

Estrategia para determinar el peligro de inundaciones costeras por surgencias asociadas a huracanes. Archipiélago de los Canarreos

Autores: Sandra Samper Trimiño*, Rafael Pérez Parrado*, Isidro Salas García*, Jesús Dole Chávez*, Carlos Rodríguez Otero**, Ada L. Pérez Hernández**, Boris Pantaleón Orozco**

*** Instituto de Meteorología. Cuba**
Telf. 867 07 20
Email: ssamper@met.inf.cu

**** Instituto de Planificación Física. Cuba**

Introducción

Los principales problemas costeros en Cuba según Alcolado, 2003, se relacionan entre otros, con las afectaciones a la diversidad biológica, la erosión costera, la pérdida de la calidad de las playas, la contaminación, la merma de los recursos pesqueros, formas de uso inadecuadas, el aumento del nivel medio del mar y las inundaciones costeras por penetraciones del mar. Uno de los objetos de estudio del Proyecto “Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerando los cambios climáticos”, del cual forma parte este estudio, se relaciona con este último aspecto, específicamente las inundaciones originadas por la surgencia asociada a los ciclones tropicales (CT), la que constituye la causa del mayor desastre natural ocurrido en el país en el asentamiento costero de Santa Cruz del Sur, provincia de Camagüey, el 9 de noviembre de 1932 (Salas et. al., 1999).

La región de América Latina y el Caribe está sometida anualmente a la ocurrencia de desastres naturales originados por los CT, los que afectan a un gran número de personas y ocasionan cuantiosas pérdidas económicas, asociados generalmente a la frecuencia, duración e intensidad de este evento meteorológico. En este sentido cabe destacar que el Manejo Integral Costero que se pretende implantar en el país (GEF/PNUD, 2003), incluye entre sus objetivos “Prevenir el exceso de daños materiales y pérdidas de vidas por desastres”.

Si bien los peligros naturales incrementan su frecuencia e intensidad, la ocurrencia del desastre guarda estrecha relación con la vulnerabilidad social que presenta parte de la población costera asentada en terrenos bajos, muy próxima a la línea de costa. Dado un inminente peligro resulta en muchos casos más eficiente, desde el punto de vista económico, prevenir el desastre que recuperarse de ellos después; en el caso de las inundaciones costeras por penetraciones del mar, la mitigación puede alcanzarse en gran medida mediante estrategias de respuestas vinculadas al Ordenamiento y Manejo Integrado de las Zonas Costeras, que se complementan con las medidas de mitigación de la Defensa Civil.

Es conocida la voluntad política mostrada por el Estado cubano en la consolidación de la actividad turística como una de las ramas claves de la economía nacional, que desde hace más de una década está experimentando un crecimiento sostenido, especialmente en lo que respecta al número de visitantes recibidos y la construcción de instalaciones de alojamiento y servicios. Para el desarrollo acelerado y ordenado

de la actividad turística se realizan estudios que incluyen la evaluación de las potencialidades, la ejecución ambientalmente sostenible de las infraestructuras técnicas desde la Isla de Cuba hasta los Polos Turísticos ubicados en los cayos de los archipiélagos insulares, la ejecución de complejos habitacionales de diversas categorías constructivas y diseños integrados al recurso natural, el fortalecimiento del instrumental jurídico que brinda protección a las costas, sus zonas de protección y al medio ambiente en general.

Como instrumento certero para la toma de decisiones en este ámbito turístico, el Planeamiento y el Ordenamiento Territorial ha recorrido un corto pero fecundo camino, en especial desde la década de los años 90. Siguiendo esta línea de trabajo se ha formulado la Política de Desarrollo de la Actividad Turística, delimitándose los potenciales de los Polos Turísticos y regiones del país en cuanto a recursos materiales, histórico – culturales, infraestructuras ingenieras y fuerza de trabajo (IPF, 1995). Sin embargo la temática de las inundaciones costeras por eventos meteorológicos extremos prácticamente no ha sido abordada en estos estudios y en los Esquemas Turísticos consultados este aspecto queda pendiente de estudio y posterior solución de los problemas que ocasionan.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es realizar el estudio físico-geográfico y económico de la Región Turística Archipiélago de los Canarreos. A partir de los resultados que se obtengan se valora la estrategia a seguir para determinar el peligro de inundación costera por surgencia asociada a los huracanes, todo lo cual forma parte de la primera etapa del Proyecto antes mencionado.

