

# El ordenamiento territorial en la mitigación de las

# Inundaciones

**E**n la actualidad, los desastres naturales exceden a los tecnológicos y han registrado un aumento preocupante en los últimos años a consecuencia del deterioro del medio ambiente, la variabilidad y el cambio climático, el rápido crecimiento y concentración de la población en territorios amenazados, entre ellos las zonas costeras, consideradas como ecosistemas frágiles muy vulnerables a los desastres hidrometeorológicos.

La región de América Latina y el Caribe está sometida anualmente a la ocurrencia de desastres que afectan a un gran número de personas y ocasionan cuantiosas pérdidas económicas; generalmente se asocian a la frecuencia, duración e intensidad de eventos hidrometeorológicos como los ciclones tropicales considerados de impacto directo, y las sequías de impacto tardío, relacionados con el exceso o la escasez de agua; baste recordar los desastres ocurridos en 1998 por el huracán Mitch en Centro América y en 1999 las intensas lluvias y aludes de piedras y lodos que causaron fuertes daños económicos y numerosas víctimas en el estado de Vargas en Venezuela, los largos períodos de sequías que han afectado a muchos países y que se asocian a la ocurrencia del evento ENOS, sin descartar los peligros por deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, tsunamis y terremotos como los ocurridos recientemente en El Salvador.

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 de la región, en particular la pobreza en las áreas urbanas, que limita el acceso a los servicios sociales básicos y crea formas de asentamiento precario en laderas, márgenes de ríos, terrenos bajos, propensos a desastres.

Resulta en muchos casos más eficiente, desde el punto de vista económico, prevenir los desastres que recuperarse de ellos después; en el caso que se estudia, inundaciones costeras por penetraciones del mar, la mitigación puede alcanzarse en gran medida mediante estrategias de respuestas vinculadas al ordenamiento y manejo integrado de zonas costeras, que se complementan con las medidas de mitigación de la Defensa Civil consistentes en la preparación de la población y en los planes de contingencia de evacuación. En estos momentos, más de 60 países cuentan con programas al respecto, que se basan en un cuerpo de medidas con carácter normativo y legal que aseguran el desarrollo sostenible. En Cuba la temática de las zonas costeras está insertada en el Sistema de la Planificación Física desde el año 1991 en las escalas de planeamiento nacional, provincial, municipal y urbano para los diferentes horizontes temporales de corto, mediano y largo plazo, a partir de la aplicación de los resultados de proyectos de investigación y comisiones nacionales sobre esta temática.

En el marco del Decenio Internacional de Lucha contra los Desastres Naturales durante la década de los años '90 del siglo XX, se inician en el país proyectos de investigación financiados por organismos internacionales y



MSc. Carlos M. Rodríguez Otero  
Lic. Ada L. Pérez Hernández  
*Instituto de Planificación Física*

Lic. Isidro Salas García  
*Instituto de Meteorología*

# costeras



el Estado cubano, entre los que se puede destacar el proyecto PNUD Cuba/003/94 Desarrollo de las Técnicas de Predicción de las inundaciones costeras, Prevención y Reducción de su Acción Destructiva, con la participación de varios organismos e instituciones científicas, que ponen de manifiesto, entre otros aspectos, el papel del ordenamiento territorial y el urbanismo en la temática de reducción de los desastres naturales, vía fundamental para mitigar y rehabilitar con el máximo de eficiencia y menores costos la asimilación de zonas costeras con peligros de inundación, con la finalidad de proteger a la población y los recursos económicos en general ante eventuales desastres.

## 1. Consideraciones generales

Antes de abordar la temática de los desastres naturales por inundaciones en las zonas costeras debido a penetraciones del mar, se hace necesario establecer la terminología a utilizar, que es la recomendada por la Oficina del Coordinador de Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastres (UNDRO). En primer lugar, se define el *desastre* como un acontecimiento que por su gravedad provoca pérdidas humanas, económicas, ambientales, infraestructurales, de servicios esenciales o medios de sustento que desestabilizan las actividades cotidianas e implican la ayuda para recuperar las capacidades normales de la comunidad afectada (Coburn et al., 1991).

Para que ocurra un *desastre* es necesario la presencia de un territorio bajo riesgo, entendiéndose éste como la

componente *del peligro + la vulnerabilidad*, donde el *peligro o amenaza* es la probabilidad de ocurrencia de un proceso dañino, de cierta magnitud, por áreas definidas y dentro de un determinado tiempo, y la *vulnerabilidad* es la dimensión en la cual una comunidad, estructura, servicio o áreas geográficas pueden ser dañados o alterados por el impacto de un peligro debido a la naturaleza de sus elementos componentes, resistencia, carácter de las construcciones, proximidad a un terreno peligroso, etcétera (ob. cit.).

