

Editada por el Centro de Información y Gestión Tecnológica. CIGET Pinar del Río

Vol. 18, No.2 abril-junio, 2016

## ARTÍCULO ORIGINAL

### Evaluación de riesgos tecnológicos inducidos en el sector medio de la cuenca hidrográfica del río Guamá

#### *Evaluation of technological risks induced in the half sector of the basin hidrográfica of the river Guamá*

Yuniesky Placencia Milián<sup>1</sup>, Yunaika Méndez Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo de la Empresa Agropecuaria Militar Pinar del Río. Detrás del Tecnológico 1ero de Mayo, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: (53)48-768858.

Correo electrónico: [eampinar@enet.cu](mailto:eampinar@enet.cu)

<sup>2</sup>Ingeniera Forestal de la Delegación Territorial del CITMA. Colón 106 entre Maceo y Virtudes, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: (53)48-771670 Correo electrónico:

[yunaika@citma.vega.inf.cu](mailto:yunaika@citma.vega.inf.cu)

---

## RESUMEN

El presente trabajo constituye un modesto aporte al conocimiento de la evaluación de los riesgos tecnológicos inducidos en el sector medio de la cuenca hidrográfica del río Guamá, lo que ayudará en gran medida a determinar los principales riesgos tecnológicos ante derrames de hidrocarburos, explosiones, incendios de grandes proporciones, y ruptura de obras hidráulicas ocasionadas por los diferentes peligros naturales. Se seleccionaron 6 instalaciones que por la cantidad y tipo de sustancias químicas peligrosas que usan, almacenan o procesan, constituyen una fuente de peligro para la cuenca, con el objetivo de evaluar el impacto ambiental de los peligros, vulnerabilidad y riesgos tecnológicos inducidos. Para tal propósito se utilizaron métodos como la entrevista individual que permitió la aplicación de encuestas a directivos de las instalaciones, con una guía estructurada y el de observación para todo el levantamiento de la información de las instalaciones enclavadas en el sector medio de la cuenca. Los principales resultados estuvieron basados en la identificación de los sectores más propensos a ser afectados por fenómenos que generan riesgos tecnológicos, así como se incluyó un estudio detallado de la vulnerabilidad, creándose las bases para realizar un buen manejo ambiental en el área de estudio, esto permitirá hacer un estimado de las pérdidas materiales y afectación a la población y realizar una correcta planificación de los recursos del territorio en caso de desastres naturales o tecnológicos.

**Palabras clave:** Riesgo tecnológico, peligro, vulnerabilidad, cuenca hidrográfica, desastre natural.

## **ABSTRACT**

The present work constitutes a modest contribution to the knowledge of the evaluation of the technological risks induced in the half sector of the basin hidrográfica of the river Guamá, what will help in great measure to determine the main technological watering before Spills of hydrocarbons, Explosions, Fires of big proportions, and Rupture of works hydraulics caused by the different natural dangers. A group of facilities was selected that they store for the quantity and type of dangerous chemical substances that use, or they process, they constitute a source of danger for the basin, with the objective of evaluating the environmental impact of the dangers, vulnerability and induced technological risks. For such a purpose methods like the individual interview were used that allowed the forms application to directive of the facilities, with a structured guide and that of observation for the whole rising of the information of the facilities located in the half sector of the basin. The main results were based on the identification from the prone sectors to be affected by phenomenon's that generate technological risks, as well as you includes a detailed study of the vulnerability, being created the bases to carry out a good environmental handling in the study area, this will allow to make a dear one from the material losses and affectation to the population and to carry out a correct planning of the resources of the territory in the event of natural or technological disasters.

**Key words:** Technological risk, danger, vulnerability, basin hydrographical, natural disaster.

---

## **INTRODUCCIÓN**

La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua. Según lo publicado en el informe final de la VI Asamblea General Mundial de RIOB, 2004 las cuencas específicamente son la base para el ecodesarrollo de una comunidad y región. Para mantener una cuenca sana se debe tener en cuenta la conservación y uso sustentable de los bosques y de la biodiversidad, mantener los suelos vivos mediante terraceo y el uso de materia orgánica.

Con frecuencia las cuencas hidrográficas poseen no solo integridad edafo-biógena e hidroclimática sino que, además, ostentan identidad cultural y socioeconómica, dada por la misma historia del uso de los recursos naturales. En el ámbito de una cuenca se produce una estrecha interdependencia entre los sistemas bio-físicos y el sistema socioeconómico, formado por los habitantes de las cuencas (Dubai, 1996).

