

ASENTAMIENTOS HUMANOS Y USOS DE LA TIERRA

9.1. EVOLUCIÓN DEL USO Y TENENCIA DE LA TIERRA

La evolución del uso y la tenencia del recurso tierra en Cuba comienza con la etapa precolombina, cuando, según documentos de la época colonial, los bosques ocupaban más del 90% de la superficie en la Isla; situación que comenzó a transformarse durante la colonización española, donde el desarrollo de la agricultura y la adjudicación de la propiedad territorial, desencadenaron un proceso de explotación del recurso que inició su deterioro.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII, la producción azucarera se consolida como principal actividad agrícola, con un intenso proceso de ocupación de las tierras en la región oriental, que fue acompañado de la tala indiscriminada del bosque, e inició un proceso sostenido de pérdida de agro productividad (Rodríguez, C. *et al.*, 2001). Ante el empuje de la industria azucarera, el cultivo del café se desplazó a las montañas, básicamente de la región oriental, para dar lugar a otro proceso de tala, que agregó el problema de una rápida erosión de los suelos; mientras, en el llano occidental se establece el cultivo del tabaco, y se intensifica la producción de alimentos y provisiones para la flota española que, durante meses, se reunía en el puerto de La Habana; y la ganadería se relocaliza en los suelos agrícolas degradados, o nuevas áreas taladas para la explotación de maderas preciosas.

En el siglo XIX los bosques ya ocupaban solo el 55% de la tierra del país, esta reducción contribuyó al deterioro ambiental, cuestión que era evidente para los habitantes de la Isla desde el siglo anterior. Durante la primera mitad del siglo XX (1898-1958), finalizada la era colonial, se extendieron los latifundios cañeros y ganaderos, principalmente en los llanos del centro y oriente, a cuenta de los bosques que aun quedaban, y su área total se redujo a menos del 14% de la superficie total del país. En esta época se agudiza la degradación de las zonas montañosas, se inicia la depresión de la actividad cafetalera ante el lavado de los suelos, y se produce un crecimiento importante del conjunto de ciudades e infraestructuras técnicas, que a cambio de mejorar la conectividad, ocuparon grandes superficies de tierras, acompañadas de un inexorable proceso de deforestación; además se afectan los humedales con la extracción del mangle para la producciones de leña y carbón, fundamentalmente.

En la segunda mitad del siglo XX (1959-2000), con el proceso revolucionario, se realizaron dos reformas agrarias, a partir de las cuales los grandes latifundios pasaron a ser propiedad estatal, para convertirse en grandes empresas especializadas, que habrían de impulsar ambiciosos programas de desarrollo y producción de alimentos con fines de autoabastecimiento e intercambio comercial, en particular azúcar y cítricos. En esta etapa se conciben los primeros planes de ordenamiento territorial para las zonas agropecuarias; se intensifica la mecanización de la agricultura; se abre paso la quimización de la agricultura; y se impulsan programas inversionistas para la producción nacional de los insumos necesarios para el modelo agropecuario en desarrollo.

Estas acciones, en ocasiones, no tuvieron en cuenta las investigaciones y las condiciones locales para su implementación, y terminaron agudizando los fenómenos de deterioro de los suelos y de las aguas subterráneas, a pesar del proceso de recuperación forestal, que también se había iniciado. Dicho fenómeno desarrolló un modelo agropecuario dependiente del suministro de abonos y riego, entre otros, para compensar la insuficiencia de su productividad natural, repercutiendo en la drástica reducción de los niveles de producción. Las técnicas de producción se ajustaron a las posibilidades locales, se incrementaron las áreas de tierras ociosas, hasta que en el año 1994, tiene lugar un nuevo proceso de socialización, con la creación de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC).

Ante el hecho de que esta medida tampoco logró elevar las producciones alimentarias a los volúmenes necesarios, en el año 2008 se produce otro reajuste del modelo de producción agropecuaria, y se pasa a la entrega de tierras ociosas en usufructo, con lo que se espera estimular el desarrollo de cultivos alimentarios de primera necesidad, y elevar la capacidad de autoabastecimiento alimentario y la resiliencia ante los efectos negativos que se pueden esperar de las modificaciones del clima, con incidencia en la modificación de la estructura y diversificación de técnicas de laboreo y uso del recurso tierra.

9.1.1. LA CAPTACIÓN DE CARBONO POR BOSQUE Y OTROS ÁRBOLES PERENNES

Manso *et al.*, (2001), estimaron la estructura porcentual, en términos de capacidad de absorción de CO₂, de las superficies cubiertas por bosques naturales, plantaciones forestales y frutales de tronco leñoso. Hasta el año 1990 existía una situación cercana al equilibrio entre la absorción y las emisiones de CO₂; más del 88% de la absorción era asumida por los bosques naturales, en particular los manglares y los bosques planifolios, que aun quedan en los ecosistemas de montaña, junto a aquellos surgidos del amplio proceso de reforestación que en el año 2010, ya sobrepasaba el 26,8% del total de la superficie nacional.

Los efectos actuales de la variabilidad climática, particularmente la mayor frecuencia de sequías intensas, las precipitaciones altas e intensas y las inundaciones que estas derivan han facilitado el desarrollo de procesos de degradación del suelo a través de la erosión, por el lavado de tierras muy secas, desprovistas de vegetación arbórea, que conduce a procesos de desertificación. Este proceso constituye un avance de lo que pudiera esperarse con el cambio climático, de no asumirse una actitud responsable y preventiva, y estas condiciones se hicieran permanentes.

9.1.2. USO DE LA TIERRA

Debido al cambio climático los procesos de sequía se intensificarán y se desplazarán hacia el occidente progresivamente, también el incremento de la temperatura del aire afectará a las cosechas de cultivos que actualmente forman parte de la canasta básica; aspecto que obliga a reorganizar el uso de la tierra, asimilar variedades más resistentes e incluso pensar en la introducción de otros cultivos que se desarrollen bien en las nuevas condiciones climáticas.

El uso de la tierra y su dinámica se estudia en el Balance de Uso de la Tierra (Álvarez, C. *et al.*, 2001), que recoge la ocupación del espacio en superficie agrícola por cultivos; superficies ociosas, boscosas, así como las ocupadas por asentamientos humanos e infraestructuras de todo tipo. Este balance permite conocer la ocupación del suelo por categorías y, por comparación con los anteriores, la dinámica de su evolución. Además constituye un instrumento para reconocer e implementar, desde hoy, las acciones imprescindibles para la adaptación de las actividades agropecuarias ante las exigencias de nuevos patrones climatológicos, que aun no están totalmente esclarecidos en las escalas regional y local, hay señales inequívocas de su existencia.

El agua es un recurso deficitario en muchas zonas del país, y su demanda crecerá en las condiciones climáticas esperadas, a la vez que disminuirá su disponibilidad. En Cuba se están ejecutando acciones, medidas e inversiones, para mejorar la distribución del agua, en particular para satisfacer las necesidades de riego en las zonas más intensamente afectadas por sequías, de lo contrario habría que renunciar a estas producciones, e incluso a la permanencia de la población en estos territorios. De igual forma, en proyectos urbanísticos y de diseño constructivo se deben incluir las soluciones que podrán dar respuesta a las exigencias del confort humano, por el régimen de temperaturas al que se verán sometidos viviendas e inmuebles en los próximos 50 o 100 años. Es imprescindible un mayor aprovechamiento de las precipitaciones y obras adecuadas al nuevo régimen climático.

La ganadería también requiere se determine la forma de manejo más adecuada, con técnicas de explotación sostenibles, que permitan garantizar la protección del medio ambiente y el alimento de una masa ganadera acorde a las demandas de la población, con capacidad para soportar el impacto de las consecuencias del cambio climático. La disponibilidad de información cartográfica de la evolución del uso y tenencia de la tierra en escalas más detalladas es aun limitada, una mejora en tal sentido, permitiría pasar de la disposición exclusiva de balances anuales alfanuméricos sobre la distribución y empleo del recurso tierra a su expresión en una cartografía digital actualizable con periodicidad.

Entre las acciones de adaptación recomendables, se imponen las dirigidas a: la diversificación de los cultivos; la mejora de las condiciones de los suelos; la introducción y desarrollo de variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas; el control de plagas; la defensa de las producciones y el manejo blando de los suelos. Sin embargo, los niveles de producción que será necesario alcanzar, dependerán en mayor medida de las inclemencias o potencialidades, resultado del comportamiento de las variables meteorológicas que imponen mayor racionalidad del uso del suelo, la actividad integrada de cultivos y el empleo de tecnologías ahorradoras de agua.

La reorganización de la tenencia de la tierra en el país y, particularmente del sector cooperativo, debe contribuir a mejorar y conservar las cualidades del recurso tierra; lograr un mejor y mayor uso del recurso y la elevación de los rendimientos agrícolas. Ahora se tratará de garantizar niveles aceptables de producción, sin excesos de fertilizantes químicos y maquinarias, a un menor costo en términos de deterioro del estado natural del suelo, y hasta restituirle sus condiciones iniciales. En lo sucesivo el cambio climático impondrá nuevas consideraciones en los sistemas de producción, que deberán corresponderse a las necesidades del nuevo escenario de clima y hacer corresponder las características y posibilidades de adaptación de los cultivos a la

vocación de los suelos, es clave en el éxito del ordenamiento del territorio agrícola y no agrícola del país.

Para las tierras de la zona oriental que son actualmente las más afectadas, donde se espera una agudización de los fenómenos de sequía, deben valorarse detenidamente las soluciones para lograr una adaptación de cultivos; la utilización de prácticas de laboreo adecuadas, la identificación de las variedades de cultivos, así como las soluciones para la estabilidad y permanencia de la población y los rebaños ganaderos en estos territorios, que además tienen una presencia muy significativa de ecosistemas sensibles, donde la falta de adaptación puede provocar afectaciones más dañinas.

La modalidad de la agricultura urbana, desarrollada en la última década, debe conciliarse con el uso prospectivo de las áreas libres en el casco urbano, y el abasto de agua actual y futuro, acorde con el potencial hídrico de cada localidad, y ajustar los volúmenes y estructura de la producción para el consumo de una población ubicada en sus proximidades. El proceso no debe olvidar que este es un uso más de la tierra, y que en lo adelante, clasifica como un área funcional más de la ciudad, y para su dimensionamiento deben contar también con el carácter del cambio climático esperado y la adaptación sucesiva al mismo.

El ascenso del nivel medio del mar estimado los años 2050 y 2100 (0,27 m y 0,85 m), impondrán la pérdida de una parte de la superficie del país, que puede llegar a ser del 2,32% y 5,45% respectivamente; a ello se unirá la pérdida de otras superficies en cayos e islotos del archipiélago. Las áreas más afectadas serán las zonas de ciénagas, ocupadas actualmente por formaciones boscosas de manglares, las ciénagas de herbazales, así como territorios costeros sumamente bajos, donde se dañarán algunos asentamientos poblacionales costeros, y habrá un daño importante para los bosques de mangle que ahora actúan como sumideros de CO₂ y como defensa contra la erosión de las costas por el mar.

Otro efecto, indeseable de la elevación del nivel del mar será la salinización de tierra y los acuíferos, contra lo que se deberán tomar previsiones en aquellos territorios con predominio de rocas calizas, acuíferos subterráneos abiertos al mar, ubicados en costas bajas o en zonas con movimientos neo tectónicos descendentes, donde hay condiciones favorables para el retroceso de la línea de costas. En estos lugares se hace más complejo el tema del abasto y uso de las aguas subterráneas para satisfacer las demandas de la población y los asentamientos de las localidades próximas a las costas y de las grandes concentraciones urbanas dependiente de estas fuentes. Un ejemplo es la Cuenca Sur de las provincias Artemisa y Mayabeque y el servicio de agua a la capital del país, ubicada en la costa Norte de estas provincias (solución regional) y que debe ser monitoreado de forma sistemática, para evitar exceso de tenores de sales en el recurso que se extrae, tanto para uno u otros consumos, atendiendo a las demandas siempre crecientes, cuya situación se agravará si no se logra incluir tecnologías ahorradoras y se resuelven los problemas de ineficiencia de los sistemas de abasto y distribución.

La implementación de muchas de las medidas de mejoramiento del drenaje superficial e interno de los suelos, permitirá a mediano y largo plazos el adecuado desarrollo de los cultivos, en busca de alcanzar los rendimientos requeridos según la agro productividad de los suelos, y una mayor disposición de alimentos para animales y población, mayor autosuficiencia alimentaria en general, que permitan producciones para otros destinos y a su vez lograr una menor vulnerabilidad de los elementos en exposición.

9.1.3. USO ACTUAL DE LA TIERRA Y NIVEL DE EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El mapa de la figura 9.1 muestra el comportamiento simultáneo de los diferentes tipos de limitantes de suelos, y las categorías cualitativas de intensidad de la degradación del recurso tierra por municipios. Según Rodríguez, C. (2008), estos son los elementos que, junto al balance de uso de la tierra y la distribución espacial de los ecosistemas sensibles, permitieron hacer una evaluación general del recurso tierra en cuatro niveles de vulnerabilidad, que a priori, posibilitan tener identificados la diversidad local para enfrentar los eventos esperados según el escenario de cambio climático.

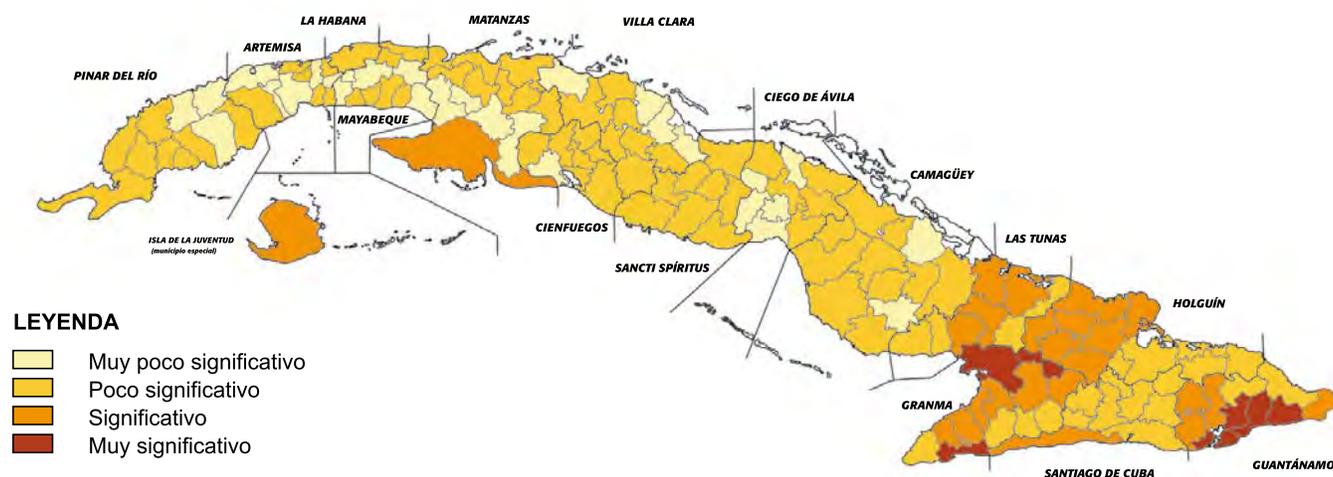


Figura 9.1. Grados de limitaciones integradas del recurso suelos para soportar el cambio del clima

En el mapa se clasifica por los siguientes niveles de vulnerabilidad:

- **Muy Significativa**, siete municipios ubicados en la cuenca del río Cauto y la costa sur de la provincia de Guantánamo y Granma.
- **Significativa**, 25 municipios situados principalmente en la región oriental, en zonas donde prevalecen suelos muy afectados por un uso reiterado en caña y ganadería; en municipios de zonas montañosas y en el municipio de la Ciénaga de Zapata.
- **Poco y muy poco Significativa**, 123 municipios básicamente de las regiones central y occidental del país, donde la línea de base ambiental está menos afectada y donde se espera que los efectos del cambio climático sean menos agresivos, respecto a las otras zonas con situaciones de partida ya más complejas.