Por último, la mitigación se refiere a todas las actividades que se realizan con anticipación a la producción de un desastre; incluye la preparación y medidas para reducir la vulnerabilidad ante los peligros o amenazas de toda índole (Coburn et al., 1991).

La ubicación del archipiélago cubano en la franja tropical del planeta y su configuración larga y estrecha favorece la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos que provocan *inundaciones costeras*, que pueden extenderse por las costas de los 4 000 cayos e islotas y por los 5 750 km de costas en tierra firme. Este tipo de inundación puede ocurrir de la tierra al mar provocada por fuertes precipitaciones o del mar hacia la tierra, y consiste en un fuerte flujo de agua que se agrava por las deficiencias de drenaje natural, la deforestación, la presencia de terrenos bajos y la ausencia, insuficiencia u obstrucción de los drenajes de las zonas urbanas, entre otros aspectos. Estas inundaciones acarrearán la pérdida de infraestructura técnica, instalaciones portuarias, desplazamien-



to de asentamientos y daños a las playas y a la formación manglar, esto último con consecuencias en los recursos pesqueros y sus funciones como protector de la línea de costa.

Como *zona costera* se define “la franja marítimo-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera, mediante procesos naturales. En la misma se desarrollan formas exclusivas de ecosistemas frágiles y se manifiestan relaciones particulares económicas, sociales y culturales” (Decreto-Ley 212, 2000). Su ancho es variado y depende de las características propias de la costa y los objetivos de conservación y mejoramiento conforme a la política integral de desarrollo sostenible trazada por el país. Atendiendo a lo expuesto y en el caso que se estudia puede diferenciarse dos subzonas, una que se corresponde con los primeros 1 000 m, considerada de máximo impacto debido a un ascenso súbito del nivel del mar, y otra delimitada por el intervalo altimétrico de máximo peligro de producción de una inundación costera, que puede alcanzar en zonas bajas la cota de 5m de altura, distante 5 000 m de la línea de costa (Pérez y Lezcano, 1993). Esta definición se apoya en el comportamiento de las series cronológicas sobre eventos meteorológicos del Instituto de Meteorología (INSMET), que evidencian para el país la producción de las penetraciones del mar en costas bajas pantanosas, entre 0 y 12 km.

## **2. Peligros hidrometeorológicos que provocan inundaciones costeras por penetraciones del mar**

Los peligros naturales de índole hidrometeorológicos, que provocan inundaciones por penetraciones del mar en zonas bajas, se relacionan con los *ciclones tropicales*, los cuales van acompañados de fuertes vientos, lluvias intensas, oleaje y la surgencia, los *frentes fríos* y *vientos de región sur*.

Entre los peligros hidrometeorológicos, los *ciclones tropicales* causan el mayor número de víctimas humanas, para muchos especialistas la *surgencia* resulta el efecto más destructivo de los mismos, y provoca alrededor del 90 % de las pérdidas materiales y nueve de cada diez víctimas (IWTC-I, 1985). Se define la surgencia como

“la elevación anormal y temporal del nivel del mar sobre la marea astronómica pronosticada, causada por la tensión provocada por los fuertes vientos y, en menor grado por la caída de la presión atmosférica al paso de un ciclón tropical”.

