

Capítulo 2

Estudio del peligro, la vulnerabilidad y el
riesgo de penetraciones del mar en las
zonas costeras de Cuba

CAPITULO 2

ESTUDIO DEL PELIGRO, LA VULNERABILIDAD Y EL RIESGO DE PENETRACIONES DEL MAR EN LAS ZONAS COSTERAS DE CUBA

2.1 Elaboración del Mapa de Peligro por surgencias de ciclones tropicales

2.1.1 Introducción

Cuba por su posición geográfica se haya en ocasiones sometida a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos severos, tales como: los ciclones tropicales (CT), frentes fríos fuertes e intensas bajas extratropicales. Estos sistemas meteorológicos producen en nuestro país con cierta frecuencia inundaciones costeras, las cuales han sido reportadas por diferentes autores, entre ellos se tiene que Moreno y Salas, (1976) han señalado la ocurrencia de algunas inundaciones costeras devastadoras debido al fenómeno conocido como *surgencia*, el cual va asociado a los CT, pudiendo amplificarse su efecto por causas específicas de la plataforma insular o región costera por donde el CT penetra en tierra (Pérez Parrado et al, 1995).

Cabe recordar que 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, debido al paso de un CT.

En la altura que alcanza la *surgencia* y en la extensión de las inundaciones tierra adentro, desempeñan un papel fundamental: el tamaño, velocidad de traslación, tiempo sobre la plataforma, ángulo de incidencia entre el CT y la costa, viento máximo, radio y presión mínima central del CT, además la batimetría, la topografía, el tipo de suelo, la elevación y configuración de la costa, construcciones y edificaciones en el litoral, estado del drenaje, vegetación existente, etc.

El término *surgencia* está íntimamente relacionado con el término *Marea de Tormenta*, y como se estableció anteriormente la relación puede representarse de la siguiente forma:

$$\text{Marea de Tormenta} = \text{Surgencia} + \text{Marea Astronómica}$$

Surgencias devastadoras han ocurrido en Cuba en varias oportunidades, sobresaliendo las asociadas con el huracán de Santa Cruz del Sur (noviembre de 1932) y la ocurrida en el Golfo de Hatabanó en octubre de 1944, donde el agua penetró 12 km tierra adentro por el asentamiento costero de Guanimar (Moreno y Salas, 1970).

2.1.2 Método de cálculo y bases de datos

Para realizar este estudio se tomó como base el Mapa de Peligro de Inundaciones Costeras a partir de eventos meteorológicos severos y la pendiente costera (Lezcano y Pérez Hernández, 1992) (Figura 2.1.1), dicho mapa fue confeccionado en forma preliminar a este estudio debido a la necesidad de ejecutar un proceso metodológico, del cual emanarían las instrucciones necesarias para ejecutar el Mapa de Riesgo por Inundaciones Costeras en el Sistema de la Planificación Física a los niveles municipales y provinciales.

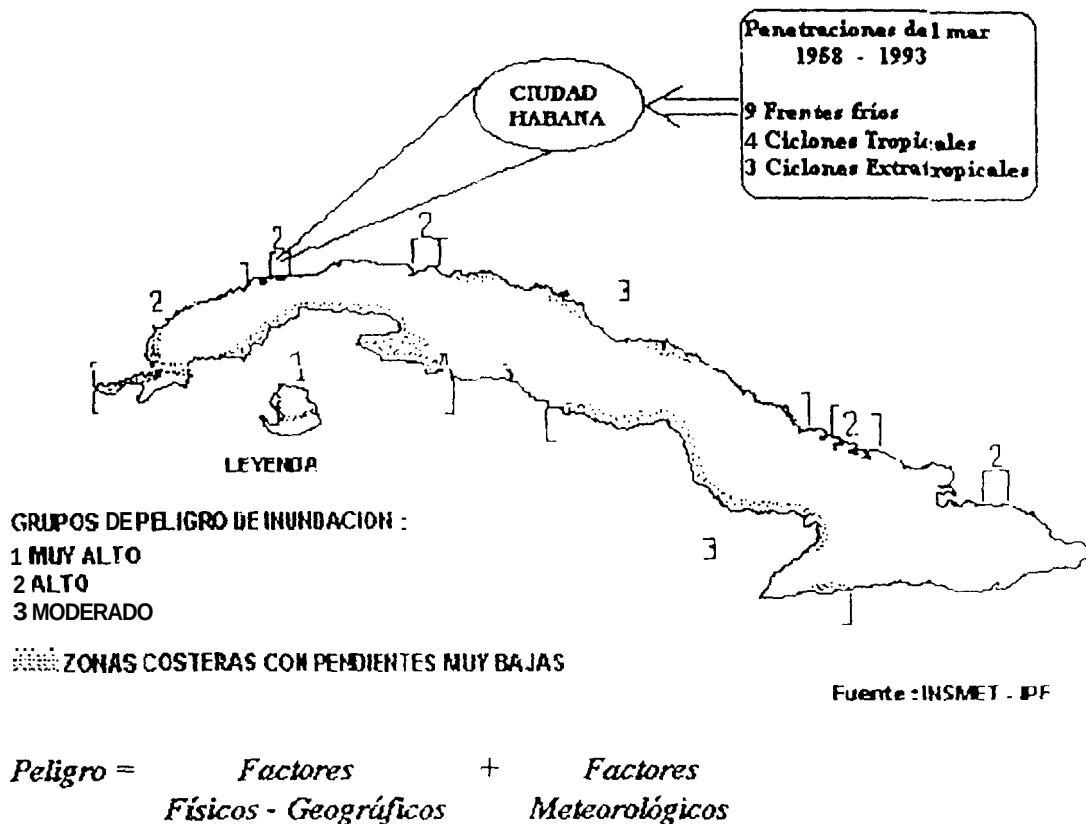


Figura 2.1.1 Mapa de peligro de inundaciones costeras a partir de la incidencia de eventos meteorológicos y de la pendiente costera

El Sistema de Información Estadístico (García y Beauballet, 1992) del Instituto de Meteorología, fue utilizado para extraer la base de datos sobre los CT necesaria para efectuar los cálculos de la sobre elevación del nivel del mar debido a la Surgencia provocada por estos organismos.

La Surgencia en aguas profundas responde principalmente al efecto de barómetro invertido (ascenso del nivel del mar por la caída de la presión; aproximadamente un centímetro por cada hPa de descenso de la presión atmosférica) y es de relativa poca importancia en estas aguas profundas, pero al avanzar el CT sobre regiones donde la profundidad de las aguas es menor a 200 m los efectos dinámicos amplifican la misma pudiendo ocasionar grandes daños cuando llega al litoral y penetra tierra adentro.

Los modelos matemáticos confeccionados por Pérez Parrado y García (1994) y García y Pérez Parrado (1996) fueron utilizados para calcular la altura de la Surgencia y su perfil sobre la línea de la costa, los resultados de estos cálculos y las cotas de inundación aparecen recogidos en (Pérez Parrado et. al., 1995).

