

realizados a personas que hayan percibido los sucesos. Para esto se planifica un cuestionario de preguntas de acuerdo a los objetivos propuestos.

Concluida la reconstrucción de los antecedentes se redacta el historial y se ejecuta el levantamiento y la cartografía del área de los escenarios acontecidos. El mapa de los escenarios acontecidos constituye el mapa de partida y se debe confeccionar a escalas detalladas para lo que se sugiere (1:5000 y 1:2000) u otras más visibles según lo requiera el caso.

La caracterización de los aspectos físico-naturales, socio-económicos y patrimoniales se considera importante para conocer integralmente el lugar. En este sentido se iniciará el estudio por los siguientes aspectos: Relieve, Geología, Hidrografía (Hidrología Estadística e Hidrogeología), Neotectónica, Suelos, Vegetación y Clima.

El relieve se debe dividir en pisos altimétricos y se sugiere para el caso de estudio en utilizar la clasificación (Díaz, 1986) en llanuras bajas (de 0 a 20 metros), llanuras medias (de 20 a 80 metros) y llanuras altas (de 80 a 120 metros) u otra que se adapte al medio. Se recomienda la observación del lugar visto en planta, donde se pueden utilizar imágenes satelitales, fotomapas, fotografías aéreas de diferentes años, mapas topográficos y mapas morfométricos con el objetivo de ver las diferencias de niveles y la configuración geométrica (cóncavo-convexas, líneas rectas) de los bordes escarpados, así como fallas paralelas a los escapes, alineaciones y presencia o no de la vegetación. Se deben realizar expediciones de campo para caracterizar las laderas en cuanto a: su longitud, forma

geométrica e inclinación. Finalmente se localizan los deslizamientos y se inventarían llevándose una ficha de control para cada uno. Observe la tabla 35.

En el tratamiento de la Geología se debe considerar el origen del lugar, y conciliarlo con el mapa geológico para poder clasificarla y cartografiarla de acuerdo a los tipos ingeniero-geológicos (según, Iturralde-Vinent, 1985) e identificar el tipo de litología que se encuentra presente. Otro paso lo constituye la expedición de campo comprobatoria y la consulta de calas y perfiles, aunque también se pueden analizar cortes en laderas o canteras en explotación donde se aprecie la secuencia litoestratigráfica y ángulo de buzamiento de los estratos. Después se toman fotografías y muestras que se llevan a laboratorio para identificar las propiedades físico-mecánicas de las rocas en cuanto a: granulometría (valores promedios de los elementos presentes), límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, peso volumétrico (seco, húmedo, peso específico, saturación).

Con relación a la Hidrología se deben abordar dos aspectos: el primero se corresponde con la Hidrología Superficial y el segundo con la Hidrología Subterránea. En el primero se identifican y cartografían las redes de drenaje natural u obras hidrotécnicas construidas, además de analizarse la tendencia del escurrimiento y su posible vínculo con los deslizamientos de tierra. Después se trabaja con la estadística de las lluvias donde se sugiere tener una data confiable que pertenezca a una estación pluviométrica que se encuentre en un radio no mayor a dos-tres kilómetros del lugar. La estadística se analiza con la mayor cantidad de años posibles dividiéndose en períodos (por ejemplo 10 años) lo que facilita la

Tabla 35. Modelo de ficha de control de los deslizamientos de tierra. (Fuente: elaborada por el autor).

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| Municipio:                                                                                                                                                                                                                                        | Provincia:                          | Región: |
| Nombre del deslizamiento:                                                                                                                                                                                                                         |                                     | Tipo:   |
| Microlocalización del deslizamiento de tierra.                                                                                                                                                                                                    |                                     |         |
| Fechas de periodos criticos:<br>Iniciado:<br>Actividades :                                                                                                                                                                                        | Coordenadas de los puntos extremos. |         |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Cabecera                            | Punta   |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | X =                                 | X =     |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Y =                                 | Y =     |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Z =                                 | Z =     |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Dirección :                         |         |
| Dimensiones:<br>Longitud total del área activa probada:<br>Ancho:<br>Altura de la cabecera:<br>Altura de la punta:<br>Inclinação de la pendiente original:<br>Material desplazado:<br>Clasificación del material desplazado:<br>Red hidrográfica: |                                     |         |

confección de tablas y gráficos que se utilizan para valorar el comportamiento del régimen pluvial y la correspondencia con los antecedentes del lugar.

En la parte correspondiente a la Hidrología Subterránea o Hidrogeología se investiga como se produce la transmisión de los acuíferos y su relación con los procesos del fenómeno. Para esto, se indica estudios geotécnicos que se hayan realizado en el lugar. Se deben conocer las características de la cuenca, el tipo de agua, grado de mineralización, capacidad acuífera predominante y edad del complejo acuífero. Otro aspecto lo constituye el análisis de los resultados de la apertura de pozos hidrogeológicos con relación a la litoestratigrafía, el nivel de las aguas subterráneas y el análisis de la relación lógica entre los pozos perforados para definir hacia donde se dirige el drenaje o su mantención estática o casi estática de acuerdo al período estacional. Al finalizar se debe definir como se produce el proceso.

En la Neotectónica se sugiere indagar acerca de los antecedentes sísmicos, los movimientos de bloques en ascensos o descensos e incidencias de fallas activas y su relación con los deslizamientos de tierra. Por otra parte se deben consultar las investigaciones realizadas e incluir mapas con relación a lo tratado.

En el estudio del suelo se sugiere el análisis de fotografías aéreas, imágenes satelitales y mapas del uso del suelo para identificar los posibles cambios naturales o por antropismo y su relación con los deslizamientos, no obstante, este aspecto requiere de la actividad incondicional del trabajo de campo para conocer el tipo de suelo predominante y estado de conservación.

El análisis de la vegetación se debe fundamentalmente en cuanto a su presencia en las laderas. Se propone el análisis y la comparación de fotografías aéreas de diferentes años y el mapa del uso de la tierra para identificar qué cambios han ocurridos. Después se debe clasificar en natural o cultural y en caso de degradación explicar las causas que provocaron la desaparición donde ocurren los deslizamientos de tierra. Se debe confeccionar un mapa de vegetación.

En el Clima, se analiza el comportamiento de las variables climáticas (vientos, temperaturas y precipitaciones), así como la influencia del anticiclón continental y del Atlántico del Norte. Sobre esta base se elaboran tablas, se analizan y se comparan, pero en este sentido se hará énfasis en la variable lluvia como elemento alterador. También se debe tener presente la frecuencia de los años lluviosos con relación a las incidencias o no incidencias de los eventos hidrometeorológicos extremos y los deslizamientos de tierra.

En el estudio de los aspectos socio-económicos se debe concebir la población y los sectores de la industria, los servicios y la agricultura y se deben inventariar y cartografiar en escalas de detalles (1:5000, 1:2000 u otro que sea necesario de acuerdo al caso).

En el análisis de la población se puede utilizar la información oficial de los censos de población y vivienda o registros de hechos demográficos que se encuentran en la Oficina Municipal de Estadística, Registro Civil y otros sectores. En este sentido se hará el estudio de la población del lugar por edad y el sexo (cantidad de niños, viejos y población económica activa) además, de posibles movimientos pendulares.

Para el caso de las industrias y los servicios se necesita conocer el estado, tipo, uso y distancia del lugar donde ocurren los deslizamientos de tierra, además de la capacidad de las instalaciones para la evacuación de personas o posibles almacenajes de mercancías, así como transporte disponible u otros elementos que resulten de utilidad para el manejo y la gestión del riesgo. También se debe tener presente la existencia de áreas dedicadas a la agricultura urbana en las ciudades.

Las industrias se deben clasificar en ligeras o pesadas y conocer la función e importancia económica, ubicación geográfica, accesibilidad y distancia en metros o kilómetros del lugar. Resulta importante el control de la fuerza laboral (cantidad de hombres y mujeres por edades), categoría técnico-profesional, disponibilidad de máquinas-herramientas y medios de transporte para casos de auxilio, como: ómnibus, ambulancias, bulldózers, grúas, montacargas u otros.

Los servicios se valoran para los diferentes casos de emergencias y se debe conocer el tipo de prestación, el grado de funcionalidad, la ubicación geográfica, accesibilidad, distancia en metros o kilómetros del lugar, fuerza laboral (cantidad de hombres y mujeres por edades) y categoría técnico-profesional. Sobre esto se consideran fundamentales los hospitales (con cantidad de camas, laboratorios clínicos, rayos X y ambulancias), las escuelas, los policlínicos, los consultorios médicos, almacenes, telefonía, acueductos, tanques de combustibles, funerarias, campos deportivos, orden público y bomberos entre otros. Al final se debe tener el inventario con el mapa de los diferentes sectores a escalas detalladas bien visibles para utilizar de forma operativa en el manejo del riesgo.

En el estudio del patrimonio se sugiere la observación de mapas, fotografías aéreas y terrestres e imágenes satelitales donde se ubica zona objeto de estudio, además de ejecutarse una expedición al lugar para percibir las condiciones en que se encuentra el patrimonio. Por otra parte, se realizarán inventarios del estado y tipo (Instituto de Planificación Física, 2005). Entre los elementos a tener presentes se encuentran: monumentos, residencias, puentes, edificios y sistemas de redes

Finalmente se deben identificar todos aquellos aspectos que se pueden asociar al peligro tanto en el proceso de preparación del fenómeno como en momento colapsivo del mismo.

Ejemplo:

- Cortes en las laderas.
- Posicionamiento de infraestructuras en zonas fuertemente inclinadas y severamente antropizadas.
- Crecimiento paulatino de barrios informales en laderas fracturadas.