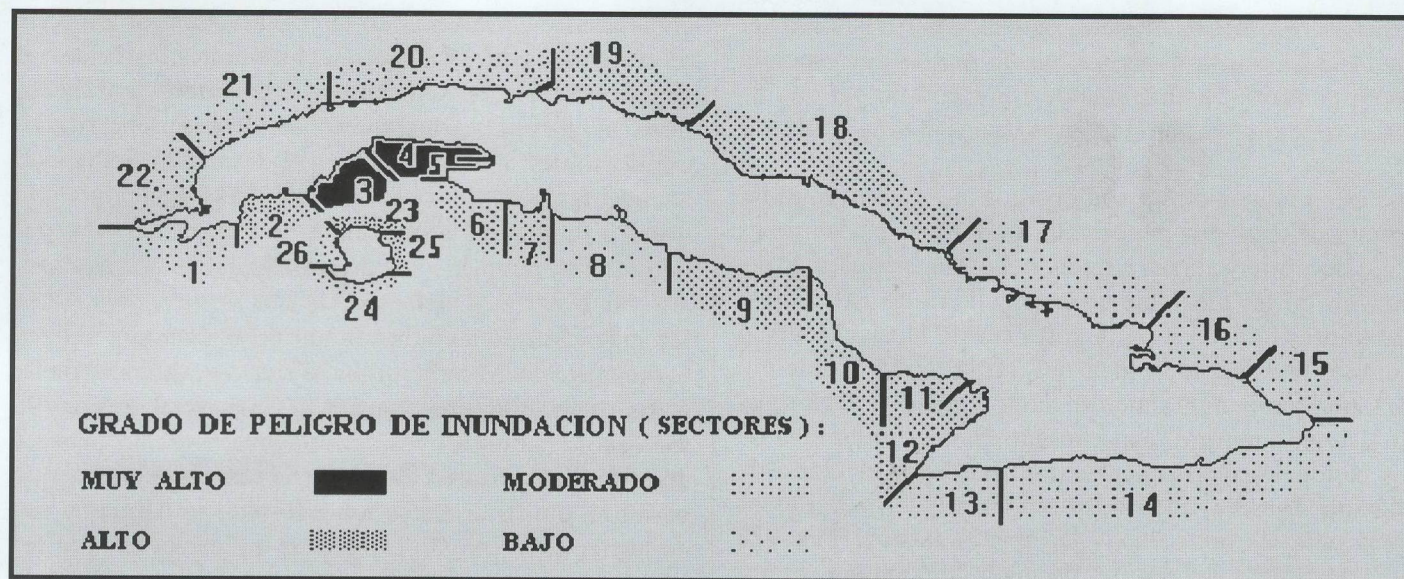
Los ejemplos más significativos de desastres por penetraciones del mar en Cuba se relacionan con la surgencia asociada a los ciclones tropicales, y entre los casos más representativos se encuentran: en el año 1932, la muerte de más de 3 000 personas y la destrucción total del asentamiento de Santa Cruz del Sur en la costa sur de la región central; en 1926, 1933 y 1944, cuantiosos daños en la región suroccidental del país; y en 1985, la surgencia del huracán Kate que afectó la costa norte de la provincia de Villa Clara en la región central y produjo penetraciones del mar hasta 4 km en tierra.

Entre 1799 y 1998, 103 huracanes cruzaron sobre Cuba o lo suficientemente cerca para sentir sus efectos; los meses más activos son septiembre y octubre, y la frecuencia de afectación por regiones del país refleja a occidente como la más azotada, dentro de la que se destacan las provincias de Pinar del Río, La Habana e Isla de La Juventud (Pérez Suárez et. al., 2000).

Tomando en consideración los desastres vinculados a la surgencia en el pasado siglo y basado en criterios de la ob. cit. que refleja la tendencia al incremento de la actividad ciclónica sobre Cuba a niveles como los observados en los años 1940-1970, resulta de suma importancia la elaboración del *mapa de peligro por surgencia* como un instrumento para la mitigación mediante el ordenamiento territorial adecuado de los territorios expuestos a diversos grados de intensidad.

En la evaluación del peligro por este concepto se consideran los modelos matemáticos confeccionados por Pérez Parrado y García, 1998, que sirvieron de cálculo para la altura de la surgencia y su perfil sobre la línea de la costa, el análisis de los registros históricos formales e informales, la interpretación de mapas de topografía, batimetría, hidrología, geomorfología..., que han permitido distinguir 26 sectores de costas (ver mapa) y que reflejan diversos niveles cualitativos del peligro. Para cada sector se ha calculado el período de retorno para 7





Fuente: INSMET - IPF.

cotas altimétricas, (0,5 y 5,0 m), información básica para efectuar cualquier consideración en términos de aseguramiento de instalaciones, nuevas inversiones, cultivos, etcétera.

La tabla 1 refleja los sectores y municipios interesados por diversos grados de peligro, además identifica los intervalos de períodos de retornos determinados para surgencias de 0,5 m de altura sobre el nivel del mar, el más significativo de los impactos esperados.

El mapa se ha perfeccionado en tramos de peligro alto en el norte y sur de la región central del país, lo que constituye un importante instrumento para la labor de planeamiento al establecerse períodos de retorno para distintas alturas de inundación del mar, en la situación actual, además se determinó la posibilidad de ocurrencia de una surgencia con una altura de inundación de 2,5 m similar a la provocada por el huracán Kate en el norte de la provincia de Villa Clara para los sectores 18 y 19 con períodos de retorno de 1/68 y 1/45 casos/año

**Tabla 1. Distribución de los municipios y sectores costeros, según grados de peligro por surgencia.**

Grado de peligro	Número de sectores costeros	Número de municipios <sup>1</sup>	Períodos de retorno (casos/año) h 0,5 m
Muy alto	3	15	1/5 – 1/8
Alto	10	40	1/7 – 1/14
Moderado	7	19	1/8 – 1/22
Bajo	6	24	1/14 – 1/24

<sup>1</sup> El 88 % de los 169 municipios del país son costeros.



respectivamente, igualmente se evaluó la situación dada en 1932 en Santa Cruz del Sur, la que se corresponde con una altura de surgencia de 7 m y con un período de retorno de una vez en 333 años (Salas et. al., 2001).