Materiales y métodos

Durante la investigación se utilizaron las bases de datos para ciclones tropicales pertenecientes al Instituto de Meteorología (INSMET), las del Centro de Predicción Tropical del Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos para los archivos de temporadas de huracanes pasadas de 1851 al 2003 (Landsea et. al., 2003) y que aparecen en el Sitio Web <http://www.nhc.noaa.gov/pastall.shtml>, así como las existentes en el Instituto de Planificación Física (IPF) las cuales incluyen valiosa información sobre las regiones a estudiar. La modelación matemática de la surgencia se realizó con el Modelo de Alta Resolución MONSAC3 (Pérez Parrado et. al., 2002).

Surgencia y afectaciones en Cuba

En la franja tropical adquieren gran importancia los desastres naturales de índole meteorológicos, entre ellos se destacan los causados por los CT con los fuertes vientos, intensas precipitaciones, oleaje y la surgencia asociada a ellos. Esta última es para muchos especialistas, el efecto más destructivo de los huracanes, causando alrededor del 90 % de las pérdidas materiales y nueve de cada diez víctimas. Es por ello que resulta imprescindible conocer a profundidad este fenómeno y pronosticar su comportamiento.

Se define la surgencia, en su forma más simple, como una elevación anormal y temporal del nivel medio del mar, sobre la marea astronómica, causada por la tensión de los fuertes vientos, y en menor grado, por la caída de la presión atmosférica, debido al paso de una tormenta, ya sea tropical o extratropical. Pero las

surgencias más devastadoras que han ocurrido en el mundo están precisamente asociadas a intensos disturbios tropicales, en otras palabras a huracanes o tifones.

La surgencia consiste en una onda gravitacional larga con una longitud similar al tamaño del CT que la genera, y durabilidad de algunas horas, dependiendo, entre otros factores, del tamaño y la velocidad de traslación del ciclón, afectando como promedio de 100 a 200 km. de costas.

Dado el peligro de este fenómeno tan dañino, resulta necesario efectuar estudios como el que aquí se presenta, valorando su incidencia en la región que se investiga, la cual se encuentra situada en una zona de la plataforma insular cubana valorada con un peligro de Muy Alto (Salas et. al., 1999) al paso de los CT.

Los registros históricos señalan que el archipiélago cubano se ha visto afectado por la surgencia provocada por los CT en forma periódica. Así se pueden citar como ejemplos de estas, las producidas por algunos ciclones tropicales del siglo XX: huracán de octubre de 1926, huracán del 9 de noviembre de 1932, huracán de septiembre de 1933, huracán de octubre de 1944 y el huracán Kate de noviembre de 1985.

Ya en el presente siglo, la surgencia provocada por el huracán Michelle del 2001 afectó severamente el Archipiélago de los Canarreos y parte de la costa sur de la Isla de Cuba. En fechas más recientes, durante la temporada ciclónica del 2002 las trayectorias de los huracanes Isidore y Lili los llevó a cruzar próximos a la región de estudio (Figuras 1 y 2), provocando surgencias que afectaron esa región geográfica (Figuras 3 y 4) (Salas et. al., 2003).



Figura 1. Trayectoria del huracán Isidore de septiembre del 2002
Fuente: Centro de Pronósticos del INSMET.

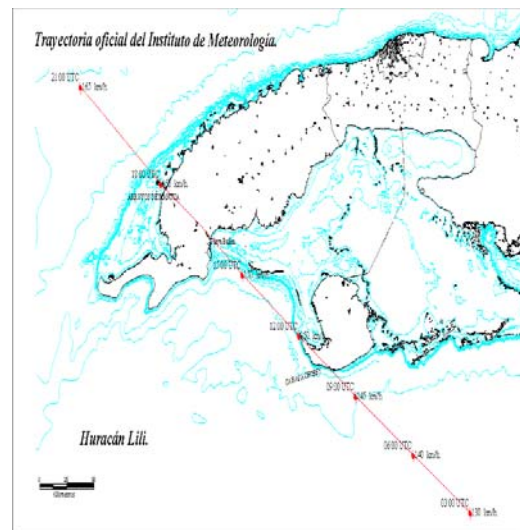


Figura 2. Trayectoria del huracán Lili de octubre del 2002
Fuente: Centro de Pronósticos del INSMET.