### **III.3. Etapa no. 3.**

El análisis de los factores que influyen en la susceptibilidad del medio físico a los deslizamientos de tierra.

Después de caracterizar los diferentes componentes del medio físico en el capítulo anterior, se deben analizar los factores que influyen en la susceptibilidad del mismo con relación a cambios o modificaciones, donde se necesita conocer la interacción entre el factor alterador y los condicionantes.

El factor alterador para el caso que se presenta lo constituye el acumulado de lluvias anuales, pero no sólo basta tener esta apreciación, sino calcular el Indicador de la Humedad Límite Condicionada en el lugar, cuestión necesaria para identificar las manifestaciones del proceso del fenómeno y alertar el grado de desarrollo del mismo.

Para lograr esto se necesita la información de la Hidrología Estadística y trabajar sobre la base de los acumulados de lluvias anuales acontecidos para determinado período de tiempo atmosférico (digamos 10 años) en el lugar. Después se aplica la fórmula de la Media Aritmética (Ministerio de Educación, 1988) lo que nos permite obtener la humedad promedio adaptada al lugar siempre y cuando se cumplan determinadas características hidrogeológicas complejas.

Observe el siguiente ejemplo para la obtención del Indicador de la Humedad Límite Condicionada al medio (Pacheco, S.E., 1994).

Fórmula:

$$\frac{10}{\left( \sum_{n=1}^{10} LL_n \right) / 10} \quad \left. \vphantom{\frac{10}{\left( \sum_{n=1}^{10} LL_n \right) / 10}} \right\} \text{ Cálculo para una década.}$$

$$\left( \sum \text{Acumulados de lluvias en milímetros} \right) / 10$$

n = número de años

LL n = Acumulados de lluvias por n.

El indicador resultante se considera la cantidad *Límite de Humedad Condicionada* al medio físico dado el tiempo atmosférico escogido (digamos 10 años) lo que representa la cifra de lluvias acumuladas anuales con la que se inicia la dinámica de los procesos y las secuentes modificaciones en el terreno hasta llegar al evento extremo del deslizamiento de tierra.

En el caso de proceder una estadística mayor a una década será más preciso el cálculo estimado y se toma el rango entre la década anterior y la actual.

Ejemplo:

- ◆ Década 3 (1986 - 1995) = 1 115,0 mm
- ◆ Década 4 (1996 - 2005) = 1 127,0 mm

Como resultado del ejemplo el Indicador de la Humedad Límite Condicionada para que comiencen los movimientos en el terreno se considera el rango entre 1115,0 y 1127,0 milímetros de lluvias acumuladas en el año.

Seguidamente se analizan los elementos condicionados en el paisaje tanto desde el punto de vista natural como antrópico con el objetivo de conocer como influyen los mismos en la susceptibilidad del medio al peligro. Previamente se ejecuta una expedición a la zona estudio donde se utiliza el mapa de los escenarios de peligros acontecidos y la ficha de control de los deslizamientos de tierra lo que nos permite obtener una apreciación del radio de influencia del fenómeno, no obstante, para mayor exactitud en la identificación y selección de las áreas

propensas a modificaciones se debe realizar el levantamiento y la valoración de los siguientes aspectos:

- Altura del relieve
- Formas geométricas convexas con configuración de abanico y de delta.
- Tipo de ladera en cuanto: longitud, sección vertical e inclinación.
- Ángulo de la pendiente.
- Pendientes erosionadas y deforestadas.
- Presencia de anfiteatros de deslizamientos de tierra.
- Presencia de secuencia de escalones pequeños.
- Existencia de fallas en cuanto su posición, distancia y número en la parte superior de la morfoestructura, así como en las laderas.
- Presencia de fracturas superficiales.
- Tipo de constitución geológica y clasificación ingeniero-geológica.
- Formas de yacencia de las formaciones.
- Confluencia de formaciones geológicas arcillosas intercaladas en fliish en su yacencia.
- Ángulo de buzamiento de los estratos y dirección.
- Propiedades físico-mecánicas y químicas de las rocas.
- Existencia de red hidrográfica superficial.
- Presencia de espejos de agua.
- Discordancia en la vegetación.
- Capacidad acuífera predominante (transmisión de fisura a poro o de poro a poro).
- Salidas de manantiales al pie del talud.

Otros aspectos también se valoran desde el punto de vista de la influencia de la acción del hombre asociados a las características naturales del lugar, como son:

- El crecimiento de barrios informales en sectores de laderas ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas con cortes en los taludes y malos sistemas de drenajes hidráulicos-sanitarios.
- Construcción de infraestructuras de gran tonelaje.
- Obstrucción de los acuíferos.
- Salideros de tuberías hidráulicas-sanitarias.
- Sismicidad inducida.
- Deforestación de las laderas.
- Cortes de laderas.
- Inversiones sin estudios.
- Zonas urbanizadas.

De acuerdo a los elementos condicionantes que se encuentran en el terreno, se confecciona una escala para valorar las zonas susceptibles al peligro y se ejecuta la cartografía definiendo físico-espacialmente las áreas susceptibles al peligro lo que deriva el mapa de las zonas peligrosas.

En la confección del mapa de las zonas peligrosas se debe tener en cuenta, el mapa topográfico, planimétrico, morfométrico, altimétrico teniendo la escala confeccionada para evaluar las áreas susceptibles al peligro, para esto se realiza el levantamiento en el terreno y se desarrolla la zonificación dándole una graduación de acuerdo a la escala en: Muy Alta,

Alta, Moderada, Baja y Muy Baja. Las escalas representativas para este mapa que se utilizará operativamente en el manejo del riesgo se consideran 1:5000, 1:2000 ó 1:1000.

Por otro lado, se realiza un análisis de todos los aspectos estudiados con el objetivo de definir cómo se produce la interacción entre el factor alterador y los condicionantes.

#### **III.4. Etapa no. 4.**

El análisis y la evaluación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de desastres por deslizamientos de tierra. Medidas para la prevención y mitigación de los efectos.

El tratamiento del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de desastres constituye un estudio integral y secuente que no procede de forma mecánica, aunque esto se representa de forma teórica con la expresión generalizada:  $Riesgo = Peligro \times Vulnerabilidad$  ( $R = P \times V$ ).

Es así, que en esta metodología, se efectúa el análisis del *peligro* hasta llegar a su evaluación donde se sugiere abordar tres cuestiones fundamentales:

- Frecuencia en el tiempo
- Lugar
- Intensidad

Para obtener la frecuencia en el tiempo tomamos de premisa el estudio de la Hidrología Estadística realizado en el diagnóstico que se encuentra dividido en períodos de tiempo y acumulados de lluvias por años para seleccionar los años lluviosos.

Entonces, se procede a estimar la probabilidad de frecuencia en el tiempo que consiste en conocer la manifestación de años lluviosos que se producen para determinado período donde se aplica la siguiente fórmula:

Datos.

PF = Probabilidad de Frecuencia en el tiempo.

T = Tiempo (10 años = 1 década).

CE= Cantidad de eventos lluviosos.

Fórmula aplicada para cada década:

$$PF = \frac{CE}{T}$$

En este caso se realiza el cálculo para cada período, y se puede expresar en fracciones o en porcentaje, y se presenta un ejemplo del posible resultado de tres décadas.

Ejemplo.

Década 1 = 0,4 ó 40%

Década 2 = 0,7 ó 70%

Década 3 = 0,8 ó 80%

**La respuesta sería:** La probabilidad de la frecuencia de los años lluviosos está dada desde el 40% hasta 80% para el lugar con una tendencia progresiva.

El lugar es el medio físico donde se manifiesta el peligro, por tal motivo utilizamos el mapa de las zonas peligrosas que son aquellas zonas que reúnen las condiciones de susceptibilidad para que se manifiesten los procesos a partir del cumplimiento del Indicador de la Humedad Límite Condicionada, mostrado anteriormente. Sobre esta base se implementan los monitoreos con el objetivo de conocer la intensidad de los movimientos de la masa deslizante y las manifestaciones destructivas que demuestran el grado de severidad del evento extremo.

La intensidad de los movimientos se mide tanto en el descenso del anfiteatro como en la punta del deslizamiento, además de las fracturas que se producen en el suelo y las grietas que aparecen en las infraestructuras de hormigón armado, lo que permite demostrar el grado de severidad en el lugar.

El movimiento de la masa se conoce a través del monitoreo que se realiza de forma directa en el terreno, donde al principio se utilizan instrumentos de medición (taquímetros, niveles, cintas métricas, brújulas y otros útiles) para situar puntos de referencia controlados aplicando métodos estadísticos basados en el control de las lluvias acumuladas y la dinámica de los movimientos; sin embargo, en la medida en que ocurren los procesos, estos puntos sufren corrimientos, además de aparecer grietas con diferentes dimensiones, direcciones y profundidad, cuestión que nos obliga a cambiar la técnica y aplicar otro método de trabajo a través de estacas clavadas en el terreno las cuales se deben orientar e hilar lo que también es aplicable hasta que la falsedad del terreno lo permita al investigador. Otro método lo constituye la regla graduada metálica fijada a un extremo del labio de una fractura donde se

toma una medida inicial y se lleva un control estadístico de la separación de la grieta con relación a la cantidad de lluvia diaria que cae en el lugar, pero este método sólo se aplica a estructuras de hormigón armado.

Después se debe confeccionar una escala bien dosificada para evaluar los movimientos de las grietas y otros desplazamientos mencionados anteriormente donde se deben concebir los siguientes aspectos:

- Manifestación del movimiento: (muy lento, lento, moderado, rápido y muy rápido).
- Velocidad: (metros/meses).
- Lluvias acumuladas en milímetros: (a partir del Indicador de la Humedad Límite Condicionada).
- Visibilidad de la fractura: (imperceptible, perceptible, visible, muy visible y extremadamente visible).