Los *vientos de región sur* son eventos que causan inundaciones costeras por penetraciones del mar en las zonas bajas con intensidades y frecuencias durante el año que inciden en las afectaciones a la calidad de vida de los habitantes radicados en la costa sur de la isla. Ocurren durante la temporada invernal, en la mitad occidental de Cuba fundamentalmente, aunque pueden llegar hasta la región central; son causados por la influencia de los ciclones extratropicales a su paso por el Golfo de México. Estudios realizados por Rodríguez y Ballester, 1985 para las temporadas 1916-1917 hasta 1977-1978 registran 349 sures con un promedio de cinco por temporada; el mes de mayor frecuencia es marzo, seguido por febrero y abril, mientras que el rumbo sur ha sido de mayor frecuencia.

Cada año se originan como promedio 19,8 *frentes fríos* por temporada; su variabilidad oscila en una temporada entre 11 y 35, mientras que para un mes es de 0 a 9 y en presencia del evento ENOS su comportamiento se incrementa. Según se desplazan sobre Cuba, hacia el este, la afectación disminuye y se hace inferior en las provincias Santiago de Cuba y Guantánamo (González, C., 1999).

Entre las penetraciones del mar asociadas a bajas extratropicales tenemos las ocurridas en forma reiterada en la costa norte de ciudad de La Habana, donde se destaca la llamada Tormenta del Siglo en marzo de 1993, que ocasionó pérdidas económicas estimadas en 1 000 M de pesos. En la ciudad de Baracoa, costa norte de la provincia de Guantánamo en la región oriental, desde el siglo XIX se tiene referencias de la ocurrencia de inundaciones costeras por penetraciones del mar, debido a la influencia de intensos anticiclones; en ello incide su localización geográfica, la configuración del litoral y la escasa plataforma insular.

### 3. Medidas de mitigación de las inundaciones costeras por penetraciones del mar

La importancia de mitigar las inundaciones costeras por penetraciones del mar se relaciona con el papel que des-

empeña este ecosistema en la conservación de especies de la fauna y la flora, el paisaje, los valores históricos, el desarrollo del turismo de naturaleza, las actividades económicas, agropecuarias, forestales, de pesca, portuarias e industriales; pero, sin dudas, el desarrollo del *hábitat humano* requiere de un tratamiento más específico, con vistas a proteger a la población y su medio ante las penetraciones del mar y los desastres que las acompañan.

La aplicación de medidas de mitigación requiere el conocimiento de las características físico-geográficas de las áreas afectables, los aspectos relativos al desarrollo socioeconómico y los períodos de retorno de los eventos meteorológicos que ocasionan las inundaciones, que permiten emitir criterios sobre formas de hábitat y uso de la tierra, y con ello establecer indicaciones para regular el uso y manejo de los territorios bajo riesgo de inundaciones costeras por penetraciones del mar.

Las regulaciones son casuísticas en función de las características de los territorios, pero entre las medidas más factibles están evitar el uso de las zonas bajo peligro, el traslado paulatino de las actividades económicas y del hábitat a áreas más seguras, la aplicación de regulaciones urbanísticas y de construcción, como la prohibición de ampliación y remodelación de viviendas y otras construcciones, dirección de nuevas edificaciones hacia zonas sin riesgo, incluso dentro del asentamiento afectable.

Otras medidas de planeamiento son la disminución de la densidad de población y la limitación de las construcciones dentro de zonas de una ciudad o región bajo riesgo, que se alcanzan desconcentrando actividades mediante la aplicación de regulaciones, como el límite de altura de las edificaciones, diseños de calles anchas, espacios abiertos, uso en áreas verdes, cambio de uso de los locales, con el fin de facilitar el drenaje natural del territorio y de la ciudad en su conjunto.

La protección de las costas puede realizarse mediante la construcción de diques emergidos o sumergidos, espigones, etcétera, que logran modificar y encausar la energía desarrollada por el tren de olas que arriba a las costas. Estas obras de ingeniería en general dependen de proyectos de alto costo de ejecución y tienen el propósito de proteger el litoral, formar playas, estable-



cer y explotar franjas de uso público, en ocasiones sólo se han logrado resultados parciales a los efectos de las penetraciones del mar y en oportunidades implican modificaciones en la línea del litoral y variaciones estéticas del paisaje, entre otras, que exigen ser evaluadas detalladamente, tanto en lo económico, lo social, como en lo ambiental antes de decidir su implementación.