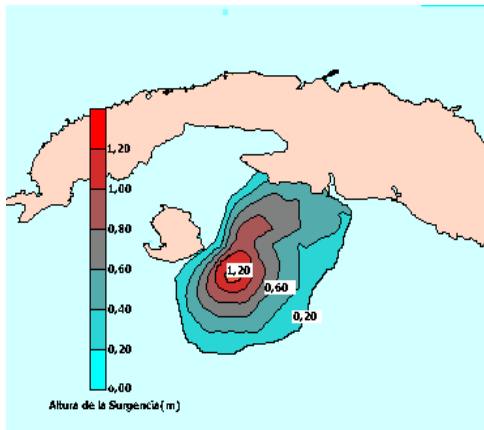


Figura3. Modelación matemática de la surgencia asociada al huracán Isidore en el Archipiélago de los Canarreos. Modelo: MONSAC3, INSMET. Fecha: 19 de septiembre del 2002 Fuente: Autores

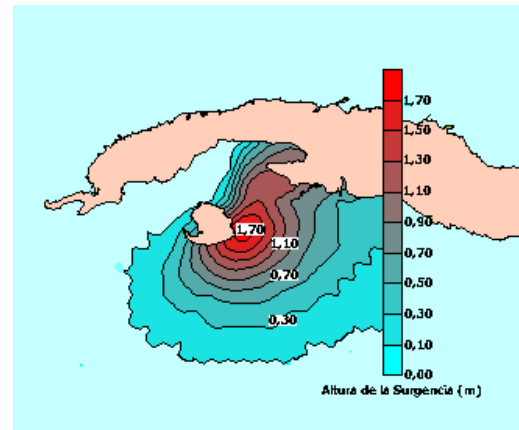


Figura 4. Modelación matemática de la surgencia asociada al huracán Lili en el Archipiélago de los Canarreos. Modelo: MONSAC3, INSMET. Fecha: 1 de octubre del 2002 Fuente: Autores

Características físico–geográficas y económicas de la región de estudio

Cuba está rodeada por una plataforma insular con superficie estimada en 52 926 km² que incluye los espacios entre la isla principal y las cayerías y de estas hasta el borde exterior del archipiélago cubano con un ancho variable, que va desde unos pocos metros en tramos de costas abrasivas, hasta el territorio más amplio representado por el espacio existente entre las islas de Cuba y de la Juventud en la región occidental del Golfo de Batabanó, en áreas del archipiélago de los Canarreos. Esta plataforma morfológicamente está representada por llanuras abrasivo–acumulativas con profundidades de hasta 5, 10 y 20 m, encontrándose sectores muy acumulativos donde los valores son inferiores.

La plataforma cubana se subdivide en cuatro regiones independientes, que reciben su nombre de acuerdo a su posición geográfica con respecto a la Isla de Cuba (Tabla 1) (Claro et. al, 1994) citado por Hernández et. al, 1999):

Tabla 1. Características de las regiones de la plataforma insular cubana

Regiones de la Plataforma Insular Cubana	Area (km ²)	Ancho Medio (km)	Profundidad Media (m)
Noroccidental	3 949	50 en su parte más ancha	hasta 23
Nororiental	10 115	6 a 35	2 a 3
Suroccidental	20 870	90 a 140	5 a 6
Suroriental	17 992	90 en su parte más ancha	15

Fuente: Claro et. al., 1994, citado por Hernández et. al., 1999

La presente investigación se realiza en la región suroccidental de la plataforma insular donde está situado el Archipiélago de los Canarreos. La selección de la zona de estudio se basa en las potencialidades que poseen las cuatro regiones para el desarrollo de las actividades turísticas y el estado actual y prospectivo, que garantiza la implementación de los resultados a obtener.

En este sentido se tiene que en el país se han determinado 93 polos turísticos que conforman 16 regiones turísticas, 8 de ellas se consideran como principales, donde se localiza el 61% de los polos y el 84% del potencial habitacional, en su mayoría clasificados como destinos de sol, playa y ciudad. Para la ejecución del Proyecto se seleccionaron cinco regiones turísticas de las ocho priorizadas que se localizan en los grupos insulares que se denominan (Comunicación Personal Pantaleón, 2003):

- Sagua, Caibarién, Jardines del Rey y Norte de Camagüey en el archipiélago Sabana–Camagüey, pertenecientes a la región de la plataforma insular denominada Nororiental
- Archipiélago de los Canarreos, que como su nombre lo indica se corresponde con la región natural Archipiélago de los Canarreos, perteneciente a la región de la plataforma insular denominada Suroccidental (Tabla 2 y Figura 5)

Tabla 2. Región Turística Archipiélago de los Canarreos. Algunos de los cayos y zonas geográficas que la conforman

Región geográfica de la plataforma insular *	Región geográfica de la plataforma insular **	Región Turística	Sur de la Isla de la Juventud y algunos de los cayos de la Región de estudio
Suroccidental	Golfo de Batabanó	Archipiélago de los Canarreos	I. de la Juventud: Punta del Este Playa Blanca Playa Guanál Carapachibey Cocodrilo Francés- Pedernales Cayos: Largo, Del Rosario, Avalos, Campos y Cantiles

* Claro et. al., 1994. ** Hernández et. al., 1999



Figura 5 . Localización geográfica, a través de una imagen de Alta Resolución (500 m.), del Archipiélago de los Canarreos.