Otra escala se confecciona para la evaluación del peligro que se deriva de la validación de los Indicadores de la Humedad Límite Condicionada en el tiempo de un año y la intensidad de los movimientos que provocan los efectos destructivos en el lugar, donde se sugiere el establecimiento de cinco categorías cualitativas para su mejor interpretación: Muy Alto, Alto, Moderado, Bajo y Muy Bajo.

En el análisis de la vulnerabilidad se parte del conocimiento de la manifestación de las categorías del peligro por deslizamientos y sus efectos destructivos, además del mapa de las zonas peligrosas donde se superpone la situación físico-espacial del sector socioeconómico

para detectar la sensibilidad infraestructural y la fragilidad social, lo que deriva un mapa borrador de las zonas vulnerables para el trabajo ejecutivo que se verifica posteriormente en el terreno.

Sobre la base del mapa borrador se debe ejecutar un inventario de la población total residente, por manzanas, la estructura de la población por edad (niños, viejos, población activa) y sexo, además de los movimientos pendulares o dinámica peatonal si fuera necesario y el horario aproximado de mayor actividad.

En el inventario infraestructural se debe tener en cuenta el estado y tipo de las viviendas, la cantidad total, industrias, terminales de transporte, monumentos, almacenes, escuelas, hospitales, centros asistenciales, puestos de mando, bomberos, u otros servicios posibles que puedan ser afectados o utilizados. Entre otros aspectos se consideran los viales (posibles afectaciones o conectividad secundaria en caso de aislamientos) y posibles interrupciones de sistemas de redes (eléctricas, telefónicas, sanitarias, hidráulicas y gas). Al finalizar se realizan las tablas estadísticas para el manejo de la vulnerabilidad.

Después se procede a confeccionar la escala para evaluar la vulnerabilidad, conocida la probabilidad de ocurrencia de cada categoría del peligro y su poder destructivo para la exposición social e infraestructural en las zonas peligrosas del lugar. Esta se expresa de forma cualitativa en Muy Alta, Alta, Moderada, Baja y Muy Baja.

Ejemplo para su interpretación: La probabilidad de ocurrencia de un peligro Muy Alto en una zona peligrosa Alta, donde existan elementos expuestos la vulnerabilidad es Muy Alta.

Finalmente se confecciona el mapa de las zonas vulnerables sobre la base del análisis y la evaluación realizada donde se deben representar los deslizamientos de tierra, las curvas de nivel, la estructura urbana enumerada por manzanas y las zonas por el grado de vulnerabilidad. Se sugieren escalas detalladas (1: 5000 y 1:2000) preferiblemente.

El análisis del riesgo de desastres se realiza a partir del conocimiento de la categoría de cada peligro por deslizamientos y sus efectos destructivos para cada zona vulnerable donde se aprecia la situación físico-espacial del patrimonio construido perteneciente al sector socioeconómico. Esto permite detectar las posibles pérdidas y daños, desde el punto de vista social e infraestructural., lo deriva un mapa borrador de las zonas de riesgos el que se comprueba en el terreno.

Después se utiliza el inventario de las zonas vulnerables y se estiman las posibles pérdidas de vidas humanas y materiales, esto se puede hacer de forma general o específica y requiere de expresarse con un resultado cuantificable. La estimación de las pérdidas materiales se realiza a través de los precios establecidos por las Normas Cubanas o cuantificables en moneda convertible si es necesario. También se estiman las probables pérdidas de vidas humanas y materiales para diferentes períodos y se expresarán en tablas.

Finalmente se confecciona la escala para la evaluación del riesgo de desastres en la cual se considera la categoría de cada peligro, compatibilizado para cada una de las zonas vulnerables del lugar, expresándose de forma cualitativa, donde se sugiere utilizar palabras de acuerdo al daño, por ejemplo: Muy Severo, Severo, Moderado, Bajo y Mínimo.

Ejemplo para su interpretación: Dado la probabilidad de ocurrencia de un Peligro Alto en una zona de Moderada vulnerabilidad el riesgo es Moderado.

Después se confecciona el mapa de las zonas de riesgo sobre la base de la incidencia de las zonas peligrosas con las zonas vulnerables donde se deben representar las curvas de nivel, los deslizamientos de tierra, la infraestructura urbana por manzanas enumeradas y las zonas por el grado de riesgo en el lugar. Este mapa se debe confeccionar a escalas detalladas (1:5000 y 1:2000 u otra si fuera necesaria).

La recomendación de medidas se dirige a la Alerta Temprana y la mitigación de los efectos de peligro. Entre ellas se proponen los siguientes tipos:

- de aceptación técnica para la reducción del riesgo.
- como para preparativos para el enfrentamiento de los desastres.

Ejemplos:

Desactivar infraestructuras de gran tonelaje (tanque de acueducto) de la parte superior de los deslizamientos de tierra. (carácter técnico).

Dado el cumplimiento de los indicadores del peligro evacuar la población de las zonas de alta vulnerabilidad. (preparativo para el enfrentamiento).

Podemos ultimar que:

- La propuesta de las etapas para el estudio del riesgo por deslizamientos de tierra en llanuras aterrazadas costeras constituye el primer documento rector a escala local en el país que se deriva de la experiencia en la investigación científica de carácter básico aplicado en la Alerta Temprana y la reducción del riesgo.
- El documento se puede utilizar tanto en la investigación aplicada en el terreno, como en la docencia pues propicia un sistema de conocimientos y habilidades que se validaron científicamente dado los hechos, además la propuesta es la única de este tipo en Cuba para estudios a escalas detalladas locales con relación al análisis y evaluación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de desastres por deslizamientos de tierra en zonas de llanuras aterrazadas costeras.
- La presente constituye un aporte al cumplimiento de la tarea asignada al CITMA en el ORDENO NOVENO 11.a, de la Directiva no.1/2005, del actual, Presidente del Consejo de Estados y Ministros (Castro, 2005).

#### **IV. Validación de los resultados obtenidos dado las afectaciones ocurridas el 25 y 26 de Octubre del 2007.**

Durante el desarrollo de la investigación se realizó una sistemática actividad comprobatoria de las escalas aplicadas del peligro donde el establecimiento de los Indicadores de la Humedad Límite Condicionada jugó un papel fundamental en la Alerta Temprana. La

efectividad se materializó más aún en el curso de los años 2005, 2006 y 2007 correspondiéndose con los movimientos ocasionados por los deslizamientos B-1 y B-2.

En el año 2005, las lluvias se mostraron escasas en los primeros meses del año aunque se incrementaron paulatinamente registrándose en el mes Septiembre acumulados de 1173.60 milímetros. Una grieta se inició en el terreno y a apenas medía 0,005 milímetros sin embargo, se desarrolló progresivamente en dependencia de la humedad adquirida hasta llegar a un magnitud de 1340.0 milímetros de apertura, no obstante aunque dejó de llover continuó su desarrollo producto del material arcilloso saturado.

Por otra parte las cifras finales de los acumulados de lluvias llegaron a 1,554.40 milímetros compatibilizándose con los efectos destructivos de la escala del peligro Muy Alto. Entre algunos de los efectos se observó el basculamiento del tanque del acueducto, roturas de sus conductoras y el agrietamiento de algunas viviendas. Observe la figura 62.



Figura 62. Rotura de las conductoras del tanque.  
(Fuente: fotografía tomada por el autor).

Después en el año 2006 ocurrió algo similar con las lluvias las que se manifestaron escasas a principios de año luego se incrementaron gradualmente llegando al indicador inicial en el mes de Septiembre y posteriormente sucedieron serias afectaciones en el mes de Octubre y Diciembre donde las estadísticas llegaron hasta 1531,3 milímetros de lluvias acumuladas, cuestión que también se compatibiliza con la escala del peligro Muy Alto.

El año 2007, se manifestó poco lluvioso al principio, aunque para el caso existía la particularidad condicionante de alta susceptibilidad por la pérdida de cohesión del terreno. No obstante, no se provocaron movimientos hasta llegar aproximadamente al rango establecido que se aceleró con el acontecimiento del 25 y 26 de Octubre del 2007.

Día 24 de Octubre/2007. Existían 1052, 3 milímetros de lluvias acumuladas muy aproximado al indicador del Peligro Muy Bajo donde ya se percibían movimientos. (Se encontraba la Defensa Civil y el Centro para la Gestión del Riesgo en estado de Alerta Temprana procediendo con las primeras medidas de acuerdo a los indicadores y escalas aplicadas al peligro).

Día 25 y día 26 de Octubre/2007. Se producen lluvias con una lámina de 421,0 milímetros creando la crisis total en la zona con movimientos complejos, deslizamientos rotacionales, pequeñas avalanchas y aperturas de grietas hasta de 0,020 milímetros por hora, sin embargo, ya se encontraban las condiciones para la gestión en cuanto a evacuación y aseguramiento en gestión.

Los resultados del estudio se materializaron con relación a los indicadores y las escalas aplicadas al peligro, la vulnerabilidad y el riesgo, funcionando la Alerta Temprana que permitió evacuar 259 habitantes y gran parte de sus bienes materiales sin lamentar pérdidas de vidas humanas. En este sentido, se evacuó la población, se desconectó con anticipación el suministro eléctrico y se controló el servicio de agua potable con el aseguramiento de pipas a la población como consecuencia del peligro latente del tanque del acueducto. Observe la figura 63.



Figura 63. Evacuación temprana de los pobladores  
(Fuente: fotografía tomada por el autor)

Sobre las estimaciones de pérdidas se habían previsto 78 viviendas y la evacuación de 388 personas, además de sus pertenencias. En este sentido se evacuaron 259 personas y quedaron entre afectadas y destruidas 73 viviendas, ascendiendo las pérdidas estimadas a \$550,000 00.

