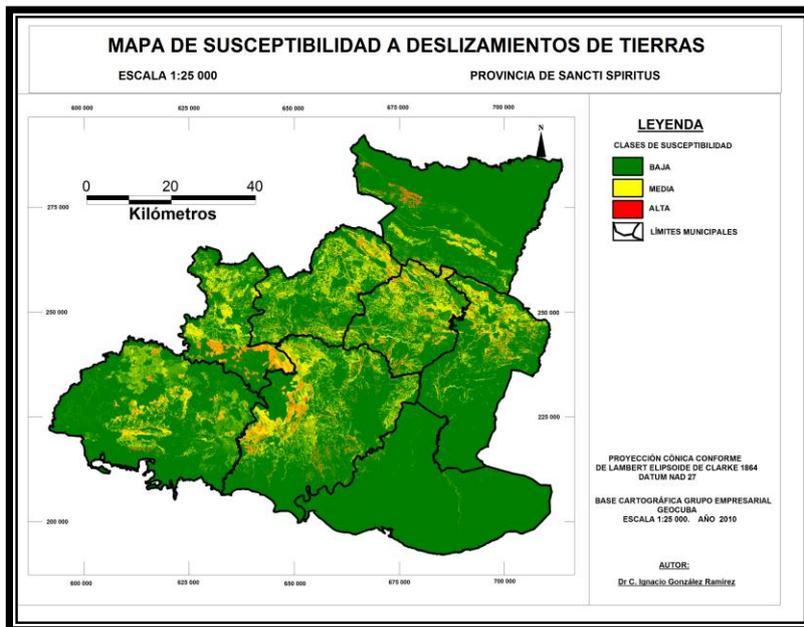


Fig. 5: Susceptibilidad de deslizamientos de tierras.

III.3. Determinación del peligro de deslizamientos

En el caso de la lluvia, los valores más altos de aguaceros intensos ocurren en áreas planas del municipio La Sierpe, donde las pendientes son inferiores a 3 %, por lo que son áreas no proclives a deslizamientos de tierras. En el resto de la provincia, las lluvias más intensas se localizan en la montaña, la premontaña y las llanuras del centro, al norte y en la costa las lluvias máximas son menos intensas a pesar de la mayor influencia de los huracanes.

La aceleración sísmica tiene sus valores máximos asociadas a dos fallas señaladas en la región central de Cuba como las más activas, atraviesan el municipio Yaguajay, desde Villa Clara a Ciego de Ávila la más septentrional y se extiende con rumbo Este Oeste al sur de las montañas de Guamuhaya la más meridional.

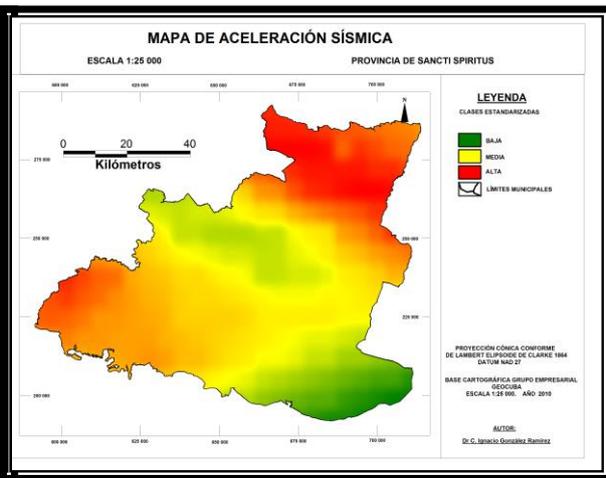
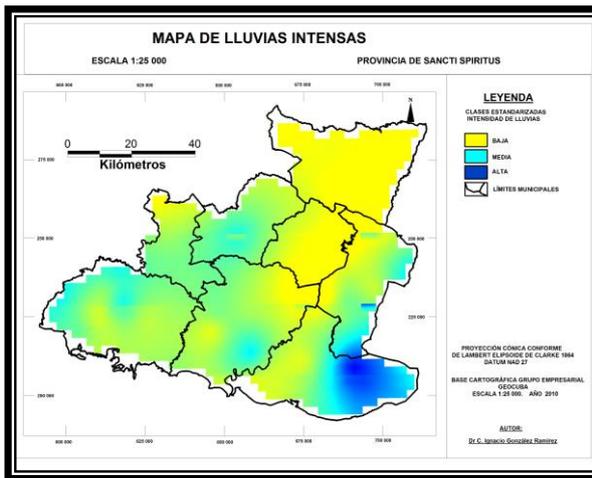