Fecha: 15 de noviembre del 2001

Fuente: Sitio Web MODIS. Satélite TERRA, Sensor MODIS

El Archipiélago de los Canarreos, se localiza al sureste de la Isla de Cuba, limita al norte con el Golfo de Batabanó y al sureste y oeste con el Mar Caribe; dista 180 km. de la Ciudad de La Habana, 170 km. de Varadero, 110 km. de Cienfuegos y 60 km. de Playa Girón.

Este grupo insular se asienta en el extremo este de la plataforma Suroccidental, para algunos autores tiene su origen en el Holoceno, por la transgresión marina que cubrió las antiguas llanuras emergidas, y que está cortada por profundos abismos oceánicos que son realmente los verdaderos límites de Cuba (Iñiguez y Mateo, 1980, citado por Serrano, 1998). Su parte oriental está formada por isletas rocosas largas y estrechas o islas barreras, en cuya formación han intervenido los procesos acumulativos, y eólicos favorecidos por las corrientes marinas, el viento y el oleaje, que generaron la deposición de materiales que posteriormente se consolidaron, dando lugar a las areniscas y otros componentes carbonatados que caracterizan la actual geografía del archipiélago.

Vegetación

En Cayo del Rosario y Cayo Largo del Sur existen las mayores extensiones de matorral sobre arenitas con diversos grados de densidad, los complejos de vegetación arenosa están asociados a las costas acumulativas, y por lo tanto a los tramos costeros donde hay playas, se caracterizan por poseer una vegetación baja y rastrera fundamentalmente.

La riqueza de la vegetación y el buen grado de conservación en algunos de los cayos determinan que todo el Archipiélago de los Canarreos sea propuesto como una de las siete áreas del país con la categoría de Región Especial de Desarrollo Sostenible o de uso múltiple, debido a su gran extensión, grado de influencia humana, potencialidad económica e importancia de los valores naturales y

ecosistemas frágiles, también se propone la inclusión de otras áreas protegidas de menor extensión.

Por consiguiente, en los Jardines y Jardinillos, pertenecientes a la región de estudio, donde existen altos valores de la flora, fauna y paisajes se proponen como áreas protegidas los siguientes Cayos: Campos, Cantiles y del Rosario como Refugio de Fauna, el primero de significación local y los restantes de significación nacional. En el caso de los territorios sumergidos, las aguas circundantes a Cayo Cantiles y Rosario pueden categorizarse como Parque Nacional Marino.

Clima

Estos cayos se localizan en la subregión climática Cuba Occidental, que se caracteriza por la prevalencia de vientos estacionales y calmas, y una marcada influencia continental en invierno, debido a la presencia de masas de aire provenientes del Ártico y que condicionan en gran medida la estación invernal. La temperatura media anual del aire se encuentra entre los 24-26 °C y oscila entre los 20-22 °C en invierno, siendo mayores de 28°C en verano (Lapinel, 1988). Los valores de precipitación media anual no sobrepasan los 1 200 mm (Izquierdo, 1988), mientras que la evaporación media anual oscila entre los 2 000 - 2 200 mm. (Crespo, 1988). Los valores de insolación anual se encuentran entre los más altos del país, sumando al menos 2 900 horas de luz en el año.

Resulta evidente que estos cayos registran durante todo el año altos valores de temperatura, evaporación y poca precipitación. Los vientos en la región presentan una fuerte componente del este durante todo el año, fundamentalmente del primero y el segundo cuadrante. La región está expuesta a la incidencia anual de eventos meteorológicos severos tales como ciclones tropicales, vientos de región sur y en menor medida de los frentes fríos.

Patrón de circulación de las aguas

El patrón de circulación de la plataforma describe un flujo de las aguas en sentido oeste que penetran por el Golfo de Cazones y salen al Mar Caribe por el oeste de la plataforma, en la zona de la Cayería de San Felipe. Las mareas, según la estación mareográfica situada en Cayo Largo del Sur, son del tipo mixta semidiurna, con una amplitud promedio de 21 cm. y una oscilación extrema de 60 cm (Díaz, 1988 citado por Serrano 1998).

