

EVENTOS ADVERSOS Y SU INFLUENCIA EN LA CUENCA DEL RIO MAYABEQUE. CUBA.

Ing. Ada R. Roque, Lic. Wilfredo Pérez y Lic. Armando Longueira Loyola.

**Institución: Instituto de Geografía Tropical
F # 302 Esq. 13 Vedado, Plaza de La Revolución.
La Habana. Cuba.
teléfonos: 8329786, 8321108, 8320262.
correos: adar @ geotech. cu., adaroq @ yahoo.es**

Resumen:

La prevención de los desastres y sus consecuencias es un tema de mucha actualidad a nivel mundial, dado ello por las pérdidas de vidas humanas y los graves daños a la economía, que estos fenómenos ocasionan, para Cuba esto no es ajeno, debido a su exposición a la acción de eventos naturales adversos, tanto, hidroclimáticos como geológicos. El objetivo de este trabajo es identificar las zonas de peligro por inundaciones, ante la ocurrencia de lluvias intensas y su relación con la contaminación hídrica en la cuenca hidrográfica del río Mayabeque, lo cual se aborda a partir de sus condiciones naturales y la caracterización de los eventos climáticos extremos, además se analiza la vulnerabilidad de la población y los objetos económicos que aquí se exponen al peligro, de donde se pudo conocer que esta cuenca presenta condiciones favorables para las inundaciones en poco menos de un 50% de su área, la cual coincide con las más pobladas y de mayor desarrollo económico, donde el peligro de contaminación hídrica es muy alto y la mayor parte de los asentamientos en estas zonas son vulnerables a éste.

Introducción:

Cuba, por su situación en el arco insular de las Antillas, esta expuesta a la acción de eventos naturales adversos tanto sísmicos como meteorológicos, ambos característicos de la región. Los primeros, aunque se han registrado en el tiempo, no serán objeto de estudio en este trabajo, por ser pequeña su probabilidad de ocurrencia y sus efectos negativos en nuestro país y, en cambio, la afectación por eventos meteorológicos extremos puede producirse durante todo el año, sobre todo entre los meses de junio y

noviembre cuando la frecuencia es más alta, ya que se originan o desplazan por el Océano Atlántico y el Mar Caribe las tormentas tropicales y huracanes, que crean condiciones muy desfavorables, tales como vientos fuertes e inundaciones súbitas por precipitaciones máximas acumuladas en 24 horas y penetraciones marinas, trayendo por consecuencia, que los efectos, durante su paso, sean la principal causa de daños a la agricultura, la ganadería, la población y en general a la economía en Cuba.

De ello, la historia recoge tristes ejemplos como son: el Huracán de San Marcos, de octubre de 1870, cuyas lluvias torrenciales y las inundaciones ocurridas ocasionaron el peor desastre de ese siglo; el Huracán de los 5 días, en octubre de 1910, cuyo prolongado impacto dio como resultado la ocurrencia de incontables víctimas; el que afectó a Sta. Cruz del Sur, en noviembre de 1932, donde la marea de tormenta arrasó con ese pueblo costero y provocó más de 3000 muertos y el huracán Flora, en octubre de 1963, cuyas lluvias produjeron inundaciones sin precedentes en las provincias orientales y la pérdida de casi 2000 vidas.

No obstante, el régimen de las precipitaciones en Cuba posibilita la ocurrencia de inundaciones, sobre todo durante el periodo lluvioso (mayo a octubre), aunque se han producido inundaciones importantes en la época menos lluviosa (noviembre a abril) debido a la influencia de frentes fríos (Batista et al, 2001).

Reducir los riesgos ante fenómenos adversos, implica un estudio previo de lo que puede suceder en cada uno de los lugares expuestos al peligro, ante la ocurrencia de lluvias intensas (que produzcan inundaciones en zonas bajas y desbordamiento de ríos y presas), penetraciones del mar y vientos fuertes, entre otros.

En la cuenca de estudio existen distintos tipos de peligro, pero en este trabajo abordaremos principalmente el peligro de ocurrencia de inundaciones pluviales y su relación con la contaminación hídrica, por estas, las más importantes en este territorio, por su gran poblamiento, y desarrollo industrial y agropecuario. Las penetraciones del mar solamente se comentarán.

Objetivos.

Identificar las zonas de peligro por inundaciones ante la ocurrencia de lluvias intensas y su relación con la contaminación hídrica en la cuenca del río Mayabeque.

Materiales y métodos.

