

# ESCENARIOS DE PELIGROS NATURALES Y ANTROPICOS EN LAS CUENCAS DEL OESTE DE LA HABANA

*Mario Campos, Mario Guerra, Jorge Olivera, Ernesto Rocamora, Ismael Hernández, Efrén Jaimez*

Instituto de Geofísica y Astronomía

Calle 212 No. 2906 e/ 29 y 31, La Coronela, La Lisa

Ciudad de La Habana, Cuba, CP 11600, Cuba

## Resumen

Las Cuencas del Oeste de la Ciudad de La Habana abarcan las pequeñas cuencas fluviales de los Ríos Quibú, Jaimanitas y Santa Ana y en ellas se asienta gran parte de la población de los Municipios Playa, La Lisa y Marianao. La constitución geológica del territorio de Norte a Sur, resulta contrastante, predominando en la porción septentrional formaciones carbonatadas y terrígenas – carbonatadas, mientras que en la parte meridional predominan las rocas terrígenas. En el trabajo a partir del análisis de las características de los procesos geólogo- geomorfológicos y las condiciones climáticas, se definen los escenarios de peligros naturales, los cuales están relacionados con las afectaciones potenciales que pueden generar los procesos cársicos, las penetraciones del mar, las inundaciones fluviales y los deslizamientos en laderas de fuerte pendiente. Por otra parte teniendo en cuenta el alto grado de antropización de estas cuencas se definen los escenarios de peligros relacionados con la actividad humana, que inciden directamente en la contaminación de los suelos y de las aguas superficiales y subterráneas, limitando el uso de estos recursos y provocando impactos que deterioran la calidad ambiental del territorio estudiado.

## Abstract

The western Basins of the City of Havana embrace the small fluvial basins Quibú, Jaimanitas and Santa Ana and on them are settled the populations of the Municipalities Playa, La Lisa and Marianao. The geologic constitution of the territory from North to South, is contrasting, prevailing in the northern portion carbonated formations and terrigens - carbonated, while in the southern part the rocks terrigens prevail. In the work starting from the analysis of the characteristics and processes geologist - geomorfológicas and the climatic conditions, the scenarios of natural hazards are defined, which are related with the potential affectations that can generate the processes cársicos, the penetrations of the sea, the fluvial floods and the slips in hillsides of strong slope. On the other hand keeping in mind the high grade of antropization of these basins the scenarios of hazards related with the human activity are defined, that impact directly in the pollution of the soils and the superficial and underground waters, limiting the use of these resources and causing impacts that deteriorate the environmental quality of the studied territory.

## **Introducción**

Las Cuencas del Oeste abarcan el territorio que drenan los ríos Quibú, Jaimanitas y Santa Ana, que se localizan en la porción Noroccidental de la Ciudad de La Habana, dentro de los límites de los municipios Playa, La Lisa y parte de los municipios Marianao y Bauta, este último de la vecina provincia La Habana. El territorio estudiado limita al Este con la cuenca Almendares–Vento, al Oeste con la cuenca del río Baracoa (Bauta), al Sur con la cuenca Ariguanabo y en su porción Noreste, quedan limitadas, por la zona cárstica costera Miramar y al Norte sus costas son bañadas por las aguas del Océano Atlántico, abarcando una superficie de 125.45 km<sup>2</sup>, correspondiendo, 33.2 km<sup>2</sup> a la cuenca del río Quibú, 43.15 km<sup>2</sup> a la cuenca del río Jaimanitas y 49.10 km<sup>2</sup> a la cuenca del río Santa Ana (figura 1).

Estas cuencas, pobladas por más de 300 000 habitantes, por sus características geólogo-geomorfológicas, posición geográfica y grado de antropización son susceptibles de sufrir afectaciones por determinados procesos naturales y antrópicos, cuyos principales escenarios de ocurrencia constituyen el objeto de análisis del presente trabajo.

El trabajo realizado está basado en los resultados de las investigaciones Geoambientales desarrolladas en los últimos años por los especialistas del Instituto de Geofísica y Astronomía, en el marco de los Proyectos del Programa Territorial de Gestión Ambiental de la Delegación del CITMA de Ciudad de La Habana; desarrollados por Campos M., E. Azcuy, D. Méndez T. Torres, E. Jaimez, et. al.; 1997; E. Jaimez, M. Campos, M. G. Valdés, E. Azcuy, I. Pedroso, et. al., 2000 y 2001; Molerio, L. F., M. Guerra, E. Jaimez, E. Macola, E. Rocamora, et. al., 2001; Olivera J., M. Campos, M. Guerra, E. Jaimez, I. Hernández, et al., 2002.