Región turística Archipiélago de los Canarreos

La región turística archipiélago de los Canarreos fue objeto de estudio por parte de un grupo multidisciplinario en 1991, para elaborar con posterioridad el Plan Especial de Ordenamiento Territorial por el Instituto de Planificación Física, donde se precisaron las características esenciales de esta región turística, que han servido para conformar las ideas generales recogidas en mapas temáticos que en fases posteriores han sido rectificadas, válidos como punto de partida para la actualización del Plan Director de Cayo Largo del Sur, el que recoge el conjunto de disposiciones que regulan la utilización del territorio, e instrumento básico para el planeamiento del turismo en Cuba (Serrano, 2002).

Estas potencialidades pueden verse afectadas temporal o permanentemente debido a la acción de eventos severos, en especial los CT. Como ejemplo de ello se pueden citar los cambios ocurridos por el impacto del huracán Michelle (Figura 6), de categoría 2 en la Escala Internacional Saffir–Simpson que norma la intensidad de estos organismos tropicales (Tabla 3), el 4 de noviembre del 2001 sobre la región de estudio con una surgencia de 2,4 m. (Figura 7).

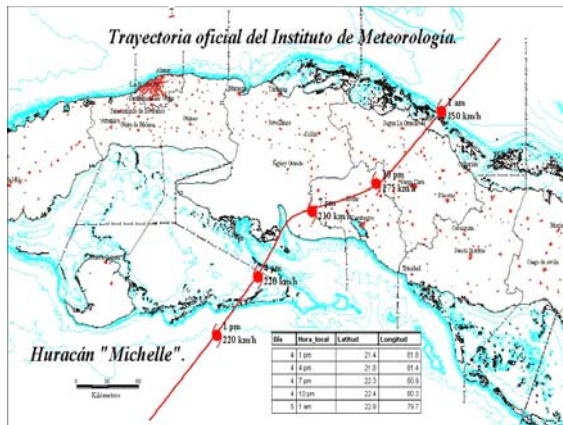


Figura 6. Trayectoria del huracán Michelle del 2001 a su paso por el Archipiélago Cubano los días 4 y 5 de Noviembre.

Fuente: Centro de Pronósticos del INSMET

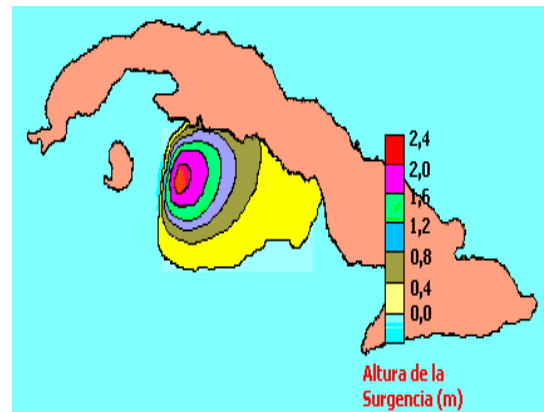


Figura 7. Modelación Matemática de la surgencia asociada al huracán Michelle en la región de estudio.

Modelo: MONSAC3

Altura Máxima = 2,4 m.

Fecha: 4 de noviembre del 2001

Fuente: Autores

Tabla 3. Clasificación de los huracanes según la Escala Saffir–Simpson

Categoría	Presión central (hPa)	Viento máximo sostenido (km/h)	Daños
1	≥ 980	118 – 153	Mínimos
2	979 – 965	154 – 177	Moderados
3	964 – 945	178 – 209	Extensos
4	944 – 920	210 – 250	Extremos
5	< 920	> 250	Catastróficos

Algunas de las afectaciones se observan en el perfil de la línea de costa de estos cayos con la destrucción de las dunas de arena y las instalaciones de acceso a las playas (Figuras 8 a 11).