Otras medidas son el acomodamiento de las viviendas, que propicie la adaptación in situ, como la reconstrucción de inmuebles sobre terrazas de altura superior al índice de peligro de ascenso del nivel del mar esperado o en palafíticos, comúnmente llamados pilotes, métodos que reducen la vulnerabilidad y garantizan a su vez la remodelación de los poblados.

#### **4. Experiencia cubana en el campo de las medidas de mitigación ante las inundaciones costeras**

El ejemplo más técnico en la formulación de medidas y regulaciones para disminuir el efecto de las penetraciones del mar en Cuba, se da en los estudios y proyectos elaborados en torno al Malecón habanero, que se integran al Plan de ordenamiento de la ciudad y fueron aprobados por el Consejo de la Administración de la ciudad de La Habana en el año 1995. Se establecen a partir de normas, disposiciones y acciones a cumplimentar con tres objetivos básicos: *organizar, estructurar y reglamentar* las acciones constructivas, el empleo de las áreas y espacios públicos de forma tal que se minimicen los efectos de las penetraciones del mar.

Las regulaciones urbanísticas se implementan de forma paulatina en dos sectores identificados dentro de la ciudad como de mayor peligro, vulnerabilidad y riesgo ante las penetraciones del mar, y comprende medidas para la disminución de daños a las instalaciones y viviendas existentes, y las nuevas inversiones en fase de aprobación y ejecución.

El cumplimiento de este cuerpo regulador, aunque posee carácter de obligatoriedad, presenta algunos obstáculos para su implementación definitiva por el alto costo de ejecución, así como algunos aspectos estético-paisajísticos y de funcionalidad vial no resueltos en las

distintas alternativas. En la actualidad se ejecutan medidas locales, como obras de protección.

Existen otras medidas o regulaciones urbanísticas aplicadas en el resto del país, como el traslado de asentamientos en la costa norte de Villa Clara hacia zonas seguras pero distantes de la costa, tras la surgencia del huracán Kate en 1985, medida que no contó con el estudio del retorno del evento meteorológico y un trabajo participativo adecuado en la toma de decisiones y que se revirtió en el regreso de parte de la población a su lugar de origen, la costa.

Ejemplos de acomodamiento en forma de terrazas se aprecian en la costa sur de la región occidental en los asentamientos La Coloma, tras el efecto devastador del huracán Gilbert en septiembre de 1987, y en Surgidero de Batabanó, expuesto a reiteradas penetraciones del mar durante el año y donde además se realiza un importante programa de drenaje.

Tomando en consideración las frecuentes inundaciones y el fuerte retroceso de la línea de costa en el orden de los 2-3 m/año en el sur de la provincia de La Habana, donde el peligro está valorado de muy alto, y unido a la vulnerabilidad que presenta este litoral, se establecen regulaciones para el manejo de este territorio por acuerdo No. 143 de 1998 del Consejo de la Administración de la provincia de La Habana. Agravado por la situación que presenta esta costa y después de los daños materiales ocasionados por la surgencia de la tormenta tropical Irene en 1999 y ante el inminente riesgo de desastre se reinicia la reubicación del asentamiento rural Playa del Rosario, que se había detenido por problemas económicos.

Las experiencias obtenidas sobre la mitigación, en el caso de las penetraciones del mar, conllevan a un denominador común, que ninguna medida que se tome debe realizarse sin la consulta previa de los estudios de frecuencia de ocurrencia e intensidad del fenómeno, el peligro, la vulnerabilidad y los riesgos territoriales, y la imprescindible participación comunitaria en la toma de decisión e implementación de las mismas.



## 5. Estrategias de respuestas para la mitigación de las inundaciones por penetraciones del mar

El ecosistema costero es uno de los más sensibles y representa el 5 % del área total del país; en la zona costera de estudio se estiman 250 km urbanizados a lo largo del litoral, donde se localiza la capital del país y 244 asentamientos, de los cuales 63 son urbanos y 181 rurales, que concentran una población de 1,4 millones de habitantes, 588 km de playas, 42 mil ha de cultivos y 620 mil ha de forestales y pastos con un predominio de la formación vegetal de manglar. Todos son elementos con diferentes grados de riesgo que requieren estrategias de respuesta para mitigar el efecto de las inundaciones costeras; en este estudio se centra la atención en los asentamientos humanos.