2.1.3 Análisis físico - geográfico

La evaluación del peligro o amenaza comprende el análisis de los registros históricos formales e informales y la interpretación calificada de los mapas existentes tales como: topográficos, hidrológicos, geomorfológicos, etc.

Se efectuó un estudio físico - geográfico de la zona costera de Cuba y la Isla de la Juventud, a partir del cual se tomaron 26 sectores costeros (Figura 1.1.16) cada uno de los cuales contiene características similares y a la vez responden a las necesidades del trabajo que posteriormente se realizaría, el *Mapa de Riesgo por Inundaciones Costeras*.

Después de efectuar un riguroso análisis de la pendiente costera y de los intereses económicos involucrados a lo largo del litoral se determinaron las siguientes cotas de trabajo :

Cotas de trabajo (m)

0,5
1,0
2,0
2,5
3,0
4,0
5,0

Se define como *peligro* la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dañino en un determinado tiempo y espacio (LJNDKO, 1991). En el caso que se estudia el *peligro* viene dado por una combinación de los *factores físico - geográficos* y *meteorológicos* (UNDRO, 1991); específicamente los factores físicos - geográficos son la morfología de la costa (tipo de costa y pendiente costera) y la batimetría de la plataforma insular, por lo que el *peligro* se podría representar por la siguiente expresión :

$$PELIGRO = SURGENCIA + [MORFOLOGIA DE LA COSTA + BATIMETRIA]$$

En este estudio el factor meteorológico es la surgencia mientras que los factores físicos-geográficos son la morfología de la costa y la batimetría

Para evaluar la componente del *peligro* dada por la *surgencia* se utilizaron los resultados obtenidos por Pérez Parrado et. al. (1995). estableciéndose el siguiente criterio:

- 1- **Muy significativa** : Donde la altura puede ser ≥ 5 m, mientras que la cota inferior de 0,5 m mantiene períodos de retorno bajos. entre 5-8 años.
- 2- **Significativa** : La altura puede ser ≥ 4 m < 5 m, mientras que en la cota de 0,5 m los períodos de retorno están entre 8-10 años.
- 3- **Medianamente significativa**: La altura puede ser ≥ 3 m < 4 m, manteniendo períodos de retorno no mayores de 19 años en la cota de 0,5 m.

4- Poco significativa: La altura puede ser: $\geq 0,5$ ni < 3 m, con períodos de retorno iguales o menores a los 25 años en la cota de 0,5 m.

Al analizar la morfología de las costas de Cuba mediante el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, (1989), se asumieron las cinco categorías según los grados de pendiente que se presentan a continuación:

Categorías	Grados
1- MUY BAJA	$< 0,5$
2- BAJA	0,5-1,0
3- MODERADA	1,0-3,0
4- ALTA	3.0-5,0
5- MUY ALTA	$> 5,0$

2.1.4 Resultados

Al combinar los factores meteorológicos con los físicos - geográficos para los 26 sectores costeros que se analizan en este estudio se obtuvo la valoración del *peligro*, quedando en la forma siguiente :

SECTOR 1

- La altura de la surgencia es poco significativa.
- Costa alta de terrazas aplanadas, abrasiva y aplanada abrasiva de fallas, la pendiente es baja.
- Plataforma insular estrecha desprovista de cayos, con escarpe en su borde.

VALORACION DEL PELIGRO : MODERADO

SECTOR 2

- La altura de la surgencia es Significativa
- Costa baja abrasiva - acumulativa y acumulativa con pequeños tramos abrasivos y acumulativos, la pendiente es muy baja
- Plataforma con poca profundidad conteniendo a la cayería de San Felipe que cubre parcialmente el sector.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTORES 3, 4, 5

- La altura de la surgencia es muy significativa, la más alta de los 26 sectores.
- Costa baja acumulativa con pequeños tramos abrasivos - acumulativos y acumulativos biogénicos, la pendiente es muy baja
- Estos sectores contienen la parte mas amplia de la plataforma insular cubana con poca profundidad. en ellos se encuentra el Golfo de Batabanó y la Ensenada de la Broa, la cayería está distante de la costa.

VALORACION DEL PELIGRO: MUY ALTO

SECTOR 6

- La altura de la surgencia es significativa
- Costa baja acumulativa de **manglar**, con pendiente muy baja.
- Plataforma amplia **que** contiene un entrante denominado Golfo de Cazon, escarpe en el borde de la plataforma y contiene la cayeria de Diego Pérez muy próxima a la costa, es poco profunda.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 7

- La altura de la surgencia es medianamente significativa.
- Costa baja acumulativa biogenica de manglar, presencia de un **carso** desnudo cubierto de un monte seco, **la** pendiente predominante es muy baja.
- Plataforma estrecha bordeada por un escarpe, el sector se encuentra abierto al mar profundo.

VALORACION DEL PELIGRO: MODEKADO

SECTOR 8

- La altura de la surgencia es poco significativa.
- Costa alta dentada, abrasiva y abrasiva - acumulativa en el tramo oeste al este del sector la costa es abrasiva acumulativa y dentada, abrasiva y erosiva tectónica, pendientes altas y muy altas con pequeños tramos con valores bajos.
- Plataforma estrecha, desprovista de cayos y barreras coraiinas, escarpe en su borde.

VALORACION DEL PELIGRO: RAJO

SECTOR 9

- Altura de la surgencia medianamente significativa
- Costa baja acumulativa biogénica de manglar, con tramos de costa deitaica y acumulativa y abrasivas - acumulativas, pendientes muy bajas.
- La Plataforma amplia que contiene parte del Golfo de **Ana** María, cayos y barreras coralina'; lejos de la costa, en sentido general tiene poca profundidad.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 10

- La altura de la surgencia es medianamente significativa.
- Costa baja acumulativa biogénica de manglar, contiene a parte del Golfo de Ana María siendo en general poco profundo, la pendiente es muy baja.
- Plataforma amplia que contiene la cayeria de los Jardines de la Reina y barreras coralinas, tiene poca profundidad.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 11

- La altura de la surgencia es medianamente significativa.
- La costa es baja acumulativa biogénica de manglar y acumulativa con un tramo acumulativo, la pendiente es muy baja.
- Plataforma amplia que contiene a parte del Golfo de Guacanayabo, con cayos y barreras coralinas, poca profundidad en sentido general

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 12

- La altura de la surgencia es medianamente significativa.
 - Costa predominante abrasiva - acumulativa con tramos deltaícos y acumulativos biogénicos de manglar, la pendiente costera es muy baja.
 - Plataforma amplia con cayos y barreras coralinas, poca profundidad en sentido general.
- VALORACION DEL PELIGRO: ALTO**