La situación actual del recurso tierra requiere de la implementación de medidas de rehabilitación y adaptación con que revertir su estado actual, los proyectos de manejo sostenible de la tierra que se implementan en la actualidad están dirigidos a buscar soluciones factibles, acordes a las posibilidades, económicas y prácticas, del país para que puedan ser implementadas en la agricultura cubana del presente; sobre todo, cuando se gestan cambios importantes en el uso y la tenencia de las tierras, que repercutirán en el Balance de Uso de la Tierra, con la aparición de nuevas producciones, como la soya; y la posibilidad de atenuar los daños causados por el hombre en el proceso histórico de asimilación de los territorios.

En tal sentido, nuevas urbanizaciones apuntan a un crecimiento al interior de las ciudades, en busca de mayores densidades y de la reducción del uso de tierras agrícolas; evitando una expansión incontrolada que produzca nuevas ocupaciones de tierra, que una vez urbanizadas no podrán volver a tener el uso agrícola que les caracterizó antes.

9.1.4. IMPACTO DEL ASCENSO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

En los últimos años se ha profundizado en las investigaciones para conocer la magnitud de las afectaciones en los territorios costeros del país por el ascenso del nivel medio del mar. Por las disímiles características de las costas cubanas, el impacto y las afectaciones esperadas en estas difieren de un territorio a otro, y en consecuencia difiere el nivel de intervención en ellas y hace necesario precisar con antelación las políticas de ordenamiento territorial y de otro tipo (figura 9.2).

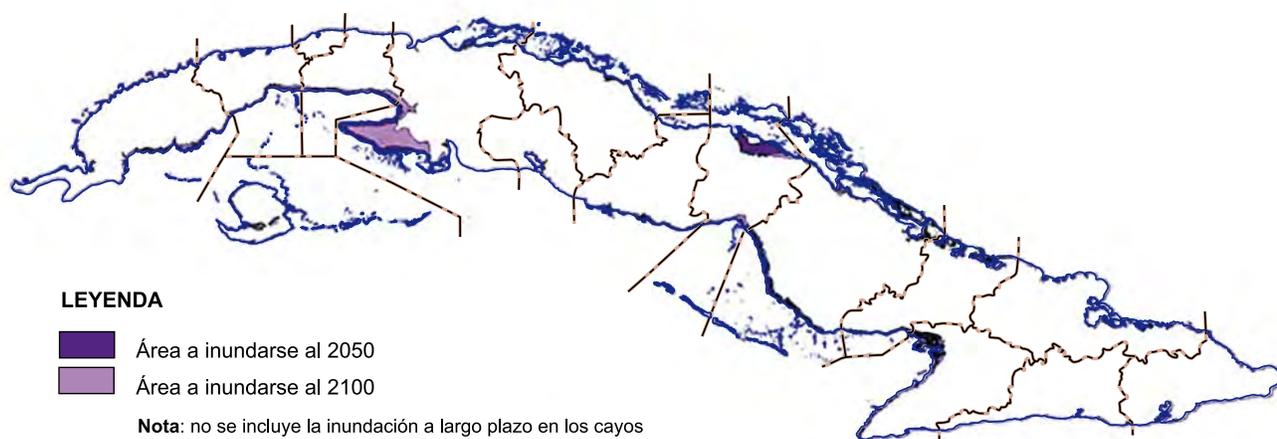


Figura 9.2. Archipiélago cubano y las franjas de inundación por cambio climático años 2050 y 2100

La superficie total de afectaciones en asentamientos humanos puede llegar a ser de 37,21 km²; cifras que se irán ajustando en la medida que se disponga de estudios cartográficos más exactos. En general, las superficies agrícolas costeras están resguardada de los efectos del ascenso del nivel medio del mar, porque se encuentra en alturas superiores a los 0,85 m de ascenso estimados para el año 2100; por la presencia de una barrera protectora de manglares y porque la lentitud del proceso permite ir retirando los cultivos de las zonas que van a quedar sumergidas; no obstante, todavía es un proceso que se está estudiando.

9.2. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El tamaño de la población en Cuba muestra signos de estancamiento, y los pronósticos refieren una disminución en el número total de habitantes. Este es un proceso bien establecido, sobre el que distintas instituciones especializadas realizan estudios, para hacer recomendaciones de cómo el país puede conciliar sus líneas de desarrollo con esta realidad. La recomendaciones son de tipo económica y social, porque este problema va acompañado de un proceso muy rápido de envejecimiento de la población, que requerirá de una infraestructura adecuada para atender necesidades específicas de la edad avanzada, que además les convierte en un

grupo más vulnerable, ante eventos severos provocados y/o reforzados por el cambio climático para el escenario cubano.

9.2.1. TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

La población de Cuba ha estado creciendo a ritmos cada vez más lentos hasta llegar a un punto de franco estancamiento; para en poco tiempo comenzar a acelerar la reducción de su tamaño, como se aprecia en la tabla 9.1. Esto ocurre de forma menos acelerada para los asentamientos urbanos, descontando la ciudad de La Habana; no obstante ya desde el año 2007 las estadísticas de población han reportado un descenso en la cifra total de habitantes del país.

Entre los asentamientos urbanos están las capitales provinciales y las cabeceras municipales, que fueron protagonistas de un proceso de descentralización de las inversiones con el objetivo de lograr focos de desarrollo que contribuyeran a paliar las desigualdades territoriales que el país había heredado, y con ello amortiguar el crecimiento de la capital del país. También crecieron asentamientos urbanos sin categoría político administrativa, prácticamente inexistentes en 1970; que facilitan el acceso de la población de los municipios a servicios de mayor frecuencia de uso, y permiten la concentración de la población en asentamientos urbanos, pero con regulaciones urbanísticas menos exigentes que en las cabeceras municipales o las capitales provinciales.

Tabla 9.1. Dinámica del tamaño de la población* en Cuba

| FECHA | POBLACIÓN TOTAL | CIUDAD DE LA HABANA | RESTO URBANO | RURAL |
|---------------------|-----------------|---------------------|--------------|-----------|
| 1970 | 8 569 121 | 1 786 522 | 3 401 327 | 3 381 272 |
| 1981 | 9 723 605 | 1 929 432 | 4 782 598 | 3 011 575 |
| 1992 | 10 829 320 | 2 173 086 | 5 892 080 | 2 764 154 |
| 2002 | 11 200 388 | 2 204 028 | 6 291 975 | 2 704 385 |
| 2008 | 11 236 099 | 2 148 132 | 6 316 763 | 2 771 204 |
| 2020 | 11 190 082 | 2 042 925 | - | - |
| 2030 | 11 039 619 | 1 992 618 | - | - |
| TASA DE CRECIMIENTO | | | | |
| 1970 -1981 | 1,16 | 0,70 | 3,15 | - 1,05 |
| 1981-1992 | 0,98 | 1,09 | 1,91 | - 0,78 |
| 1992-2002 | 0,34 | 0,14 | 0,66 | - 0,22 |
| 2002-2008 | 0,05 | - 0,43 | 0,07 | 0,41 |
| 2008 -2020 | - 0,03 | - 0,42 | - | - |
| 2020 -2030 | - 0,14 | - 0,25 | - | - |

* Se utiliza la información del 31 de diciembre de cada año, excepto 1970 y 1981

Fuente: Elaborada de JUCEPLAN, 1976; CEE, 1984; ONE, 2007; ONE 2009 y ONE 2009

Los asentamientos urbanos que más crecieron fueron los de 20-50 mil habitantes, que de 1953 a 1981 crecieron 2,6 veces, en cantidad de asentamientos y de población; así como los mayores de 100 mil habitantes, que de 1970 a 2002 crecieron 2,2 veces en cantidad de asentamiento y 2,6 en población. La población rural crece sostenidamente en los asentamientos entre mil y 5 mil habitantes; y de 1970 a 2002

los asentamientos menores de 200 habitantes se reducen en 4,4 veces y la población dispersa se mantiene decreciendo. Lo anterior ha contribuido a elevar el índice de concentración de la población y de condiciones de vida en asentamientos urbanos que ya residía el 75,3% de la población en 2008. No obstante, debe señalarse que la apertura económica actual hacia el sector privado, marcadamente dirigida al sector de los servicios, es un elemento que debe ser considerado para establecer de forma oportuna, las acciones de adaptación para el largo plazo.

Para analizar el comportamiento de la población radicada en ecosistemas frágiles se trabajó con las mismas definiciones que utilizaron Pérez, A. *et al.*, (1999), pero las áreas ocupadas por estos ecosistemas han sido delimitadas con cartografía más precisa, de modo que los asentamientos considerados no tienen que coincidir exactamente con los estudiados por los mencionados autores. La tabla 9.2 muestra que el crecimiento de la población en estos ecosistemas se ha estancado, como en el resto del país; pero hay algunas diferencias cuando se separan las tasas de crecimiento urbanas y rurales.

Tabla 9.2. Dinámica del tamaño de la población en ecosistemas frágiles

| FECHAS | HUMEDAL | SECO SEVERO | MONTAÑA | | COSTERO |
|--|-----------|-------------|------------|-------------|-----------|
| | | | EN MACIZOS | A MÁS 200 M | |
| 1981 | 1 035 877 | 35 356 | 722 248 | 130 785 | 3 090 697 |
| 2002 | 1 311 006 | 49 041 | 1 001 232 | 180 901 | 3 696 571 |
| Tasas de crecimiento 1981-2002 (por cien) | | | | | |
| Total | 1,13 | 1,57 | 1,57 | 1,56 | 0,86 |
| Urbana | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,8 | 0,8 |
| Rural | 1,3 | 2,3 | 2,0 | 1,4 | 1,8 |
| Grado de urbanización (%) | | | | | |
| 2002 | 98,0 | 67,4 | 71,2 | 29,2 | 98,9 |
| Asentamientos urbanos (%) | | | | | |
| 2002 | 37,4 | 11,7 | 3,0 | 1,8 | 34,7 |

Fuente: Elaborada de CEE, 1984; ONE, 2007

Como asentamientos en humedales se tuvo en cuenta a todos los ubicados en territorios bajos, aunque solo estuviera en ellos una parte del asentamiento, de ahí lo populoso de este ecosistema, que tiene y mantendrá en lo sucesivo dificultades para el hábitat, en lo ambiental y en lo constructivo. En el ambiente seco severo se consideró todo el sur de la provincia de Guantánamo, en su llanura costera. En la montaña se identificaron dos grupos de asentamientos, los ubicados en los macizos montañosos; y los ubicados a partir de 200 m de altura dentro de estos macizos. Mientras que como asentamientos costeros se identificaron todos los que están hasta 1 000 m de distancia de la línea de costa y parte de su superficie está hasta 1 m de altura sobre el nivel del mar.

9.2.2. ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

La población cubana tiene niveles muy altos de envejecimiento (superior al 15%), y la figura 9.3 muestra que este proceso, se distribuye desigualmente en el territorio nacional, las provincias orientales están menos envejecidas que las centrales y las occidentales, y dentro de las provincias, el comportamiento es desigual entre las zonas urbanas y las rurales.

Según Hernández, R., (2009), que los cambios en la esperanza de vida y en la fecundidad modificaron la estructura de la población, que pasó de la piramidal clásica, donde predominan las edades más jóvenes, a una estructura más vertical, que se va asemejando a un cilindro, como se muestra en la figura 9.3.

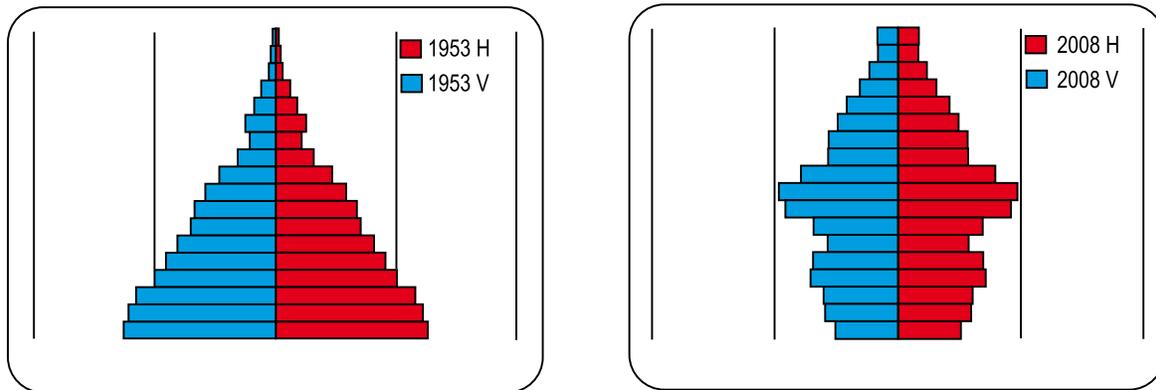


Figura 9.3. Dinámica de la estructura sexo etaria de Cuba 1953 y 2008
Fuente: ONC, 1955 y ONE, 2008 (b)

Estos cambios son relevantes, porque modifican la estructura de la población en las edades laborales y no laborales. Las tendencias que se observan son el decrecimiento de la población 0-14 años, el crecimiento de la población mayor de 60 años, y el estancamiento en el crecimiento de la población entre 15 y 59 años, que comenzó a decrecer, según ONE 2009-b, para el año 2010; por tanto, este grupo es cada vez menor y con población de más edad, lo cual constituye un alerta sobre la necesidad de aumentar la participación de la población en la actividad económica, el incremento en la productividad del trabajo y en la adaptación al cambio climático, particularmente de la población de mayor edad. Asociado al envejecimiento de la población se incrementará la demanda de servicios especializados para los grupos de mayor edad, también en los requerimientos en espacios públicos, con un diseño adecuado a las edades de las personas que mayormente los frecuentarán.

9.2.3. MIGRACIONES INTERNAS

Se consideran migraciones los cambios definitivos de lugar de residencia, en Cuba existe un sistema de registro de la población asociado a la emisión de los documentos de identidad de uso nacional, que capta esa información, y se la entrega a la Oficina Nacional de Estadística (ONE) para su procesamiento.

En el país, las migraciones desde la franja rural principalmente las dirigidas a las ciudades, podrían dificultar el auto abastecimiento alimentario a nivel de municipio, dado que el desarrollo tecnológico de las actividades agropecuarias es limitado y no se han dado saltos significativos en la elevación de los rendimientos y la producción. La tabla 9.3 muestra un resumen del comportamiento de las tasas de saldo migratorio promedio en los municipios.

No hay estudios que relacionen los movimientos migratorios con las circunstancias del cambio climático, sin embargo, las estadísticas muestran que desde la primera mitad del siglo XX ha existido un movimiento continuado de oriente a occidente, de una población que se mueve desde territorios con muchas restricciones naturales y de otro tipo, a territorios llanos de alta fertilidad y con cierto desarrollo industrial,

Tabla 9.3. Resumen de tasas migratorias municipales

| PROVINCIA | 1996 – 2000 | | | | | 2001 – 2005 | | | | |
|-------------------|-------------|-------|------------|----------|------|-------------|-------|------------|----------|------|
| | EMISOR | | EQUILIBRIO | RECEPTOR | | EMISOR | | EQUILIBRIO | RECEPTOR | |
| | Alto | Medio | | Medio | Alto | Alto | Medio | | Medio | Alto |
| Occidente | 1 | 4 | 33 | 20 | 4 | 0 | 6 | 40 | 8 | 8 |
| Centro | 3 | 9 | 33 | 5 | 2 | 3 | 13 | 32 | 3 | 1 |
| Oriente | 14 | 18 | 20 | 2 | 0 | 2 | 27 | 24 | 1 | 0 |
| I. de la Juventud | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CUBA | 18 | 31 | 87 | 27 | 6 | 5 | 46 | 97 | 12 | 9 |

Fuente: ONE

cercanos a la Ciudad de La Habana. Esto puede ser una señal de que en caso de agravarse los problemas ambientales ya existentes en la región oriental, se produzca una migración a otras provincias como La Habana por sus atractivos de empleo y servicios; por ello es importante identificar cuál es la población expuesta al cambio climático en cada territorio, y las medidas necesarias para alcanzar una adaptación adecuada, preferiblemente *in situ*, sin dejar de reconocer las situaciones que exigirán adaptaciones *ex situ* y los requerimientos de un mayor equilibrio en el desarrollo de la región más deprimida económicamente en la actualidad.