## CONCLUSIONES.

1. El estudio de los deslizamientos de tierra ha evolucionado lentamente a nivel internacional y nacional y aún no se ha alcanzado totalmente el análisis secuencial y detallado del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de desastres.
2. Entre los estudios desarrollados en el país, se destacan por su rigor científico los desarrollados en las zonas premontañas de la parte suroriental de Cuba (Magaz, Hernández, Díaz, Venéreo, Pérez et al., 1991; Iturralde-Vinent, 1991), sin embargo, no se realiza el análisis y la evaluación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgos de desastres, ni tampoco se abordan las llanuras, lo que fue sugerido por los propios autores.
3. Las metodologías elaboradas para los estudios del riesgo por deslizamientos de tierra en Cuba, no se encuentran validadas en la aplicación de la Alerta Temprana y la reducción del riesgo, ni tampoco existe un documento rector que argumente las etapas para el desarrollo de la investigación secuencial y detallada en el análisis y la evaluación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de desastres en llanuras aterrazadas costeras.
4. El diagnóstico exploratorio fase inicial del estudio aplicado constituye la base imprescindible para el conocimiento de la estructura y funcionamiento de un territorio cuestión indispensable para el manejo del riesgo.

5. La susceptibilidad del medio físico en el núcleo urbano de Mariel se produce por la sinergia de los diferentes factores naturales y antrópicos donde los acumulados de lluvias durante el año funjen como el factor alterador siempre que lleguen al límite de tolerancia en la litología como elemento natural condicionante mayormente modificado.
6. Otros elementos condicionantes de origen natural como las formas geométricas de los bordes en las laderas escarpadas, la posición de las fallas, la transmisión de los acuíferos de fisura a poro y de poro a poro y las acciones negativas acometidas por el hombre como: las inversiones sin previos estudios, el crecimiento informal de viviendas en las laderas deslizantes y la sismicidad inducida por explosivos en la cantera de la fábrica de cemento constituyen elementos que también influyen notablemente en la susceptibilidad del medio físico al peligro.
7. El área donde se producen los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel se identifica como un bloque en descenso que se corresponde con la bahía considerándose un elemento natural a monitorear.
8. El Indicador de la Humedad Límite Condicionada (1115.0 a 1127.0 milímetros de lluvias acumuladas) constituye la cifra tolerante por la litología arcillosa de las formaciones terrígenas (Vía Blanca y Capdevila), siendo el inicio de los movimientos en el terreno que pueden ser disparados por umbrales de lluvias dado el paso de eventos naturales extremos.

9. La probabilidad de ocurrencia de los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel, está dada por la frecuencia del 50% al 80% de años lluviosos por décadas siempre que se cumpla el rango entre 1115.0 y 1127.0 milímetros de acumulados de lluvias considerándose Muy Bajo, (momento inicial) pero puede llegar a Muy Alto como lo indica la escala (tabla 21).
10. Los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel se producirán en dependencia de los acumulados de lluvias y serán desde muy lentos (desde 0.001 hasta 00.2 m por mes) e imperceptibles hasta muy rápidos (0.70 metros/ días y más) y extremadamente visibles siempre que se produzcan eventos hidrometeorológicos extremos de carácter disparador con grandes umbrales de lluvias que sobrepasen láminas de 100.0 a 200.0 milímetros.
11. La periferia de la Loma del Vigía donde se desarrollan los deslizamientos de tierra A, B1 y B2 se corresponden con las de categorías de riesgo Severo y Muy Severo dado el peligro Muy Alto y Alto para una zona de vulnerabilidad Muy Alta y Alta con relación a la presencia de viviendas, tendidos de sistema eléctrico de alto voltaje, el tanque del acueducto municipal y sistemas de redes hidráulico-sanitarias.
12. La parte superior donde se ubica la Antigua Academia Naval presenta elementos condicionantes muy favorables para el desarrollo de un deslizamiento rotacional por encima del pie del talud, el que se encuentra en período de preparación.

13. La población que se ubica en la periferia del tanque del acueducto en las manzanas 79 y 86 se encuentran en zonas de Muy Alta vulnerabilidad con relación al mismo.
14. Los mapas obtenidos sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como la información asociada a los mismos constituyen una herramienta de inestimable valor como apoyo a las tareas emanadas de la aplicación de la Directiva no.1/2005 del Viceministro del Consejo de Defensa Nacional (Castro, 2005).
15. Las pérdidas económicas aproximadas para el período 2006-2015 pueden sobrepasar los \$ 12'000,000.00 MN.
16. La propuesta de las etapas para el estudio del riesgo por deslizamientos de tierra en llanuras aterrazadas costeras constituye el primer documento rector a escala local en el país que se deriva de la experiencia en la investigación científica de carácter básico aplicado en la Alerta Temprana y la reducción del riesgo.

## RECOMENDACIONES.

1. Generalizar el estudio realizado en el núcleo urbano de Mariel a otros municipios con características físico-geográficas similares donde se aplique la propuesta de las etapas desarrolladas en la investigación con el objetivo de enriquecer las mismas y apoyar la tarea asignada al CITMA como lo indica el Ordeno Noveno de la Directiva no.1/2005.
2. Iniciar estudios relacionados con la neotectónica en la zona de Mariel, dado los antecedentes presentados y las perspectivas del proceso inversionista.
3. Profundizar en los monitoreos de las zonas peligrosas a los deslizamientos de tierra en el núcleo urbano de Mariel a partir de evaluaciones periódicas.
4. Dado el peligro que representa la posición del tanque del acueducto municipal se recomienda su traslado a zonas bajo riesgo a los deslizamientos y otros fenómenos que hagan peligrar la estabilidad y durabilidad de tan importante enclave económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aronsthan, I., (1970): Los deslizamientos de tierra. Academia de Ciencias de la URSS, 57pp.
- Asociación Sabo de Japón, (2001): Condiciones naturales y sociales del Japón propensas a la ocurrencia de desastres relacionados a sedimentos. Centro de Publicidad Sabo, Japón.
- Ayala, C., (1991): Manual de ingeniería de taludes, Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Barbosa, L., (2006): Percepción del riesgo de escorrenterías en Villa de Mello Reis, Juis de Fora (MG): contribución al planeamiento y la gestión urbana. Universidad Estatal Paulista, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, tesis doctoral, 2006, 220pp.
- González B.E., L. Pérez, S.E. Pacheco, J. García y M. Serrano, (2005): Zonificación sísmica detallada del municipio de Mariel y microzonación del núcleo urbano. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo, 2004, La Habana Cuba, 15 pp.
- Busto, R., (1975): Las terrazas marinas de Maisí. Rev. Ciencias, no. 10, Serie 7, Universidad de La Habana, 10pp.
- Catasús S., (2002): Introducción al Análisis Demográfico. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 186 pp.
- \_\_\_\_\_ (2005): Orientaciones Metodológicas, Introducción al Análisis Demográfico. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 108pp.
- Castro, R., (2005): Directiva no. 1, del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la Planificación, Organización y Preparación del país para situaciones de desastres, Ciudad de La Habana, Cuba, 60pp.
- Castellanos Abella, E., Carrillo, D., Díaz, O., Pérez, R. y García, J., (1998b). Manejo de Amenazas Geológicas: apuntes para su implementación en el ejemplo de proyecto CARTAGEO. In: Centro Nacional de Información Geológica (CNIG) (Editor), III Congreso de Geología y Minería, Vol I. Memorias Geología y Minería'98. Sociedad Cubana de Geología (SCG), La Habana, Cuba, pp. 109-112.

- Castellano, E., (2008): Evaluación multi-escala de riesgo por deslizamientos de tierra en Cuba. Tesis doctoral. Internacional Institute for Geo-information Science and Herat Observation, Enschede, The Netherlands, 293pp.
- Cañas, J., F. Formell y J.F. de Albear, (1968): Informe sobre el deslizamiento de Mariel (manuscrito) Instituto de Geografía. Academia de Ciencias de Cuba.
- Carrara, A., (1991): GIS techniques and statistical models in evaluating Landslide hazard. Herat Surf. Proc. and Landforms, V. 16, No. 5, p- 427-445.
- \_\_\_\_\_ (1995): GIS technology in mapping landslide hazard. In Carrara A., Guzzetti F (Eds) Geographical information systems in assessing natural hazards, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, p- 135-175.
- Cendero, A., J. R. Díaz y E. Francés, (1996): Geología y ordenamiento de Espacios Litorales. Análisis de Casos. Separata, Academia de Ciencias de Cuba.
- Colectivo de autores, (2006): Cartografía Geoambiental de las Provincias Habaneras. Modelo Digital de Elevación elaborado a partir de las curvas de nivel. Mapa cartográfico 1:25000.
- Colectivo de autores, (1970): Atlas Nacional de Cuba, En el Décimo Aniversario de la Revolución. Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS, La Habana, Cuba, 132pp.
- Corominas, J. y García Yagüe, A., (1997): "Terminología de los movimientos de ladera". IV Simposio Nacional sobre taludes y laderas inestables, Vol. 1, 53-69p. La Coruña.
- Corominas, J. y J. Moya, (1999): Reconstructing recent landslide activity in relation to rainfall in the Llobregat river basin, Eastern Pyrenees, Spain. Geomorphology, No. 30. Spain.
- Chuster, R. L., y Fleming, R. W., (1982): Geologic aspects of landslide control using walls. ASCE National Convention, Las Vegas, 29 de Abril 1982.
- Crozier M.J., (1986): Landslides. Causes, consequences, environment. Ed. Routdge. London, New York, EUA, 252pp.
- Cruden, D.M. y Varnes, D.J., (1996): "Landslide types and processes. En: Tuner A.A. K. and Shuster, R.L. (Eds) Landslide. Investigation and Mitigation. Transportation