La planificación, organización y realización de las medidas de protección de la población y los sectores económicos ante situaciones de desastres, tendrá en cuenta los peligros de desastres que potencialmente pueden afectar a las cuencas hidrográficas de nuestro país. Por esta razón, la cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la evaluación del impacto ambiental provocado por los desastres naturales, a condición de que se

logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas (Orúe, et al., 2011).

En el mundo existen variados estudios encaminado a la Evaluación de los Riesgos, tal es el caso de la Evaluación del Riesgo de Fracturamiento en Sedimentos de la Cuenca México, según Rodríguez (2004) en el que se identifican las zonas de riesgo y se planea un uso de suelos más adecuados, además en este estudio se recomiendan trabajos preventivos, como la construcción de presas, vasos reguladores, diques y muros de contención, con el propósito de utilizar de forma más eficiente e integral los recursos de agua, contribuir al desarrollo sustentable de las regiones y evitar afectaciones a obras de ingeniería civil importantes. Además existen trabajos realizados en cuanto a la evaluación de peligros y mitigación de Riesgos en el Distrito Federal, en el que se confeccionó el mapa de peligros geológicos del Distrito Federal que incluye la localidad, extensión y tipo de peligro geológico que afectan a las diferentes delegaciones que constituyen al Distrito Federal a fin de llevar a cabo las políticas de mitigación en caso de una contingencia.

Cuba como parte de este planeta es susceptible a los riesgos naturales y ejemplo de estos hay suficientes tanto desde el punto de vista sísmico, como desde el punto de vista de las inundaciones, los deslizamientos, las sequías, los fuertes vientos, etc. En nuestro país se han realizado esfuerzos en la dirección del estudio de los riesgos naturales, que a nuestro juicio se han enfocado en muchos casos a trabajos propiamente sismológicos, Chuy (2000); González et al. (1989); Zapata (1998), así como otros desde el punto de vista de los riesgos geológicos y con un carácter tectónico se han realizado en zonas de interés industrial del país como es el caso de la zona de Moa (Rodríguez, 1998). Ahora bien, pocos han tenido un carácter multidisciplinario en que se han analizado y tenido en cuenta diferentes riesgos entre los que entran el riesgo sísmico, riesgos por procesos hidrológicos extremos como son las inundaciones y riesgos tecnológicos conexos con los anteriores (Camejo, 2011).

Según la Directiva No. 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres (2010), los peligros tecnológicos por su origen se definen como: *Accidentes catastróficos del transporte (marítimos, aéreos y terrestres), accidentes con sustancias peligrosas, explosiones de gran magnitud, derrames de hidrocarburos, incendios de grandes proporciones en instalaciones industriales y edificaciones sociales, derrumbes de edificaciones, ruptura de obras hidráulicas, etc.* Necesariamente estos peligros tecnológicos no están vinculados a los peligros naturales en inicio, pueden ocurrir grandes desastres tecnológicos por fallas intrínsecas del sistema interno de la industria, pero existe otro enfoque que serían los riesgos tecnológicos inducidos por peligros naturales como inundaciones, fuertes vientos, terremotos etc. Teniendo en cuenta la definición antes mencionada, este estudio permitirá determinar los principales riesgos tecnológicos inducidos ante *Derrames de hidrocarburos, Explosiones, Incendios de*

*grandes proporciones, y Ruptura de obras hidráulicas* ocasionadas por los diferentes peligros naturales.