## **Materiales y Métodos**

Para la ejecución del trabajo se realizó previamente, la interpretación de las fotos aéreas, a escala 1:62000 del año 1956 y del vuelo a escala 1:37000 del año 1972 para detallar las zonas de mayor interés de acuerdo a los objetivos del presente trabajo. Posteriormente, fueron integradas las bases de datos de los diferentes componentes del medio natural y socio económico, de los distintos municipios que se asientan parcial o totalmente en los límites de las cuencas, realizándose de manera simultánea, la actualización de las mismas, mediante el desarrollo de recorridos de campo de verificación.

A partir de toda la información obtenida se generaron, para el territorio que abarcan las cuencas estudiadas, una serie de mapas temáticos en formato digital, a escala 1:100 000, soportados en el Sistema de Información Geográfico (SIG) Mapinfo versión 6.5 (mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa de suelos, mapa ingeniero geológico, mapa sombreado del modelo de elevación digital, mapa de pendientes, mapa de lineamientos tectónicos, mapa de fuentes contaminantes y de otros elementos del medio socio-económico).

Con el empleo del SIG, se realizó para cada tipo de procesos o fenómenos susceptibles de generar determinado tipo de peligro ambiental, la superposición de las capas temáticas correspondientes, determinándose así las áreas vinculadas al desarrollo potencial de determinados peligros, con la excepción

de aquellas vinculadas a fuentes contaminantes de diferente naturaleza, que no fueron evaluadas sus afectaciones potenciales debido a la carencia de información; por cuya razón sólo se muestran puntualmente en el mapa de escenarios de peligros ambientales, que se obtuvo finalmente, como se ilustra en la figura 3.

## **Resultados y Discusión**

### **Escenarios de peligros naturales**

De acuerdo a los trabajos de Albear J. F. y M. Iturralde-Vinent., 1985; desde el punto de vista geológico las cuencas del Oeste de la Ciudad de La Habana, se caracterizan por el desarrollo en ellas, de secuencias sedimentarias, predominando en el corte estratigráfico, las formaciones carbonatadas y terrígeno-carbonatadas, afectadas por procesos cársticos, las cuales afloran en la porción nor.-central del territorio y constituyen el principal acuífero de la región. Hacia la parte Sur de esta región, donde se localizan las cabeceras de las corrientes fluviales, predominan las rocas terrígenas, las cuales por lo general contienen rocas arcillosas que dan origen al desarrollo de terrenos con muy baja permeabilidad, en los cuales pueden ocurrir fenómenos de empantanamiento.

Estas características geológicas guardan una relación directa con respecto a las formas del relieve y el carácter de la red de drenaje, como puede apreciarse en la figura 2, siendo característico en la zona septentrional, la carencia de una verdadera red de drenaje dada la naturaleza cárstica de las formaciones geológicas presentes y el desarrollo de un relieve relativamente llano, que sólo se interrumpe por los escalones característicos de antiguas terrazas marinas levantadas, mientras que, en la zona meridional el carácter dendrítico de la red de drenaje resulta evidente, así como el desarrollo de un relieve ondulado, medianamente diseccionado.

#### **1. Escenarios de peligro vinculados al Carso.**

El Carso, como fenómeno físico-geológico de dinámica muy compleja, condiciona innumerables procesos, cuya modificación por las acciones antrópicas, pueden desencadenar peligros ambientales y constituirse en riesgos que ocasionen pérdidas en la población y sus bienes.

Entre los procesos que se desarrollan en las zonas cársticas de las Cuencas del Oeste se pueden citar los siguientes:

- Alteración de la dinámica de los flujos superficiales y subterráneos. Este proceso se ha generado en el territorio debido al cierre de sumideros cársticos y la interrupción de los flujos de las aguas superficiales, debido a la urbanización. Ejemplos de esta situación se han producido en los municipios Playa y La Lisa, propiciándose el desarrollo de zonas con peligro de inundaciones.
- Derrumbes y hundimientos de Obras ingenieras. Este fenómeno del Carso, se asocia a las rocas que se utilizan como base de cimentación de obras ingenieras, produciéndose la falla de las mismas al generarse

asentamientos diferenciales de la estructura. La ocurrencia de este proceso es ocasional y ha sido estudiado en el municipio Playa.