Figura 8. Archipiélago de los Canarreos. Cayo Largo del Sur, Playa Bucanero, antes del huracán Michelle del 2001
Fuente: Autores



Figura 9. Archipiélago de los Canarreos. Cayo Largo del Sur, Playa Bucanero, tres días después del huracán Michelle del 2001
Fuente: Autores



Figura 10. Archipiélago de los Canarreos. Playa en Cayo Del Rosario antes del huracán Michelle del 2001
Fuente: Autores



Figura 11. Archipiélago de los Canarreos. Playa en Cayo Del Rosario tres días después del huracán Michelle del 2001
Fuente: Autores

Características más significativas de algunos de los cayos del Archipiélago de los Canarreos

Cayo Largo del Sur

Tiene una superficie aproximada de 38 km², limita al norte con el extremo occidental del Golfo de Batabanó y al sureste y oeste con el Mar Caribe. Su configuración es larga y estrecha tiene una orientación noreste-suroeste y una longitud aproximada de 27 km de costa orientadas hacia el Mar Caribe, contando con un ancho que oscila

entre menos de 1 km en su extremo este y que aumenta hasta más de 6 km en su porción occidental.

El cayo posee 23 km de playas, cuyas arenas son de tipo oolíticas de grano fino, correspondiendo su génesis a la precipitación del carbonato de calcio disuelto en el agua de mar sobre la plataforma submarina, que forman concreciones granulares esféricas en instantes de muy alta evaporación.

Relieve

Se caracteriza por la presencia de una serie de barras paralelas de arenisca que se extienden en sentido longitudinal a lo largo de todo el cayo, con un distanciamiento variado de entre 10 y 50 m. La extensa franja arenosa del cayo posee dunas altas, elemento que le distingue con relación a las playas del resto de las cayerías cubanas. La costa acumulativa cenagosa con manglares ocupa las costas septentrional y occidental del cayo, asociadas a lagunas lacustres de agua salobre y donde predominan el papel de protección y formador de suelos, constituyendo un nicho ecológico de importancia dentro del cayo por las especies que se asocian a dichos ecosistemas.

Paisajes

Se agrupan en dos complejos de primer orden:

- Llanura muy baja biogénico-marina permanentemente inundada, salinizada con suelos cenagosos y mangles, que comprende los complejos localizados principalmente hacia la costa septentrional y ensenadas
- Llanura litoral muy baja de origen acumulativo-abrasiva sobre calcarenitas con matorral, que agrupa todos los complejos relacionados y directamente vinculados con los procesos de dinámica costera y marina. Este paisaje está representado por las playas donde existe una mayor estabilidad relativa, motivada por la dinámica litoral prevaleciente

Dada la posición geográfica de Cayo Largo del Sur este se ve sometido periódicamente a la afectación de los CT y por lo tanto a las inundaciones costeras por penetraciones del mar, dada la amenaza que esto constituye desde el año 1999 se propuso el acuerdo No. 14 de la Reunión Nacional de Acuerdos de Cayo Largo del Sur, referido a la realización de estudios de peligro vinculados con la influencia de los cambios climáticos globales, que hasta el momento no han tenido respuesta.

A continuación se relacionan las principales características físico-geográficas de algunos de los cayos que conforman los Jardines y Jardinillos (Serrano, 1998).

Cayo Campos

Presenta una superficie de 7,93 km², una longitud máxima de 7,6 km y un ancho de 1,8 km. El grado de conservación del cayo es alto, la costa septentrional es del tipo abrasivo acumulativa, planas y parcialmente cenagosas con barras acumulativas y pendiente submarina de suave a moderada en determinados sectores, presenta lagunas, playas y pequeños tramos de acantilados, con potencialidades para la explotación turística en la modalidad de visitantes por un día. La costa norte se caracteriza por la acumulación de sedimentos orgánicos recientes, donde se establece la formación boscosa de manglar con ciénagas y pendientes muy suaves.

Los arrecifes coralinos se encuentran próximos a sus litorales al igual que el borde externo de la plataforma insular.

Cayo Cantiles

Posee 46,6 km² de superficie y una configuración diferente al resto de los cayos, donde sobresalen las lagunas Inglés, Vicente Justo y Muerta, que dividen este a cayo en dos partes bien diferenciadas: la costa sur es prácticamente abrasiva en toda su extensión contando con un escarpe de entre 2 y 3 m de altura con respecto al nivel medio del mar y la norte presenta alternancia lacuno-palustre y acumulativa con cordones litorales. Los arrecifes coralinos se encuentran próximos a sus litorales al igual que el borde externo de la plataforma insular. Estas características determinan las potencialidades para el desarrollo turístico.

Se encuentra separado de Cayo del Rosario por el canal de igual nombre, con un ancho de 3 km y que constituye el principal canal de comunicación náutica entre el Mar Caribe y la Plataforma insular.

Cayo del Rosario

Con un área de 18,75 km² por sus condiciones físico-geográficas es el cayo que mayor semejanza tiene con Cayo Largo del Sur, por presentar una configuración en forma de gancho en los tramos costeros que dan hacia el Canal del Rosario.