Fig. 6: Clases estandarizadas de intensidad de lluvias.

Fig. 7: Clases estandarizadas de aceleración sísmica.

El peligro de deslizamientos de tierras en la provincia de Sancti Spiritus (Figuras 8 y 9), se manifiesta con mayor intensidad en las montañas de Guamuhaya, estrechamente asociado a las cúpulas Trinidad y Sancti Spiritus. Las llanuras costeras y otras llanuras poco onduladas, no tienen peligros de deslizamientos por su pendiente menor de 3 grados.

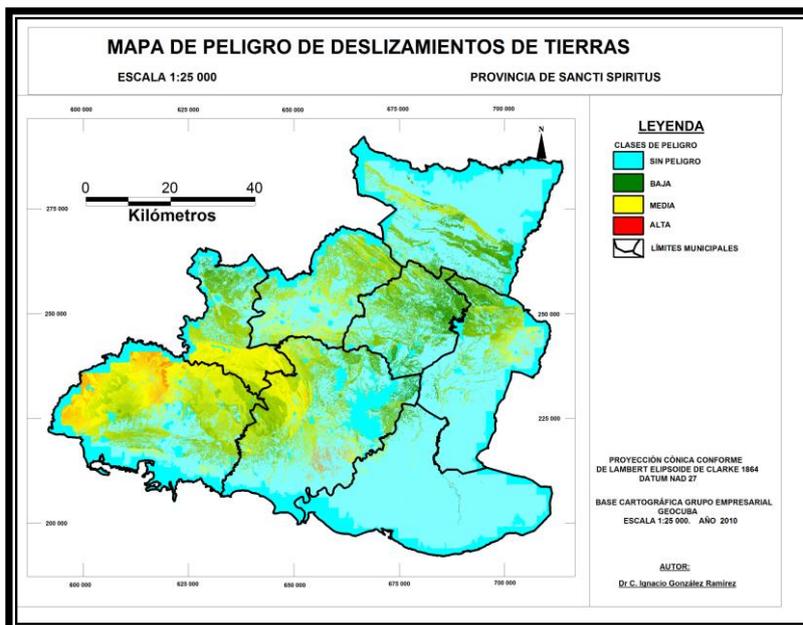


Fig. 8: Peligro de deslizamientos de tierras, provincia de Sancti Spiritus.

Las alturas del Nordeste, expresan peligro medio de deslizamientos de tierras. En Guamuhaya predomina el peligro medio, aunque en determinados sectores llega a ser alto, vinculado a las pendientes altas sobre todo, porque se observa que se asocia a las laderas más abruptas.