9.2.4. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN (1970-2002)

La forma en que históricamente se fueron distribuyendo las personas en la Isla estuvo influida por las características de la actividad económica básica en cada territorio, por ejemplo, los cultivos del tabaco y el café generaron un modo de asentamiento disperso, con viviendas aisladas o la reunión de unas pocas de ellas; por su parte el de la caña de azúcar estuvo asociado a una industria procesadora, que evolucionó tecnológicamente, y en ese proceso dio lugar a asentamientos concentrados en las proximidades de la industria y de los intercambios de la red ferroviaria. Todo este proceso ha dado lugar a una distribución de la población en la que se pueden identificar cinco patrones, aunque cierto nivel de heterogeneidad dentro de algunos patrones indica estadios de transición (tabla 9.4). Los patrones identificados son:

- **Aglomerado:** municipios con más del 70% de la población en la cabecera municipal. Solo cuatro municipios se incorporaron al grupo en treinta años, dando la idea de que existe un umbral difícil de sobrepasar para lograr una cabecera municipal tan fuerte. Aquí se concentran los municipios con las principales funciones provinciales, algunos con funciones inter provinciales; excepto Antilla y Caimanera, donde la concentración de población en la cabecera responde a circunstancias ajenas a su importancia territorial.
- **Concentrado:** municipios donde entre el 40 y 70% de la población reside en la cabecera. Este grupo se ha incrementado en 18 municipios en estos treinta años, significativo de la consolidación de las cabeceras que han adquirido nuevas funciones regionales. Se presentan bolsones según particularidades de la propiedad de la tierra y de lo accidentado que pueda ser el relieve.
- **Compensado:** municipios con menos del 40% de su población en la cabecera. El grupo se ha incrementado con 50 municipios en el período estudiado. Constituyen un escalón importante en el proceso de concentración, con un protagonismo

de los asentamientos mayores de 2 mil habitantes, que colectivamente pueden superar la población de la cabecera, también presentan una concentración secundaria en asentamientos menores.

- **Difuso:** municipios con menos del 40% de la población en la cabecera, el grupo se ha incrementado en seis municipios. Constituyen un patrón característico de municipios donde abundan grandes áreas de territorio accidentado, y un patrón de transición para los municipios de territorios más llanos; presenta un notable protagonismo de los asentamientos entre 200 y 2 mil habitantes, aunque mantienen importantes cantidades de población dispersa o en asentamientos menores de 200 habitantes;
- **Disperso:** municipios con más del 40 %de la población en asentamientos menores de 200 habitantes o dispersos, en el período se ha reducido a siete municipios, donde una mayor concentración no parece viable.

El conjunto de municipios que se asocia a cada patrón (K-Medias) en el período 1970 a 2002 no es totalmente homogéneos, pero sí lo suficiente para estudiar la causalidad de estas distribuciones y el sentido de su evolución, al parecer muy relacionada con el modelo concebido para el Sistema de Asentamientos Humanos (SAH) del país, y la influencia de características propias de cada territorio.

Tabla 9.4. Dinámica y estructura de los patrones de poblamiento

| 1970 | CANT.MUN | PORC_CAB | PORC_2M | PORC_200 | PORC_NO_CONC |
|-------------|----------|----------|---------|----------|--------------|
| | 21 | 81 | 2 | 5 | 12 |
| | 22 | 53 | 4 | 12 | 30 |
| | 12 | 28 | 23 | 18 | 31 |
| | 14 | 25 | 8 | 31 | 36 |
| | 85 | 18 | 4 | 17 | 61 |
| 1981 | CANT.MUN | PORC_CAB | PORC_2M | PORC_200 | PORC_NO_CONC |
| Aglomerado | 22 | 81 | 2 | 8 | 9 |
| Concentrado | 35 | 50 | 5 | 21 | 24 |
| Compensado | 36 | 29 | 28 | 22 | 21 |
| Difuso | 34 | 23 | 9 | 40 | 27 |
| Disperso | 27 | 17 | 5 | 21 | 57 |
| 2002 | CANT.MUN | PORC_CAB | PORC_2M | PORC_200 | PORC_NO_CONC |
| Aglomerado | 24 | 81 | 4 | 10 | 5 |
| Concentrado | 49 | 51 | 11 | 23 | 16 |
| Compensado | 45 | 31 | 32 | 22 | 14 |
| Difuso | 29 | 28 | 12 | 35 | 25 |
| Disperso | 7 | 16 | 6 | 26 | 52 |

Actualmente la forma de distribución de la población más difundida es la que tiene una cabecera relativamente poco importante (en términos de peso poblacional); tiene uno o más asentamientos mayores de 2 mil habitantes, con la misma proporción de población que la cabecera y condiciones favorables para el asentamiento; y otra cantidad similar de población reside en asentamientos menores de 2 mil habitantes, una pequeña parte de la cual permanece sin concentrar.

El análisis de los patrones de poblamiento de los asentamientos, debe contribuir a la determinación de un tratamiento diferenciado, de acuerdo al impacto esperado en ellos del cambio climático; en términos de búsqueda de confort, seguridad o menor vulnerabilidad; ya que en la medida que se precisen con mayor exactitud el escenario climático del futuro, y sus impactos en otros sectores, será necesario un análisis diferenciado que garantice la adaptación requerida en los asentamientos humanos según su localización geográfica y características socio económicas.

9.3. PROCESOS SEQUÍA

La sequía es uno de los eventos hidrometeorológicos más nocivos a escala planetaria, por su carácter multidireccional (Solano *et al.*, 2000), y la influencia determinante en el ciclo hidrológico y, en particular, sobre la disponibilidad y distribución de los recursos hídricos. Según Rodríguez *et al.*, (1999), en Cuba la población que experimenta en algún grado los efectos de las condiciones de aridez, provocada por este fenómeno, supera al millón de habitantes que residen en 1 056 asentamientos de los cuales solo el 9% son rurales, de manera que los asentamientos humanos urbanos son los más afectados, y las medidas más complicadas porque se requieren soluciones de abasto de agua en sistemas hidráulicos con alto grado de deterioro.

9.3.1. PROVINCIA LAS TUNAS

La provincia Las Tunas y sus poblaciones urbanas han sido severamente castigadas por la sequía de forma reiterada. Esta provincia está ubicada en la zona oriental del país, entre los 20° 30', 21° 27' de latitud norte y los 77° 48', 76° 58' de longitud oeste; limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con la provincia Granma y el Golfo de Guacanayabo, al este con la provincia Holguín y al oeste con la provincia Camagüey; tiene un área total de 6 591,2 km² de tierra firme; 525 485 habitantes (ONE, 2002) y su fondo agrícola representa el 77% del total de las tierras de este territorio.

Todos los tipos de suelo que se identifican (18) en la provincia son altamente susceptibles a los procesos degradativos, por lo cual ya existen grandes áreas afectadas, con un marcado descenso de los rendimientos agrícolas, además de la incapacidad para satisfacer las necesidades alimentarias de la población y de materia prima para la agro industria provinciales no solo en volumen, sino también en diversidad. Estos procesos de degradación, en buena parte se deben a un prolongado e inadecuado manejo y explotación de los suelos, que han propiciado la aparición de la erosión, la salinidad, la compactación y la acidez. (Lalana *et al.*, 2003); a lo que se superponen procesos prolongados y frecuentes de sequía, fundamentalmente al norte.

Esta es actualmente una de las provincias más deforestadas del país, con poca superficie de bosques, en su mayoría deteriorados. Se ha estimado que el 89% de los bosques en los municipios de la costa norte son bosques naturales (Lalana *et al.*, 2003), con predominio del manglar, pero el déficit boscoso al interior, en territorios tan llanos y de cuencas abiertas al mar, favorece la aparición de procesos de desertificación y contribuye al reforzamiento de las sequías en las zonas agrícolas. Entre los principales problemas se destacan la pérdida, degradación o carencia de franjas hidrorreguladoras en arroyos, ríos y embalses; la desproporción existente entre las superficies agrícolas y forestales para atenuar la degradación de los suelos.

Los vientos del este que predominan tienen un comportamiento mensual poco variable, con un ligero incremento en la velocidad por épocas del año y provocan un efecto secante negativo para los cultivos, que empeora la situación en los períodos de seca; cuando se incrementa la temperatura y hay una reducción aguda de las precipitaciones, más grave en este caso que predominan las cuencas superficiales y las reservas subterráneas son muy limitadas. Además al norte de la provincia las condiciones geológicas son muy adversas para los acuíferos y hacen que los ríos sean más cortos y menos caudalosos. En general, el uso de la poca agua potable disponible también está limitado por la contaminación, resultado del vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y domésticos a los acuíferos.

Los mayores asentamientos tienen limitaciones para abastecer de agua a toda la población residente debido a que las fuentes de abasto son limitadas, y se encuentran seriamente afectadas por los procesos de sequía. De la misma forma, sufren el déficit de agua, el resto de los asentamientos humanos rurales y urbanos de menor tamaño, que se abastecen de pozos locales y pequeñas cuencas subterráneas afectados también por las prolongadas sequías.

9.3.1.1. MUNICIPIOS SELECCIONADOS

El proceso de sequía ocurrido entre 2000 y 2005 ha sido de los más extremos registrados en la historia climatológica e hidrológica del país, abarcó el 79% de la superficie de Las Tunas en la época seca y el 73% en la lluviosa, para ser la provincia más afectada del país (Solano *et al.*, 2006).

Para el estudio de caso se eligieron tres municipios ubicados en la vertiente norte de la provincia: Manatí, Puerto Padre y Jesús Menéndez, con una superficie de 2 772 km² (42% de la provincia), y una población de 147 000 habitantes (ONE, 2001), distribuidos en 277 asentamientos (9 urbanos y 268 rurales), que representan el 54% de los asentamientos de la provincia y donde reside población dispersa, vinculada con la propiedad de la tierra y el modo de producción agropecuario. La tabla 9.5 (ONE, 2006 y Lalana *et al.*, 2003) resume las características de la provincia y de la zona de estudio:

Tabla 9.5. Caracterización de la provincia y de la zona de estudio

| INDICADORES | U.M. | PROVINCIA | ZONA ESTUDIO | % |
|--------------------|-----------------|-----------|--------------|----|
| Superficie | km ² | 6 588 | 2 772 | 42 |
| Población | hab | 531 366 | 147 809 | 28 |
| Urbana | hab | 329 019 | 87 853 | 27 |
| Rural | hab | 202 347 | 89 956 | 44 |
| Consejos Populares | u | 83 | 27 | 33 |
| Asentamientos | u | 508 | 277 | 54 |
| Urbanos | u | 18 | 9 | 50 |
| Rurales | u | 490 | 268 | 55 |

Fuente: ONE, (2006) y Lalana *et al.*, (2003)

Los tres municipios tienen condiciones climatológicas e hidrológicas favorables a procesos de sequía, con características geológicas, edáficas, y antropogénicas que agravan el impacto de estos procesos (Rodríguez, C. 2005). Su economía está basada fundamentalmente en una agricultura de secano, donde la producción se hace crítica a partir de los años noventa del siglo pasado, cuando se instauró un proceso largo de sequías que afectó la economía del lugar ante las dificultades con la disponibilidad de agua, que alcanzó el consumo de la población. Históricamente estos municipios se habían ocupado en cultivos permanentes, con predominio de la caña de azúcar. En el período 2001-2004, y como resultado del reajuste nacional del sector azucarero, muchas áreas cañeras pasaron a estar dedicadas a ganadería, forestales, frutales y cultivos temporales, fundamentalmente viandas y vegetales.

En general, el incremento observado en la presencia de sequía en los últimos 30 años es alarmante, situación que contribuye a la progresión de la aridez en el territorio, que unido a la disminución ostensible de los volúmenes de agua, ha llegado a impactar de forma diferenciada a la población y sus condiciones de vida, en proporción directa con el nivel de vulnerabilidad que estas presentan. La reiteración y prolongación de los procesos de sequía en la región oriental, y en particular en el territorio norte de la provincia Las Tunas, ha incidido de manera significativa y negativa en las actividades económicas de todo tipo, agropecuarias, silvícolas, industriales, y sobre todo en la calidad de vida de la población, impactos que en alguna medida se contrarrestan con la adopción por el estado cubano de un conjunto de medidas destinadas a ello.

Desde 1987 la provincia ha estado en Fase de Alerta para todas aquellas instituciones involucradas en el uso del agua, ante las afectaciones de los cultivos, los pastos y el ganado. El 2004 fue un año crítico para todos en la provincia y particularmente en la zona norte, donde la falta de agua llegó a modificar el modo de vida de la población, aplicándose soluciones locales apoyadas por el gobierno provincial y nacional para garantizar el abasto de agua de consumo de la población, junto al reforzamiento alimentario que permitieron frenar procesos migratorios, entre otros.

9.3.2. ESCENARIO DE SEQUÍA Y SU EXTENSIÓN AL RESTO DEL PAÍS

En el año 2004 se reconoce el avance de la extensión de la sequía desde la región oriental al resto del país, como parte de un mismo proceso meteorológico. Al analizar la extensión superficial de la sequía agrícola por regiones en el período 2000-2005, se determinó que la región oriental fue la más afectada y la occidental la menos perjudicada (Solano *et al.*, 2006).

De acuerdo a recientes investigaciones (Rodríguez *et al.*, 2008), se identificaron 45 municipios del país con muy alta probabilidad de ocurrencia de sequía, ubicados en la región oriental y Camagüey; y otros 52 municipios con altos niveles de probabilidad, prácticamente en todas las provincias del país, en particular a lo largo del eje central de la isla grande y en los municipios de la provincia Pinar del Río. Por otra parte, la última evaluación GEO Cuba (CITMA, 2007), señala que la intensidad de la sequía agrícola aumenta de occidente a oriente, alcanzando mayor severidad en las zonas no montañosas de la región oriental, porque según esa misma evaluación la sequía afecta al país en forma no homogénea. Se reconoce que para el año 2006 aumentaron las precipitaciones y la situación comenzó a mejorar.

La región occidental que estaba conceptualizada como de menor probabilidad de afectación de sequía tuvo una experiencia difícil en la última temporada

2010-2011, cuando colapsaron las fuentes de abasto subterráneas y la única posibilidad de recuperación depende de la mejoría de la precipitación en el período húmedo del año; que ha mostrado un desplazamiento en su inicio para finales del mes de mayo.

En el escenario climático esperado se prevén patrones de precipitaciones irregulares, asociados con el cambio climático (PNUD, 2007) de forma que es muy probable que sucedan períodos extensos de sequía, seguidos por períodos de precipitaciones intensas, esta rutina se repetirá cada vez con más frecuencia. Este patrón de comportamiento trae por consecuencia la degradación de la calidad del suelo, que se desencadenen procesos de erosión y desertificación, con efectos ambientales y socioeconómicos adversos, que afectarán a una gran parte de la población, por lo que no debe quedar al margen de un análisis de búsqueda de soluciones actuales y de adaptación a similares o peores escenario a más largo plazo.