Para la determinación de las zonas con peligro de inundación se empleo la metodología elaborada en el Instituto de Geografía Tropical (Batista, J.L. y Sánchez, M., 1993), la cual utiliza, como elementos básicos: la precipitación del 1% de probabilidad, la altura sobre el nivel del mar, la pendiente del terreno, los tipos de suelo y la litología. (Programa Mundial de Alimentos e Instituto de Planificación Física, 2001

Esta metodología establece determinados rangos para cada uno de los elementos que utiliza, por ejemplo:

- Para los suelos utilizo la clasificación genética de Bennett y Allison, agrupándolos en impermeables, medianamente permeables y permeables.
- La litología la agrupó en cinco categorías, atendiendo a las características físico - químicas y el fraccionamiento de las formaciones, que van desde muy permeables, hasta muy impermeables
- Con la pendiente se determinó que, a más de 3° los territorios no son inundables.
- Para la altura sobre el nivel del mar, se establecen seis categorías (0-20, 40, 80, 120, 160 y más de 160), siendo la primera Intensamente inundable y la ultima No inundable
- La lluvia la divide en cinco grupos (menos de 300, 350, 400, 450 y más de 450 mm) clasificándolas de Moderada a Muy intensa.

Estos elementos se analizaron, relacionando los suelos y las pendientes, la litología y la altura, y a partir de estos dos resultados se obtuvo un tercero que dio los Territorios Potencialmente Inundables con seis categorías desde **Intensamente Inundable** hasta

No Inundable, lo cual se relaciono con la lluvia, obteniéndose finalmente el mapa de Peligro de Inundación, que va desde **Muy intenso** hasta la **No- existencia del mismo**. Igualmente se adoptaron los términos y definiciones de Corurn, A.W.; Spence, R.J.S.; Pomonis, A. (1991), propuestas por Batista, J. L. y M. Sánchez (2001) en Peligro y Vulnerabilidad en el Este de la provincia Ciudad de La Habana donde se plantea que:

-Peligro.- Es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algún elemento perturbador (inundación, ciclón, penetración marina, contaminación, etc.)

-Vulnerabilidad.- Es la probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido cualquier elemento estructural, social o económico expuesto a un peligro.

-Riesgo.- Es el grado de pérdidas previstas en vidas humanas, personas lesionadas o heridas, pérdidas materiales y perturbaciones de la actividad económica debido a un fenómeno determinado.

La Información para este trabajo se obtuvo a partir de: la altura sobre el nivel medio del mar, del mapa topográfico 1: 50 000; tipos y características de los suelos del mapa de Suelos, de Marrero, A. et al, en Nuevo Atlas Nacional de Cuba (1989); la pendiente del terreno del mapa de Angulos de Pendiente, de Magaz, A. en Nuevo Atlas Nacional de Cuba (1989); y la litología del mapa Geológico de Formel, F. en Nuevo Atlas Nacional de Cuba; los acumulados máximos de precipitación en 24 horas de la información contenida en el Resumen Climático por estaciones del periodo 1967- 1988 del INSMET, así como de los resúmenes de temporada ciclónica desde 1966 hasta el 2000 y del mapa de Precipitación Máxima Diaria Anual del 1% de Probabilidad, de Kochiachivili, B. del Nuevo Atlas Nacional de Cuba. (1989); también se utilizo el estudio realizado por Pérez, R. et al (2001) Sobre los Ciclones Tropicales de Cuba, para determinar las características de la afectación por organismos tropicales.

Tomando como punto central la presa Derivadora Pedroso, el área de estudio se dividió en dos, al norte el tercio superior que esta formado por las subcuencas del río

Mampostón (al noroeste) y la del Americano - Culebra (al noreste) y al sur el tercio medio e inferior, que comprende la subcuenca Baja del Mayabeque Esta división nos facilito establecer, dentro de la homogeneidad de la cuenca, algunas diferencias que ayudaron a comprender la problemática de las inundaciones en ella; como primer paso, se delimito toda la superficie llana con pendiente inferior a 3°, estableciendo así la diferencia entre zonas **Inundables** y **No Inundables**.

Al mismo tiempo y aprovechando el mapa de **Peligro de Inundación**, se le anexo la información sobre el **Peligro de Contaminación Hídrica**, dada la importancia que esta cuenca tiene para el abasto de agua al resto de la provincia de La Habana y la de Ciudad de La Habana, su desarrollo industrial y agropecuario y la presencia en ella del mayor complejo hidráulico de la región occidental.

Resultados.