- Dinámica de la contaminación. Teniendo en cuenta el funcionamiento de los sistemas cársticos, su vulnerabilidad a la contaminación es muy alta, facilitando la migración de los contaminantes, incluyendo elementos sólidos en suspensión.

La orientación y conexión de los conductos y oquedades cársticas, hacen que se condicionen las vías de transporte de los contaminantes, en un corto tiempo y a través de distancias muy largas. Estas condiciones hacen que en la zona de estudio, debido a los escasos sistemas de alcantarillado, las aguas residuales se descarguen directamente en el sistema cárstico y sean transportadas hacia las cuencas fluviales o hacia el mar, por vía subterránea. Se debe destacar que de esta forma se transportan también los lixiviados de los desechos sólidos acumulados en basureros superficiales.

En el mapa de escenarios de peligro que se muestra en la figura 3, aparecen señalados los contornos aproximados de las áreas afectadas por el Carso que pueden constituirse en zonas de peligro, las cuales deben evaluarse luego de realizarse trabajos con este objetivo.

## **2. Escenarios de peligro asociados a movimientos de laderas.**

En el territorio de las cuencas del Oeste la ocurrencia de los fenómenos vinculados a los movimientos de ladera son relativamente escasos, dado los pequeños valores que alcanzan las pendientes y la naturaleza de los materiales que están expuestos en las mismas. En este sentido las posibilidades de desarrollo potencial de deslizamientos de suelos y desprendimiento de rocas, sólo es notable en algunas localidades situadas al Sur de las áreas urbanas de los municipios La Lisa y Marianao, en las inmediaciones del valle del río Quibú. La zona con mayor potencialidad para la ocurrencia de los fenómenos anteriormente señalados, se localizan en el municipio Playa, en aquellas áreas pertenecientes a la cuenca Almendares y dentro de los límites de las partes más elevadas de las laderas del valle fluvial (figura 3).

## **3. Escenarios de peligro de inundación**

En la figura 4 aparecen señaladas los principales escenarios de peligro de inundación a lo largo de los valles fluviales, que fueron determinados a partir de la delimitación de los planos de inundación de los diferentes ríos. Desafortunadamente, como ha sido señalado por Molerio, L. F., M. Guerra, E. Jaimez, E. Macola, E. Rocamora, et. al., 2001; en los límites de las cuencas del Oeste, no existen datos de estaciones pluviométricas, ni record históricos de las afectaciones producidas en todas las cuencas, sobretodo durante el desarrollo de eventos meteorológicos severos. Por otra parte el cálculo del balance hídrico de las cuencas se ve afectado por el alto grado de antropización que presentan dichas cuencas y la inexistencia de una red de monitoreo adecuadamente diseñada para estos fines.

#### **4. Escenarios de peligro por penetraciones del mar.**

Como ha sido señalado por Jaimez, E., M. Campos, M. G. Valdés, E. Azcuy, I. Pedroso, et. al, 2001, basado en los estudios de los Institutos de Meteorología y Oceanología, las zonas del litoral Oeste, desde la desembocadura del Almendares hasta la del río Santa Ana, en el municipio Playa, son vulnerables al fenómeno, resultando afectadas viviendas, instalaciones sociales, recreativas y turísticas y sobre todo las playas, las cuales experimentan sensibles pérdidas de arena que no se recupera de forma natural, siendo necesario la alimentación artificial con elevados costos. Según datos de la Defensa Civil del municipio, la población bajo riesgo de inundaciones costeras asciende a 1585 habitantes, ascendiendo a casi 5000 ante la presencia de huracanes. En la figura 3, aparecen señaladas las principales zonas que pueden ser afectadas por las penetraciones del mar.

#### **5. Escenarios de peligros antrópicos.**

Los escenarios de peligros antrópicos más relevantes, en el territorio que corresponde a las cuencas del Oeste, se relacionan con la contaminación de las aguas terrestres y marinas y de los suelos, como resultado de la existencia de 96 fuentes contaminantes en las que se incluyen 49 vertederos y micro vertederos. En este sentido los escenarios de peligro abarcan casi totalmente, la superficie de las cuencas de los ríos Quibú y Jaimanitas, con la excepción de sus cabeceras, donde la influencia de las actividades humanas es relativamente reducida. Debido a que la mayoría de las fuentes contaminantes no están caracterizadas, ni existen estudios geoquímicos para valorar las áreas de influencia de las fuentes contaminantes, no pueden establecerse los límites de estos escenarios y su categorización.