9.3.3. PROPUESTAS PARA LA ADAPTACIÓN

Rodríguez *et al.*, (2008), proponen un conjunto de medidas de adaptación que podrían atenuar los efectos de este fenómeno, y que toman en cuenta las posibilidades reales del país para su implementación. Las mismas están referidas a los asentamientos humanos, a las nuevas áreas de desarrollo; a los usos del agua, las viviendas, el alcantarillado, entre otros elementos clave. Con la aplicación de las opciones adecuadas a cada situación, estas acciones además permitirían evitar las migraciones que podrían producirse de agravarse las condiciones climáticas, y afectar a otros territorios no preparados para asumir tal responsabilidad, sin condiciones para garantizar la calidad de vida adecuada para la población que inmigra. Las medidas de adaptación son las siguientes:

- Asegurar la disponibilidad del recurso hídrico para satisfacer una demanda racional de las poblaciones que vayan a ser asentada de forma concentrada en cada localidad donde se produzcan sequías periódicas; lo que implica hacer ajustes de normas de consumo y tener fuentes seguras y alternativas.
- Promover la construcción de obras hidráulicas capaces de almacenar volúmenes adicionales de agua, utilizables en situaciones de intensa sequía, que puedan utilizar la infraestructura de redes existentes tanto en los asentamientos humanos como en otras actividades dependientes del agua.
- Propiciar la paulatina relocalización de asentamientos humanos, y de la población dispersa, distantes hoy de las fuentes seguras de abasto de agua.
- Priorizar la relocalización de asentamientos en territorios con una fuerte degradación de las condiciones ambientales, y deterioro de las actividades económicas, según propuesta para el manejo y gestión del sistema de asentamientos humanos para situaciones insuperables de deterioro.
- Las nuevas áreas de desarrollo y los nuevos asentamientos humanos, deben disponer de estudios previos sobre potencial hídrico y la capacidad de oferta y aseguramiento de agua para el consumo humano con las normas mínimas aprobadas.
- Promover en cada nuevo asentamiento, ubicado en zonas expuestas a la sequía, la ejecución de pequeños acueductos que además de la distribución segura del recurso, garanticen su calidad en situaciones de estrés hídrico.

- Propiciar la búsqueda de fuentes de abasto de agua alternativas para cada asentamiento humano en territorios afectables por intensas sequías, como parte de los planes de contingencia ante esta amenaza.
- Las viviendas e instalaciones de asentamientos humanos ubicados en zonas propensas a la sequía deben estar habilitadas con sistemas de captación de agua de lluvia y aljibes, para aprovechar el potencial total disponible.
- Las urbanizaciones en áreas propensas a la sequía deben someterse a un tratamiento de reforestación sistemática, hasta lograr una cobertura vegetal capaz de aliviar el intenso calor; brindar condiciones de sombra; frenar el libre movimiento del polvo levantado por el viento; mejorar el entorno y proveer algún alimento para el consumo de la población.
- Brindar prioridad al uso de sistemas ahorradores de consumo de agua en las viviendas y restantes instalaciones de los asentamientos humanos en las zonas sometidas a sequías intensas, como vía para minimizar las pérdidas del recurso más deficitario y lograr su uso más racional.
- Promover el estudio y construcción de obras hidráulicas en las localidades sometidas a la sequía o en el entorno regional, que brinden respuesta a los diferentes usuarios de la zona: población, actividades agrícolas, pecuarias, industriales, servicios comunales, en ese orden de prioridad.
- Obtener diseños civiles y arquitectónicos de viviendas e instalaciones, que propicien una mejor climatización, para el confort de sus habitantes, en particular durante las sequías extremas.
- Evitar cualquier acción antrópica en actividades económicas que dependan del recurso hídrico, y que aceleren los procesos erosivos en territorios con alto a mediano riesgo por sequías, los asociados a períodos intensos de sequía y degradación del recurso edafológico.
- Evitar a toda costa la extracción adicional de agua subterránea, sin previa evaluación y autorización de los organismos sanitarios en los territorios, con independencia del grado de riesgo alto o medio de sequía que posean.
- Promover la construcción de acueductos con al menos dos fuentes alternativas de abasto de agua, en los asentamientos humanos ubicados en zonas de alta sequía. Asegurarles adicionalmente, la existencia de depósitos de agua para uso individual y colectivo, que en caso de sequías extremas, faciliten el acceso al agua como alternativa no convencional.
- Fomentar la adecuación de los cultivos a especies tolerantes al régimen de sequías intensas y prolongadas, para permitir actividades agrícolas, de empleo y producción en tales condiciones; crear condiciones de forraje mínimo y áreas de pastizales en la localidad o su alternativa en zonas más distantes, para garantizar la alimentación de animales y condiciones para su traslado en un evento fuerte, garantizando la ganadería local y el abasto de leche, al menos, a los grupos etarios más necesitados.
- Propiciar el fomento de la ganadería menor, de mayor resistencia a las condiciones de sequía, como vía para lograr la permanencia de pie de cría y se puedan satisfacer demandas de carne de los pobladores locales.

- Promover en los asentamientos humanos las soluciones de alcantarillado o el tratamiento de residuales líquidos (individual o colectiva). En caso que la sequía obligue a abandonar las facilidades intradomiciliarias de servicio sanitario, garantizar la inserción de letrinas y fosas localizadas con la salubridad requerida.
- Crear condiciones de capacitación y organización de la población, y de los restantes actores del territorio, para asumir los retos que impone el estar en áreas de sequías intensas, prolongadas y reiterativas.
- Contribuir a perfeccionar, a nivel local y del sistema de asentamientos humanos, las medidas y preparación para la reducción de desastres y la conformación de los planes de contingencia.
- Promover el re-uso de las aguas en los asentamientos humanos y en las viviendas, insertar tecnologías de esta índole en localidades que estarán sometidas a condiciones extremas.
- Solucionar el deterioro de los sistemas de distribución de agua en el país, así como la recuperación de la plomería intradomiciliaria, causantes ambas de grandes pérdidas de agua bombeada y que constituyen hoy reservas a favor de una adaptación posible en condiciones de sequía extrema.
- Promover la investigación y el uso de técnicas de desalinización de aguas salobres para su utilización en los territorios de extremas sequía, limitados recursos hídricos, donde es imprescindible mantener el desarrollo de actividades económicas y sociales.

9.3.4. CONCLUSIONES

Los procesos de sequía, su irrupción en el archipiélago cubano, la periodicidad registrada, la extensión de los meses del período seco y el desplazamiento temporal del inicio de las lluvias, forman parte de las características que van consolidándose en el contexto climático cubano, con mayor severidad en las zonas costeras.

Otro de los rasgos que ha podido identificarse es el hecho de que aun cuando en la situación actual, y en los escenarios de cambio climático realizados para Cuba, se infiere la mayor presencia y duración de estos eventos severos en la zona oriental del país, y de eventos con menor intensidad hacia el centro y finalmente el occidente. Esto no exime a las autoridades de la necesidad de la prevención de los efectos dañinos derivados de las mismas en cualquier localidad y asentamientos humanos del país, para lo cual es imprescindible valorar y consolidar el cuerpo de medidas, acciones e inversiones que garanticen la adaptación al cambio climático y a estos eventos, que no por el carácter de su desarrollo lento, deja de provocar pérdidas de mucho valor.

Se está hablando de una exposición a las sequías de la totalidad de los 6 993* asentamientos humanos existentes en el país (ONE 2007), en los que en 2008 residen 11 236 099 personas (ONE, 2009); y donde las últimas experiencias de la etapa de sequía 2010-2011 llevó a niveles mínimos el abasto de agua desde fuentes subterráneas de gran importancia e históricamente seguras para la propia capital del país, que conllevaron a la aplicación de medidas de manejo del agua muy

* La cifra de asentamientos está conciliada con la ONE, no considerando las fracciones como asentamientos individuales.

rígidas, para evitar una potencial salinización regional de pozos alternativos para el abasto.

9.4. ASENTAMIENTOS HUMANOS COSTEROS

Los asentamientos humanos más vulnerables al cambio climático están situados en general en:

- Localidades con fuerte degradación ambiental.
- Espacios con procesos no organizados de concentración de población, en viviendas improvisadas; en zonas de peligro y/o con insuficiente urbanización.
- Territorios donde se agudizan los fenómenos de sequía con abasto de agua insuficiente, y no se logra la satisfacción de las necesidades alimentarias, y/o quedan desprovistos de las actividades económicas de sustento de su población.
- Zonas de inundaciones por intensas lluvias, con drenajes insuficientes y/o obstruidos.
- Zonas costeras con base económica vinculada directamente con las actividades de pesca, portuarias, industriales o servicios, y que son afectados por el ascenso del nivel medio del mar, y la surgencia y el oleaje provocados por ciclones tropicales.

En los territorios afectados por estos fenómenos es importante identificar y reforzar su resiliencia, para reducir los impactos y vulnerabilidades provocadas por los fenómenos asociados al cambio climático, así como la prevención ante fenómenos propios del clima tropical.

9.4.1. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ASENTAMIENTOS COSTEROS

La isla de Cuba posee más de 3 500 km de costa, en lo que se ha denominado tierra firme, y donde históricamente se localizaron los asentamientos humanos vinculados a las actividades de la pesca, el comercio, la navegación, el turismo y la recreación, para un total de 262 asentamientos costeros (sin incluir a la ciudad de La Habana). En este sentido (Rodríguez, C. *et al.*, 2008, Rodríguez, C. *et al.*, 2009 y Rodríguez, C. *et al.*, 2010), han aportado conocimientos sobre:

- Acceso a una base de datos actualizada y validada en el territorio de los asentamientos costeros e interiores potencialmente afectables, de forma permanente o temporal, por el cambio climático y huracanes categoría 5 de la escala Saffir-Simpson. Con datos de los elementos en exposición, para los escenarios de ascenso del nivel medio del mar (n.m.m.) escogidos (0,27 m y 0,85 m) para los años 2050 y 2100 respectivamente.
- Síntesis nacional de los elementos vulnerables por el ascenso del n.m.m., de forma definitiva, y los que se afectarán temporalmente por eventos meteorológicos severos, para los años 2050 y 2100, con cartografía digital asociada.
- Evaluación del impacto esperado por asentamientos humanos, con su cartografía digital asociada.

- Formulación de medidas de adaptación para los asentamientos costeros, para los años 2050 y 2100, que permitan a sus poblaciones atenuar paulatinamente la vulnerabilidad e impactos identificados.

Los asentamientos humanos costeros, son aquellos ubicados en la franja contigua a la línea de costa, donde se ejercen la máxima interacción entre la tierra y el mar, y los efectos directos producidos por esto repercuten en la vegetación, las prácticas económicas, la calidad de las aguas subterráneas (fácilmente salinizables). Entre estas interacciones están: las penetraciones del mar por el desencadenamiento de eventos meteorológicos severos; y las afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar y además, se identifica como la zona de mayor impacto: aquella que está ocupada hasta 1 m de altura sobre el nivel del mar y a una distancia de 1 000 m hacia el interior, tras la línea de costa (IPF, 1998).

Los principales impactos que se producirán en las zonas costeras ocurrirán sobre los manglares, las crestas arrecifales, las dunas arenosas, los asentamientos humanos, terrenos con diferente cobertura vegetal y otras instalaciones ubicadas en las proximidades de la línea costera. Según el grado y tipo de afectación, estas podrán considerarse de carácter permanente o temporal, correspondiendo las primera a la ocupación por el agua salobre de espacios de tierra firme, como consecuencia del ascenso permanente del nivel medio del mar; y, la segunda, cuando la causa de la ocupación son el oleaje o la surgencia generada por el paso de ciclones tropicales u otros fenómenos meteorológicos.

9.4.1.1. IMPACTOS POR ASCENSO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

Se han reconocido 122 asentamientos humanos costeros amenazados por el ascenso del nivel medio del mar, en los que se reconocen variados niveles de vulnerabilidades e impactos. En este conjunto, existen asentamientos de diversas jerarquías en el Sistema de Asentamientos Humanos, que les confieren multiplicidad de intereses y tipos de solución ante el fenómeno estudiado, por lo que se deben estructurar estrategias de adaptación específicas. La mayoría de estos asentamientos no tienen jerarquía político administrativa, y constituyen urbanizaciones incipientes; se trata de 69 asentamientos rurales y 30 urbanos de base, para el 81,1% de los asentamientos impactados.

La superficie total en tierra que pudiera quedar permanentemente ocupada por aguas del mar en el año 2050, debido a un ascenso del nivel medio del mar de hasta 0,27 m, podría llegar a ser de 2 550 km²; y para el año 2100, con un ascenso de hasta 0,85 m, hasta 5 994 km². De los asentamientos que se encuentran en esos territorios actualmente, 21 dejarán de existir, de no ejecutarse las necesarias obras ingenieras de protección, aunque su elevado costo hace pensar en otras soluciones, como la relocalización de la población a lugares menos expuestos a los eventos meteorológicos severos, o su redistribución en asentamientos ya existentes, más seguros y con mejores indicadores de servicio y calidad de vida (tabla 9.6).

Las investigaciones realizadas sobre el comportamiento de la surgencia y el oleaje para Cuba, identificaron 534 asentamientos con posibles afectaciones temporales en el 2050; de ellos: 277 parciales y 257 totales; y para el año 2100 esta cifra se podría elevar hasta 576 asentamientos, de ellos: 301 con carácter parcial y 275 de forma total (se excluye la capital). Algunos de estos asentamientos se encuentran en zonas donde las eventuales penetraciones del mar causadas por huracanes, pueden alcanzar hasta 9 Km. tierra adentro, dependiendo del relieve; la batimetría de la plataforma; la magnitud

Tabla 9.6. Asentamientos con afectación total por ascenso del nivel medio del mar por cambio climático al año 2050 y 2100

| PROVINCIA | ASENTAMIENTOS 2050 | CATEGORÍAS | ASENTAMIENTOS 2100 | CATEGORÍAS |
|-----------------|----------------------|------------|--------------------|------------|
| Pinar del Río | Las Canas | rural | La Bajada | rural |
| | Punta de Cartas | rural | Carenero | rural |
| La Habana | Playa Majana | rural | - | - |
| | Guanimar | rural | - | - |
| | Playa Cajío | urbano | - | - |
| | Playa Mayabeque | rural | - | - |
| | Playa Caimito | urbano | - | - |
| Villa Clara | Playa Uvero | urbano | - | - |
| | Playa Emilio Córdoba | rural | - | - |
| | Playa Jaquete | rural | - | - |
| | Playa Piñón | rural | - | - |
| | Playa Juan Francisco | rural | - | - |
| Sancti Spíritus | Tunas de Zaza | urbano | - | - |
| Ciego de Ávila | - | - | Manatí | rural |
| | - | - | Playa de Cunagua | rural |
| | - | - | Júcaro | urbano |
| Camagüey | Playa Florida | rural | Playa Jigüey | rural |
| Las Tunas | Playa Los Pinos | rural | - | - |

del huracán y su ángulo de incidencia al arribar a la costa, las características físicas de la atmósfera y del meteoro en particular, las facilidades de drenaje del territorio donde se enclava el asentamiento, incluso la existencia de medidas de protección implementadas en el tiempo y hasta la protección ejercida por las barreras arrecifales y las formaciones boscosas las costas, en particular los manglares.

Es igualmente importante señalar que muchos de los asentamientos rurales que habían permanecido vinculados a la pesca, han perdido buena parte de su base económica, por la contracción de los potenciales de captura y el deterioro de las instalaciones, ante el embate de eventos meteorológicos severos, el envejecimiento y la falta de mantenimiento así como la reposición de las embarcaciones.

En el caso particular de la Ciudad de La Habana, seis de sus quince municipios tienen costas, predominando en ellos las terrazas abrasivas y las dunas arenosas, para dar muy poco margen a las afectaciones por el ascenso del nivel del mar, pero donde el paso de las bajas extratropicales, los ciclones tropicales y los huracanes, pueden generar penetraciones del mar que impactan temporalmente. Un huracán categoría 5 de la escala Saffir-Simpson afectaría a unos 194 000 habitantes. Por penetraciones del mar asociadas a huracanes, el área construida inundable total podría llegar a ser de hasta 210,4 km² (no simultáneamente), estas inundaciones pueden mantenerse por espacio de varias horas o días, en dependencia de los factores físicos ya mencionados, la coincidencia con mareas altas y el propio drenaje de cada localidad. El mayor número de asentamientos afectables son rurales, con afectaciones parcial y total en proporciones similares; y los 23 urbanos se afectan totalmente. En la capital, según el

modelo de ascenso del nivel medio del mar, la ocupación temporal podría alcanzar los 27,73 km² y afectar unos 193 969 habitantes, tanto en el 2050 como en el 2100.

La superficie construida en asentamientos humanos que se afectaría temporalmente en el resto del país podría ocupar 297,0 km². También, en esta situación, el mayor porcentaje de asentamientos afectables recaería en los de carácter rural, y contarían con afectaciones parciales en un alto número de ellos. Las provincias de Artemisa, Mayabeque, Pinar del Río y Matanzas, son las que registran el mayor número de asentamientos afectados, a lo que se añaden las actividades agropecuarias que allí tienen lugar. Por otro lado las afectaciones temporales y parciales se concentran en las provincias Holguín, Granma, Santiago de Cuba y en menor magnitud en Guantánamo.