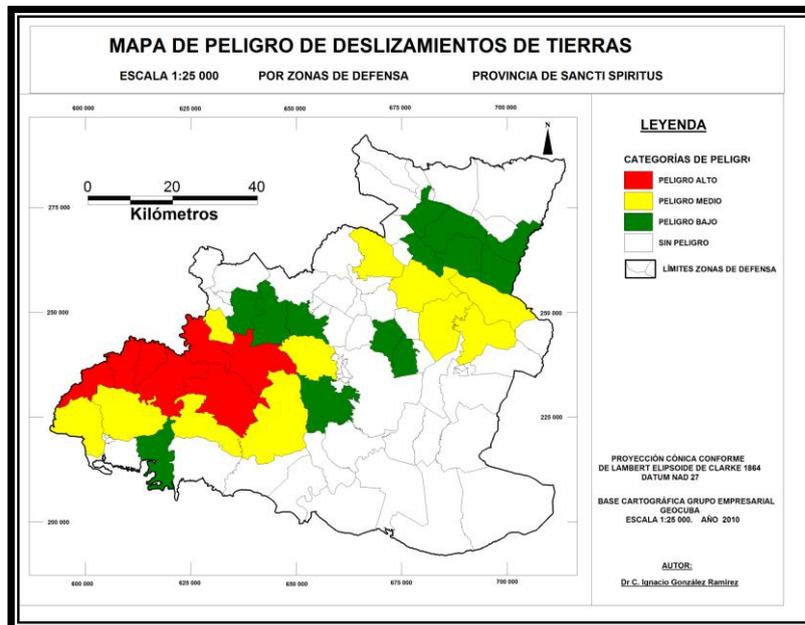


Fig. 9: Mapa de distribución de los peligros de deslizamientos de tierras por Consejos Populares en la provincia de Sancti Spiritus.

III.4. Cálculo de la Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad con valores más altos para la provincia Sancti Spiritus los encontramos en la vulnerabilidad social por lo que es ésta la que tiene mayor incidencia en la vulnerabilidad total. Los municipios con mayores valores de vulnerabilidad total en sus Consejos Populares son: Trinidad, Fomento, Cabaiguán, Yaguajay y Sancti Spiritus es éste último de todos los municipios el que presenta un Consejo Popular con mayor vulnerabilidad total que es el de Banao.

Es de destacar que los municipios con mayor afectación por deslizamiento son los que presentan mayor pendiente y elevaciones del terreno (Trinidad, Sancti Spiritus, Fomento y Yaguajay). En el municipio Cabaiguán las mayores afectaciones por deslizamiento están mayoritariamente relacionadas por el tipo de suelos predominante y su intenso uso y manejo que provoca en eventos de intensas lluvias que se produzca éste peligro asociado a proyectos hidráulicos de tranques y micropresas sin estar certificadas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), produciéndose deslizamientos del dique de estas obras hidráulicas con impactos muy negativos para los cultivos, la infraestructura de caminos, carreteras, puentes y los asentamientos humanos.

La provincia Sancti Spiritus presenta una alta densidad de corrientes superficiales lo cual repercute en las cuencas hidrográficas de interés provincial Zaza, Agabama, Jatibonico del Sur y Jatibonico del Norte. En eventos de intensas lluvias ocurren fuertes avenidas y asociados al nivel máximo de las aguas en el cauce de los ríos intensos procesos erosivos y

deslizamientos los cuales tienen sus mayores impactos en las zonas ecológicas sensibles y áreas protegidas en lo fundamental en las franjas hidrorreguladoras de los ríos Zaza, Tuinucú, Agabama, Caracusey, Calabaza, Jatibonico del Sur y Jatibonico del Norte.

El peligro por sismos en la provincia de Sancti Spiritus está asociado a fallas de interior de placa los cuales pueden generar terremotos de hasta 7 grados de intensidad en la escala MSK en los municipios Yaguajay y Trinidad y eventos relativamente fuertes para los municipios de Sancti Spiritus y La Sierpe en los cuales estaría presente el fenómeno de licuefacción en rocas con altos contenidos de humedad que provocarían el fallo de estructuras hidráulicas que se deslizarían como: el dique del embalse Zaza, Canales y sistemas hidráulicos y grandes afectaciones al fondo habitacional y empresarial en el municipio Sancti Spiritus y La Sierpe producidos por el fallo de estructuras por licuefacción y el impacto aguas abajo de la avenida provocada por la rotura del dique del embalse Zaza, canales y sistemas hidráulicos.