- Research Board, Special Report 247, 36-75pp National Academy Press, Washington.
- Cruz, F., (1984): Informe de exploración complementaria del yacimiento de rocas carbonatadas para cemento gris, Mariel, Ministerio de la Industria Básica, Empresa Geológica, Pinar del Río, Cuba.
- Cuevas, J. L., B. Polo, I. I. Pedroso, M. J. Fundora, L. A. Díaz, J. F. Alcaide, E. Jaimez et al., (2005a): Estimación y Zonación de Escenarios de Peligros y la Vulnerabilidad por procesos gravitacionales e hidrometeorológicos extremos, en el Macizo Montañoso de Guamuhaya, Cuba: Una Metodología de Estimación para Zonas Montañosas. Memorias GEOCIENCIAS 2005 (I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra – I Simposio de Sismicidad y Riesgos Geológicos), La Habana, 24 pp.
- Cuevas, J.L., M Fundora, B. Polo, I. Pedroso y B. E. Gonzáles, (2007): Riesgos geológico-geofísicos y tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montañas y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba. Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio. Instituto de Geofísica y Astronomía, Cuba Art. 7, 5 pp.
- Chuy, T. y L. Álvarez, (1995): Peligrosidad sísmica en Cuba con fines de la norma sismorresistente. X Foro de Ciencia y Técnica, La Habana, 21pp.
- Chang L, V. Suárez, E. Castellano, K. Núñez y J. Moreira, (2003): Análisis de riesgos por deslizamientos. Contribución a partir del estudio de la migración de los radio elementos naturales. V Taller de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Memorias de GEOMIN, 2003, Ciudad La Habana, Cuba, 7pp.
- De Arbear J.F., S. Egorov, G. Furrázola, J. Luegue, J. Solsona, A. Simakov (1965): Mapa Hidrogeológico de Cuba. Instituto Cubano de Recursos Minerales e Instituto de Recursos Hidráulicos, República de Cuba.
- Departamento de Asuntos Humanitarios de la Naciones Unidas, (1992): “Glosario Multilingüe” de términos convenidos internacionalmente, DAH/UN.
- De Lisio A., (2000): Las lecciones de Vargas. En Notas de CENAMB (Editorial), Caracas, Venezuela, 27pp.

- De Toro M, (1979): Larousse básico escolar, Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba, 868 pp.
- Demek. J., (Ed), (1972): Manual of Detailed Geomorphologic Mapping. Academia, Prague, 345pp.
- Díaz A., (1979): Informe de exploración adicional yacimiento Mariel, Ciudad de La Habana.
- Díaz, J. L., W. Pérez, M. Serrano, E. Fernández y J.F. de Albear, (1982): Informe preliminar sobre los deslizamientos ocurridos en el Mariel. Instituto de Geografía. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana., Cuba.
- Díaz, J.L., (1886): Principios básicos de la clasificación morfoestructural del relieve cubano y su aplicación en la Región Central y Oriental de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 60pp.
- Dirección Municipal de Planificación Física, (2005): Mapa Planimétrico del municipio Mariel, Provincia La Habana, Cuba, escala: 1. 25000.
- \_\_\_\_\_ (2006): Mapa de uso de suelo del núcleo urbano del municipio Mariel, Provincia La Habana, Cuba, escala: 1.5000, 1,2000.
- \_\_\_\_\_ (2007): Unidad Básica de Información Territorial del Municipio Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes, (1984): Mapa de Suelos del Municipio Mariel a escala 1: 25 000. Editado por el Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Ciudad La Habana, Cuba.
- Empresa de Cemento Curazao, (2001): Proyecto de explotación del yacimiento Mariel, La Habana, Cuba.
- EIRD Informa, (2005): Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, No. 11, San José, Costa Rica, 56 pp.
- \_\_\_\_\_ Informa, (2006): Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, No. 12, Ciudad Panamá, Panamá, p-39.
- Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas, ENIA, (1994): Informe ingeniero-geológico del Astillero de Mariel. Establecimiento de Investigaciones Marítimas, Ciudad de La Habana, Cuba, Cala 2.

- Estado Mayor de la Defensa Civil, EMNDC, (2002): Glosario de Términos de la Defensa Civil, Ciudad de La Habana, Cuba, 29 pp.
- Febles, D. y J. Rodríguez, (2005): Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos de la República de Cuba a escala 1:250000. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 98.
- F. Formell y J.F. de Arbear, (1979): Deslizamientos de tierra en Mariel. Informe Técnico. Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba.
- Ferrer, M., (1987): Deslizamientos, desprendimientos, flujos y Avalanchas. Serie Geología Ambiental. Riesgos Geológicos. IGME, Madrid, p. 175-192.
- Franco, G., (1992): Léxico Estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología, Ciudad de La Habana, 410 pp
- Gabor, I. y E. Álvarez., (1972): Informes del yacimiento Mariel, La Habana. Cuba.
- Gareth Eran, (2003): Las alertas sobre riesgo de aludes para las comunidades montañosas y la planificación de la estructura rural. Proyecto de evaluación del riesgo de aludes. ONU/EIRD Capsulas Informativas, número 11, p. 1-3.
- Getchov, I. y M. Genov, (1970): Sobre el deslizamiento de Mariel (manuscrito). Instituto de Geografía. Academia de Ciencias de Cuba.
- Gesellschaft, D. (ed) (2002): Gestión del Riesgo, Concepto de trabajo, División 4300, Salud, Educación Deutsche Gesellschaft für Technische, Alemania, 54 pp.
- González B.E, S.E. Pacheco, D. Pérez, M. Serrano, J. García et al., (2005): Riesgos geológicos y degradación ambiental: el caso del asentamiento urbano de Mariel, Cuba Occidental. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 94-95.
- \_\_\_\_\_ (2004): Zonificación sísmica detallada del municipio de Mariel y microzonación del núcleo urbano. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo, 2004, La Habana Cuba, 15 pp.
- GeoCuba, (1986; 1992): Juego de hojas topográficas, 1: 25 000, Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- \_\_\_\_\_ (1956): Fotografías aérea, Mariel, Provincia La Habana, Cuba.

- \_\_\_\_\_ (1970): Fotografías aéreas, K-10-70-530, 1176, 1177. Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- \_\_\_\_\_ (1974): Fotografías aéreas, 13107-74-403, 45, 46 y 47. Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- \_\_\_\_\_ (1975): Fotografías aéreas, 1110-75-70. Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- \_\_\_\_\_ (1986): Fotografía aérea, Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- \_\_\_\_\_ (1990; 1997): Fotografías aéreas, VG-L51-28, 29 y 30. Mariel, Provincia La Habana, Cuba.
- Ginoris, O., A. Ramírez, P. Fernández, G. Barraqué, M. Pérez y R. Pérez, (1988): Metodología de la enseñanza de las asignaturas geográficas. Dirección de Formación y Perfeccionamiento de Personal Pedagógico. Ministerio de Educación, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad La Habana, Cuba, 270pp.
- Glosario Internacional, (2002): Glosario multilingüe de términos convenidos internacionalmente relativos a la relación de desastres. Glosario Español, UNDRR, <http://www.unisdr.org/unird/> p. 1-14.
- Hutchinson, J.N., (1988): "Morphological and geotechnical parameters of landslide in relation to geology and hydrogeology" En: Bonnard, 5<sup>th</sup> Congresses on Landslide, Lausanne, Vol.1, 3-35pp.
- Hernández, J.R., J. L. Díaz, A. Magaz, R. González, A. Portela et al., (1991): Morfotectónica de Cuba Oriental, Instituto de Geografía, Recopilación de artículos, Academia de Ciencias, Editorial Academia, La Habana, Cuba, 43pp.
- Iturralde-Vinent, M., (1991): Deslizamientos y descensos del terreno en el flanco meridional de la Sierra Maestra, Cuba Suoriental en Morfotectónica de Cuba Oriental, Instituto de Geografía, Cuba, p. 24-27.
- Iturralde-Vinent, M. e I. Iliev., (1971): Manual del ingeniero geólogo hidrotécnico. Editorial Orbe, La Habana, 250 pp.
- \_\_\_\_\_ (1985): Evaluación ingeniero-geológica del territorio de las Provincias Habaneras. Contribución a la geología de la Provincia de La Habana y Ciudad de La Habana. Instituto de Geología y Paleontología. Academia de Ciencias de Cuba, Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba, p. 136-150.

- Instituto de suelos, (1999): Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. AGRINFOR. La Habana, 64 pp.
- Instituto de Planificación Física, (2005): Clasificador de la vivienda en topologías, Provincia La Habana, Cuba.
- Instituto Geológico y Minero de España, (1996): "Manual de Taludes", Clasificación geomecánica de Bieniawski, Madrid, España, 65 pp.
- Instituto de Meteorología, (2006): Informe del comportamiento de variables meteorológicas e historia de eventos hidrometeorológicos extremos, CITMA, Agencia del Medio Ambiente, Ciudad, La Habana.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, (2005): Estadísticas de las precipitaciones acaecidas desde el año 1966 hasta 2005. Pluviómetro de la estación No. 400, Mariel, Red básica principal, Provincia La Habana, Cuba.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, (2006): Esquema de la división en cuencas subterráneas de la Provincia Ciudad La habana y La Habana. Escala 1: 500 000, Provincia La Habana, Cuba.
- Keefer, D.K., (2000): "Statistical analysis of an earthquakes-induced landslide distribución- the 1989, Loma Prieta, California event". Eng. Geol. 58, p. 231-249.
- Leal, R. y S.E. Pacheco, (2006): Fotointerpretación de fotografías aéreas de la zona de la periferia de la Bahía de Mariel. Instituto de Geofísica Y Astronomía, Ciudad La Habana, 1p., (inédito).
- Lewis, A., (1968): Fotografías de los antecedentes. Mariel.
- Lewis, A. y A. Pacheco, (1968, 1984): Informes de los deslizamientos de tierra. Defensa Civil de Mariel, Mariel.
- Leontiev, O.K. y G.I. Richagov, (1979): Geomorfología General. Educación Superior, Moscú, URSS, 287pp.
- Leone, F., y E. Velásquez, (2002): La catástrofe del deslizamiento de La Josefina en el (Ecuador, 1993): algunas enseñanzas sobre la vulnerabilidad. En: Hubpp, J.L., Indos, M., (Eds.), Desastres naturales en América Latina, México, Ch XXIV, p. 429-445.
- López, E. et al, (1990): Esquema Nacional Precisado. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. La Habana. Cuba.