La población perjudicada es alta (tabla 9.7). Teniendo en cuenta el impacto esperado generado por la surgencia y el oleaje debido a huracanes de categoría 5 y deduciendo las modificaciones de línea de costa en el tiempo por el ascenso del nivel medio del mar, la afectación alcanzaría a una población total residente de 543 239 habitantes, expuestos en los 542 asentamientos (sin la ciudad de La Habana), esto representa el 29,5% de los habitantes de esos asentamientos, estimados en 1 842 838 habitantes (ONE, 2007). La población de la Ciudad de La Habana involucrada por este fenómeno temporal, es la residente en zonas bajas de los 18 Consejos Populares aledaños a la costa, que debe estar entre 344,1 mil y 348,3 mil habitantes en el 2050; y entre 308,1 y 348,2 en el 2100, cifras inferiores estas últimas, ya que en las proyecciones a tan largo plazo lo que se avizora es que continúe la contracción de la población como ya se mencionó antes.

Tabla 9.7. Estimados de población en asentamientos costeros afectables por los escenarios de cambio climático

| FECHA | POBLACIÓN ESCENARIO TENDENCIAL | | | POBLACIÓN ESCENARIO OPTIMISTA | | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------|
| | ASENTAMIENTO AFECTACIÓN TOTAL | ASENTAMIENTO AFECTACIÓN PARCIAL | TOTAL | ASENTAMIENTO AFECTACIÓN TOTAL | ASENTAMIENTO AFECTACIÓN PARCIAL | TOTAL |
| 2050 | 6 306 | 21 509 | 27 815 | 6 370 | 21 858 | 28 228 |
| 2100 | 2 088 | 354 652 | 356 740 | 2 221 | 418 888 | 421 109 |
| Totales | 8 394 | 376 161 | 384 555 | 8 591 | 440 746 | 449 337 |

Fuente: Proyecto 11-2010

El número de viviendas que se dañarían es 305 146 a nivel nacional. Las provincias con un mayor nivel de exposición son Matanzas y La Habana, con 64 837 y 54 129, respectivamente. Las afectaciones temporales de viviendas en La Habana en el 2050 y 2100 serían de alrededor de 54 129 viviendas. En este sector costero están además otras instalaciones, cuya afectación interrumpe la vida en las zonas bajas del litoral habanero. Tanto las viviendas como las instalaciones estarán afectadas, además, por los vientos de bajas extratropicales al norte, vientos del sur que hacen sistemáticas las afectaciones a la población residente en estas zonas.

Los impactos en las infraestructuras tecnológicas podrían ser considerables si no son evaluadas su potencial afectación, son el caso de las termoeléctricas de Mariel, Cienfuegos, Nuevititas, y Felton, pues de no ejecutar medidas de protección a tiempo podría existir incidencia directa en las instalaciones y de modo indirecto se vería impactado la vida de la población y la economía del país; también existen algunos grupos electrógenos de producción energética distribuida, que de forma excepcional,

podrían quedar fuera de servicio (tabla 9.8). Del mismo modo sufriría la infraestructura hidráulica; en el año 2050 habrá 124 asentamientos humanos con afectaciones en las fuentes de agua subterránea y 218 en el 2100, además de 150 acueductos de asentamientos que pueden sufrir una afectación temporal en sus servicios (tabla 9.9).

Tabla 9.8. Nivel de afectaciones a infraestructuras técnicas e instalaciones afines por surgencia y oleaje para huracanes categoría 5 de la escala Saffir-Simpson al año 2050 y 2100

| TIPO DE INFRAESTRUCTURA | UM | AFECTACIÓN TEMPORAL | | | |
|-----------------------------|----|---------------------|---------|---------|-------|
| | | TOTAL | | PARCIAL | |
| | | 2050 | 2100 | 2050 | 2100 |
| Termoeléctricas | u | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Grupos electrógenos | u | 42 | 66 | 66 | 42 |
| Subestaciones eléctricas | u | 20 | 27 | 48 | 47 |
| Total fuentes eléctricas | km | 63 | 95 | 117 | 91 |
| Acceso vial expuesto | km | 247,5 | 6 410,4 | 867,4 | - |
| Acceso ferroviario expuesto | km | 93,6 | 106,3 | 107,9 | 821,6 |

Fuente: Proyecto 11-2010.

Tabla 9.9. Nivel de afectaciones a acueductos por surgencia y oleaje para huracanes categoría 5 de la escala Saffir-Simpson al año 2050 y 2100

| ASENTAMIENTOS | AFECTACIÓN TEMPORAL | |
|-----------------|---------------------|------|
| | 2050 | 2100 |
| Afectables | 159 | 153 |
| No afectables | 300 | 322 |
| Sin información | 75 | 101 |

Fuente: Proyecto 11-2010.

La evaluación de los servicios de:

- Salud: hospitales, policlínicos, consultorios/posta médica, hogar de ancianos y otras instaciones de salud.
- Educación: círculos infantiles, escuelas primarias, secundarias, media y superior.
- Procesamiento de alimentos: pan, carne, leche, pescado, frutas/vegetales, donde además se han valorado las zonas industriales y los almacenes portuarios y no portuarios con funciones clave en cada asentamiento costero o no.

Todo obliga a la búsqueda de soluciones de relocalización de los inmuebles y de adecuación de los planes contra catástrofes. Las instalaciones con mayor cantidad de centros afectados serían en el sector de la salud, en particular 865 del nivel primario en el 2050 y 1017 en el 2100 (incluida la Ciudad de La Habana); seguidas por las instalaciones del sector educacional y las industriales.

La base económica de sustento de estos asentamiento actuales se afectarían por los eventos severos que se estudian en 296 asentamientos en el 2050 y 334 en el 2100, siendo las actividades más afectadas la agropecuaria; mientras la actividad pesquera solo presentará afectaciones en 57 y 54 asentamientos, como consecuencia de la reducción de las capturas de pesca en general en las zonas de plataforma, el deterioro de las embarcaciones y las artes de pesca y de otras actividades económicas como el turismo y la explotación gasopetrolera en estas zonas costeras (tabla 9.10).

Tabla 9.10. Base económica de primer orden y actual de los asentamientos afectables

| ACTIVIDAD ECONÓMICA | 2050 | 2100 |
|---------------------|------|------|
| Agrícola | 235 | 269 |
| Pecuaría | 61 | 65 |
| Pesca | 57 | 54 |
| Forestales | 29 | 31 |
| Turismo | 27 | 27 |
| Servicios | 24 | 24 |
| Petróleo | 5 | 5 |

Fuente: Proyecto 11-2010.

9.4.1.2. LA CIUDAD DE LA HABANA

La provincia abarca 721 km², de ellos más de 300 km² conformando una superficie urbanizada continua, donde se concentra aproximadamente el 20% de la población del país, con una densidad de 3 007,2 hab/km²; cuenta con costas que superan los 60 Km. de longitud, con diversas morfologías costeras, donde quedan expuestos recursos humanos, económicos y actividades que brindan vida a la ciudad y pueden ser afectadas por la acción combinada de ascenso del n.m.m., la surgencia y el oleaje de los huracanes de categoría 5.

De un total de 90,2 km² de superficie total en los 18 Consejos Populares que sufren las penetraciones del mar, en el 2050 se estima la superficie puede llegar a 27,71 km² y a 27,72 km² en el 2100. Aquí, el problema no radica en la superficie inundable, sino en la densidad de ocupación por población, viviendas e instalaciones que existen en esos territorios, que estarían involucrados en situaciones de catástrofe de no existir un adecuado plan de contingencias, y una implementación paulatina de medidas necesarias de adaptación al cambio climático. En los escenarios del 2050 y 2100, en las Playas del Este, aun cuando este fenómeno tiene menor incidencia, se impactan las dunas arenosas, viviendas y algunas instalaciones de recreación; siendo estas las zonas donde en la actualidad se escenifica la mayor recreación de verano de la población residente en la capital del país.

En general se afectaría temporalmente una población estimada para el 2050 en 193 969 habitantes, mientras el número de viviendas alcanzaría la cifra de 54 349. En el año 2100 el estimado de población residente en las zonas de afectación y las viviendas temporalmente afectadas es similar a los estimados del 2050, sin grandes incrementos debido entre otros motivos por las regulaciones urbanísticas vigentes para el territorio costero y en particular su zona de protección.

9.4.1.3. JERARQUIZACIÓN POR AFECTACIONES PERMANENTES

Hay indicadores de impacto que caracterizan, desde la situación actual, la afectación total y parcial permanente por ascenso del nivel medio del mar; sobre la base de los cuales se construyó un índice para clasificar y jerarquizar la incidencia o intensidad del impacto del cambio climático por ascenso del n.m.m., en cada asentamiento costero, utilizando un método de evaluación multicriterio.

Aquí se han incluido los 122 núcleos habitados próximos a la costa con instalaciones e infraestructuras cuya afectación puede hacer perder la funcionalidad del

asentamiento. Se han seleccionado un conjunto de indicadores base que describen aproximadamente las características de cada zona de estudio, con imprecisiones aun por la escala del trabajo, pero de utilidad para obtener una aproximación cualitativa del nivel de afectaciones previsibles. De la base informativa se seleccionó un conjunto de datos para crear indicadores de impacto que caracterizan, desde la situación actual, la afectación total y parcial por ascenso del nivel medio del mar, siendo ellos:

- Proporción de superficie expuesta.
- Proporción de población expuesta.
- Proporción de viviendas expuestas.
- Principales instalaciones expuestas por 100 habitantes.
- Densidad vial y ferroviaria expuesta.

Definidos los indicadores a partir de las variables contabilizadas en la zona de estudio, se obtuvo un índice para clasificar y jerarquizar la incidencia o intensidad del impacto en cada asentamiento costero mediante una evaluación multicriterio. Una vez obtenido para cada asentamiento el valor del *índice de intensidad, incidencia o afectación permanente*, visto en términos de vulnerabilidad, se clasifica y se cualifica en cinco estratos *Muy alto, Alto, Moderado, Bajo y Muy bajo*. La tabla 9.11 muestra la distribución de los 122 asentamientos en los años 2050 y 2100, según los cinco niveles de gravedad mencionados.

Tabla 9.11. Niveles del impacto esperado en asentamientos costeros por ascenso del nivel medio del mar en los años 2050 y 2100

| GRADO DE AFECTACIÓN | NÚMERO DE ASENTAMIENTOS | |
|---------------------|-------------------------|------|
| | 2050 | 2100 |
| Muy alto | 16 | 10 |
| Alto | 7 | 21 |
| Moderado | 17 | 32 |
| Bajo | 33 | 26 |
| Muy bajo | 20 | 18 |
| Total | 93 | 107 |

Fuente: Proyecto 11-2010

9.4.1.4. JERARQUIZACIÓN POR AFECTACIONES TEMPORALES

Para este cálculo se consideraron las variables siguientes: cantidad de población, cantidad de viviendas, principales instalaciones, fuentes generadoras de electricidad, fuentes de abasto de agua y tipo de afectación (total o parcial).

En todos los casos se cuantifica la exposición, desde la situación actual, sin tomar en cuenta la superficie expuesta, por cuanto no tiene la misma trascendencia que cuando se trata de una afectación permanente imputable al cambio climático. Otros aspectos como el comportamiento de la neo tectónica en los tramos costeros o el comportamiento de las mareas no han sido considerado por su significación en relación al efecto particular esperado en condiciones de un huracán. Debe señalarse por igual que las bahías de bolsa, aun cuando no se han excluido a los efectos del impacto esperado en los asentamientos, en la perspectiva podrían ser precisados en términos de penetraciones del mar esperadas dado el amortiguamiento que pudiese

esperarse en la surgencia y el oleaje en condiciones de un mar confinado. En el marco de evaluación se definen criterios de base para obtener diferenciaciones de carácter cualitativo. Las variables son reclasificadas en un rango numérico del 0 al 5, y se establecen cinco niveles. A partir del promedio de las categorías para las diferentes variables, se obtiene el valor del impacto para cada asentamiento.

La investigación identifica 534 asentamientos potencialmente afectables de manera temporal en el 2050 por surgencia y oleaje provocados por un huracán de categoría 5; y de ellos 255, se verán afectados en la totalidad en su superficie y elementos en exposición con carácter temporal, mientras 279 asentamientos costeros y no costeros son dañados parcialmente. Para el escenario del 2100 se reportan 279 asentamientos con afectación total temporal y 297 afectación parcial temporal, para un total de 576.

En la tabla 9.12 se muestra la distribución de los asentamientos según grados de afectación ante eventos meteorológicos severos. Los valores de Alto, Moderado y Muy bajo, agrupan cantidades similares de asentamientos y en menor cantidad aparecen las categorías de Muy alto y Bajo pero con resultados totales aproximados. En este caso la cantidad de asentamientos expuestos se polarizan entre las categorías Alto y Muy bajo, con importantes cifras en la categoría de Moderado.

Tabla 9.12. Distribución de asentamientos por categoría de afectaciones o impacto para los años 2050 y 2100

| GRADO DE AFECTACIÓN | NÚMERO DE ASENTAMIENTOS | |
|---------------------|-------------------------|------|
| | 2050 | 2100 |
| Muy alto | 56 | 63 |
| Alto | 163 | 159 |
| Moderado | 117 | 108 |
| Bajo | 78 | 80 |
| Muy bajo | 121 | 167 |

Fuente: Proyecto 11-2010

9.4.2. POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

9.4.2.1. ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y URBANO, Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Partiendo de los instrumentos de planeamiento vigentes para el país se llega a los siguientes resultados:

- Todos los asentamientos humanos involucrados en este estudio han sido considerados en los Esquemas Provinciales de Desarrollo, donde se recoge un conjunto de políticas y recomendaciones generales, a partir de las conclusiones a las que arriban los Subsistemas de Asentamientos Humanos y de Medio Ambiente; que indican, en primer lugar, la pertinencia de su permanencia en su localización actual, las actividades y papel que desempeñarán en lo sucesivo, la población estimada y las regulaciones de ordenamiento territorial a seguir. Estos esquema, por su nivel de actualización, pueden haber incluido o no aspectos relativos a la exposición de los asentamientos ante peligros naturales y el cambio climático.
- La totalidad de asentamientos humanos que pueden ser impactados no han sido analizados para la elaboración de los planes municipales y provinciales de

ordenamiento territorial, y solo los de carácter urbano disponen de esquemas o planes de desarrollo, que consideren los escenarios del 2050 y 2100.