Las medidas más difundidas son aquellas encaminadas a modificar la susceptibilidad a los daños, que intentan así reducir las pérdidas generadas por el desastre, y es ahí donde la Planificación Física se responsabiliza mediante el ordenamiento territorial integrado, aportando con sus diversas escalas de trabajo la imagen cada vez más precisa de las acciones, medidas e intervenciones de carácter urbanístico, regional o local que son imprescindibles de acometer, garantizando la vinculación entre el proceso inversionista que se ejecuta en el país a las exigencias que se desprenden de los estudios para las costas.

Las infraestructuras urbanas en el proceso de preparación ante las penetraciones del mar en los asentamientos requieren de la confección de un programa de restauración, conservación y mantenimiento de las redes, entre ellas las de acueducto, alcantarillado y drenaje pluvial existentes, incapaces en general de protegerlos de las inundaciones. Debe hacerse énfasis en la creación o completamiento de la red de alcantarillado de los asentamientos costeros que está prácticamente ausente o sirve a un número reducido de sus habitantes, debido a que su implementación depende en parte de la magnitud de los daños en la actualidad y en la perspectiva.

La accesibilidad es imprescindible, pues representa el vínculo población-evacuación para casos de desastres y requiere invertir en el mantenimiento y (o) la recuperación del estado de las vías de acceso a

los asentamientos y en los lugares donde radica la población dispersa.<sup>2</sup>

### La ciudad de La Habana

El caso más significativo del país en cuanto a la combinación peligro, vulnerabilidad y riesgo por las penetraciones del mar lo constituye el Malecón de la ciudad de La Habana, donde los elementos en riesgo son de gran magnitud y representan 45 800 habitantes y 12 041 viviendas, 52 ha se consideran de inundación peligrosa y 183 ha como áreas de influencia, según datos de la Dirección de Planificación Física de la ciudad de La Habana de 1996.

Paralelo a la elaboración de estudios de proyectos para la protección de tipo ingeniero en tramos de esta costa, se analiza el relieve, el sistema de drenaje existente, las características de las construcciones e inmobiliaria, que permiten establecer con precisión las *zonas especiales de restricciones primarias y secundarias*; éstas constituyen zonas diferenciadas en el marco del Plan de ordenamiento de la ciudad, que dispone de *regulaciones urbanísticas* especialmente elaboradas a estos fines y que sirven para orientar e implementar las nuevas inversiones en este segmento urbanizado, así como la adecuación de las edificaciones e infraestructuras existentes.

Ejemplos similares podrían propiciarse para ser aplicados en otras ciudades del país que así lo precisen.

### El resto de los asentamientos costeros del país

Los 244 asentamientos costeros concentran una población de 1 464 054 habitantes, según estimados del Instituto de Planificación Física, 1995, que representa aproximadamente el 13 % del país. Hasta el cierre del año 1999, 53 asentamientos habían reportado penetraciones del mar por diversos peligros, fundamentalmente por surgencia. Del estudio del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo en cada uno de los asentamientos (Pérez y Rodríguez, 1998) se desprende la necesidad de medidas de mitigación en 107 asentamientos urbanos o rurales y el orden de aplicación de las mismas (Rodríguez, 1998). La tabla 2 resume el orden de prioridad para la toma de medidas e incluye para cada categoría, datos sobre tipología urbana o rural, número de habitantes, por ciento de población afectable ante una inundación hasta la cota de 1 m y el reporte histórico en algún instante de penetraciones del mar.

<sup>2</sup> La población dispersa en la zona costera es de 2 974 habitantes (estimado IPF, 1994).



Tabla 2. Prioridades de medidas a aplicar por asentamientos poblacionales

Prioridad	Número de asentamientos	Urbanos	Rurales	Población total	Por ciento de población 1 m	Reporte de inundación
I	9	5	4	15 219	66,0	9
II	9	8	1	167 095	11,0	9
III	27	15	12	372 942	36,0	27
IV	62	15	47	619 482	1,2	3
Totales	107	43	64	1 174 738	-	48

La *prioridad I*, catalogada como muy alta, agrupa asentamientos localizados en zonas muy bajas de la costa sur occidental y central tradicionalmente sometidos a las penetraciones del mar, que presentan peligro muy alto, como son los asentamientos del sur de la provincia de La Habana y alto como La Coloma y Tunas de Zaza. Se recomienda el acomodo de las viviendas y demás instalaciones mediante pilotes, terrazas, construcción de áticos en las viviendas y la reubicación local hacia zonas más seguras dentro del propio asentamiento, exceptuando el del Rosario donde se recomienda la retirada.