SECTOR 13

- Altura de la surgencia poco significativa.
 - Costa alta dentada, abrasiva y abrasiva-acumulativa en la zona de Pilón, terrazas aplanada abrasivas en el extremo oeste, la pendiente costera varia entre las categorías de muy baja a moderada.
 - Plataforma estrecha bordeada por un escarpe, carente de cayos y barreras coralinas.
- VALORACION DEL PELIGRO: BAJO**

SECTOR 14

- La altura de la surgencia es poco significativa.
 - La costa es alta dentada, abrasiva y erosiva tectónica con tramos en el extremo oeste de costas abrasivas - acumulativas, la pendiente costera varia entre alta y muy alta.
 - La plataforma es estrecha bordeada por un escarpe y no contiene cayos ni barreras coralinas.
- VALORACION DEL PELIGRO: BAJO**

SECTORES 15, 16, 17

- La altura de la surgencia es poco significativa.
 - Costa alta con tipología muy variada, dentada abrasiva y erosiva tectónica con tramos abrasivos acumulativos y erosivos acumulativos. la pendiente costera es muy variada fluctuando entre muy baja y muy alta.
 - Plataforma estrecha que contiene barreras de corales.
- VALORACION DEL PELIGRO: BAJO**

SECTORES 18, 19

- La altura de la surgencia es significativa.
 - La costa es abrasiva - acumulativa y acumulativa biogénica, con tramos deltaícos y acumulativos. las pendientes costeras se caracterizan por ser muy bajas.
 - Plataforma amplia y poco profunda, contiene cayos y barreras de corales.
- VALORACION DEL PELIGRO: ALTO**

SECTOR 20

- La altura de la surgencia es poco significativa.
 - Costa alta con terrazas aplanadas, abrasivas y abrasivas-acumulativas, tiene tramos acumulativos significativos, la pendiente costera va de muy baja a moderada.
 - La plataforma en algunos tramos es estrecha. ampliándose en algunos de ellos, contiene alguno: arrecifes coralinos.
- VALORACION DEL PELIGRO: MODERADO**

SECTORES 21, 22

- La altura de la surgencia es poco significativa.
- Costa baja acumulativa y acumulativa biogénica, con pendientes muy bajas.
- Plataforma con dimensiones medias, contiene cayos y barreras **coralinas**, es poco profunda.

VALORACION DEL PELIGRO: MODERADO

SECTOR 23

- La altura de la surgencia es medianamente significativa.
- Costa con una llanura baja acumulativa de laguna, con pendiente costera muy baja.
- Plataforma ancha con poca profundidad, bordeada por parte del archipiélago de los Canarreos, se encuentra en el Golfo de Batabanó.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 24

- Altura de la surgencia medianamente significativa.
- Costa alta dentada abrasiva y abrasiva - acumulativa, hacia el **este** contiene una llanura acumulativa con tramos abrasivos, la pendiente costera es muy baja.
- La plataforma hacia el oeste es estrecha y escarpada en su borde, se amplía hacia el este conteniendo **algunos** arrecifes coralinos próximos a la costa.

VALORACION DEL PELIGRO: MODERADO

SECTOR 25

- Altura de la surgencia muy significativa.
- Costa baja abrasiva y acumulativa de laguna con pendiente costera muy baja.
- La plataforma es ancha y poco profunda y contiene a parte del archipiélago de los Canarreos.

VALORACION DEL PELIGRO: ALTO

SECTOR 26

- La altura de la surgencia es significativa.
- Costa baja acumulativa de laguna y acumulativa biogénica, la pendiente costera es muy baja.
- La plataforma es ancha y poco profunda, contiene a la ensenada de la Siguanea.

VALORACION DEL PELIGRO: MODERADO

Producto de este análisis se obtuvo el *Mapa de Peligro por Surgencias de Ciclones Tropicales* por sectores costeros para Cuba y la Isla de la Juventud (Figura 2.1.3).

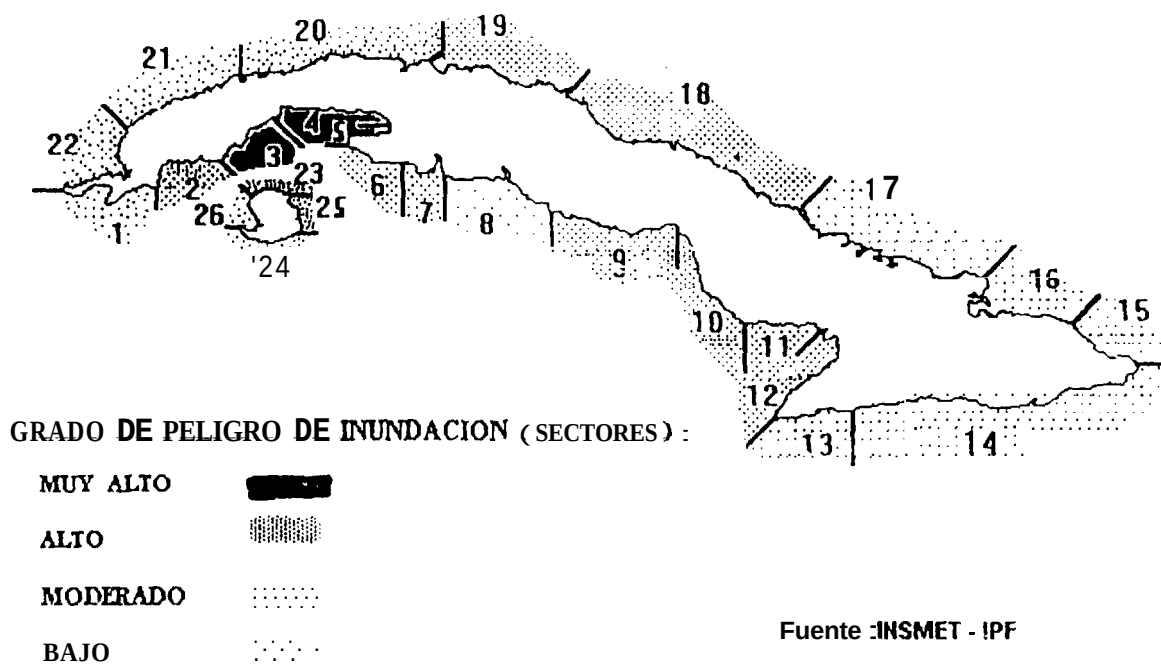


Figura 2.1.3 Mapa de peligro de surgencias de ciclones tropicales por sectores costeros

Como puede apreciarse en la Figura 2.1.3 existen diferentes sectores que presentan una valoración similar del **peligro**, luego para obtener una visión más general del **peligro** y de acuerdo a las necesidades del Instituto de Planificación Física se crearon zonas y subzonas que agrupan aquellos sectores con igual valoración del **peligro**, quedando cuatro zonas y cinco subzonas según el orden de gravedad del fenómeno (Figura 2.1.4):