La vulnerabilidad total presenta valores de vulnerabilidad baja y media en los 33 Consejos Populares donde aparece el peligro de deslizamiento. En la provincia predominan los Consejos Populares sin presencia de vulnerabilidades asociadas al peligro de deslizamiento en un total de 52.

Los municipios que presentan vulnerabilidad media en algunos de sus Consejos Populares, (Figura 10), están estrechamente ligados a paisajes rurales con fuertes pendientes y elevaciones del terreno: Trinidad en los Consejos Populares Pitajones, Condado y Topes de Collantes, Sancti Spiritus en el Consejo Popular Banao, Fomento en el Consejo Popular El Pedrero y Cabaiguán en los Consejos Populares 4 Esquina de Santa Lucía y Santa Lucía).

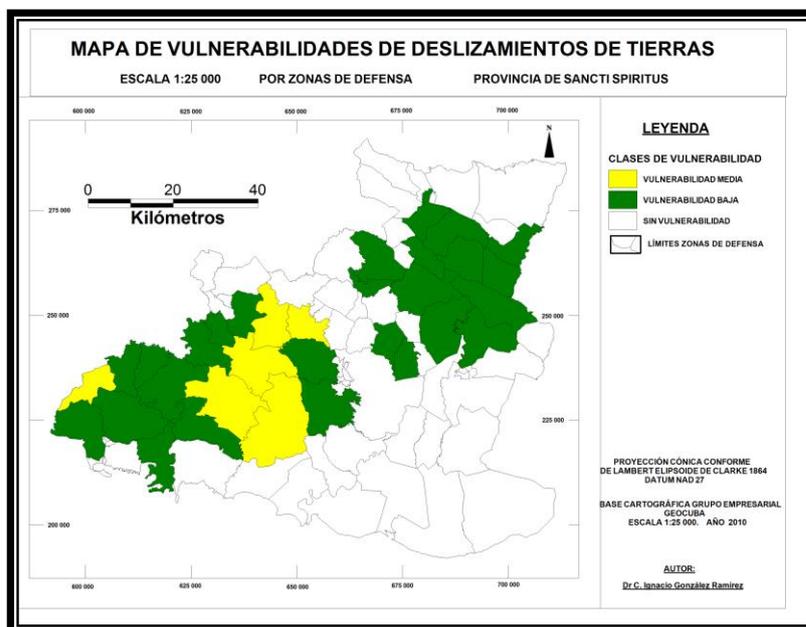


Fig. 10: Vulnerabilidad ecológica por Consejos Populares en la provincia Sancti Spiritus.

III.5. Determinación del Riesgo.

Como se aprecia en la figura 11 solo existe un Consejo Popular de riesgo medio, que es El Pedrero en el municipio de Fomento, mientras los riesgos bajos, se distribuyen en dos regiones de la provincia: las montañas de Guamuhaya y áreas colindantes y la vertiente sur de las Alturas del Nordeste de Las Villas. Se manifiesta la pendiente como factor natural de mayor influencia, ya que es el único que se mantiene completamente correlacionado con el riesgo. El municipio de Trinidad es el que tiene mayor cantidad de Consejos Populares con alto riesgo, 6 de sus 14 Consejos Populares están entre las 10 primeras en este indicador. Estos primeros 10 Consejos Populares con mayor riesgo se completan con 2 del municipio de Fomento y 2 del municipio de Sancti Spiritus.