- Magaz, A., J.R. Hernández, J. Díaz, Venéreo, F. Pérez et al., (1991): El complejo de formas de relieve gravitacional en la franja costera Baitiquirí - Punta de Maisí Provincia de Guantánamo, Cuba. Morfotectónica de Cuba Oriental. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias, La Habana, Cuba.
- MYCO-AL-QUÍMICA DE LAS ARCILLAS (2004): Clasificación de las arcillas. arcillas.Grupomontmorillonites.Bentonitas,[http://www.sathasai.org.ve/documentación/fde/rocas/capítulo\\_06.html](http://www.sathasai.org.ve/documentación/fde/rocas/capítulo_06.html).
- Ministerio de Educación (1988): Tablas y fórmulas de matemáticas. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, p. 44.
- Moya E., (1984): Informe ingeniero-geológico a nivel de proyecto técnico ejecutivo del deslizamiento de tierra de la Loma de la Vigía, en la base de la antigua Academia Naval. Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA). Ciudad de La Habana, Cuba, calas 10, 11 y 23.
- Moreno, H.A. y M. Vélez, (2006): La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquía: Análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intranual y diaria. Revista EIA, No. 5, Colombia, 12pp.
- Murria J., (2005): A cinco años de la tragedia de Vargas (1999-2004): consideraciones sociales, políticas, culturales y económicas. Centro de Investigación de Riesgos, Universidad de Falcón, Venezuela, p. 23-25.
- Nekliukova, N.P., (1979): Clima. Geografía Física General I. Ministerio de Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, Tomo I, p. 200-208.
- Noa, R. O., (2003): Metodología para la elección del método de arranque de las rocas durante el laboreo de las excavaciones horizontales, Tesis de Grado de Doctor en Ciencias Técnicas, Moa, Holguín, Cuba, p. 1-96.
- Novoa O., (2005): Contribución al análisis espacial y la representación cartográfica en las aplicaciones de los sistemas de información geográficas, Uso de programas complementarios PRC y estructuración del personal. Tesis a Doctor en Ciencias Geográficas, La Habana, 100 pp.
- Oficina Municipal de Estadísticas, (2006): Registros demográficos de la población del municipio de Mariel, Provincia La Habana.

Ogawa, S. y K. Kawamura, (1989): Topographical consideration for landsline prediction.  
Río de Janeiro, Brasil.

Pacheco, L.E., (1930): Fotografías en el casco histórico de Mariel. (inédito).

Pacheco S.E y A. Lewis, (1992): Factores que originan los deslizamientos de tierra y medidas de protección a la población. Experiencia Local Cubana. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Memorias del III Congreso Internacional sobre Desastres. Ciudad de La Habana. Cuba, pag. 50.

Pacheco, S. E., (1994): La meteorología en la prevención de los desastres. VIII Congreso Brasileño de Meteorología y II Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, Vol. I, Belorizonte, Brasil, p. 337 – 345.

Pacheco, S.E y A. Lewis, (1996): Factores que originan los deslizamientos de tierra. Afectaciones en el Municipio de Mariel. Experiencia Local Cubana. Defensa Civil Nacional. Memorias del IV Congreso Internacional sobre Desastres. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana. Cuba, p. 60.

Pacheco, S.E. y A. Lewis, (1998): Factores que originan los deslizamientos de tierra. Afectaciones en el municipio del Mariel, Geología y Geominería '98. Vol. I, IGA, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 528-530.

Pacheco, S.E., G. Carcaño y M. Dieguez, (1998): Diagnóstico del municipio Mariel (primera versión) DPPF, Provincia La Habana, Cuba, p. 1-18. (Inédito)

Pacheco, S.E., (2003): Los peligros naturales como potenciales destructores. Afectaciones urbanísticas. Seguimiento de caso. IV Curso Internacional sobre el Uso de la Información de Peligros Naturales en la Formulación de Proyectos de Inversión. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. Lima. Perú. 18 pp.

\_\_\_\_\_ (2003): Mariel, Impacto y Desastres. Revista Electrónica “La Ciencia, la Tierra y el Espacio “. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA. Ciudad La Habana. Cuba. (Electrónica)

\_\_\_\_\_ (2004): Análisis de la Susceptibilidad y Dinámica de zonas deslizantes en la localidad de Mariel. VII Taller Internacional “ Informática y Geociencias, Cuba, 16pp. (CD)

- \_\_\_\_\_ (2006): El diagnóstico para el manejo y gestión de riesgo: una fortaleza aplicada en localidades cubanas, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Revista EIRD Informa-América Latina y el Caribe, No. 12, Panamá, p. 39.
- Pacheco, S.E. y N. Machaca, (2006): Los movimientos de masas al norte de la Región de Puno. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno, Perú, Revista Universitaria, no. 11, p. 76-79.
- Pacheco, S.E. y A. Lewis, (2007): Los deslizamientos progresivos como grandes destructores ambientales. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Revista Universidad de Ciencia y Tecnología., Volumen 11, No. 42. UNEXPO. Guayana, Venezuela.
- Pacheco, S.E., A. Lewis y Héctor E. Palza (2006): Los deslizamientos de manifestación progresiva (The slips of progressive manifestation). Revista Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas (UAP), Arequipa, República de Perú, p. 99-104, ISSN: 1994-7224.
- Pacheco, S.E., R.M. Leal, J. Alcaide, E. Jaimez, A. Rivero, P. Pacheco, J. Devuelves et al., (2007): Estudio del riesgo por deslizamientos de tierra en el Municipio de Mariel, Informe Técnico. Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial. Agencia del Medio Ambiente, CITMA, Ciudad La Habana, Cuba, 70pp. ISBN 978-959-300-001-7.
- Paz, S., (2005): Investigación geológica para las medidas del deslizamiento de tierra de la autopista Habana-Melena del Sur. Geociencias 2005, Sociedad de Geología, Resúmenes, Ciudad La Habana, Cuba, p. 98.
- Palza, H., (2003): Zonas de alto riesgo de la Cuarta Dirección Regional de la Defensa Civil (Cusco, Apurímac y Madre de Dios), CISMID-JICA, Cusco, Perú.
- Pérez, E., (1987): Informe de exploración de las argilitas del yacimiento Mariel de la Provincia La Habana, Empresa Geólogo-Minera, Ministerio de la Industria de Materiales de la Construcción, Ciudad de La Habana, 176 pp.
- Podesta, J.L., (2001): Terminología empleada en la administración de los desastres 2000. Instituto Nacional de la Defensa Civil, San Isidro, Perú.

- Pushacharovsky, Y., (1998): Mapa Geológico de la Republica de Cuba, escala 1:250000. Academia de Ciencias de Cuba y de la URSS, 40pp.
- Quintero E. y A. Alonso, (2007): Ecología Agraria. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 191pp.
- Romana, M., (1992): El problema de la previsión de la rotura de un talud en función de la pluviometría. II Simposio Nacional de Taludes y Laderas. La Coruña, España, Vol. 1, p. 53-69.
- Rocamora, E., (2004): Evaluación del pronóstico de la ocurrencia de movimientos de masas en un sector del escarpe litoral Canasí-Puerto Escondido. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias, La Habana Cuba, 9 pp.
- Sakellariou, M.G y Ferentinow, M.D. (2001): "GIS-Based Estimation of Slope Stability" Natural Hazards Review. February, p. 12-21.
- Seco, R., (2004): Geomorfología. Editorial Félix Varela. Ciudad La Habana, Cuba, 410pp.
- Serrano, M., (1997): Informe sismológico del derrumbe en la Loma del Vigía en Mariel, CENAI, Región Occidental, Cuba, 1pp.
- Sharpe, C., (1938): Landslides and Related Phenomena, Columbia University Press, New York.
- Sheila, B., (1995): Introducción a las amenazas. Programa de entrenamiento para el Manejo de Desastres, 2da Edición, PNUD, DHA, 182 pp.
- Shuster, R. L., y Fleming, R.W., (1982): Geologic aspects of landslide control using walls. ASCE National Convention, Las Vegas.
- Stoyanov, B., (1977): Complemento del Informe ingeniero-geológico del atraque de carga general. ENIA No. 2, MICONS, Ciudad de La Habana, Cuba, Calas 23, 25, 27, 29 y 30.
- Stoyanov, B., (1976): Informe ingeniero-geológico. Atraque de carga general, ENIA No. 2, MICONS, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Unidad Municipal de la Inversión de la Vivienda (UMIV), (2007): Estadística de la vivienda del municipio de Mariel, Provincia La Habana, 1pp. (inédito).