- **Zona I** : Comprende los sectores con un grado de peligro **MUY ALTO** (Sectores 3, 4, 5)
- **Zona II** : Contiene cinco subzonas (IIa, IIb, IIc, IId, IId) que agrupan los sectores con un grado de peligro **ALTO** (Sectores 2, 6, 7, 10, 11, 12, 18, 19, 23, 25)
- **Zona III** : Abarca cuatro subzonas (IIIa, IIIb, IIIc, IIId) que contienen los sectores con un grado de peligro **MODERADO** (Sectores 1, 7, 20, 21, 22, 24, 26)
- **Zona IV** : Comprende tres subzonas (IVa, IVb, IVc) que abarcan a los sectores con un grado de peligro **BAJO** (Sectores 8, 13, 14, 15, 16, 17,)

Límites geográficos de las zonas y subzonas :

Zonas y subzonas Límites geográficos

I	Estero de los Caimanes - Punta Gorda
IIa	Cabo Francés - Estero de los Caimanes
IIb	Punta Gorda - Punta Macurijes
IIc	Punta María Aguilar - Cabo Cruz
IId	Punta Hicacos - Punta Piedras
IId	Punta Buenavista - Punta de Afueras - Punta del Este
IIIa	Cabo San Antonio - Cabo Francés
IIIb	Punta Macurijes - Punta Cazones
IIIc	Cabo San Antonio - Punta Hicacos
IIId	Punta del Este - Punta Francés - Punta Buenavista
IVa	Punta de Cazones - Punta María Aguilar
IVb	Cabo Cruz - Punta Maisí
IVc	Punta Müisí - Punta Piedras

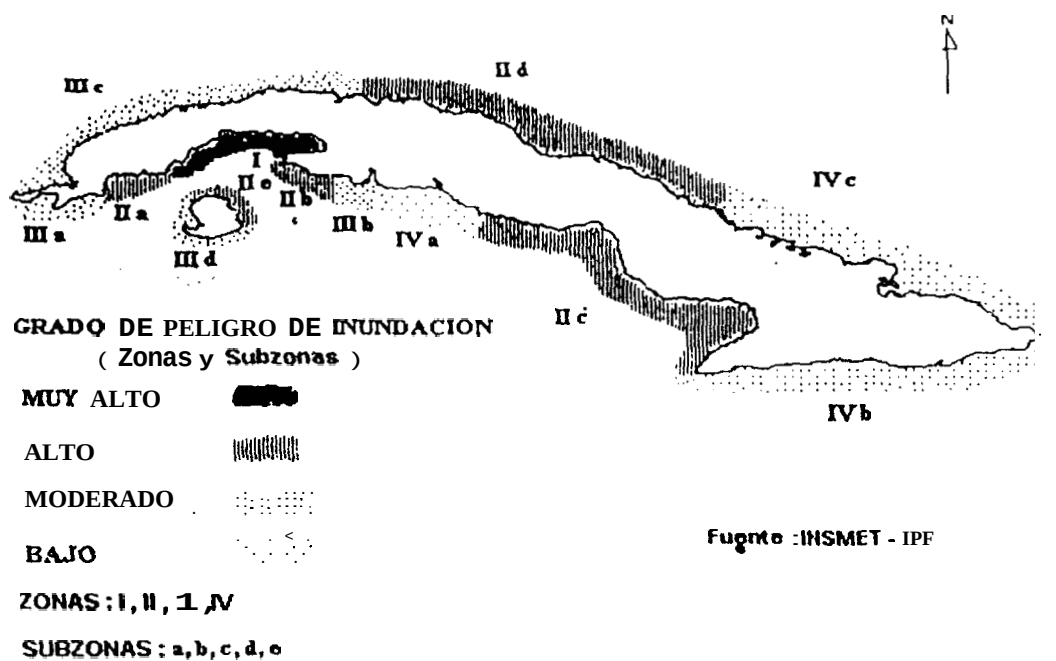


Figura 2.1.4 Mapa de peligro por surgencias de ciclones tropicales por zonas y subzonas

Para una mayor comprensión se agrupan los sectores con diferentes grados de peligro según zonas y subzonas atendiendo a su concentración y localización en la costa norte o sur (Tabla 2.1.1).

Tabla 2.1.1 Grado de Peligro por surgencia de CT según Sectores Costeros

Grado de peligro	Zona	Sub - zona	Sectores costeros	Número de municipios	Surg. 0,5 m casos/años	Surg. 5 m casos / años
muy alto	I	-	3,4, 5	15	1/5-8	1/85- 156
alto	II	a	2	4	1/10	1/148
		b	6	1	1/10	1/13?
		c	9,10,11, 12	17	1/10-14	1/181-263
		d	13, 19	16	1/7-9	1/181-263
		e	23	1	1/8	1/294
		f	25	1	1/7	1/83
moderado	III	a	1	5	1/22	1/500
		b	7	1	1/19	1/333
		c	20, 21, 22	11	1/9-21	1/294-1000
		d	24	1	1/10	1/416
			26	1	1/8	1/156
bajo	IV	a	8	3	1/14	1/454
		b	13, 14	8	1/21-22	1/714
			15, 16, 17	13	1/23-74	>1/714

Aún cuando las condiciones de peligro, vulnerabilidad y riesgo están presentes con diversas intensidades en la totalidad del litoral nacional y existir un estimado de asentamientos afectables por estos conceptos, los reportes solo recogen la ocurrencia de las inundaciones por sobreelevación del nivel del mar en 49, los que no necesariamente se hallan en las condiciones extremas, pesando mucho en ello la trayectoria descrita en lo fundamental por los ciclones tropicales en los últimos 100 años, las características de la batimetría y del relieve costero. Sin embargo la aplicación del modelo matemático para el cálculo de la surgencia ciclónica del INSMET, reporta posibles impactos en localidades donde aún no se han registrado afectaciones.

Dada la magnitud del fenómeno ocurrido en el asentamiento costero de Santa Cruz del Sur que ocasionó la mayor catástrofe natural ocurrida en Cuba, debe señalarse que no se encuentra en los sectores valorados como de peligro muy alto, esto se debe a que los cálculos realizados mediante la modelación matemática dan como resultado una altura de la surgencia medianamente significativa debido fundamentalmente a que la frecuencia de cruce de los CT en la región oriental del país es menor que en la suroccidental donde se encuentran agrupados los sectores de mayor peligro de Cuba, además a ello se une que en los sectores 10 y 11 donde se localiza este asentamiento existe una plataforma insular no tan amplia y poco profunda como la de los sectores de mayor peligro estando la protección natural muy bien definida (cayos y barreras coralinas) lo cual puede contribuir a la disminución de los efectos de la surgencia. Por último se puede señalar que en los sectores de peligro muy alto la curva de nivel a los 5 m se encuentra muy distante de la línea de costa (Guanimar) lo cual favorece la penetración del mar como ocurrió en 1944 cuando un huracán produjo una surgencia de 6 m y el mar penetró hasta 12 km tierra adentro por el asentamiento de Guanimar.