Presenta una serie de dunas fósiles, paralelas, que ocupan cerca del 50% del territorio del cayo, resultado del predominio de los procesos eólicos como agentes formadores del relieve. Su costa septentrional es del tipo abrasivo acumulativa, planas y parcialmente cenagosas con barras acumulativas con pendientes submarina de suaves a moderadas en determinados sectores, con playas de apreciable belleza y una ensenada llamada Ensenada Media Luna; mientras que la costa meridional se caracteriza por ser acumulativa con sedimentos orgánicos recientes, el borde externo de la plataforma insular y los arrecifes coralinos se encuentran próximos a sus litorales lo cual constituye una fuente natural de protección del cayo ante la posible ocurrencia de penetraciones del mar.

Estrategia para determinar el peligro de inundación costera por surgencia

Partiendo del estudio físico-geográfico y económico de esta zona, es necesario definir la estrategia a seguir en la determinación del peligro por inundaciones costeras por surgencia de ciclones tropicales. La posición geográfica de los cayos, su forma, protección natural, ubicación de los objetivos socio-económicos, entre otros factores analizados, juegan un papel importante en este sentido además de que gran parte de los CT que afectan la zona impactan los cayos con una marcada componente entre los 90⁰ y los 225⁰ (Figura 12), provocando las mayores surgencias a la derecha de su movimiento. Del análisis anterior se concluye que resulta evidente que deben calcularse las surgencias para trayectorias que crucen fundamentalmente por la parte oeste de los cayos. Este esquema de trabajo permite establecer los escenarios más peligrosos para cada lugar tanto desde el punto de vista de probabilidades de afectación de los CT como de los valores máximos de las penetraciones del mar. Los cálculos se efectúan para tres ángulos de penetración por la costa y para las cinco categorías de la Escala Saffir-Simpson de intensidad de los CT (Tabla 3).

Teniendo en cuenta el estudio realizado para esta región geográfica y lo contratado en el Proyecto, se tomó la decisión de seleccionar los siguientes cayos para realizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo planificados:

- Cayo Largo del Sur, Del Rosario, Avalos y Campos

En La Isla de la Juventud se seleccionaron las siguientes zonas geográficas:

- Punta del Este, Playa Blanca, Cocodrilo y Francés-Pedernales



Figura 12. Ejemplo de trayectorias típicas de los ciclones tropicales en la región del archipiélago de los Canarros

Fuente: Sistema Computacional Eye of the Storm (DEMO)

Sitio Web <http://www.starstonesoftware.com/>

Conclusiones

- A partir del estudio realizado para la región de la plataforma insular denominada suroccidental se seleccionaron los cayos a estudiar y los objetivos más importantes incluidos en el tramo costero de Punta del Este a Punta Francés en el sur de la Isla de la Juventud. Los cálculos de los períodos de retorno, cotas de inundación y altura de la surgencia se ejecutarán para un punto al oeste de los cayos y objetivos seleccionados, con trayectorias de los CT comprendidas entre los 90° y los 225° , con tres ángulos de penetración en la costa, tomando en cuenta las cinco categorías de la Escala Saffir–Simpson
- Las zonas con sensibilidad muy alta localizadas en el litoral de los cayos son las áreas que deben priorizarse dentro del estudio, estas son en primer lugar las dunas y playas, los manglares y lagunas que encierran riquezas naturales de la flora y la fauna. Dentro de esta clasificación tendrán mayor importancia las playas con erosión natural o antrópica, las que poseen construcciones o tienen potenciales de desarrollo constructivo

- En la amplia bibliografía consultada, llama la atención que los desastres por eventos meteorológicos extremos, constituyen una temática poco tratada, sin embargo en el Ordenamiento y Manejo Integrado de los territorios no pueden excluirse las penetraciones del mar por oleaje y surgencia, que son las causantes de los mayores desastres en el archipiélago cubano, fundamentalmente en la línea de costa y en llanuras costeras bajas, afectando infraestructura y ecosistemas naturales