- Todos los asentamientos humanos disponen de planes de contingencia, o contra catástrofes, que aseguran la evacuación de la población y la protección de los recursos económicos de que disponen. Estas y otras medidas son objeto de divulgación, capacitación y ejecución de ejercicios de preparación anual (simulacros), que le ponen a pruebas ante una amenaza dada.
- Las intervenciones de transformaciones que se realizan en los asentamientos rurales en general, se vienen ejecutando de forma espontánea, sin responder a planes urbanísticos prefijados, y necesariamente no sustentan en lineamientos de desarrollo y regulaciones territoriales que puedan ser monitoreadas. Esto se evidencia al evaluarse una microlocalización de inversiones precisamente en zonas afectables*. Por lo general, estos asentamientos rurales, que representan el 83,9% del total, temporalmente afectable por las penetraciones del mar, tienen un pobre desarrollo urbanístico, y no disponen de un cuerpo de medidas de adaptación ajustado a sus requerimientos.
- El asentamiento de actividades en polos turísticos, con independencia de su reconocimiento dentro del sistema (urbanos y rurales), han sido objeto de valoraciones especiales, y contemplados para el desarrollo de la región o polo turístico en particular; en ellos rigen las medidas de defensa civil que han sido establecidas para salvaguardar las vidas humanas y los recursos materiales existentes en los mismos. Estas instalaciones, no necesariamente fueron concebidas en áreas sin afectación potencial de penetraciones del mar, y allí donde son altos períodos de retorno para los eventos meteorológicos severos, deben determinarse en la actualidad con el nuevo conocimiento de los impactos esperados por el cambio climático las vías de adaptación.
- Los planes de ordenamiento urbanístico disponibles para los asentamientos humanos que son potencialmente afectados por las penetraciones del mar, cuentan con diversas fechas de realización que van desde el año 1999 hasta el 2009, en especial para aquellos que sufrieron los fuertes embates de los ciclones y huracanes del año 2008, o que fueron seleccionados a nivel nacional por la complejidad de su nivel actual de riesgo.
- En los planes de ordenamiento territorial y urbanístico en general falta el análisis del tema cambio climático; no obstante, los más actualizados ya poseen indicaciones, medidas y acciones para disminuir los niveles de exposición ante eventos meteorológicos severos, y que constituyen de hecho una forma de contribuir a la adaptación, a partir del principio de reducción de vulnerabilidades.
- En el sur de las provincias Artemisa y Mayabeque, están más definidas las consideraciones para la relocalización de asentamientos costeros, por la regularidad con que tienen lugar los eventos meteorológicos severos; además de ya ser evidente el más agudo retroceso de la línea de costa del país y donde se ha gestado un trabajo comunitario y social, dirigido especialmente a la capacitación y documentación sobre las medidas o acciones de intervención imprescindibles

* El proceso inversionista incluye de forma obligatoria la consulta a los órganos de la administración del Estado, permitiendo incluir las medidas de adaptación.

para adaptarse a un cambio climático que afectará por completo o parcialmente a los asentamientos costeros localizados en este territorio. También han sido objeto de intervenciones importantes de relocalización asentamientos al sur de Pinar del Río. Además de las reubicaciones ya ejecutadas con posterioridad a huracanes del 2008 en sectores de los asentamientos humanos de Santa Cruz del Sur y Guayabal, en las provincias de Camagüey y Las Tunas, respectivamente, esto paulatinamente se irá extendiendo a las localidades que así lo requieran.

- La investigación reporta aun, la reconstrucción en asentamientos que fueron totalmente devastados por los huracanes que azotaron el país en el 2008, y que constituyen malos ejemplos, porque se reconstruye el riesgo, tales son el caso de Playa Los Pinos, en la costa norte de Las Tunas (vinculada básicamente a la recreación pero con población residente permanente) y que desaparece a largo plazo por el ascenso del nivel del mar y el de Delio Chacón, en Isla de la Juventud, en una zona de inundación temporal bien identificada.
- El control sistemático del territorio, máxime cuando se dispone de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo, así como los derivados del cambio climático, apuntan a la necesidad de la toma de medidas y control de las intervenciones que permitan garantizar la adaptación al cambio climático y la reducción de vulnerabilidades, ante los eventos que afectan a estas localidades en la actualidad.

Pese a los avances en las investigaciones aun no ha podido ser identificadas la totalidad de medidas dirigidas a disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos interesados por el ascenso del n.m.m. y las penetraciones por surgencia y oleaje, que a su vez son medidas de adaptación al cambio climático; esto hace imprescindible seguir trabajando en esta línea, conciliando el desarrollo, los riesgos e impactos del cambio climático, como única vía para conformar una estrategia de respuesta integradora en el ámbito de los asentamientos costeros. En tal sentido, debe trabajarse en las soluciones estructurales y no estructurales, e iniciar la realización de proyectos de protección, cuando esta sea la solución inevitable, mientras se despliega un trabajo psico-social con las comunidades que serán impactadas y que deben intervenir directamente en la materialización de las soluciones de adaptación.

Aun son insuficientes las soluciones brindadas de prevención y adaptación por el ordenamiento territorial a los asentamientos expuestos, en particular en aquellos asentamientos con menor número de habitantes, que son los más comunes en estas localidades, donde no solo es importante la afectación física al asentamiento y a la población, sino a otros impactos como la salinización de las aguas de consumo y el retroceso de la línea de costa.

9.4.2.2. POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La investigación ha evaluado el impacto esperado en los asentamientos humanos costeros del país, comprobándose la necesidad de establecer un conjunto de políticas y regulaciones para el ordenamiento territorial y urbano, así como acciones, medidas y profundización del conocimiento, entre otras vías que contribuyan a resguardar los recursos humanos y económicos de la sociedad; evitar la exposición actual e incidir en la reducción de la vulnerabilidad acumuladas y adaptarse al cambio climático. A continuación se proponen un conjunto de propuestas de políticas generales para la adaptación al cambio climático y la reducción de los impactos en asentamientos costeros:

Políticas de adecuación de los instrumentos metodológicos de ordenamiento territorial:

Política 1: actualizar los resultados de aplicación de los instrumentos metodológicos de ordenamiento territorial y urbano, a la luz de los impactos esperados por el cambio climático y ante el paso de un huracán categoría 5 con el peor ángulo de incidencia.

Política 2: incorporar con carácter obligatorio al planeamiento, gestión y control de los planes territoriales, el tema de la adaptación al cambio climático y la reducción de vulnerabilidades.

Políticas territoriales relativas a la disminución de las vulnerabilidades por impactos por cambio climático:

Política 1: contribuir con la evaluación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo de eventos actuales y esperados por cambio climático y sus impactos en zonas costeras mediante el perfeccionamiento de los planes de contingencia y de adaptación.

Política 2: crear condiciones para reducir el riesgo, modificando las condiciones originales de vulnerabilidad a eventos meteorológicos severos actuales y futuros.

Políticas territoriales relativas a la preparación de los territorios ante las situaciones de desastre y de impactos esperados en asentamientos costeros y próximos a estas por cambio climático:

Política 1: contribuir con la evaluación de la gestión de riesgos de territorios al perfeccionamiento de los planes de adaptación al cambio climático y contra catástrofe en asentamientos costeros.

9.4.2.3 RECOMENDACIONES PARA ESQUEMAS, PLANES Y PROYECTOS DE INVERSIONES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

La situación descrita en este acápite ha demostrado los diversos niveles de exposición y pérdidas que pueden gestarse en los inmuebles, como consecuencia de las características de la morfología costera, la batimetría, los eventos meteorológicos, el ascenso del n.m.m. y el retroceso de línea de costa y las diversas características del fondo habitacional (tipologías, estados constructivos), esto se manifiesta en los asentamientos con diversos niveles de vulnerabilidad. Los daños permanentes o temporales, parciales o totales repercuten en los tiempos de recuperación, con efectos directos en el funcionamiento de los asentamientos y la calidad de vida de la población residente.

Las afectaciones no se limitan a las de índole físico o estructural, sino que incide en la funcionalidad de los asentamientos y los territorios por períodos más o menos largos, por lo cual es necesaria la implementación previa de medidas, acciones y/o inversiones que permitan reducir la vulnerabilidad actual.

Las soluciones individualizadas del sistema de asentamientos humanos costeros, obligan al estudio y valoración de múltiples aspectos que permitan restituir las condiciones habituales de vida y protección definitiva de sus habitantes. Otros

fenómenos asociados a los huracanes, con incidencia negativa, son los fuertes vientos y los altos volúmenes de precipitación que refuerzan las condiciones de catástrofe en las localidades costeras bajas.

Las acciones para prevenir estos efectos y posibilitar la adaptación ante las condiciones ambientales descritas en los escenarios de cambio climático, y que deben ser contempladas en el trabajo sistemático de ordenamiento territorial y urbano pueden estar destinadas a:

- Disminuir los niveles de exposición al peligro.
- Reducir la vulnerabilidad de los elementos expuestos (población, economía, vivienda, e inmuebles en general).
- Emplear el planeamiento físico y la localización de inversiones como mecanismo de reducción de riesgos y situaciones de catástrofe.
- Conjugar las acciones para el desarrollo de territorios costeros, en particular los asentamientos, velando porque estas no se reviertan en la agudización de un riesgo o no sean consecuentes con la necesaria implementación del programa de adaptación al cambio climático.

Estas acciones básicas deben ser recogidas en todo programa de inversiones de desarrollo, incluyendo las dirigidas a la rehabilitación o la reconstrucción por situaciones de catástrofe, con medidas estructurales y no estructurales, y con prioridades claras de implementación, desde el nivel local hasta el nacional. Entre las recomendaciones que pueden ser ejecutadas en los asentamientos costeros se han identificado:

- Evitar el crecimiento habitacional y de instalaciones permanentes en las zonas costeras inundables, con impacto muy alto por las inundaciones asociadas a penetraciones del mar y en zonas de protección de las costas, en particular las más sensibles (playas de dunas arenosas y manglares).
- Prohibir la localización y construcción de instalaciones estatales y privadas, sobre dunas y bermas de las playas, por ser estas los segmentos más sensibles de las costas, al igual que los manglares que a su vez realizan acción protectora de costas.
- Evitar la nueva construcción de viviendas y otras instalaciones en las zonas afectables por las penetraciones del mar permanentes, sin medidas de protección.
- Reorientar el uso de las construcciones existentes o partes de ellas para otras actividades. Especial atención debe brindarse al caso de sótanos y subsótanos y en la primera línea de construcciones.
- Propiciar por la vía de los proyectos de urbanización, la garantía de un apropiado sistema de drenaje pluvial en las áreas de exposición a penetraciones del mar y de la orientación de las edificaciones en los proyectos de nueva ejecución, para facilitar la evacuación de las aguas en los momentos críticos, una vez que un evento desencadena las inundaciones.
- Promover, en la medida de las posibilidades, el reacomodo de los asentamientos costeros, fuera de la franja de mayor impacto por las penetraciones del mar, en particular en las costas bajas (1 000 m de distancia de la línea de costa y 1 m de altura sobre el nivel del mar), donde los efectos de las penetraciones del mar son intensos y reiterativos.

- Contemplar y perfeccionar un plan de evacuación sistemática de los habitantes a localidades e inmuebles más seguros ante la eventualidad de penetración del mar. La situación más favorable es la reubicación a un distanciamiento superior a la profundidad previsible de las penetraciones, y la elevación en altura de las edificaciones en relación con el valor estimado o histórico del ascenso del agua salobre sobre el nivel medio del mar para cada localidad en particular, y tomar en cuenta el período de retorno con que se desencadenan tales eventos, para así decidir las prioridades de intervención. En este caso se ha trabajado con la situación extrema, por ello puede adecuarse la situación a períodos de retorno más cortos, con el aseguramiento de medidas y acciones adicionales para los eventos extremos.
- Ejecutar las obras de drenaje requeridas en las zonas bajas aledañas y al interior de los asentamientos inundables, para mejorar la capacidad de evacuación de las aguas acumuladas, y establecer la ejecución y el control del mantenimiento y la limpieza de los canales de desagüe, con el objetivo de lograr la eficiencia esperada de tal medida de protección y adaptación.
- Dar respuesta en lo local al mantenimiento de los drenes, aumentar si fuera necesario su capacidad de paso y de descarga, como vía para garantizar una ágil evacuación de los excesos de agua en zonas bajas, provocados por la penetraciones del mar.
- Favorecer el distanciamiento de las instalaciones y las viviendas en zonas contiguas a la desembocadura de ríos, donde se reportan la conjunción de las penetraciones del mar, con las inundaciones de zonas bajas por el desbordamiento de los ríos. Velar por la inclusión de este análisis en todo proyecto de ampliación o desarrollo urbano, o en la ejecución de nuevas inversiones en territorios identificados como en zonas inundables.
- Promover, una vez ocurrida una situación de desastre (por surgencia ciclónica o por la coincidencia de varios peligros, incluyendo los vinculados al cambio climático), las acciones reactivas y a su vez de carácter preventiva en lo sucesivo ante nuevos eventos, la prohibición explícita y solución alternativa de localización de áreas de desarrollo para viviendas e inversiones de toda índole, para velar por garantizar: nuevos emplazamientos en terrazas elevadas respecto al nivel de ascenso esperado de las aguas, el uso de tecnologías y materiales de construcción de viviendas poco vulnerables, la inclusión de soluciones en pilotes, terrazas o la incorporación en los diseños de solución en los inmuebles para auto-evacuar los bienes en barbacoas o segundos niveles de construcción habilitados para este fin, entre otros.
- Priorizar la realización de esquemas y planes de desarrollo urbano de asentamientos humanos que son inundables de forma permanente o temporal, según un orden de prioridad que asuma un modelo de desarrollo consecuente con el peligro actual y la adaptación futura ante el cambio en el comportamiento de los peligros naturales.
- Prever mecanismos duros de protección, si el tipo de costas lo permite, brindar en ellos soluciones adecuadas de drenaje, esto permitiría contar con un menor número de elementos y habitantes en exposición, contribuyendo a la reducción de riesgos.

- Conciliar en los planes de ordenamiento territorial y urbano como prioridad, el uso público de los espacios más expuestos a las penetraciones del mar en los asentamientos costeros y emplear en estas locaciones preferiblemente instalaciones ligeras y desmontables de uso temporal, espacios públicos.
- Garantizar que con los proyectos de desarrollo de asentamientos humanos costeros se preserven las áreas forestadas, en particular la formación de manglares, reconocidas como una de las medidas que suavizan el impacto de la penetración del mar sobre los asentamientos viviendas, infraestructuras y otras inversiones, ubicadas en segunda línea de construcciones.
- Propiciar la ejecución de obras de contención, allí donde el tipo de costa lo aconseje.
- Contemplar como obra inducida obligatoria, las relativas a la protección ante penetraciones del mar e inundaciones por lluvias, para aquellas inversiones previstas en los programas y planes de desarrollo de los territorios y asentamientos humanos.
- Prohibir definitivamente el desarrollo de nuevas zonas de viviendas en áreas de penetración del mar de categoría alta.
- Apoyar programas de protecciones de las instalaciones existentes o de nueva ejecución expuestas al impacto de penetraciones del mar y de imprescindible permanencia en las localidades afectables por ascenso del nivel medio del mar por surgencia y oleaje vinculado a huracanes.
- Promover el proceso de recuperación de la franja boscosa de las zonas costeras, como uno de los factores de protección del litoral y territorios e instalaciones, ubicados tierra adentro.
- Contribuir al incremento de la reforestación de tramos costeros bajos, ubicados frente o próximos a los asentamientos costeros, en particular en costas acumulativas, para ejercer una acción protectora del litoral, rehabilitación y contención de las penetraciones del mar. Esta es una medida de disminución de daños y de adaptación de los territorios.
- Proteger las barreras coralinas o crestas arrecifales a lo largo en las costas, y entender la importancia como sistema protector de la costa de los asentamientos costeros, dados sus efectos en los intereses de pesca y el propio resguardo de los habitantes por el efecto protector que logra ante el desencadenamiento de los fenómenos que se atribuyen a los huracanes.
- Contar con un estricto cumplimiento de lo establecido por el plan contra catástrofes que establezca la evacuación de la población de asentamientos vulnerables a inmuebles más seguros, dentro o fuera de estos.
- Contar con las alternativas de solución en los esquemas de desarrollo de los asentamientos y no promover, o evitar como regla, la reconstrucción in situ de los inmuebles en estas localidades, pues contribuiría a reconstruir las condiciones de riesgo, una vez ocurrida una situación de desastre o previo a las mismas si se domina el peligro esperado.
- Prohibir cualquier acción antrópica que acelere los procesos erosivos en zonas donde estos son evidentes, tales como tala de mangle, extracción de arena,

deterioro del perfil de la duna arenosa, construcción de objetivos pesados y permanentes en áreas de la acumulación de arenas. Esta situación se hace más grave y requiere de atención especial cuando es más evidente el retroceso de la línea de costa.