2.1.5 Conclusión

El *Mapa de Peligro por Surgencias de Ciclones Tropicales* para la República de Cuba, crea la posibilidad de satisfacer los múltiples intereses que tienen organismos del estado (Instituto de Meteorología, Instituto de Planificación Física, Defensa Civil, Ministerio de Turismo, etc.) a lo largo del litoral cubano, protegiendo y salvaguardando los cuantiosos recursos humanos y materiales que se encuentran en esa zona, a la vez que permite dictar la política y medidas a seguir para el asentamiento y desarrollo de la población en territorios de alta sensibilidad, así como para la localización y planificación de futuras inversiones en áreas del litoral.

2.2 Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por inundaciones costeras y elaboración de los mapas de riesgo

Tanto el desarrollo económico del país, como la localización de la población estuvo vinculada durante años a las zonas costeras, desde donde se producía el intercambio comercial con el exterior, sirviendo con posterioridad, dadas sus facilidades y abrigo relativo para un incipiente desarrollo industrial, portuario y de actividades de pesca, donde fue concentrándose más del 10 % de la población del país.

Definido el peligro por parte del Instituto de Meteorología, conocida su incidencia y los factores que le coadyuvan por zonas y en instantes en que con más reiteradas las penetraciones del mar en el país y se hacen esfuerzo por mitigar el efecto de los desastres naturales, hemos confeccionado una metodología de trabajo, sencilla pero capaz de involucrar en su realización a la totalidad de las direcciones municipales y provinciales que conforman el Sistema de la Planificación Física (SPF), donde se seleccionan para el análisis escenarios teóricos de alturas de penetración del mar y se establecen así dos componentes fundamentales, que son, la distribución de la población en zonas costeras, a lo que va dirigido el mayor de los esfuerzos por preservar las vidas humanas y lo relativo a la ocupación y uso de las tierras, al mismo tiempo que se fija de forma preliminar el universo de instalaciones de servicios, las industrias, la infraestructura técnica, las viviendas que son potencialmente afectables ante la eventual penetración del mar en períodos de retorno apropiador para estos tipos de trabajo.

La prevención de los desastres naturales es una demanda social que constituye una responsabilidad del Estado y se debe realizar en estrecha relación con la comunidad. Entre los objetivos fundamentales de este capítulo se encuentra la prevención de desastres por inundaciones costeras, mediante la regulación del uso de la tierra, contemplado en el planeamiento urbano y regional. La investigación que se acomete perfeccionará el conocimiento de que dispone la Defensa Civil para la instrumentación de sus planes de emergencia, evacuación de la población y protección a los objetivos económicos.

Se define como zona costera el área de contacto entre la tierra y el mar, es un territorio escaso, vulnerable y dinámico, donde se combinan aspectos naturales, económicos y demográficos. Su ancho es variado y depende de las características propias de la costa, consideramos que las dimensiones deben estar acorde con los objetivos del estudio y en nuestro caso diferenciamos 2 subzonas, la delimitada por los primeros 1000 m, considerada la de máximo impacto en caso de un ascenso brusco del nivel del mar y la enmarcada por el rango altimétrico de máximo peligro de inundación costera, que puede llegar en algunos sectores hasta los 12 000 m en costas bajas y pantanosas.

Cabe destacar que entre los países que regulan el uso de las zonas litorales tenemos a Francia y Noruega (100 m), México (20 m), España (100-500 m) y Cuba propone en la Ley de Costas en proceso de aprobación, 30 m de protección a partir de la definición del ancho de la zona costera en dependencia del tipo de costa. No consideramos en la investigación el espacio que de forma sumergida es parte igualmente de la definición internacional de costas, el cual es sólo tomado en consideración para la clasificación del peligro potencial de cada sector costero.

Las siguientes definiciones vinculadas a desastres naturales se establecieron en el año 1976 por la Oficina de las Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastre (UNDRO):

Riesgo: Pérdidas esperadas a causa de una amenaza o peligro determinado de un elemento en riesgo durante un período específico en el futuro.

Elementos en riesgo: Identificación y preparación de un inventario de los habitantes y edificaciones u otros elementos que podrían verse afectados en caso de ocurrir una amenaza o peligro y donde sea necesario, la estimación de su valor económico.

Vulnerabilidad de los elementos en riesgo: Dimensión en la cual una comunidad, estructura, servicio o área geográfica puede ser dañada o alterada por el impacto de una amenaza particular de un desastre debido a su naturaleza, construcción, proximidad a un terreno peligroso o a un área propensa a desastre.

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} + \text{ELEMENTOS EN RIESGO} + \text{VULNERABILIDAD}$$

2.2.1 Método

No existe un procedimiento único para la elaboración de los mapas de riesgo debiéndose en cada caso y de acuerdo a los niveles de respuesta esperados, seleccionar los aspectos a considerar a partir de la disponibilidad real de información; en general es común el conocimiento de las áreas afectadas, la gravedad del fenómeno, el carácter del peligro provocado por agentes externos, el intervalo de retorno, la identidad de los puntos conflictivos, las afectaciones históricas y las medidas de mitigación.

Para nuestro caso el proceso metodológico se subdivide en las siguientes etapas:

- Elaboración de la instrucción metodológica de aplicación en los diferentes territorios
- Delimitación de las áreas de estudio de cada municipio costero del país, a partir del Mapa de Peligro por surgencia de ciclones tropicales (Salas et. al., 1997), lo que permite asumir como hipótesis la inundación hasta cotas de 1, 2.5 y 5 m, diferenciando los primeros 1000 m desde la línea de la costa como el área de mayor impacto, visualizables en mapas cartográficos a escalas 1:25 000 y 1:10 000.
- Evaluación de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo en cada sector costero y alturas seleccionadas, para ello se requiere establecer las características físico geográficas de las localidades e identificar los aspectos del sistema de asentamientos y la distribución de la población, así como cuantificar la magnitud y uso de las tierras.
- Determinación de los grados de riesgo, a partir de la vulnerabilidad y el peligro expresado por asentamientos, sectores costeros y municipios.

- Proponer fundamentalmente para el caso de los asentamientos costeros, estrategias de respuesta cuya validación requiere de un tratamiento más específico, pues se conjugan en ello *cuestiones* de difícil materialización, recursos financieros o el **tratamiento psicosocial** a la población residente en esos **territorios**; en lo que habrá de jugar un papel **fundamental** los distintos períodos de **retorno** de estas inundaciones entre otras consideraciones.