En Pinar del Río, los estudios realizados sobre las cuencas no escapan de la tendencia nacional, dando un mayor peso a la mejora de la situación ambiental y la estética de la ciudad, sin la relación directa con el riesgo del medio tecnológico ante los desastres naturales. En la cuenca del Río Guamá se han elaborado varios proyectos dirigidos a mejorar la situación ambiental y estética de la Ciudad de Pinar del Río. Entre ellos tenemos: *Proyecto Técnico Ejecutivo "Obra Reguladora Galiano"*, *Proyecto Canal Deportivo Río Guamá*, *Proyecto Marginales del Río Guamá*, entre otros. En los proyectos revisados de la cuenca del Río Guamá no existe ninguna investigación que evalúe de forma integral los riesgos y su impacto ambiental además de los peligros y la vulnerabilidad tecnológica inducidos del sector medio de la cuenca del río Guamá, de ahí la necesidad inmediata de evaluar el impacto ambiental de los peligros, vulnerabilidad y riesgos tecnológicos inducidos en el sector medio de la cuenca hidrográfica del río Guamá. El área de estudio limita al Norte con la divisoria o parte aguas central en las Alturas de Pizarras, próximo a la comunidad El Moncada, por el Sur limita con la zona costera intersección del Río Feo con el Guamá, por el este con la cuenca del Río Paso Viejo y por oeste con la Cuenca de Río Feo; con suelos generalmente pobres destinados principalmente a la ganadería y cultivos menores.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El desarrollo de la investigación se apoyó en la utilización de distintos métodos científicos como método general de estudio de la realidad, en su decursar histórico y lógico.

### ***Métodos utilizados:***

*Teórico:* Hipotético-deductivo: Para conocer la evolución y el desarrollo de los riesgos en las cuencas hidrográficas y conformar el marco teórico y conceptual de los resultados presentados.

*Lógico:* Aplicado en la formulación del marco teórico y en la caracterización de los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos, así como del contexto.

Observación: permitió conocer sobre el comportamiento del objeto de investigación y como este es en realidad.

*Medición:* Consistió en medir la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos que pueden generarse por la degradación de las barreras de seguridad como son los casos de incendios, explosiones, vertimientos y fuga de gases.

La metodología para la estimación de los riesgos en el presente trabajo es la utilizada por Cuevas (2006) en el Proyecto: Riesgos geólogo-geofísicos y tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba, la cual fue elaborada por el departamento del Grupo de Reducción de Riesgos (GRR) según Fundora et al. (2000), la cual permite identificar y

cuantificar, en términos probabilísticos o de frecuencia de ocurrencia, los peligros que pueden afectar los sistemas económico y social en el medio ambiente construido, estimar la susceptibilidad de los daños al sistema físico y/o social que tales peligros pudieran provocar o sea la vulnerabilidad del sistema ante la ocurrencia de eventos de determinadas intensidades y estimar las pérdidas que en recursos financieros y humanos pudieran provocar eventos de determinada intensidad actuando sobre el sistema socioeconómico durante un lapso de tiempo determinado o sea el Riesgo Físico y Social.

Para el levantamiento de la información de las instalaciones enclavadas en el sector medio de la cuenca, se realizaron dos visitas; una durante el último trimestre de 2014 (noviembre), otra en el primero de 2015 (marzo).

Se aplicaron entrevistas a directivos de las instalaciones, con una guía estructurada siguiendo los requerimientos para ello establecidos. Se estableció un inventario único de instalaciones que manejan sustancias químicas peligrosas (*tabla 1*).

**Tabla 1.** Inventario Único de instalaciones que manejan sustancias químicas peligrosas.

Provincia:							
Municipio:							
No	Zona de Defensa	Nombre de la instalación	Organismo	Dirección	Sustancia peligrosa	Cantidad	Unidad de medida

Procedimiento general para las visitas de trabajo: Se realizó una exploración inicial del sitio (localización y búsqueda en elementos del medio físico donde está ubicada las instalaciones); durante las mismas y subsiguientes visitas de trabajo se realizaron acciones que incluyeron la selección de las instalaciones que serán analizadas para la determinación del peligro, la determinación de los eventos peligrosos que pueden ocurrir en una instalación; la determinación de la probabilidad y la frecuencia de determinados peligros así como la determinación del área de afectación.

La muestra consistió en la selección de 6 instalaciones que por su ubicación tiene una incidencia directa sobre la cuenca y además por la cantidad y tipo de sustancias químicas peligrosas que usan, almacenan o procesan, constituyendo una fuente de peligro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

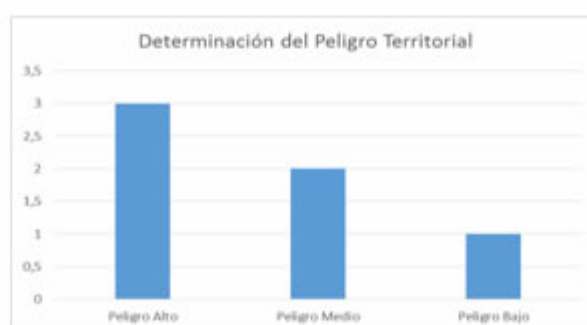
El levantamiento de información a partir de la metodología de los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgos tecnológico permitió la selección de las instalaciones que fueron analizadas para la determinación del peligro (*tabla 2*).