En Cuba, como ya se ha visto, las inundaciones se producen por precipitaciones torrenciales que acompañan a determinados eventos meteorológicos; a esto pueden estar asociados otros problemas, tales como las modificaciones del terreno producidas por prácticas agrícolas inadecuadas, tala de árboles, incendios, urbanización y otras intervenciones impropias en el medio ambiente, o las combinaciones de ellas, que contribuyen a incrementar los riesgos de inundaciones (Programa Mundial de Alimentos e Instituto de planificación Física 2000).

Entre los sucesos meteorológicos severos más frecuentes tenemos los ciclones tropicales, de los cuales, han azotado a las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana un total de 48, en un periodo de 100 años (1899 -1998). (ver tabla # 1) En ella se observa que el mes de mayor incidencia es octubre, y de forma particular se reporta la afectación al territorio de una tormenta tropical sin nombre en el mes de febrero de 1952 y otra llamada Alice que afectó la región en el mes de mayo de 1953.

Tabla 1. Frecuencias mensuales de la afectación de tormentas tropicales y huracanes a las provincias de Ciudad de La Habana y La Habana.

Ciclones Tropicales	Feb	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Tormentas Tropicales	1	1	4	0	4	9	9	4
Huracanes			1	0	0	6	8	1
Total	1	1	5	0	4	15	17	5

Fuente: Cronología de los Ciclones Tropicales de Cuba, en " Los Ciclones Tropicales de Cuba"(2000).

Subcuenca Americano- Culebra.

En esta llanura los suelos que predominan son los ferralíticos típicos muy permeables con una pendiente que no excede los 3°, sobre una litología cársica a una altura que sobrepasa los 150 m, por lo que la zona no es potencialmente **inundable**, partiendo de que su red de drenaje es casi inexistente, puede asegurarse que las condiciones para la infiltración de las lluvias son muy favorables, mas si tomamos en consideración que el mapa de Precipitación Máxima Diaria del 1% de Probabilidad, reporta para esta zona un valor inferior a 300 mm y que las precipitaciones máximas ocurridas en la estación de Bainoa han sido de 266,7 mm en el periodo 1979- 88 (4/6/82), tendremos que la magnitud o el grado de peligro es **Bajo** y solo la ocurrencia de estas precipitaciones en un momento de saturación de los suelos y el manto freático, puede producir inundaciones ligeras; no obstante existen pequeñas zonas que, por depresiones del terreno o por la cercanía del manto, si se inundan, como ocurre al sudeste y al norte del pueblo de Bainoa.

Su desarrollo económico y social no es grande; prevalece la actividad agropecuaria, principalmente la cañera y los asentamientos poblacionales son pocos y no de mucha importancia, por lo que los peligros de contaminación, aunque existen, no son graves.

Debe tenerse en cuenta que en ella están los pozos del acueducto el Gato, el cual abastece a la ciudad de La Habana.

Subcuenca Mamposton.

Comprende la llanura que va de San José de las Lajas hasta la presa Pedroso, la cual posee suelos ferralíticos típicos permeables y una pendiente menor de 3°; la litología que prevalece es cársica y su altura no sobrepasa los 140 m, condiciones estas que la sitúan como una zona que no es potencialmente **Inundable**. En cuanto a la lluvia, si nos remitimos al mapa de Kochiachivili, tenemos que aquí caen menos de 300 mm, por lo que en ella no hay este tipo de peligro; pero si tomamos en cuenta la estación de Tapaste, por ser la más cercana, veremos que la precipitación máxima en 24 horas fue de 427,2 mm en el periodo 1968- 88, (3/6/82) lo que da un grado de peligro de inundación **Medio**.

Pero esta subcuenca, de configuración larga y estrecha (entre 3 y 6 Km.), tiene la particularidad de que se encuentra entre zonas mas altas (alrededor de los 250m), recibe el escurrimiento superficial proveniente de ellas, lo cual aumenta la posibilidad de ocurrencia de inundaciones; tal es el caso de las ocurridas en el pueblo de San José de Las Lajas, por lo que hubo que hacer un canal para evacuar las aguas provenientes de las alturas situadas al Oeste y Sur del pueblo, hacia un afluente del río Mamposton; o las producidas en la zona del Rotolactor y Zaragoza, con las aguas que escurrían de las alturas situadas al Norte.

Todo esto justifica la zona de inundaciones que se muestra en el mapa (anexo 1) , donde estas ocurren con cierta frecuencia, como es hacia el Sudeste del pueblo de San José y el centro de esta llanura; en esto puede influir también las lagunas que en ella se localizan y que se encuentra a todo lo largo de la carretera central y las 8 vías, por lo que se puede deducir que la construcción de estos viales favorece su ocurrencia. Ello nos indica que, en esta zona el peligro de inundación puede aumentar hasta **Alto**,

en dependencia del grado de humedad de los suelos, el nivel del manto freático y la intensidad y extensión de las lluvias.