La información recopilada a nivel de asentamientos y municipios costeros del país, tras un proceso de discriminación y completamiento son expresados en tablas y **mapas** que van desde las escalas 1:25 000 a 1:1 000 000 permitiendo la agrupación de la información obtenida según niveles del Sistema de Asentamientos Poblacionales (SAP), por sectores costeros afectables contando con datos de interés coiiiio son: asentamientos según niveles del **SAP**, población total, población afectable, tipología y estado de las viviendas, actividad económica principal del asentamiento, **infraestructura** técnica existente, su estado, tipo de accesibilidad, características del enclave en cuestión, entre otros, igualmente se valora la población dispersa, mientras en el área de afectaciones rurales se arriba a un balance de la ocupación y uso de la tierra; la **distribución** de las instalaciones pecuarias, acuícolas, áreas naturales protegidas, la presencia de actividades turísticas de importancia, industrias, localidades portuarias entre otras.

Con la información acumulada se hace una aplicación de un SIG, que cuenta con una base de datos a nivel de municipio (90 variables) y asentamientos (47 variables), de múltiples usos y de donde se derivan mapas temáticos con una valiosa documentación georeferenciada útil al ordenamiento territorial y en la toma de decisiones por las entidades competentes para prever o mitigar estos fenómenos

Lo anterior ha brindado por primera vez la oportunidad de efectuar un análisis de múltiples combinaciones entre los factores **peligro**, **viulnerabilidad** y **riesgo**, conformados a su vez como resultado de interacciones entre variables físico naturales y socioeconómicas, expresadas en diversos niveles territoriales, donde precisamente se producen los hechos y sobre los que deben tomarse las acciones según el objetivo perseguido en cada oportunidad.

Cabe destacar que la Defensa Civil realiza sus planes de contingencia para el caso de desastres naturales por unidades territoriales denominadas Zonas de Defensa delimitadas dentro de las unidades político administrativas de los municipios, factor que determina a ésta como la unidad de análisis más apropiado para realizar las evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo. El país cuenta con 88 municipios costeros, 39 localizados en la costa norte y 49 en la sur, 43 en los sectores costeros más peligrosos y con una mayor incidencia en la costa sur .

2.2.2 Evaluación de la Vulnerabilidad y el Riesgo por Inundaciones Costeras

Asentamientos Costeros. Vulnerabilidad y riesgo

Según datos del Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos (IPCC, 1992), se estima que entre 100 y 200 millones de personas viven en zonas costeras expuestas anualmente a las inundaciones y alrededor del 20 % experimentan el efecto de las mismas. Como la población tiende a aumentar, el número de personas vulnerables al ascenso del nivel del mar se incrementa predominando la tendencia a vivir en forma concentrada, así lo demuestran los informes de la Conferencia Hábitat II para el año 2000, que indican que la mitad de la humanidad vivirá en áreas urbanas y en el 2030 la población urbana será 2 veces mayor que la rural. Estas tendencias se observan en el país y contribuyen al aumento de la vulnerabilidad de la población a las inundaciones costeras.

Diversos son los factores que influyen en la vulnerabilidad de los asentamientos a las inundaciones costeras provocadas por las penetraciones del mar, entre ellos tenemos, su localización en zonas costeras con diversos grados de peligro, la concentración de la población y las viviendas en estas zonas, donde no solo es importante conocer la cantidad de viviendas sino el tipo y el estado constructivo para determinar la resistencia que pueden ofrecer sus materiales a los efectos destructivos de las inundaciones. Además se requiere estudiar otros componentes urbanos como lo son, la infraestructura hidrotécnica, sistema de drenaje sanitario y pluvial y acueducto, cobertura del servicio a la población y estado, instalaciones de servicios, entre ellas de salud, educacionales, culturales, deportivas y administrativas, vías de acceso principales (carreteras, terraplenes, vías férreas), industrias según tipo y estado.

Se utiliza la definición de asentamiento humano o poblacional (Guzón, 1990) que considera *toda agrupación de 15 o mas viviendas habitadas de forma permanente, separadas entre sí no mas de 50 m, un nombre que las identifique y linderos determinados* y asentamiento costeros a los efectos de esta investigación *aquellos que cumplan lo anterior y estén localizados adyacentes a las costas o a una distancia de las mismas igual o menor a 1000 m*

Se hace necesario una breve descripción del SAP que está constituido por la capital del país, las 14 capitales provinciales, 142 cabeceras municipales, cerca de 7000 asentamientos de base y alrededor de 1,4 millones de personas que viven dispersas (IPF, 1995). Tenemos que el proceso de desarrollo histórico de la población cubana, reforzado por el modelo revolucionario ha contribuido a concentrar a la población con vistas a facilitar las mejores condiciones de vida y el máximo aprovechamiento de los suelos agrícolas, la tendencia de los últimos años manifiesta que esa concentración se efectúa en asentamientos mayores de 200 habitantes (Roig, 1995).

En el SAP habitan según estimados de población del Instituto de Investigaciones Estadísticas (INSIE) año 1990, 11,04 millones de habitantes. Las proyecciones de población a muy largo plazo estiman que el crecimiento de la población tiende a ser cada vez menor debido principalmente al descenso de la fecundidad, según Pleyán, 1990, llegará a alcanzar los 13,6 millones alrededor del año 2040, y se estabilizará con posterioridad hasta el año 2050 cuando se prevé comenzará a decrecer y que desde el punto de vista territorial la estructura demográfica actual es

diferente entre el occidente y el oriente del país, tendiendo a homogeneizarse en la perspectiva, siendo evidente el envejecimiento de la población existente.

En lo económico no se esperan importantes desarrollos industriales que generen procesos de urbanización acelerados y en cuanto al desarrollo de las potencialidades turísticas, la apertura de zonas francas, etc., dependerán en lo fundamental de los asentamientos existentes, de donde se deduce que predominará en la perspectiva una cierta estabilidad del SAP actual, lo que será decisivo en las acciones a acometer referidas al ordenamiento territorial como forma de mitigar las posibles afectaciones de los territorios sometidos a los fenómenos de penetraciones del mar junto a otras políticas que se tracen para mitigar el efecto de otros riesgos a la población.

Los asentamientos costeros son 244, se excluye a la ciudad de La Habana que por su peso relativo en el contexto nacional, la diversidad y extensión territorial que presenta y las afectaciones a parte de la franja de su litoral con cuantiosas pérdidas por concepto de inundaciones costeras, es objeto de investigaciones particulares que den respuestas técnicas para aminorar los riesgos. Además existen alrededor de 31 asentamientos clasificados generalmente como rurales que se localizan entre 1000 y 10000 m de la línea de costa y a alturas entre 1 y 5 m y que se incluyen dentro de la zona con peligro de inundación de algunos tramos costeros y aunque son poco vulnerables a las inundaciones costeras por su localización y periodicidad de los fenómenos que les afectan no deben obviarse debido a la existencia de reportes de inundación como en el caso del sur de la provincia La Habana, donde se encuentran agrupados los sectores de mayor peligro del país.

El estudio y la representación en escalas detalladas de los asentamientos costeros se hace posible debido al nivel de planeamiento existente ya que en el Sistema de la Planificación Física, el 94 % de los asentamientos urbanos y el 51 % de los rurales poseen Esquema de Desarrollo y/o Plan Director. A modo de ejemplo se expresa en los Mapas 2.2.1 y 2.2.2 del Anexo, los casos de los asentamientos urbanos Surgidero de Batabanó y La Panchita en escalas 1:10000.