**Tabla 2.** Instalaciones seleccionadas para el estudio de peligro.

No	Nombre de la instalación	Organismo	Sustancia (s) peligrosa (s)	Cantidad	Unidad de medida	Tipo Depósito*
1	Frigorífico Pinar del Río	MINAL	Amoniaco	4	Ton	Tanques horizontales
2	Fábrica de Cerveza Princesa	MINAL	Amoniaco	2	Ton	Tanques horizontales
3	Combinado Lácteo Pinar del Río	MINAL	Amoniaco	2	Ton	Tanques verticales
4	Potabilizadoras de Agua con gas cloro	INRH	Gas Cloro	1	Ton	Ductos
5	Almacén de productos universales.	MINFAR	Amoniaco	1	Ton	Tanques verticales
6	Combinado de Componentes Electrónicos	MIC	Amoniaco	0.5	Ton	Tanques verticales

El Peligro se expresó por la frecuencia de accidentes por año que tuvo un evento peligroso (incendio, explosión, vertimiento o fuga de gas) y por su área de afectación dando como resultado que existen 4 instalaciones que tienen una probabilidad **POSIBLE** de ocurrencia de evento (s) peligroso (s): incendio, explosión, vertimiento y/o fuga de gas y 2 entidades con una probabilidad **LIMITADO**.

Se determinó además que existen tres (3) instalaciones que tienen un **Peligro Alto** en la frecuencia de los eventos peligrosos, dos (2) **Peligro Medio** y una (1) **Peligro Bajo** (*figura*).



**Figura.** Determinación del peligro territorial de las instalaciones ubicadas en el sector medio de la Cuenca Guamá.

Los riesgos fueron estimados a partir de los costos de las instalaciones de acuerdo con su tipología utilizando las normas del Instituto Nacional de la Vivienda, la vulnerabilidad

estimada y la expresión dada por Ordaz (1996). También se utilizaron las bases metodológicas de la estimación de la vulnerabilidad introducidos por Fundora et al. (2000; 2003), existiendo tres tipologías:

**Tipología I:** Techos de losa de hormigón armado fundida in situ; losas prefabricadas de hormigón armado y paredes de paneles prefabricados de hormigón armado o no; muros de bloques de hormigón, ladrillos de barro cocido, sillería y mampostería; paneles de polímeros modulares prefabricados incorporados al hormigón.

**Tipología II:** Techos de soportería de viguetas de hormigón armado, metálicas o de madera aserrada con cubierta de tejas de barro cocido, fibrocemento o mortero vibrado (TEVI), y planchas metálicas y paredes bloques de hormigón, ladrillos de barro cocido, sillería, mampostería, bloques o ladrillos prensados de suelos estabilizados, canto, tapial, planchas de ferrocemento, madera dura o maderas preciosas.

**Tipología III:** Techos de soportería de viguetas de madera rolliza con cubierta de planchas metálicas y tejas de cartón asfáltico y paredes de bloques de hormigón, ladrillos de barro cocido, sillería, mampostería, bloques o ladrillos prensados de suelos estabilizados, canto, tapial.

Un aspecto significativo en la valoración general que se hizo, fue la poca claridad que existía en los directivos de la percepción de los peligros, riesgos y la vulnerabilidad ante la cual están expuestos, tampoco hay comprensión de soluciones a corto y mediano plazo ante determinados desastres.

Los autores consideran de gran importancia para la evaluación de los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos tecnológicos inducidos tener presente lo referido por Cueva (2006), pues se necesita identificar y cuantificar, en términos probabilísticos o de frecuencia de ocurrencia, los peligros que pueden afectar los sistemas económico y social en el medio ambiente construido, además de estimar la susceptibilidad de los daños al sistema físico y/o social que tales peligros pudieran provocar o sea la vulnerabilidad del sistema ante la ocurrencia de eventos de determinadas intensidades.