Esta subcuenca es la más desarrollada económicamente, con un gran centro poblado en su extremo Nordeste (San José de Las Lajas, cabecera municipal) y gran número de asentamientos e industrias que vierten al medio un volumen alto de diversas sustancias contaminantes, sin tratamiento o con un tratamiento deficiente, sobre todo en la zona que se inunda, por lo que el peligro de contaminación es muy alto, principalmente por la recirculación del agua en el complejo Pedroso - Mamposton y su posterior uso en el regadío de importantes zonas agrícolas, tanto de la cuenca como de los municipios situados al Oeste, a través del canal Pedroso - Güira y, en segundo lugar, por la condición de zona cársica, que ante la ocurrencia de inundaciones, aumenta, ya que todas las sustancias contaminantes son arrastradas por las aguas y llevadas a las zonas bajas de la cuenca y, finalmente, al golfo de Batabanó (importante zona pesquera).

Subcuenca Baja del Mayabeque.

Esta conformada por una zona llana, estructurada en varios niveles a partir de la línea de costa. Los dos primeros presentan pendientes entre 0.5° y 1° y están cubiertos por un suelo Hidromórfico y Pantanoso poco permeable, el primero y el siguiente por suelos Ferralítico amarillento, Fersialítico hidratado y Vertisuelo, en muchos lugares con procesos de gleyzación, con un sustrato poco permeable y una altura que puede llegar hasta los 20 m aproximadamente, condiciones estas que le dan la potencialidad de **Inundable**, al relacionarlo con las precipitaciones del $1\%^\circ$ de probabilidad dadas en el mapa de Kochiachivili (400 mm), da un grado de peligro de inundación **Intenso**; el tercer nivel, con una pendiente entre 1° y 3° sobre suelos Pardos con carbonatos y Ferralíticos rojos y amarillos típicos (medianamente permeables), sobre una litología cársica y una altura que no sobrepasa los 60m. presenta una potencialidad de

Medianamente Inundable, la que al relacionarse con la precipitación del 1%° de probabilidad (300 mm) da un grado de peligro de inundación **Medio**.

Como forma del relieve, existe un cuarto nivel, pero por su pendiente general, entre 3° y 5°, no esta comprendido como zona de posible inundación aunque algunas porciones del, situadas al Noroeste (al Oeste del hospital Pediátrico) y Noreste (por el centro de Acopio) del pueblo de Güines, se inundan: el primero, por la afluencia de las aguas provenientes de las zonas altas situadas al Norte y la segunda, debido a la evacuación de grandes volúmenes de agua provenientes de la presa Pedroso, y se produce por ser mas baja la margen izquierda del río, en el lugar del compartidor de Güines.

Esta subcuenca, por comprender el tercio inferior de la cuenca, recibe toda la contaminación que se origina aguas arriba, además de la que producen los asentamientos e industrias enclavados en ella. Como principal fuente de contaminación esta el asentamiento de Güines (el mayor de toda la cuenca), que no posee alcantarillado para toda la población que sustenta, por lo que una parte importante de sus habitantes tiene que evacuar sus residuales líquidos por las zanjas que atraviesan el pueblo; además es, después de San José, la zona mas industrializada de la cuenca, lo cual aumenta el peligro de contaminación.

Esta cuenca, producto de las modificaciones antrópicas sufridas a través de los años, posee una amplia zona costera con tres desembocaduras, es muy vulnerable a las penetraciones marinas; mas si tenemos en cuenta su poca altura hacia el interior, estas pueden afectar una mayor extensión de tierras cultivables así como aquellas instalaciones y poblados existentes en la costa, como los de Playa Rosario y Playa Mayabeque, o en su cercanía. Estas pueden producirse ante el paso de tormentas tropicales o huracanes por la ocurrencia de fuertes marejadas o surgencias, consideradas por muchos como las más devastadoras y que pueden ocasionar grandes perdidas materiales y humanas en las poblaciones costeras o cercanas a ella.

El retroceso de la línea de costa es otro peligro presente aquí. Esto se produce por una explotación indiscriminada de la vegetación costera y su deterioro, lo que permite al mar actuar directamente sobre los sedimentos costeros erosionándolos y provocando un

retroceso de la línea de costa; los casos más evidentes se pueden constatar en las playas de Rosario y Mayabeque

Vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad en esta cuenca se dirige hacia la población y los objetivos económicos, que aquí se exponen al peligro. El mismo se hace para las zonas que han sido identificadas como expuestas al riesgo de inundaciones, pluviales o costeras.