- UNESCO, (1993): " Notas Breves sobre Ambiente y Desarrollo - Reducción de Desastres 1993" ("Environment and Development Briefs - Disaster Reduction 1993". No. 05, Washington, D.C., EUA.
- Valdés, O. y P. Ferradas, (2001): A Prepararnos. Educación para la prevención de desastres y preparativos para emergencias en las escuelas de Cuba. Ministerio de Educación, Save the Children UK, Ciudad La Habana, 2001, 150pp.
- Van Westen, C.J., (2000): Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamientos en la Cuenca del Río San Juan, República Dominicana. Plan de Acción Regional para Centro América. Construcción de Capacidades para la Reducción de Desastres, UNESCO, 41pp.
- Varnes, D. J., (1984): Landslide Hazard Zonation: A review of principles and practice, United Nations Ecuatorial, Scientific and Cultural Organization, UNESCO, 60 pp.
- \_\_\_\_\_ (1958): Landslides types and processes. In landslides and Engineering practice. Eckel, E. (Ed), Special Report no. 29, Washington, D.C, p. 20-47.
- \_\_\_\_\_ (1978): Slope movement types and processes. Analysis and control, Schuster, R. (ed), Report. 176, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Vecino, F., (2004): Reglamento, Educación de Postgrado. Resolución 132/2004, Ministerio de Educación Superior. Gaceta Oficial de la Republica de Cuba, 19pp.
- Villagrán de León, J.C., (2007): El hundimiento en el barrio San Antonio: una alerta temprana no entendida. Centro de Investigación y Mitigacion de Desastres Naturales, CIMDEN, EIRD, Informa/ONU, Número 14, p. 27-30.
- [www.asefa.com/repositorio/paginas/pdf/patologia18.pdf](http://www.asefa.com/repositorio/paginas/pdf/patologia18.pdf) (2004): Patología de la edificación 18. Patología por arcillas expansivas. Internet, 7 pp.

## **BIBLIOGRAFIA GENERAL**

- Almaguer, G. y R. Guardado, (2005): Topología de movimientos de masas en cortezas lateríticas residuales del territorio de Moa. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Ciudad de La Habana, Cuba, p. 106 - 107.
- Almaguer, Y., (2001): Análisis de estabilidad de taludes a partir de la evaluación geomínica del macizo serpentínico de Moa, Tesis de Maestría, ISMMANI, Cuba.
- Alzate, J. y A. Escobar, (1992): "Adquisición de datos para un SIG", 1er Simposio Internacional sobre Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica para el estudio de Riesgos Naturales, Bogotá, p. 449-465.
- Anzilchkin, A., (1962): Informes del yacimiento Mariel, La Habana, Cuba.
- Bonachea, J., (2006): Desarrollo, aplicación y validación de conocimientos y modelos para la evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos debidos a procesos geomorfológicos. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, España.
- Bishop, A.W., (1955): "The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes", Geotechnique, Vol. V, No. 1, USA.
- Braulio, A., (2005): Pronóstico de deslizamiento con el empleo de sistemas computarizados. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 280.
- Brown, G., (1961): The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals, Mineralogical Society, London.
- Cabrera, J. y R. Guardado (2003): Clasificación Morfoestructural de la Provincia de Pinar del Río aplicando tecnología SIG. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Minería y Geología, Nos. 1-1, 2003, 12pp.
- Castellano, Abella, E., (2000): "Design of a GIS - basal system for landslide hazard management, San Antonio del Sur, case study". Master of Sciences Thesis, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands.
- Caballero, E., (2002): Diagnóstico y Diversidad. Selección de Lecturas, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 1-37.

- Castellano, E., (2005): Processing SRTM DEM DATA Nacional Landsline hazard assessment, Geociencias 2005, Sociedad Cubana de Geología, Resúmenes, p/ 95-96.
- Cuevas, J. L., B. Polo, I. I. Pedroso, M. J. Fundora, L. A. Díaz, J. F. Alcaide, E. Jaimez, M. Guerra, Y. González, S. E. Pacheco, B. E. González, J. A. García, L. D. Pérez, G. Saura, R. Oses y W. Hernández (2005a): Estimación y Zonación de Escenarios de Peligros y la Vulnerabilidad por procesos gravitacionales e hidrometeorológicos extremos, en el Macizo Montañoso de Guamuhaya, Cuba: Una Metodología de Estimación para Zonas Montañosas. Memorias GEOCIENCIAS 2005 (I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra I Simposio de Sismicidad y Riesgos Geológicos), La Habana, 5-8 Abril, 31 24 pp.
- Colaboración Andina de Fomento, (2000): Las lecciones de El Niño, Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998, Retos y Propuestas para la Región Andina del Perú, ExLibris, Caracas, Venezuela.
- CEPAL, (2003): Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Tomo I, Naciones Unidas, 139 pp.
- CEPAL, (2003): Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Tomo II, Naciones Unidas, 78 pp.
- CEPAL, (2003): Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Tomo III, Naciones Unidas, 82 pp.
- CEPAL, (2003): Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres. Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Tomo IV, Naciones Unidas, 131 pp.
- Comisión Nacional de Nombres Geográficos, (2002): Diccionario Geográfico de Cuba. Oficina de Hidrografía y Geodesia, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Chang, J., (2005): Evaluación geoelectrica del riesgo geológico en cuencas de drenaje, un ejemplo en el perímetro urbano, I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 54.

- Denis, R. (1998): Algunas consideraciones del cuaternario en Cuba Occidental. *Geología y Geominería '98*, Vol. I, IGP, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 180-182.
- Diccionario, (1992): Larousse, Real Academia Española, España.
- Ferradas, P., (1992): Quirio, *Prevención de desastres, tradición y organización popular en Chosica*, Predes, Lima, Perú.
- Fernández, A., (ed) (2005): *Comarcas vulnerables: Riesgos y desastres naturales en Centroamérica y el Caribe*. Coordinadora Regional de Investigaciones Económicas y Sociales, CRIES, Nicaragua.
- Furrazola-Bermúdez, G., (1997): *Neoaútócteno, Estudios sobre Geología de Cuba*. Centro Nacional de Información Geológica, IGP, Ciudad de La Habana, Cuba. p. 65-68.
- Gillot, J. E., (1968): *Clay in engineering geology*, Elsevier.
- Gustavo, W., (1995): *Desastres y medio ambiente, Programa de entrenamiento para el manejo de desastres*, PNUD-DAH, 68 pp.
- Hernández, J.R., R. González, A. Venereo y F. Pérez, (1988): *Deformaciones tectónicas cuaternarias de las terrazas marinas de la Sierra Maestra*. *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, p-15-16; 115-130.
- Klaus, G. y M. Buhr, (1969): *Diccionario Filosófico*, VEB Bibliographisches, Institut, Leipzig, t-2, 168pp.
- Lavell, A., (2000): *Desastres durante una década: Lecciones y avances conceptuales y prácticos en América Latina*. FLACSO, LA RED, no. 3, 34 pp.
- Lavell, A. y E. Franco, (1996): *Estado, Sociedad y Gestión de los desastres en América Latina*, Lima. FLACSO, LA RED, Perú.
- Linares, E. y otros, (1974): *Informe del levantamiento geológico Mariel-Cojimar. Levantamiento Pinar del Río –Habana, 1: 50 000*. Oficina Nacional de Recursos Minerales, Ciudad de La Habana, Cuba, Inventario 896.
- Lungo, M., (2002): *Expansión urbana y regulación de la tierra en Centro América. Antiguos problemas, nuevos desafíos, Riesgos Urbanos*. Oficina de Planificación Blaikie, P. et al. (1996): *Vulnerabilidad. Entorno Económico, Social y Político de los Desastres*, Perú. Tercer Mundo Editores, Bogotá, Colombia.

- Lavell, A. y E. Franco, (1996): Estado, Sociedad y Gestión de los desastres en América Latina, Lima. FLACSO, LA RED, Perú.
- Lungo, M., (2002): Expansión urbana y regulación de la tierra en Centro América. Antiguos del Área Metropolitana de San Salvador, PNED, OPAMSS, San Salvador, p. 29 - 44.
- López, E., (1990): Esquema Nacional Precisado. Instituto de Recursos Hidráulicos. Mapa de parámetros y recursos de las aguas subterráneas, escala 1:250000. Ciudad La Habana, Cuba.
- Llopis N., (1982): Fundamentos de Hidrología Carstica, Introducción a la Geoespeleología, Universidad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Matos, E., (2005): Estudio de evaluación de los riesgos geológicos en los taludes de los yacimientos lateríticos. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 111.
- Mateo, J., (1981): Morfología Cársica. Ministerio de Educación Superior. Ciudad La Habana, Cuba, 310pp.
- Mateo, J., (1991): Geocológica de los Paisajes, Univ. de los Andes, Mérida, Venezuela, 222 pp.
- \_\_\_\_\_ (1997): La ciencia del paisaje a la luz del paradigma ambiental, conferencia magistral impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geocológico de los Paisajes, Cuba al día, año VII, No. 37 y 38, diciembre de 1997, pp. 7-11.
- Martínez, D., (1991): Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y prospección a escala 1: 50 000, Pinar del Río-La Habana. Inventario 4 002, Tomo I, pag.137-348, Fondo Geológico Nacional, La Habana, Cuba.
- Ministerio de Educación, (1988): Tablas y fórmulas matemáticas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Morillo, E., (1996): Elaboración del diagnóstico. Revista Maestros, Vol. 2, Lima, Perú, p. 18.
- Museo Geológico Virtual (1997): Clasificación de las rocas. PDVSA-INTERNEP, Venezuela..