La *prioridad II*, valorada como *alta*, incluye aquellos que están localizados en zonas bajas que han sufrido inundaciones costeras; comprende asentamientos del norte de Villa Clara, donde se han aplicado las medidas de retirada y congelamiento de las construcciones; sin embargo, este estudio y otros más detallados que se hagan de ese territorio permitirán determinar conjuntamente con la población residente y la Defensa Civil, la racionalidad de la continuidad de esta medida o la necesidad de implantar otras más afines al comportamiento de los estudios de peligro por surgencias de ciclones tropicales.

También se incluyen Caibarién, Santa Cruz del Sur y Baracoa, donde se propone la reubicación local de la población, al tratarse de asentamientos urbanos y en algunos casos de ciudades donde las regulaciones urbanísticas desempeñan un papel fundamental en la reducción de los riesgos por inundación.

La *prioridad III*, catalogada como *media*, se recomienda aplicar en 27 asentamientos que también han reportado inundaciones, coincidiendo con zonas de *peligro alto y moderado*.

Se sugiere en este caso el congelamiento del desarrollo en aquellos asentamientos rurales menores de 200 habitantes sin una base económica determinada, no propiciar la ejecución de nuevas viviendas y mantener sólo su crecimiento natural, con vistas a lograr paulatinamente su desaparición. En el caso de las playas para el uso local, prohibir en ellas la construcción de viviendas para residir de modo permanente.

La *prioridad IV*, valorada como *baja*, agrupa asentamientos que si bien no reportan inundaciones, éstas no se excluyen, pues presentan riesgo de penetración del mar por encontrarse en zonas bajas con peligro alto y moderado. Las medidas de ordenamiento territorial deben aplicarse paulatinamente y por el momento no se requiere la reubicación y el acomodamiento de las viviendas y otras instalaciones.

Por último, 137 de los asentamientos que abarcó el estudio no requieren en la actualidad de medidas por encontrarse en costas altas y con bajo riesgo de inundaciones costeras.

En la tabla 3 se expresa la tipología de intervención ante las penetraciones del mar en asentamientos costeros; en la situación económica actual que vive el país, son limitadas las propuestas de medidas de protección dependientes de obras ingenieras y reubicación total de los



Tabla 3. Tipología de intervención ante las penetraciones del mar en asentamientos humanos

Asentamientos	Reubicación local	Estrategia de respuesta				Congelar	Retirada	Total
		Protección playa	Acomodo	Acomodo-protección	Acomodo-reubicación			
Urbano	8	3	10	6	10	2	4	43
Rural	7	1	36	2	6	11	1	64
Total	15	4	46	8	16	13	5	107

asentamientos por su costo, de aquí la importancia de identificar las de índole organizativas de los territorios, por ser más viables.

Con respecto a la tipología de intervención en esta primera propuesta para el país es más significativo el acomodamiento, seguido del acomodamiento-reubicación en áreas del propio asentamiento (16). La reubicación en la propia localidad se propone en 15 casos, entre ellos: Pílon, Surgidero de Batabanó, Cajío, Matanzas, Cárdenas y Casilda, mientras congelar el crecimiento se recomienda en asentamientos rurales fundamentalmente vinculados a playas. Otras medidas como la retirada se propone en 5, en 4 la decisión fue tomada con anterioridad a esta investigación, tal es el caso de Isabela de Sagua y La Panchita, mientras el acomodamiento-protección se

recomienda para asentamientos urbanos, entre los que se encuentran: Caibarién, Cienfuegos y Baracoa.

De este modo se ha arribado a actuaciones de carácter preventivo, que constituyen el núcleo central de toda estrategia, a la que debe unirse la planificación de las medidas de emergencia. En todo caso el papel del ordenamiento urbano de los sectores costeros constituye un primer nivel a lo que podrá unirse el análisis de costo de las medidas de reducción de desastres para la plena identificación final de la solución más apropiada, la toma de decisiones y la implementación práctica de las mismas.

### Conclusiones

La región occidental del país es la más expuesta a las inundaciones costeras por penetraciones del mar, debi-

### Bibliografía

COBURN, A. W., R. SPENCE y A. POMONIS, 1991: *Vulnerabilidad y evaluación de riesgo. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres*. PNUD/UNDRO. 1ra. Edición. p. 61.

\_\_\_\_\_, 1991: *Mitigación de desastres. Programa de entrenamiento para el manejo de desastres*. PNUD/UNDRO. 1ra. Edición. p. 55.

Decreto-Ley 212 del 2000: *Gestión de la zona costera*.

GONZÁLEZ, C., 1999: *Climatología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde 1916-1917 hasta 1996-1997*. Revista Cubana de Meteorología. Vol. 6, No. 1, pp. 15-19.