Con relación a otros problemas ambientales que afectan a las cuencas del Oeste, no existen datos actualizados, debido a las últimas campañas de saneamiento que se han desarrollado en la Ciudad y que han beneficiado notablemente la situación ambiental de la provincia. No obstante eso, en estos momentos aún existen problemas con el tratamiento de los residuales líquidos en algunas Empresas importantes como la Planta de Sueros y Hemoderivados, que contaminan las aguas de la Presa Niña Bonita, situada en los límites de las cuencas Jaimanitas y Santa Ana. Algo similar ocurre con el funcionamiento poco eficiente de las lagunas de oxidación, que se localizan en la periferia de los núcleos urbanos, las cuales provocan grandes afectaciones en las cuencas del Quibú y del Jaimanitas y a los 13.51 km. del litoral en el cual se enmarcan las cuencas del Oeste.

El manejo y disposición de los residuos sólidos también constituye un grave problema ambiental, teniendo en cuenta que mas de la mitad de la superficie que abarcan las cuencas están asentadas sobre terrenos cársticos y esta situación no se ha tomado siempre en cuenta para ubicar los vertederos.

Las aguas superficiales y subterráneas presentan altos niveles de contaminación, aunque no poseemos datos cuantitativos para evaluar la magnitud del problema que afecta además a las aguas de la zona litoral.

En cuanto a la contaminación atmosférica sólo se han realizado estudios preliminares en los municipios La Lisa y Playa, pero no se cuentan con datos

instrumentales. En este caso la situación no se torna tan crítica, excepto a lo largo de algunas avenidas de alta circulación como la Ave. 51, la Ave. 31 y la Quinta Avenida. Las fuentes fijas, asociadas a las industrias del territorio también provocan el deterioro de la calidad del aire, pero se requieren de estudios especiales para evaluar su impacto.

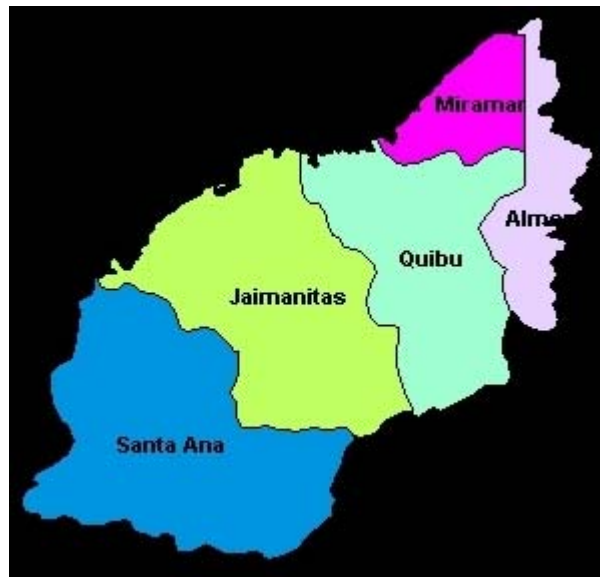
### Conclusiones

1. Los escenarios de peligros naturales, que pueden diferenciarse en las cuencas del Oeste, se vinculan significativamente con los fenómenos cársticos, que se desarrollan en áreas densamente pobladas y de desarrollo de inversiones industriales y turísticas; así como el desarrollo de inundaciones fluviales y penetraciones del mar en algunos sectores del litoral.
2. Los escenarios de peligros antrópicos se relacionan ante todo con el elevado número de fuentes contaminantes que están presentes en el territorio y que afectan la calidad ambiental de las aguas terrestres y marinas y los suelos.