Según lo demostrado en este trabajo, las áreas con mayor peligro de inundación se sitúan en la subcuenca baja del Mayabeque, zona esta que posee la mayor cantidad de asentamientos poblacionales, 49 en total, además de 4 industrias. De ellos 41 son vulnerables a las afectaciones de tipo pluvial o marina,(tabla 2), así como 2 de las industrias que aquí se ubican.

Tabla 2: Población vulnerable al peligro de inundaciones en la subcuenca baja del Mayabeque.

Tipo de asentamiento	Total	Expuestos	Por ciento
Urbano	4	4	100
Rural	45	37	82

Fuente : Elaborado por los autores.

En la subcuenca Mampostón también se reportan áreas susceptibles a las inundaciones pluviales, aquí se localizan 19 asentamientos, de ellos 16 se encuentran en la zona de peligro, siendo de interés señalar que las 7 industrias de este territorio se sitúan precisamente dentro de dicha zona.

Tabla 3: Población vulnerable al peligro de inundaciones pluviales en la subcuenca Mampostón.

Tipo de asentamiento	Total	Expuestos	Por ciento
Urbano	3	1	33
Rural	19	16	88

Fuente : Elaborado por los autores.

Conclusiones:

- La zona es susceptible a la ocurrencia de ciclones tropicales y a sus afectaciones.
- La subcuenca Americano - Culebra, por sus condiciones naturales y su desarrollo económico, es la menos propensa a inundaciones así como a los efectos de la contaminación.
- La subcuenca Mampostón, es susceptible de inundarse debido a sus condiciones naturales, su situación entre zonas mas altas y el desarrollo socioeconómico que posee (red vial y asentamientos humanos), así como la que presenta más peligro de contaminación, por la alta concentración de industrias y poblados que en ella se localizan.
- La subcuenca Baja, aunque posee condiciones favorables para las inundaciones en toda su extensión, su propensión va aumentando de norte a sur, donde la probabilidad de ocurrencia de lluvias intensas es mayor. Además es la única con peligro de sufrir inundaciones marinas.
- En general, la cuenca presenta condiciones favorables para las inundaciones en poco menos de un 50% de su área, la que coincide con las zonas más pobladas y de mayor desarrollo económico.

- El peligro de contaminación aquí es muy alto, debido a su desarrollo socioeconómico y a la existencia del complejo hidráulico Mamposton - Pedroso - Güira.
- La mayor parte de los asentamientos existentes en las zonas con peligro son vulnerables a éste.
- La precariedad de las viviendas e instalaciones en los asentamientos de Playa Rosario y Playa Mayabeque, las hacen muy vulnerables al peligro de penetraciones marinas.

Bibliografía

- Ballester, M., O. García y J. Rubiera (1997): Temporada ciclónica de 1996. Departamento de Pronóstico. INSMET, CITMA. , 20 pp.
- Ballester, M., J. Rubiera y O. García (2000) Temporada ciclónica 1999. INSMET-CITMA
- Batista, J. L. y M. Sánchez (2001) Peligro y Vulnerabilidad en el Este de la provincia Ciudad de La Habana. inédito. Instituto de Geografía Tropical. 40 pp.
- García, O., J. Rubiera y M. Ballester (1999): Temporada ciclónica de 1998 INSMET CITMA, 24 pp.
- Instituto de Geografía e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Edit. REA, Madrid, IV. 2.2- 3, VI. 3. 4, IX. 1.2- 3.
- Instituto de Meteorología (1994): Resumen Climático por estaciones. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, pp. 22- 26, 82- 86.
- Pérez, R., R. Vega, M. Limia, A. Ortega, M. Sarmiento, J. Durand y R. Buéz (2000): Los Ciclones Tropicales de Cuba.[Inédito] Instituto de Meteorología, La Habana. 200 pp.
- Programa Mundial de Alimentos (PMA) e Instituto de Planificación Física (IPF) (2001): Análisis y cartografía de la Vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Cuba. Ed PMA en Cuba, capítulo III, Análisis de los factores de riesgo, pp. 68-77.

-Rubiera, J., M. Ballester y O. García (1998): Temporada ciclónica de 1997. Departamento de Pronósticos. INSMET - CITMA, 20 pp

-Coburn, A.W.; Spence, R.J.S.; Pomonis, A. (1991): Vulnerability and Risk Assessment, United Kingdom, UNDRO, 57 pp

Anexo1

MAPA DE PELIGROS