Los autores coinciden a lo referido en la introducción por Chuy (2000); González et al. (1989) acerca del carácter multidisciplinario en que se han analizado y tenido en cuenta la realización de este estudio de riesgos tecnológicos en las cuencas teniendo en cuenta los procesos hidrológicos extremos como son las inundaciones, los derrames de hidrocarburos, las explosiones, etc. pues hasta la fecha no se había realizado una investigación propiamente de este riesgo.

## **CONCLUSIONES**

El siguiente trabajo permitió la evaluación integral de los peligros, vulnerabilidad y riesgos tecnológicos inducidos a los cuales están sometidas las principales instalaciones ubicadas en el sector medio de la cuenca hidrográfica del Río Guamá. Logro la Estimación de los Peligros, Vulnerabilidad física o social y determinación de los elementos en riesgos ante

los peligros tecnológicos, en la zona de estudio. Se elaborará un plan de medidas de gestión ambiental de riesgos tecnológicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea General Mundial de RIOB. VI (2004). *Gestión ambiental en las cuencas hidrográficas*. Recuperado de: [www.riob.org/ag2004/documents/gestion\\_ambiental\\_cuencas\\_Habana.pdf](http://www.riob.org/ag2004/documents/gestion_ambiental_cuencas_Habana.pdf)
- Castro Ruz, R. (2010). *Directiva 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres*. La Habana. 8-9pp
- Camejo, G.J., Gómez, I.D. (2011). *Aspectos básicos sobre la prevención de riesgos tecnológicos en la industria química*. (Conferencia no publicada).
- Cuevas, J.L., Fundora, M., Polo, B., Pedroso, I. y González, B.E. (2006). Riesgos Geólogo-Geofísicos y Tecnológicos inducidos por deslizamientos, inundaciones, lluvias y sismos, en condiciones de montaña y valles colindantes: Guamuhaya, Cuba. *Rev. Ciencias de la Tierra y el Espacio, Segunda Época(7)*, 15. Recuperado de: [http://www.iga.cu/revista/cte\\_07/art\\_07-07/id41.htm](http://www.iga.cu/revista/cte_07/art_07-07/id41.htm) ISSN 1729-3790.
- Chuy, T.J. (2000). *Macrosísmica de Cuba y su aplicación en los estimados de peligrosidad y microzonación sísmica*. (Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Geofísicas). Santiago de Cuba: CENAI-IGA. 150pp.
- Dubai, M. (1996). *Saneamiento ambiental y rehabilitación urbana de la cuenca de Guarapiranga*. Brasil. Recuperado de: <http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu>
- González, B.E., Mirzoev, K., Chuy, T. et al. (1989). *Microzonación Sísmica de la Ciudad de Santiago de Cuba*. Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía (15).
- Ordaz, M. (1996). Algunos conceptos del análisis de riesgo. *Prevención* (14), CENAPRED.
- Orúe, V.S., Serrano, M.H. y Delegado, H.V. (2011). *Metodología de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos Tecnológicos*. Grupo Nacional de Expertos que coordina la Agencia de Medio Ambiente.
- Rodríguez, A. (1998). *Estudio Morfotectónico de Moa y Áreas Adyacentes para la Evaluación de Riesgos de génesis tectónica*. (Resumen de Tesis Doctorado en Ciencias Geológicas). Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. 34 pp.
- Rodríguez, S., Murrieta, J.L., Mora, G.I. y Gómez, L.D. (2004). Peligros geológicos en el Estado de Veracruz: algunos casos relevantes. *GEOS*, 24(2).
- Fundora, L.A., Díaz, I.I., Pedroso, B.E., González, J., García, L.D., Pérez, M., Serrano y Ortega, L. (2000). *Resultado Final del Proyecto Elaboración y Validación de una Metodología para la Estimación de Riesgos Geológicos y*



*Tecnológicos Conexos en el Municipio San José de Las Lajas.* La Habana: Instituto de Geofísica y Astronomía. 64pp.

- Zapata, J.A. (1998). *Utilización de Variantes Metodológicas en la Microzonación Sísmica de la Ciudad de Santiago de Cuba.* (Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Geofísicas). Santiago de Cuba: CENAI-IGA. 120pp.

Recibido: febrero 2016

Aceptado: mayo 2016

*Ing. Yuniesky Placencia Milián.* Empresa Agropecuaria Militar Pinar del Río. Detrás del Tecnológico 1ero de Mayo, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: (53)48-768858. Correo electrónico: [eampinar@enet.cu](mailto:eampinar@enet.cu)