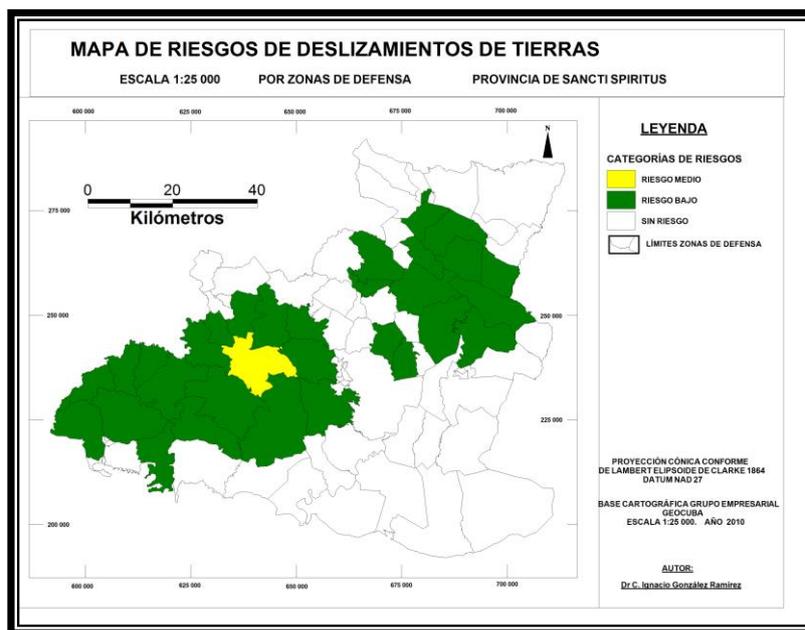


Fig. 11: Mapa de riesgos de la provincia de Sancti Spiritus

En la provincia en general, los riesgos de deslizamientos de tierras no pueden considerarse entre los riesgos más frecuentes entre aquellos asociados a peligros naturales. Sin embargo, las vulnerabilidades pueden aumentar conjuntamente con el desarrollo económico si no se tienen en cuenta la distribución de los peligros. También se debe señalar que si no se realiza una correcta gestión y regulación ambiental, algunas de las susceptibilidades no podrán ser corregidas o se degradarán determinadas condicionantes naturales que pueden intensificar los riesgos. Entre las acciones a ejecutar para impedir estos probables escenarios están la recuperación de bosques de galería, fajas hidrorreguladoras y la prohibición al establecimiento de infraestructuras en riberas de ríos y laderas o piedemontes. Porque los fenómenos asociados a las zonas con estas características no se han evidenciado totalmente en este estudio de acuerdo a la escala de trabajo

Conclusiones

Los riesgos de deslizamientos de tierras en Sancti Spiritus de acuerdo a los resultados de este trabajo son predominantemente bajos, debido a la combinación de peligro y vulnerabilidad bajo.

En el caso de los peligros, la estabilidad tectónica predominante, la abundancia de rocas duras y semiduras y los procesos exógenos intensos como primer factor morfodinámico, expresado en el modelado del relieve, han estabilizado a través del tiempo geológico las laderas de mayor susceptibilidad en el territorio.

Las áreas de peligro por lo general tienen baja vulnerabilidad. La existencia de amplias áreas de calidad óptima para el emplazamiento de asentamientos y obras socioeconómicas, ha permitido la no ocupación de las zonas de mayor peligro.

Los mayores valores de vulnerabilidad se asocian a la vulnerabilidad social, sobre todo en la percepción social.

Los presupuestos no se ejecutan para disminuir vulnerabilidades, asociadas a los factores de peligro que generan los deslizamientos como son las intensas lluvias y los sismos.

Por la escala de los trabajos 1: 25 000, pueden existir procesos locales no visualizados en este trabajo. Se identifican como casos probables las riberas fluviales desnudas y las zonas de piedemonte.

Bibliografía

Agencia de Medio Ambiente, 2012. "Guía metodológica para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos del terreno a nivel municipal".

CENAISS, 2011. "Mapa de aceleración sísmica de la provincia de Sancti Spiritus".

Geocuba, 1985. "Mapa topográfico de la República de Cuba". Escala 1:25 000.

IGP, 1988: "Mapa geológico de Cuba". Escala 1: 100 000.

Instituto de Suelos y Fertilizantes, 1988. "Mapa de suelos de la República de Cuba". Escala 1:25 000.