Bibliografía

- Alcolado P. (2003): Necesidad y características del Manejo Integrado Costero. El caso de estudio Sabana Camagüey En ; Taller de capacidad 21. Experiencias y lecciones aprendidas en del Proyecto PNUD/GEF Sabana Camagüey
- Comunicación Personal, Pantaleón B. (2003): Boris Pantaleón Orozco, Departamento de Turismo del Instituto de Planificación Física. C. de la Habana. Cuba
- Claro R. G. Bustamante, J. P. Y Col. (1994): Ecología de los peces marinos en Cuba. 525 pp. Editado en México Coffroth, M. A. 1984. Ingestion and incorporation of coral mucus aggregates by a porgonian soft coral. Marine Ecology Progress Series, 17(2):193-199
- Crespo, E. (1988): Mapa de Evaporación Media Anual. 1:2 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía e Instituto de Cubano de Geodesia y Cartografía de Cuba, y el Instituto Geográfico Nacional, España
- GEF/PNUD (2003): Ciclo de manejo integrado costero: Marco Teórico Metodológico
- Hernández M., P. Garcia, M. Izquierdo (1999): Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Proyecto . FP/CP/2200-97-12. La Habana, Cuba. 206 pp.
- IPF (1995): Potencial turístico. Departamento de Planeamiento Turístico. Instituto de Planificación Física. La Habana, Cuba. Tres Tomos (publicación interna)
- IPF (1997): Esquema para el Desarrollo Turístico del Sur de la Isla de la Juventud y el Archipiélago de los Canarreos. Instituto de Planificación Física. La Habana, Cuba
- IPF (2002): Dirección de Turismo. Instituto de Planificación Física. Cuba
- Izquierdo,A. (1988): Mapa de Precipitación Media Anual 1964-83. 1:2 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba Instituto de Geografía e Instituto de Cubano de Geodesia y Cartografía de Cuba, y el Instituto Geográfico Nacional, España
- Landsea W. Cristopher, C. Anderson, N. Charles, G. Clark, J. Dunion, J. Fernandez Partagas P. Hungerford, C. Neumann y M. Zimmer (2003): The Atlantic Hurricane Database Re-analysis Project Documentation. NOAA/Hurricane Research Division, Miami, Florida. NOAA/Climate Diagnostics Center, Boulder, Colorado. Florida International University, Miami. SAIC, Miami.Deceased. Contributed as a Chapter for the RPI Book. 6 January 2003
- Lapinel, B. (1988): Mapa de Temperatura Media Anual del Aire. 1:2 000 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía e Instituto de

Cubano de Geodesia y Cartografía de Cuba, y el Instituto Geográfico Nacional, España

- Pérez Parrado R., I. Salas García, J. Dole Chávez (2002): Monografía sobre los Modelos para pronosticar la surgencia provocada por los ciclones tropicales. Proyecto de Investigación 019 del Programa Ramal Científico Técnico de Cuba. INSMET., La Habana. Cuba. 91 pp
- Salas I., R. Pérez Parrado, O. García, A. L. Pérez y C. Rodríguez (1999): Mapa de peligro por surgencia de ciclones tropicales. Rev. Cub. de Met. V. 6, N. 1. 33-37 pp.
- Salas I., R. Pérez Parrado, S. Samper Trimiño, J. Dole Chávez, C. Rodríguez Otero, A. L. Pérez Hernández y B. Pantaleón Orozco (2003): Impacto de la surgencia asociada al huracán Michelle del 2001 en el Archipiélago de los Canarreos. X Congreso Latino-Americano e Ibérico de Meteorología. II Simposium Internacional de Ciclones Tropicales Padre Benito Viñez S. J. In Memoriam. Sociedad Meteorológica de Cuba. 12 pp
- Salas García I., R. Pérez Parrado, J. Dole Chávez y S. Samper Trimiño (2003): Aplicación del Modelo Dinámico de Alta Resolución MONSAC3 durante la temporada ciclónica del año 2001 y 2002. Archipiélago de los Canarreos. En Prensa, Rev. Cub. Met. V.10, No. 2 del 2003. 10 pp
- Salas G. I., R. Pérez Parrado, C. Rodríguez Otero, A. Pérez Hernández (2003): Vulnerabilidad de la Zona Costera de la provincia Villa Clara a la Surgencia provocada por los Ciclones Tropicales. Escenario Actual y Perspectivo. XIII Congreso Nacional de Meteorología. San José del Cabo, Baja California, México. 26-29 Noviembre del 2003. 10 pp
- Serrano, F. (1998): Lineamientos para el planeamiento territorial del turismo en pequeñas islas del los Canarreos, I Tesis para optar por la Maestría en Geografía, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial
- Serrano F. (2002): Determinación del Impacto Ambiental durante el proceso de Planeamiento de los Polos Turísticos. Dirección de Planeamiento del turismo. Instituto de Planificación Física. La Habana, Cuba. 7 pp.