Los 244 asentamientos costeros concentran una población de 1 410 504 habitantes, que viven en 350117 viviendas, para un índice de 4 hab/viv. similar a la media nacional, el 84 % de estos asentamientos que agrupan más del 97 % de la población costera se ubican a menos de 200 m del litoral. Clasifican como urbanos 63 y 181 en la categoría de rurales. En la costa norte, alta con predominio de costa abrasivas y abrasivas - acumulativas (mixtas) se asienta el 43 % de la población y el 53 % de los asentamientos y en la sur, predominantemente baja y acumulativa de origen cenagoso, el 57 % de la población y el 47 % de los asentamientos. Se observa un predominio de asentamientos en costas bajas acumulativas (48 %), seguido de costas mixtas (34 %), 13 % en costas altas abrasivas y solo un 5 % en las denominadas erosivo tectónicas.

El Mapa 2.2.3 del Anexo y la Tabla 2.2.1 muestran la distribución de los 244 asentamientos costeros por niveles del SAP, agrupamos las *Aglomeraciones Secundarias* (AS) que son las cabeceras provinciales, las *Ciudades Intermedias* (CI) que son las cabeceras municipales mayores de 20 000 habitantes, el resto de las *Cabeceras Municipales* (CM) que presentan menos de 20 000 habitantes y las denominaremos *Urbanos Principales* (UPR) mientras el resto de los asentamientos constituyen la base inferior del SAP y se denominan *Asentamientos de Base Urbanos* (ABU) y *Asentamientos de Base Rurales* (ABR).

De los 181 asentamientos costeros rurales la mayor parte (102), no sobrepasa los 200 habitantes, los restantes 79 se encuentran en el rango entre 200 y 2000 habitantes, siendo frecuente entre ellos el constituir playas para la recreación local permaneciendo estas deshabitadas la mayor parte del año. Su población total se calcula en 52 605 hab y las viviendas en 18 841, predominando las de tipos constructivos III y IV (**techos** de tejas, fibrocemento, guano y paredes de adobe, madera, entre otros materiales ligeros), en estado regular y malo, lo que aumenta considerablemente la vulnerabilidad de estos asentamientos.

Los Asentamientos Urbanos Principales (UPR) resumen el 10 % de los asentamientos y el 36,5 % de la población, los Asentamientos de Base Urbanos (ABU) totalizan el 16 % de los asentamientos y el 8 % de la población, lo anterior contrasta con la situación de los Asentamientos de Base Rurales (ABR) que totalizan el 74 % de los asentamientos, con sólo el 3,7 % de la población costera, todo lo cual contribuye a una diferenciación de las medidas de mitigación a implementar con posterioridad (Ver Figura 2.2.1)

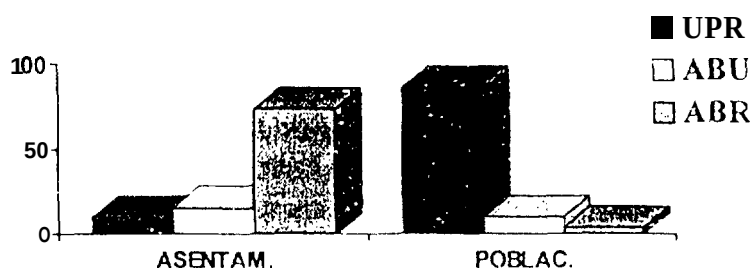


Figura 2.2.1 Distribución porcentual de los asentamientos y la población por niveles del SPP

Tabla 2.2.1 Distribución de los asentamientos costeros, su población y viviendas según el SAP

Nivel del SAP	Asent.	Poblac. 1992	Viviendas
aglomeraciones secundarias	3	643537	14844
ciudades intermedias	9	418165	10767
cabeceras municipales	13	157432	39161
asentamientos de base urbanos	38	138765	35995
total urbano	63	1357899	331276
asentamientos base rurales > 200 hab	79	43155	11457
asentamientos base rural < 200 hab	102	9450	7384
Total rural	181	52605	18831
Totales	244	1410504	350117

La base económica de los asentamientos costeros constituye un factor determinante para la elaboración de las estrategias de respuestas, los asentamientos **que** no vinculan la fuerza de trabajo a las actividades relacionadas con las costas son 18 rurales con **más y más** de 43 000 habitantes que se dedican fundamentalmente a las actividades agropecuarias y forestales, el resto de los rurales y todos los urbanos poseen una base económica propia de esta zona ya sean actividades portuarias, pesca o **más** recientemente el turismo local, nacional o internacional lo que les vincula por entero al medio en que están enclavados.

La presencia de cualquier tipo de infraestructura técnica en un territorio responde a las necesidades sociales y económicas de la población y su existencia y estado están en concordancia con el desarrollo del asentamiento y la calidad de vida de sus habitantes. La Figura 2.2.2 muestra la distribución porcentual de la infraestructura técnica según población y asentamientos. El 56 % de los asentamientos costeros y el 98 % de la población residente en ellos están servidos por la red de acueducto, en su mayor parte en forma parcial. Todos los urbanos poseen acueducto: así como el 74 % de los rurales, lo cual beneficia alrededor de 28 000 habitantes rurales. El estado de las redes varía entre regular y bueno.

Predomina el abastecimiento de agua de fuentes subterráneas, mediante pozos colectivos e individuales. La calidad del agua servida varía entre regular y buena y solo 7 asentamientos (23 976 habitantes) reportan que se sirven con aguas de mala calidad. Podemos concluir que pese a las dificultades que existe con la potencialidad de los acuíferos junto a las costas, por tratarse de cuencas subterráneas abiertas y con altos tenores de sales disueltas en ellas no llegan a constituir un freno real a la localización de la población, pues siempre se ha ido a la búsqueda de otras alternativas para garantizar el abasto de este preciado recurso.

La situación del alcantarillado es crítica en todo el país, el servicio sólo se presta en 29 asentamientos urbanos (12 %), caracterizados por una alta concentración de la población, beneficiándose 988 481 habitantes (70 % del total) y 235 065 viviendas (67 %). El estado predominante de la red es de regular a mala lo que genera problemas potenciales de contaminación y las consecuentes afectaciones a la población. A ello se une la inexistencia de drenes para pluviales, lo que produce el empeoramiento de la potencial evacuación de las aguas en los asentamientos ante el fenómeno de penetración súbita del mar agudizándose el carácter de las afectaciones.

El 90 % de los asentamientos están electrificados (todos los urbanos y 92 % de los rurales) la población servida es de 1 406 746 habitantes (99,7 %) del total, valor que supera el índice nacional que es del 95 %.