- Prohibir la acumulación de desechos y otros materiales de origen natural e industrial, que modifiquen el perfil de la línea de costa y provoque condiciones adecuadas para el retroceso de la línea de costa.
- Verificar en los asentamientos costeros el cumplimiento de lo establecido en sus planes generales, parciales y especiales, en materia de lineamientos para la protección ante el ascenso del nivel del mar, y el efecto de penetraciones transitorias, como resultado del desencadenamiento de eventos meteorológicos severos producidos por la variabilidad y el cambio climáticos.
- Introducir en la práctica del urbanismo y del ordenamiento territorial, los resultados de las investigaciones realizadas en el área de los impactos esperados ante el cambio climático.
- Producir estudios sociológicos en las comunidades altamente vulnerables, bajo todas las circunstancias evaluadas del cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos, previos a la realización de una relocalización de los habitantes (capacitación/interiorización del problema/búsqueda de solución lógica y viable).
- Elevar la gestión y el control de los territorios a todos los niveles, y exigir el cumplimiento de las políticas, acciones, medidas y regulaciones territoriales urbanas, que garanticen el cumplimiento de la política general de adaptación, resultados del nivel científico técnico alcanzado por el país.
- Llevar los planes urbanos y territoriales a categoría de instrumentos jurídicos de cumplimiento obligatorio, con vistas a garantizar la protección de recursos económicos, sociales y la población, ante los impactos esperados del cambio climático.
- Reubicar o brindar soluciones constructivas de protección adecuadas a instalaciones que inevitablemente deben estar ubicadas junto al mar.
- Incluir en los planes anuales una asignación de inmuebles para elevar el fondo de viviendas, dirigido a brindar paulatinamente respuestas a la problemática identificada, con carácter preventivo y de adaptación además de solucionar las situaciones de catástrofes de modo reactivo ante el desencadenamiento de una situación de riesgo. Estas acciones forman parte de la gestión de reducción de riesgos de los territorios y el país.

9.5. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SURGENCIA EN CAYERÍAS CON DESARROLLO TURÍSTICO

Cuba cuenta con cuatro archipiélagos principales en su plataforma, y desde el año 1990 se ha desarrollado un intenso programa inversionista del turismo en dos de ellos, lo que ha dado origen a la investigación en Los Canarreos (la región sur-occidental) y Jardines del Rey o Sabana Camagüey (la región nororiental), dada la exposición y gravedad del efecto de la surgencia en estas localidades naturales, y las acciones antrópicas que se ejecutan para consolidar una intensa actividad turística,

en particular las capacidades en alojamiento, instalaciones extra-hoteleras, así como infraestructuras y centros de apoyo, basados en el potencial natural disponible en playas, que deben tomar en consideración las limitantes y niveles de riesgos a los cuales se exponen. (Salas, I., 2006).

9.5.1. REGIONES DE ESTUDIO

En los archipiélagos seleccionados se encuentran cinco de las regiones turísticas del país, identificadas en la tabla 9.13. Ambos con un alto potencial natural, que les ha permitido alcanzar un importante y acelerado desarrollo turístico, y disponen de un fuerte proceso inversionista en términos de incremento de capacidades hoteleras e infraestructuras técnicas.

Tabla 9.13. Regiones geográficas, regiones turísticas y objetivos de estudio

| REGIONES GEOGRÁFICAS DE LA PLATAFORMA INSULAR * | ZONAS GEOGRÁFICAS | REGIONES TURÍSTICAS | OBJETIVOS A ESTUDIAR |
|---|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Nororiental | Archipiélago Sabana - Camagüey | Sagua | Cayos: Bahía de Cádiz, Sotavento y Esquivel. |
| | | Caibarién | Cayos: Frago, Francés, Ensenachos, Santa María, Las Brujas y el vial a Cayo Santa María. |
| | | Jardines del Rey | Cayos: Guillermo, Coco, Paredón Grande, Antón Chico y el vial a Cayo Coco. |
| | | Norte de Camagüey | Cayos: Mégano Grande, Cruz, Romano, Guajaba, Sabinal y el vial a Cayo Romano. |
| Suroccidental | Golfo de Batabanó | Archipiélago de los Canarreos | Isla de la Juventud: Punta del Este, Playa Blanca, Cocodrilo, Francés-Pedernales, Colony y Playa Bibijagua; Cayo Largo, Cayo Rosario, Cayo Ávalos y Cayo Campos. |

* Claro, 1994. Hernández, 1999.

Estas zonas clasifican como de exposición temporal al impacto negativo de ciclones producto de la surgencia y el oleaje, fenómenos que provocan las mayores penetraciones del mar, deterioro de las dunas arenosas; condiciones que previsiblemente se verán reforzadas por el ascenso nivel medio del mar derivado del cambio climático, y que hoy tienen manifestaciones de erosión o abrasión de las playas y la disposición natural de arenas hacia el interior de las lagunas costeras, proceso este que es detenidamente estudiado a profundidad por sus efectos en

este complejo ecosistema y los efectos posteriores que se registran en cuanto a la alimentación de las dunas arenosas.

Las localidades estudiadas han sido valoradas como de peligro Muy Alto y Alto respectivamente, ante el impacto de la surgencia que acompaña a los ciclones tropicales, con un alto grado de Vulnerabilidad y Riesgo (Salas, 1999).

9.5.2. PELIGRO DE INUNDACIÓN COSTERA POR SURGENCIA

A partir del estudio físico-geográfico de cada localidad, se ha establecido la estrategia para determinar el peligro de inundaciones costeras por surgencia. Entre otros factores analizados, los ciclones tropicales que impactan a los cayos lo hacen en general con mayor intensidad, cuando el ángulo de incidencia de su arribo a la costa está entre 90° y 225°, y con alturas de surgencias mayores en el sector derecho de su movimiento de traslación, excepto para la Playa Bibijagua, en Isla de la Juventud, donde las trayectorias más nocivas son las que arriban con un ángulo de incidencia comprendido entre los 45° y los 180°.

Las zonas de playas con dunas arenosas, y las que tienen las dunas erosionadas, son muy sensibles, mientras en los sectores de costas con manglares y lagunas interiores, presentan con su formación boscosa un frente de resistencia a estos eventos, cumpliendo el efecto de barrera de protección tierra adentro, aminorando por fricción el efecto nocivo. Las costas altas abrasivas reportan una incidencia menor de impacto por pérdida de energía lograda al chocar las olas con las rocas. Se determina también que la presencia de barreras y crestas arrecifales ejercen una acción protectora ante la penetración del mar, al interponerse al avance de la ola de surgencia en su aproximación a la línea de costa.

9.5.3. ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTUDIO DE LA CAYERÍA

La precisión alcanzada por los modelos de pronóstico, depende de la calidad de la información disponible para lograr mayor certidumbre. Sin embargo la combinación de los sistemas físicos y sociales están pobremente entendidos; la información sobre las variables es incompleta, y solo pueden ser apreciadas a través de la intuición y son mejor comunicadas por las imágenes e historia de la localidad. Para este estudio se asumieron los Escenarios IS92 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), que mostraron el camino a los investigadores cubanos que realizaron modelaciones del clima futuro para Cuba.

9.5.3.1. ASCENSO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR

En la tabla 9.14 se resumen las proyecciones de ascenso del nivel medio del mar para Cuba bajo condiciones de distintas sensibilidades climáticas y su variación en el tiempo con los escenarios A1C y B2, evaluados para realizar este estudio y que conjugan ciertos paradigmas sociales, económicos, tecnológicos y ambientales identificados por la comunidad internacional en su labor de predecir comportamiento del clima y otros eventos asociados.

La situación seleccionada ha sido A1C para la sensibilidad climática Alta, que repercute en un ascenso del nivel medio del mar de 0,27 m al año 2050 y de 0,85 m al año 2100. Esta constituye el punto de partida para aplicar el modelo de cálculo

Tabla 9.14. Proyecciones del nivel medio del mar para Cuba y su variación en el tiempo con el Modelo MiniCam y los Escenarios A1C y B2, seleccionados en este estudio

| ESCENARIOS | SENSIBILIDAD CLIMÁTICA (ΔT) | AÑO | | | |
|------------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2030 (cm) | 2050 (cm) | 2070 (cm) | 2100 (cm) |
| A1C | Baja(1,5 °C) | 4 | 8 | 14 | 22 |
| | Media(2,6 °C) | 9 | 17 | 30 | 49 |
| | Alta(4,2 °C) | 15 | 27 | 48 | 85 |
| B2 | Baja(1,5 °C) | 4 | 7 | 10 | 15 |
| | Media(2,6 °C) | 10 | 16 | 23 | 23 |
| | Alta(4,2 °C) | 15 | 26 | 40 | 40 |

Autor: Salas, I., et al., 2006

de la surgencia MONSAC 3, útil para determinar la altura total de la surgencia por CT el peligro y con posterioridad el riesgo de los cayos con desarrollo turístico y sus principales instalaciones dentro de los dos archipiélagos seleccionados una vez que ha sido evaluado la vulnerabilidad y exposición de estos.

El ascenso previsible del nivel del mar de entre 0,27 y 0,85m para el escenario A1C (sensibilidad térmica o de ascenso estimado de entre 1,20 C y 4,20 C de temperatura) y se ha comprobado que estos valores repercuten de forma limitada en los resultados de la aplicación del modelo MONSAC 3.1 para el cálculo de las surgencia de CT., de compararse los valores de surgencia actual con la futura, se aprecia que el incremento de alturas es de 3 a 6% respecto a la situación actual.

En el impacto y vulnerabilidad de las construcciones radicadas junto a las costas, inciden otros factores como la altura del emplazamiento, la altura de las edificaciones, el diseño de las obras, la resistencia de materiales empleados y la existencia o no de obras ingenieras de protección, entre otros, de vital interés para las actividades turísticas en las cayerías y que se insertan como elementos complementarios en el estudio realizado.

9.5.3.2. MAPAS DE PELIGRO POR SURGENCIA

El Decreto Ley 212 del año 2000 define a la costa como: la franja marítima-terrestre de ancho variable, donde se produce la interacción de la tierra, el mar y la atmósfera mediante procesos naturales. Su ancho es variado y depende de las características propias de la costa; este Decreto establece límites de protección acordes a los objetivos de conservación y mejoramiento de estos ecosistemas como parte de la política de manejo integral de las costas no así el efecto de las penetraciones del mar.

Las condiciones del archipiélago cubano son peculiaridades dadas por su extensión, diversidad de costas y repetitividad de los eventos meteorológicos severos tropicales y extratropicales. Lezcano y A. Pérez, 1993, permitieron diferenciar la zona costera en dos subzonas: la primera que se corresponde con los primeros 1 000 m, la de mayor impacto debido a un ascenso súbito del nivel medio del mar, limitada por el intervalo altimétrico de 1 m, para dar el máximo peligro de inundaciones costera por penetración del mar, y una segunda zona cuando esta costa puede alcanzar en zonas bajas la cota de 5 m de altura y distante 5 000 m de la línea de costa. Esta definición se apoya en el comportamiento de las series cronológicas sobre eventos

meteorológicos severos del Instituto de Meteorología, y que originan penetraciones del mar en costas bajas pantanosas registradas entre 0 y 12 Km, este último valor en el sector 4 en las proximidades de la Playa Guanímar, al sur de la provincia La Habana en el año 1944.

En la figura 9.4 se muestran 26 sectores costeros determinados en esa oportunidad y que han servido para la realización de esta investigación por su utilidad práctica, basada en la información de costas en tierra firme pero útil aun así para las especificidades de la cayería. En este caso serían coincidentes los tramos 17,18, 19 con el archipiélago Sabana-Camagüey y los tramos 23, 24, 25, 26 para las costas de la Isla de la Juventud y sin sector específico los cayos que conforman el archipiélago de Los Canarreos al este de la referida isla. A su vez en la figura 9.5 se aprecia la primera versión del nivel de peligro cualitativo de los sectores.

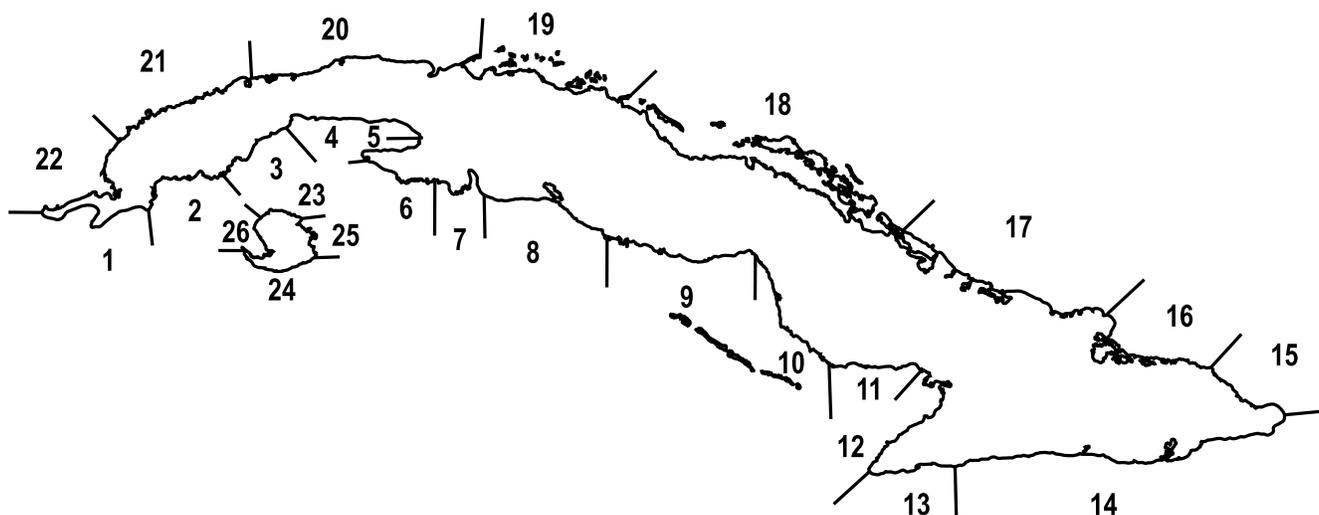


Figura 9.4. Mapa de sectores costeros con características físico-geográficas similares.
Fuente: Salas, 1999

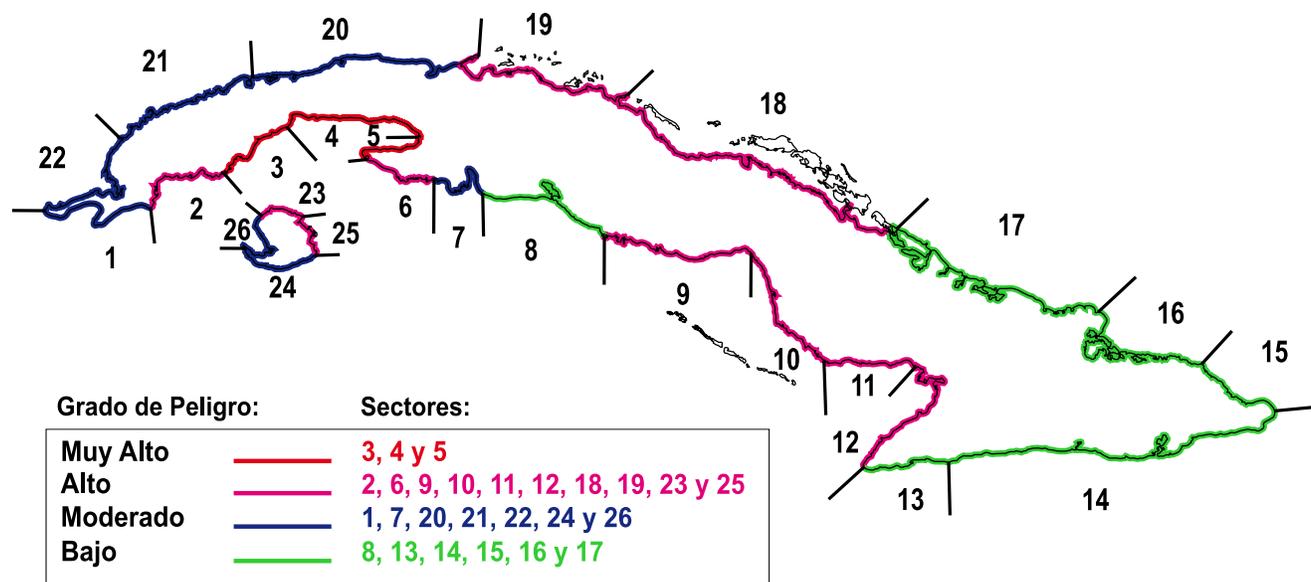


Figura 9.5. Mapa de peligro por surgencia provocada por los ciclones tropicales
Fuente: Salas, 1999

9.5.3.3. VULNERABILIDAD Y ASCENSOS DEL NIVEL DEL MAR

9.5.3.3.1. Determinación de la vulnerabilidad

Determinado el peligro, la estimación de la vulnerabilidad se calcula como la diferencia entre los impactos más críticos y las adaptaciones adoptadas para aliviar los efectos nocivos del fenómeno (Burton, 2001).