IWTC-I, 1985: *Primer Taller Internacional sobre ciclones tropicales*, Bangkok.

PÉREZ, A. L. y C. RODRÍGUEZ, 1998: *Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por inundaciones costeras*. En: Proyecto PNUD Cuba/94/003. *Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva*. Cap. 2, pp. 103-124. La Habana, Cuba.

PÉREZ, S. R., R. VEGA y M. LIMIA, 2000: *Cronología de los ciclones tropicales de Cuba*. En: *Informe científico del proyecto, su vulnerabilidad y su posible vinculación con los cambios globales*. Cap.3, p. 16, INSMET, La Habana, Cuba (inédito).

PÉREZ, A. L. y J. LEZCANO, 1993: *Guía metodológica para la determinación del mapa de riesgo por penetraciones del mar*. p. 15, IFF-INSMET.

PÉREZ PARRADO, R. y O. GARCÍA, 1998: *Modelo de pronóstico para determinar la elevación del nivel del mar por la acción de un ciclón tropical*. En: Proyecto PNUD Cuba/94/003. *Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva*. Cap. 1, pp.19-45. La Habana, Cuba.

RODRÍGUEZ, C., 1998: *El ordenamiento territorial de zonas costeras*. Tesis de maestría. IPF, La Habana, Cuba.

RODRÍGUEZ, R. y M. BALLESTER, 1985: *Cronología de los sures que han afectado a la mitad occidental de Cuba desde la temporada de 1916-1917 hasta la de 1977-1978*. Reporte de Investigación. No. 10. INSMET.

SALAS, I., C. RODRÍGUEZ y A. L. PÉREZ, 1998: *Elaboración del mapa de peligro por surgencias de ciclones tropicales*. En: Proyecto PNUD Cuba/94/003. *Desarrollo de las técnicas de predicción de las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva*. Cap. 2, pp. 93-102. La Habana, Cuba.

SALAS, I., R. PÉREZ PARRADO y O. GARCÍA, 2001: *Ascenso del nivel del mar por surgencia de ciclones tropicales en dos regiones del país*. En: Proyecto 01304089. *Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambios globales*. Cap. 4, Vol. 2, pp. 231-240.





Playa Guanímar. Marca de la altura de las reiteradas inundaciones por penetraciones del mar en una vivienda biplanta. (Foto Archivo IPF).

do a la mayor incidencia de ciclones tropicales, vientos de región sur, bajas extratropicales y frentes fríos.

Este tipo de análisis brinda criterios a la Defensa Civil a los efectos de ejecutar evacuaciones de la población y bienes en general, acordes con la intensidad y periodicidad con que se producirán las penetraciones del mar y la vulnerabilidad de las costas. Además, resultan materiales idóneos para los tomadores de decisiones encargados de la mitigación o recuperación de zonas costeras por eventos meteorológicos severos, a la vez que la población encuentra aquí las herramientas imprescindibles para participar en el proceso de discusión e implementación de las propuestas de mitigación.

Resulta evidente que el manejo de los desastres gana notablemente en eficiencia, cuando se asocia al resultado del ordenamiento territorial y el urbanismo; a pesar de los progresos alcanzados, se impone continuar trabajan-



Playa Caimito. Acumulación de más de 3000 m<sup>3</sup> de arena provocada por la surgencia de la tormenta tropical Irene. (Foto archivo IPF).

do con vistas a elevar la efectividad del planeamiento físico, en aras de reducir la vulnerabilidad del territorio.

En este sentido, los resultados alcanzados en materia de peligro, vulnerabilidad y riesgos por penetraciones del mar deben ser incorporados en la elaboración de los *Planes Generales de Ordenamiento Territorial de municipios* y



Playa del Rosario. Acumulación de toneladas de rocas provocada por la surgencia de la tormenta tropical Irene el 14 de octubre de 1999. (Foto archivo IPF).



Playa Caimito, 19 de octubre de 1999. Comprobación del pronóstico de surgencia de la tormenta tropical Irene y valoración de las afectaciones por parte de especialistas de los Institutos de Meteorología y de Planificación Física, la Defensa Civil, el Gobierno, la población y líderes de la localidad. (Foto archivo IPF).

asentamientos, como forma de minimizar los riesgos, al contar con la posibilidad de alternativas de distribución de la población, de actividades productivas y los servicios, y a su vez de establecer los costos para reducir la magnitud de los desastres naturales, participar en la elaboración del cuerpo de regulaciones urbanísticas que contribuyan a mitigar el efecto de las inundaciones y de intervenir en la conformación del cuerpo legal que minimice la gravedad y exposición a estos eventos. ■