La accesibilidad a los asentamientos costeros puede catalogarse como aceptable al contar en su totalidad con un trazado que les une a zonas del interior, siendo Considerado el estado predominante de la red vial entre buena y regular, situación que se puede agravar debido al deterioro que acumulan las vías por la falta de mantenimiento de los últimos años. Solamente no poseen buen acceso (caminos y terraplenes) el 0,7 % de la población y el 21 % (52) de los asentamientos. El resto está comunicado por carreteras, mientras la mayoría de los urbanos presentan más de una forma de acceso que con frecuencia corresponde a las vías férreas.

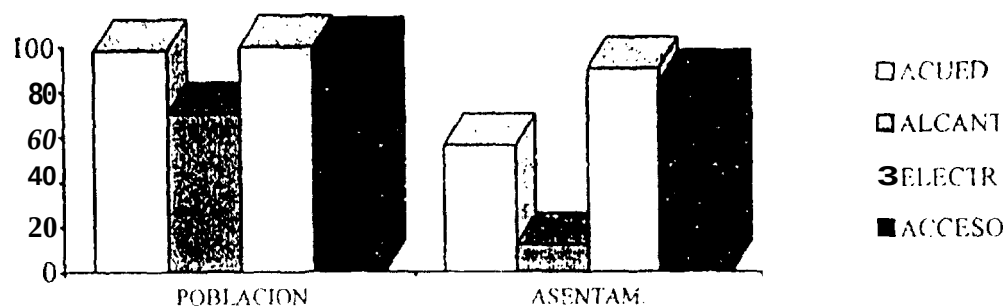


Figura 2.2.2 Distribución porcentual de la infraestructura técnica por asentamientos y población

La dinámica de la población concentrada costera, se calcula comparando los resultados del censo de población de 1981 y la información de población de las UBIT (Unidades Básicas de Información Territorial) IPF-1993. La evaluación se realiza por niveles del CAP. (Mapa 2.2.4 del Anexo), auxiliándonos a la vez de los resultados del Programa Científico Técnico Perfeccionamiento del Sistema de Asentamientos Poblacionales, (IPF 1990), que evidencia que: las 9 ciudades intermedias costeras (Santa Cruz del Norte, Cárdenas, Caibarién, Nuevitas, Puerto Padre, Moa, Baracoa, Manzanillo y Nueva Gerona) refuerzan su desarrollo industrial y (o) turístico destacándose la influencia de los factores de localización. Con excepción de Cárdenas que ya forma parte de un importante polo turístico (Varadero), en el resto de las ciudades vinculadas al turismo, esta actividad tomará auge a partir del año 2000. En cuanto al nivel de desarrollo de las atras cabeceras municipales, han consolidado su papel en el territorio, debido al crecimiento producto de inversiones en los sectores agropecuario, turístico e industrial. En algunos asentamientos que poseen problemáticas muy bien definidas se aplican políticas encaminadas a la reducción de la distribución de la población, entre ellos Varadero (turismo internacional), Isabela de Sagua (zona de desastre por ciclón Kate), Puerto Carúpano (incremento de la actividad portuaria e industrial en zonas ocupadas por la urbanización), mientras otros decrecen debido a la pobre base económica que poseen, Gibara y Playa Caimito.

En lo que respecta a los asentamientos de base urbanos, mantendrán una población estable según cálculos al año 2000, los asentamientos rurales de base comienzan a decrecer, siendo más significativo en el caso de los menores de 200 habitantes, que presentan tasas de crecimiento negativas y por debajo de la media nacional para este nivel del SAP que es de -1.10 %.

Vulnerabilidad de los asentamientos costeros

La amenaza que representan las penetraciones del mar sobre la población y la infraestructura socioeconómica asentada en zonas costeras se intensifica en la franja altimétrica entre 0 y 1m. La evaluación detallada de los asentamientos urbanos y rurales localizados total o parcialmente en este rango constituye un paso de avance en el estudio de las zonas costeras. Estos totalizan 98, de ellos 42 son urbanos y 56 rurales y en 38 se han reportado penetraciones del mar con mayor o menor intensidad.

La Tabla 2.2.2 y el Mapa 2.2.5 del Anexo expresan la población y las viviendas de los asentamientos bajo esta condición, dándose el hecho de la existencia de asentamientos localizados totalmente por debajo de la cota altimétrica de 1 m e incluso de 0,5 m sobre el nivel actual del mar.

Tabla 2.2.2 Asentamientos costeros localizados total o parcialmente por debajo de 1 m

Categoría	No asent	%	poblac. (hab)	%	No viviendas
urbanos	42	43.0	43604	86.6	10730
rurales	56	57.0	6702	13.4	6557
Totales	98	100.0	50306	100.0	17287

La población total de los asentamientos costeros asciende a 1 410 504 habitantes, sin embargo la ubicada por debajo de 1 m de altura totaliza 50 306 habitantes que viven en 17 287 viviendas; este valor no resulta alarmante, pero requiere la toma de medidas en 98 asentamientos, 42 de ellos urbanos. Los asentamientos localizados totalmente por debajo de la cota de 1m son 24 y su población 17 755 habitantes, el 62 % ha reportado penetraciones del mar. Los rurales son 18 con una población de 2944 y un número de viviendas que supera este valor (4587), cifra debida al alto número de viviendas de veraneo, típicas de las zonas de playas. Los urbanos son 6, (4811 hab), y requieren de un tratamiento especial para contrarrestar las ya reportadas penetraciones del mar, que han ocurrido en mayor o menor grado, en: Playa Caimito, Playa Cajío, Surgidero de Batabanó (sur de la provincia de La Habana), Isabela de Sagua (norte de Villa Clara), Lunas de Zaza (sur de Sancti Spiritus) y Júcaro (sur de Ciego de Avila). Estos se corresponden con costas bajas acumulativas, a menos de 1m de altura, menos en Júcaro que está totalmente por debajo de la cota de 0,5m, con excepción de Isabela de Sagua se ubican en la costa sur del país. Se caracterizan por poseer menos de 5000 habitantes y por una base económica vinculada fundamentalmente a las actividades portuarias y pesqueras.

Del total de asentamientos costeros estudiados 51 han reportado inundaciones por penetraciones del mar, 28 son urbanos y 23 rurales (Tabla 2.2.3 y el Mapa 2.2.6 del Anexo), la población total de los asentamientos que han reportado penetraciones del mar asciende a 656 155 habitantes.

Además reportan inundaciones significativas la zona litoral de la ciudad de La Habana, donde se afectan alrededor de 40 000 habitantes.

Tabla 2.2.3 Asentamientos costeros que han reportado inundaciones por niveles del SAP

Nivel del SAP	AS	CI	CM	ABU	ABR	Total
No asentamientos	2	6		15	23	51

La Tabla 2.2.4 muestra que el mayor número de asentamientos que han reportado inundaciones se localiza en las zonas de peligro alto, 21 asentamientos y de ellos 11 urbanos, seguido de los localizados en la zona de peligro bajo, 17 asentamientos y la mayor población.