- Nekliukova, N.P., (1979): Leyes Generales de la Envoltura Geográfica. Geografía Física General II. Ministerio de Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 85-91.
- PATOLOGIA DE LAS EDIFICACIONES 18. (2004): Patología por arcillas expansivas. Naturaleza y comportamiento. [www.asefa.com/repositorio/paginas/pdf/patologia\\_18.pdf](http://www.asefa.com/repositorio/paginas/pdf/patologia_18.pdf), 5pp.
- Paz, S., (2005): Investigación geológica para medidas correctivas del deslizamiento de tierra de la autopista Habana-Melena del Sur, I Convención Cubana de la Ciencia de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 99.
- PNEUD-VNARO, (1992): Visión general sobre manejo de desastres: Programa de entrenamiento para el manejo de desastres, PNUD, 144 pp.
- Ramón, A., (1982): Informe ingeniero-geológico I y II del Astillero de Mariel. ENIA 2, MICONS, Sección de Estudios Técnicos, Ciudad de La Habana, Cuba.
- Rocamora, E., (2005): "Evaluación de los procesos físico-geológicos en los polígonos seleccionados", Resultado científico del proyecto "Pronóstico de riesgos de ocurrencia de fenómenos físico-geológicos a partir de su evaluación ingeniero-geológica". IGA, CITMA.
- \_\_\_\_\_ (2005): Evaluación de fenómenos de desprendimientos de bloques en las laderas verticales. Casos de estudio. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 117-118.
- Romana, M., (1997): El papel de las verificaciones geomecánicas en el estudio de la estabilidad de taludes. Simposio Nacional de Taludes y Laderas, Vol. 3, Granada.
- TRANSPORTATION RESEARCH BORRAD. (1978): Landslides Analysis and Control. National Academy of Sciences. Washington. D.C.
- Salinas, E., (1994): El Ordenamiento geocológico en la planificación regional en Cuba, Medio Ambiente y Urbanización, año 13, No. 49, diciembre 1994. Buenos Aires, pp 89-99.
- \_\_\_\_\_ (1997): Planificación Ambiental y Ordenamiento Geocológico. Conferencia Magistral impartida en el II Taller Internacional sobre Ordenamiento Geocológico de los Paisajes. Cuba al Día, año VII, No. 37 y 38, diciembre, pp. 7-11.

- \_\_\_\_\_ (1997): Planificación física. Material para el curso homólogo impartido en la Universidad Autónoma Juan M. Saracho, Tarija, Bolivia (sin paginar).
- Segura, R., (1980): Introducción a la Petrografía. Introducción al estudio de las rocas de Cuba, p. 95-159.
- Sheila, B., (ed.) (1995): Introducción a las amenazas, Programa de entrenamiento para el manejo de desastres. PNUD, p. 182.
- Stephenson, R. S., (1991): Desastres y Desarrollo, Programa de entrenamiento para el manejo de desastres. PNUD, VNARO, p. 55.
- \_\_\_\_\_ (1991): Evaluación de Desastres, Programa de entrenamiento para el manejo de desastres. PNUD, VNARO, p. 46.
- SOIL SURVEY STAFF (1990): Keys to Soil Taxonomy. Agency for International Development. United States, Department of Agriculture: 422 pp.
- Van Westen, C.J. (1993): "Application of Geographic Information System to landslide hazard Zonation ". Publications 15, p. 245.
- \_\_\_\_\_ (1994): GIS in landslide hazard zonation: areview, with examples from the Andes of Colombia. Price M.F. and I. Heywood (Ed), Mountain Environments and Geographic Information Systems. Taylor & Franci, p.135-165.
- Vecino, F., (2001): Instrucción. Normas para la redacción y presentación de las tesis de doctor en ciencias de determinada especialidad, Ciudad de La Habana, Cuba, p.1-5.

## **BIBLIOGRAFIA DEL AUTOR.**

- Pacheco, S. E. y A. Lewis, (1992): Factores que originan los deslizamientos de tierra y medidas de protección a la población. Experiencia Local Cubana. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. Memorias del Congreso Internacional sobre Desastres. Ciudad de La Habana. Cuba, p-50.
- Pacheco, S.E., (1994): La meteorología en la prevención de los desastres. VIII Congreso Brasileño de Meteorología y II Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología, Vol. I, Belorizonte, Brasil, p. 337 345.
- Pacheco, S.E. y A. Lewis, (1996): Factores que originan los deslizamientos de tierra. Afectaciones en el Municipio de Mariel. Experiencia Local Cubana. Defensa Civil Nacional. IV Congreso Internacional sobre Desastres. Resúmenes pag. 60. Palacio de las Convenciones. Ciudad de La Habana. Cuba, p-60.
- Pacheco, S.E., G. Carcaño y M. Dieguez, (1998) Diagnóstico del municipio Mariel (primera versión) DPPF, Provincia La Habana, Cuba, p. 1-18. (Archivo del DPPF, Inédito).
- Pacheco, S.E. y A. Lewis, (1998): Factores que originan los deslizamientos de tierra. Afectaciones en el municipio del Mariel, Geología y Geominería '98. Vol. I, IGA, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 528-530.
- Pacheco, S.E., (2003): Mariel, Impacto y Desastres. Revista Electrónica “La Ciencia, la Tierra y el Espacio “. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA. Ciudad La Habana. Cuba, ISBN 978-959-7117-16-2 (Electrónica).
- Pacheco, S.E., (2003): Los Peligros Naturales como Potenciales Destruyores. Afectaciones Urbanísticas. Seguimiento de caso. IV Curso Internacional sobre el Uso de la Información de Peligros Naturales en la Formulación de Proyectos de Inversión. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID). Lima. Perú. (CD)
- Pacheco, S.E., (2004): Análisis de la Susceptibilidad y Dinámica de zonas deslizantes en la localidad de Mariel. VII Taller Internacional “ Informática y Geociencias, Ciudad La Habana, Cuba, ISSN – 1028-8961, 16 pp. (CD).

- Pacheco, S.E., (2006) El diagnóstico para el manejo y gestión de riesgo: una fortaleza aplicada en localidades cubanas, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Revista EIRD Informa-América Latina y el Caribe, no. 12, Panamá, p. 39.
- Pacheco, S.E. y N. Machaca, (2006): Los movimientos de masas al norte de la Región de Puno. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno, Perú, Revista Universitaria, no. 11, p. 76-79.
- Pacheco, S.E., A. Lewis y Héctor E. Palza, (2006): Los deslizamientos de manifestación progresiva (The slips of progressive manifestation). Revista Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas (UAP), Arequipa, República de Perú, p. 99-104, ISSN: 1994-7224.
- Pacheco, S.E. y A. Lewis, (2007): Los deslizamientos progresivos como grandes destructores ambientales. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Revista Universidad de Ciencia y Tecnología., Volumen 11, no. 42. UNEXPO. Guayana, Venezuela, ISSN 1316-4821 P. 33-37.
- Pacheco, S.E., R.M. Leal, J. Alcaide, E. Jaimez, A. Rivero, P. Pacheco, J. Devuelves et al., (2007): Estudio del riesgo por deslizamientos de tierra en el Municipio de Mariel, Informe Técnico. Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial. Agencia del Medio Ambiente, CITMA, Ciudad La Habana, Cuba, 70pp. ISBM 978-959-300-001-7.
- Pacheco, S.E., R.M. Leal, J. Alcaide, E. Jaimez, A. Rivero, P. Pacheco, J. Devuelves et al., (2007): Los deslizamientos de tierra en el Mariel, Provincia La Habana, Cuba, [www.bvsde.paho.org/busacd/cursouniv/EP/peinat.pdf](http://www.bvsde.paho.org/busacd/cursouniv/EP/peinat.pdf). 19 pp.

## COAUTOR.

González B.E., D. Pérez, S.E. Pacheco, M. Serrano, J. García, (2005): Zonificación sísmica detallada del municipio de Mariel y microzonación del núcleo urbano. VII Taller Internacional de Informática y Geociencias. Geoinfo, 2004, La Habana Cuba, ISSN-1028-896115 pp.

González B.E, S.E. Pacheco, D. Pérez, M. Serrano, J. García, (2005): Riesgos geológicos y degradación ambiental: el caso del asentamiento urbano de Mariel, Cuba Occidental. I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Ciudad de La Habana, Cuba, p. 94-95.

Cuevas, J. L., B. Polo, I. I. Pedroso, M. J. Fundora, L. A. Díaz, J. F. Alcaide, E. Jaimez, M. Guerra, Y. González, S. E. Pacheco, B. E. González, J. A. García, L. D. Pérez, G. Saura, R. Oses y W. Hernández (2005a): Estimación y Zonación de Escenarios de Peligros y la Vulnerabilidad por procesos gravitacionales e hidrometeorológicos extremos, en el Macizo Montañoso de Guamuhaya, Cuba: Una Metodología de Estimación para Zonas Montañosas. Memorias GEOCIENCIAS 2005 (I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra – I Simposio de Sismicidad y Riesgos Geológicos), La Habana, ISBN 959-7117-03-7, GEO2-31 24 pp.

Pedroso, I., Fundora, M., Gonzáles, I., Gonzáles, Y., Guerra, M., Jaimez, E., Pacheco, S.E. et al, (2005): Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos Geólogos, Geofísicos y Tecnológicos. Caso de Estudio en el Municipio Playa. Memorias GEOCIENCIAS 2005 (I Convención Cubana de Ciencias de la Tierra – I Simposio de Sismicidad y Riesgos Geológicos, La Habana, Cuba, ISBN 959-7117-03-7, p-96-97.

Pedroso, I., Fundora, M., Gonzáles, I., Gonzáles, Y., Guerra, M., Jaimez, E., Pacheco, S.E. et al, (2005): Atlas digital de Riesgos Naturales y Tecnológicos del Municipio Playa, Ciudad La Habana, Cuba, ISBN 959-7117-03-7, p-105 y106.