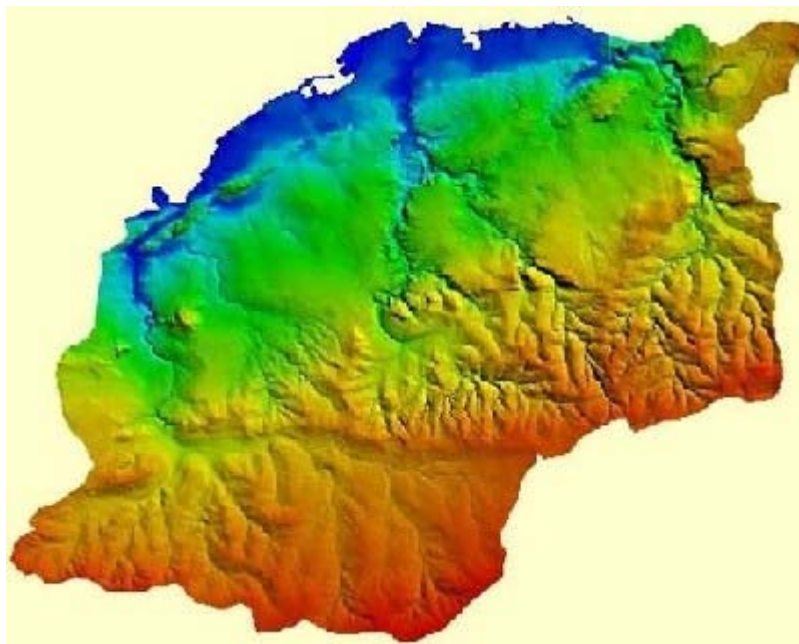
### Bibliografía

- **Albear J. F. y M. Iturralde-Vinent.**, 1985. Estratigrafía de las provincias de La Habana. En Contribución a la geología de las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana. Editorial Científico-Técnica, La Habana; 12-54.
- **Campos M., E. Azcuy, D. Méndez, T. Torres, E. Jaimez, et. al;** 1997: Evaluación geólogo-ambiental del Municipio La Lisa. IGA. (Inédito).
- **Jaimez, E., M. Campos, M. G. Valdés, E. Azcuy, I. Pedroso, et. al,** 2000: Diagnóstico ambiental del Municipio Playa. IGA. (Inédito).
- ----- (2001): Atlas ambiental del Municipio Playa. IGA. (Inédito).
- **Instituto de Suelos** (1989): Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Editorial Agrinfor. La Habana, 64 pp.
- **Molerio, L. F., M. Guerra, E. Jaimez, E. Macola, E. Rocamora, et. al.,** 2001 : Protección ambiental y gestión integrada de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las cuencas del oeste de Ciudad de La Habana. IGA. Inédito.
- **Olivera, J., M. Campos, M. Guerra, E. Jaimez, I. Hernández, et. al.,** (2002): Generalización cartográfica ambiental de la porción centro-occidental de las provincias habaneras. IGA. (Inédito).

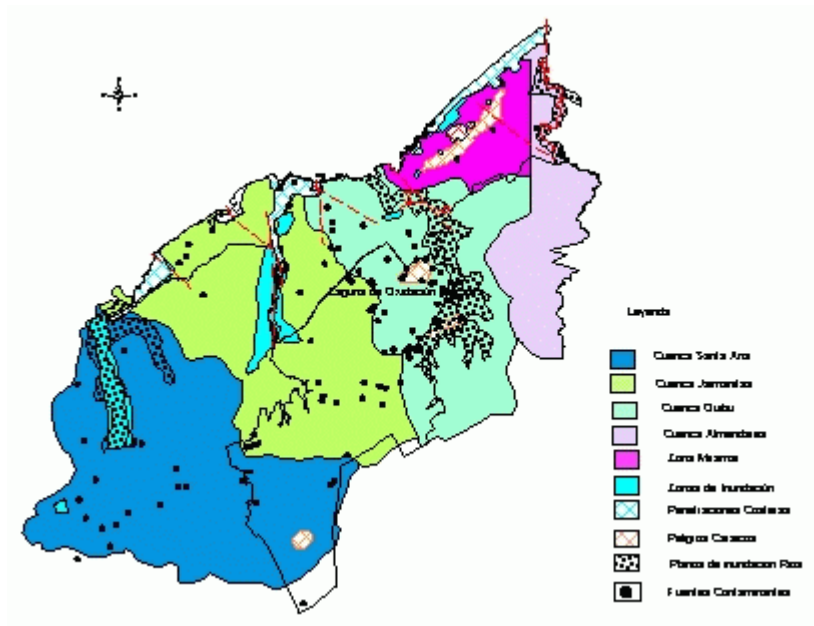
## Anexos



**Fig. 1.-** Ubicación de las Cuencas del Oeste de Ciudad de La Habana



**Fig. 2.** Modelo Digital de Elevación del Terreno de las cuencas del Oeste de Ciudad de La Habana.



**Fig. 3.** Mapa de escenario de peligros Ambientales de las cuencas del Oeste de Ciudad de La Habana