Una correcta gestión del riesgo es la guía apropiada para la decisión de políticas de reducción de vulnerabilidades, a través de un proceso lógico y sistemático que considere todos los posibles impactos futuros en el tiempo y que tome en cuenta todo riesgo para la totalidad de actores, la evaluación de costos y los beneficios a alcanzar. (Arenal, 2003). Para ello, se requiere una selección de indicadores que favorecen o reducen la vulnerabilidad de una localidad; la evaluación cualitativa de estos y su cualificación en grupos de gravedad; la selección de indicadores clave del peligro y su evaluación cualitativa; además de integrar estos aspectos para determinar niveles de riesgo por instalación y localidad.

La evaluación del Peligro establece cuatro grados de peligro, Muy Alto, Alto, Medio y Bajo a partir de considerar la altura y el período de retorno de la surgencia del presente y para los escenarios de ascenso del nivel medio del mar. Este trabajo se realiza para cada cayo, segmentos de estos y pedraplenes.

La valoración de la vulnerabilidad depende de aspectos naturales como: la presencia de barreras arrecifales, el tipo y densidad de la vegetación costera, la dinámica del litoral con un balance acumulativo favorable y las características morfológicas de la playa, entre otros. En el caso de las instalaciones y de las infraestructuras, la capacidad de respuesta depende fundamentalmente de su localización espacial con respecto a la línea de la costa, dado por la distancia y la altura del emplazamiento, además se consideran la tipología constructiva, su estado y la resistencia de los materiales empleados, aspectos que moderan la mayor o menor vulnerabilidad.

El trabajo realizado incluyó el análisis de 229 elementos, 67 naturales, fundamentalmente playas, y 162 elementos antrópicos, de ellos 28% son construcciones ejecutadas y un 72% que corresponden a parcelas preservadas para asimilar el desarrollo turístico de cada cayo. Del desarrollo del trabajo en los dos archipiélagos se concluye que el 75% de las playas analizadas se localizan en la cayería norte Sabana-Camagüey, en particular en las 21 regiones turísticas del Norte de Camagüey y la 14 en la región los Canarreos.

La vulnerabilidad de los elementos naturales para el desarrollo turístico se determinó en 67 unidades costeras, el 69% localizada en la cayería norte y el 31% en la sur; la mayoría de las playas poseen altos valores naturales para el desarrollo del turismo, aunque existen tramos costeros donde se localizan pueblos turísticos o costas acantiladas de importancia. El número de playas clasificadas por grados de vulnerabilidad indican la siguiente distribución: Muy Alto (18), Alto (18) y Medio (18) y con vulnerabilidad Baja hay 13 playas.

Existe una visión detallada de la vulnerabilidad de los objetivos naturales, instalaciones actuales y actividades antrópicas proyectadas al futuro, de manera que cada punto o centro ha sido evaluado para un ascenso extremo del nivel medio del mar y la surgencia por huracanes categoría 5 de la escala Saffir-Simpson, que es la peor situación que pudiera producirse.

La evaluación de la vulnerabilidad en el archipiélago de Los Canarreos para 21 unidades costeras con diferentes modalidades y nivel de desarrollo turístico, dio como resultado que el 48% clasifica en vulnerabilidades de categorías Muy Alta y Alta.

En el archipiélago Sabana Camagüey además se ubica una de las zonas más ricas en biodiversidad de Cuba y el Caribe, donde se identificaron 46 unidades en 17 polos turísticos, 14 con grado Muy Alto, 12 Alto, 12 Medio y solo 8 de Bajo. El 76% de las unidades analizadas están en las regiones turísticas de Norte de Camagüey y Jardines del Rey, donde el 56% de las mismas tiene vulnerabilidad Muy Alta o Alta.

El estudio de la vulnerabilidad de los elementos antrópicos construidos para el desarrollo turístico, demuestra que la mayoría de los elementos antrópicos analizados se ubican fuera de la zona de protección costera establecida en el Decreto Ley 212/2001, por tanto su distancia a la línea costera excede los 50 m y en ocasiones supera los 100 m y donde el estado constructivo de los inmuebles nuevos es bueno, con predominio del uso de materiales de construcción sólidos. La totalidad de las parcelas propuestas para el desarrollo, se localizan fuera de la zona de protección costera, factor este que disminuye el impacto en ellas, pero no están resguardadas por entero de la surgencia estudiada en esta oportunidad.

La investigación incluye el análisis de un total de 45 elementos antrópicos construidos, de ellos 42 son instalaciones hoteleras y de apoyo, y 3 son los pedraplenes ubicados en la cayería norte, el 69% de los elementos antrópicos construidos se localizan en el archipiélago Sabana-Camagüey. El comportamiento por grado de vulnerabilidad es bastante uniforme, aunque poco más del 50% se corresponde con los grados Muy Alto y Alto en las instalaciones hoteleras y de apoyo, mientras el 100% en los pedraplenes tiene igual categoría y alta exposición, ya que pueden afectarse e incomunicarse del resto de las instalaciones al paso de un huracán. El huracán IKE del 2008 dejó una experiencia, no por nueva desconocida, que implicó todo un proceso sostenido de reconstrucción y rehabilitación en particular de los puentes, dañados en los puntos de apoyo y que en general limitó el paso por las vías.

Por otra parte se estudiaron 117 parcelas propuestas para el desarrollo turístico, 95 en la cayería norte y 22 en la sur, y se identifica el grado de vulnerabilidad a partir de las características naturales del emplazamiento, la cantidad de habitaciones y el número de trabajadores, debido a que aun no se cuenta con la definición de los parámetros constructivos. Debe señalarse que las variables: altura del emplazamiento respecto a la altura de la duna y la distancia a la línea de costa, así como la presencia de lagunas litorales tienen un peso significativo en la exposición de estas parcelas a los efectos de la surgencia.

Predominan los grados de vulnerabilidad Alta y Bajo, un análisis comparativo entre la vulnerabilidad de las dos cayerías establece que en Los Canarreos no se proponen parcelas con grado de vulnerabilidad Muy Alto, y solo cuatro alcanzan vulnerabilidad Alta, con un predominio de los valores Bajos, mientras en Sabana-Camagüey, se evidencia lo contrario, hay un mayor número de parcelas propuestas con vulnerabilidad Muy Alta y Alta, que deben ser monitoreadas en lo sucesivo para reducir sus índices de afectación.

9.5.3.6. RIESGO DEL PRESENTE Y EN LOS ESCENARIOS FUTUROS

La importancia de la evaluación del riesgo por surgencia en las zonas costeras insulares, radica en que ahí pueden ocurrir pérdidas materiales o humanas, y dar

lugar a situaciones de catástrofe, en caso de no existir una estrategia de respuesta adecuada. Los eventos meteorológicos extremos causantes de la surgencia, no pueden modificarse, pero si trabajar por disminuir el efecto de esta sobre las playas; a la vez que actuar sobre las vulnerabilidades, si se puede incidir mediante el ordenamiento integral de las zonas costeras, la localización protegida; el diseño y resistencia de las instalaciones turísticas, de apoyo e infraestructura desempeñaron un papel fundamental en su calificación.

En ambos archipiélagos, tanto los elementos naturales como antrópicos, tienen grados de riesgo en donde predominan los valores de Muy Alto, Alto/Muy Alto y Alto, para constituir el 60% de las parcelas analizadas. Hay elementos con valores Alto, mientras que los grados Bajo y Medio/Bajo son muy pocos al norte, y no existen en el archipiélago del sur.

Esta situación se mantendrá a muy largo plazo, pues el ascenso del nivel medio del mar provocado por el cambio climático contribuye a reforzar la altura de la surgencia, y donde la proximidad de los lotes construidos y los de uso previstos a ocupar en la línea costera, exponen en mayor magnitud a los elementos naturales y antrópico a edificar ante la fuerza del agua de mar en su proceso de penetración tierra adentro.

9.5.4. CONCLUSIONES

- El nivel de construcción hoteleras en las costas alcanzado en el año 2010 superó la cifra de 40 000 habitaciones, de ahí la necesidad de este estudio y la identificación de medidas de prevención, protección o de adaptación para evitar las importantes pérdidas de vidas humanas, por lo cual se necesita perfeccionar los planes de contingencia con evacuación de turista por parte de la Defensa Civil ante situaciones de amenazas.
- El acelerado proceso inversionista vinculado al turismo en la cayería se guía desde el año 2001 por el Decreto Ley 212 de gestión de zonas costeras, dirigido en lo fundamental a la protección de estos ecosistemas, y permite delimitar la zona de protección costera definida a partir de sus recomendaciones, no incluye el comportamiento de la surgencia por tormentas tropicales y huracanes y los procesos derivados del cambio climático.
- El estudio de los cayos de los archipiélagos de Los Canarreos y Sabana Camagüey, ha permitido establecer, en detalle y con criterios de expertos, la magnitud del peligro, la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos en exposición, así como la estimación del riesgo en cada localidad seleccionada. Además se ha analizado el comportamiento ante las condiciones que se derivan de la simulación de los escenarios de cambio climático previsible para Cuba.
- La investigación brinda al ordenamiento territorial de las zonas turísticas, y al Sistema de la Planificación Física datos de interés para los dos archipiélagos más importantes del país, donde se ha instalado el grueso de las inversiones turísticas en la última década y en franco proceso de desarrollo en el año 2011 y permiten hasta la prohibición de intervenciones constructivas por los sensible de algunos de estos cayos.
- En el análisis ha quedado reflejado que las modificaciones ocasionadas por el ascenso del nivel del mar y las surgencias en zonas de playas, para un escenario

de cambio climático, repercuten significativamente en el ancho de las franjas arenosas aptas para el turismo, que pueden disminuir en superficie total, con reducción de las capacidades instantáneas de bañistas y modificaciones en el perfil de las dunas.

- El peligro originado por surgencia de huracanes es más frecuente para el archipiélago de Los Canarreos que en Sabana-Camagüey, y en ambos casos, los valores de altura de la surgencia se incrementan de este a oeste lo que incide en la clasificación que adquiere el riesgo de las playas, las instalaciones construidas y las proyectadas para un futuro.
- Presentan un riesgo calificado de Muy Alto a Alto, 41 de las 67 polos estudiados, de ellos 25 se localizan en Sabana-Camagüey y 16 en Los Canarreos, solo 3 playas del archipiélago del norte poseen la categoría de riesgo Bajo ante una eventual surgencia por estar relativamente protegidos.
- El 42% de las instalaciones construidas estudiadas reflejan un riesgo Muy Alto y Alto, en la categoría Media aparecen 14, mientras con riesgo Bajo no existe instalación alguna; en relación a las de 117 parcelas concebidas para obras de futuro emplazamiento y desarrollo evaluadas, (95 en Sabana-Camagüey y 22 en Los Canarreos), clasifican en la categoría de riesgo Muy Alto a Alto 64 instalaciones que representan el 54%, en su mayoría se localizan en el archipiélago del norte; al grupo de riesgos Medio corresponden 11 propuestas de desarrollo y se considera inexistente la posibilidad de un riesgo Bajo entre las instalaciones a desarrollar en la perspectiva.
- La surgencia esperada en los pedraplenes puede alcanzar valores superiores a 3 m sobre el nivel medio del mar, según su orden de localización de oeste a este (Cayo Santa María, Cayo Coco y Cayo Romano-Santa Cruz), el efecto esperado se materializa en una intensa fuerza de la columna de agua y del viento que embestirá al trazado y diseño de las vías, que puede socavar su basamento, paseos y corona, con efectos desestabilizadores y pérdida del funcionamiento según el grado de impacto producido.
- El ordenamiento territorial con sus instrumentos de planeamiento, gestión y control aborda de forma priorizada los temas del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo a los desastres naturales y antrópicos en los diferentes territorios, mediante el establecimiento de políticas, regulaciones, acciones y medidas para mitigar, reconstruir y prever los impactos esperados.

9.6. LAS CIUDADES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La magnitud de la transformación del medio urbano viene dada por el tamaño de la urbe, las características físico-geográficas de su localización y las relaciones socioeconómicas que se establezcan en el desarrollo de cada ciudad. Inevitablemente para dar paso al ecosistema urbano se produce una intervención muy seria sobre los ecosistemas naturales; si estas transformaciones se hacen de forma no planificada, surge una inevitable e intensa degradación del medio, que se manifiesta en cambios de sus componentes naturales, tales como: la contaminación de las aguas, la atmósfera y los suelos, los problemas de inundación y el empobrecimiento de la capa vegetal, la descomposición e inadecuado manejo de los desechos, la deforestación,

la edificación en zonas de peligro, la desorganización del emplazamiento de viviendas, por citar solo algunos ejemplos; con amplias repercusiones en la calidad de vida de la población residente.

9.6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CIUDADES QUE IMPACTAN AL MEDIO AMBIENTE

Las ciudades presentan un conjunto de rasgos que las caracterizan y que producen impactos en las diferentes escalas de los componentes atmosféricos del sistema medioambiental urbano. Entre los más importantes en el contexto del cambio climático y sus efectos, se aprecian:

- Aglomeración de la población, con aumento de la producción de desechos sólidos y líquidos.
- Mayor consumo de energía y, por consiguiente, una mayor generación de calor hacia el entorno urbano.
- Concentración de industrias y otras actividades productivas, que provocan un aumento en la contaminación atmosférica.
- Muchos de los expelidos a la atmósfera por las ciudades se clasifican como Gases de Efecto de Invernadero (GEI).
- Gran densidad de edificaciones, fundamentalmente viviendas y centros de servicios, con la particularidad de almacenar mucho calor durante el día, y de emitirlo lentamente en la noche.
- Entramado complejo de vías, muchas de ellas asfaltadas, que conforman el conjunto que más calor genera en las áreas urbanizadas, existiendo diferencias en cuanto a su ancho, orientación y ubicación.
- Déficit de drenaje y obstrucción del natural existente.
- Mayor demanda de agua desde fuentes subterráneas, con alto impacto en los acuíferos abiertos al mar.
- Áreas abiertas que reciben mayor cantidad de radiación solar que las calles.
- Presencia de espacios verdes urbanos que atenúan, en cierta medida, los efectos de generación de calor, constituyendo áreas mucho más frescas dentro de la ciudad.
- Componentes urbanos que generan condiciones medioambientales en todas las escalas climáticas conocidas, desde las micro-climáticas hasta la global, entre ellas el microclima urbano, asociadas a la composición y trazado de las vías; el tráfico; y la intensa actividad industrial, en particular por la peculiar distribución del viento dentro de la urbe, con influencia en los cambios del clima por la influencia antrópica.
- El establecimiento de balances térmicos e hídricos diferentes a los existentes en las zonas rurales aledañas, así como entre los distintos barrios del asentamiento poblacional.
- La aparición del efecto de isla de calor, con repercusiones en el bienestar térmico de sus habitantes y en el incremento de las precipitaciones a sotavento de la ciudad.

- El clima urbano se analiza, comparándolo con su entorno próximo, aunque cada ciudad conserva los rasgos climáticos propios de la región en la que se asienta.

9.6.2. EL ESTUDIO DE LAS CIUDADES EN CUBA

Durante años, tanto el Instituto de Planificación Física (IPF) como sus direcciones provinciales (DPPF), han realizado estudios sobre las ciudades y su planeamiento, que incluyen los efectos locales de la urbanización sobre el confort ambiental de sus habitantes, y cómo sus dimensiones influyen en ello. También, el tema del clima urbano ha estado entre los intereses investigativos del Instituto de Meteorología (INSMET). En primer lugar, Ortíz, R y H. Ortiz, 1955, establecieron la distribución de las temperaturas en La Habana, mediante observaciones efectuadas durante un día, utilizando instrumentos montados en vehículos; luego Paz, L., 1986, determinó las temperaturas máximas y mínimas en siete puntos de observación de la ciudad. También se desarrollaron importantes estudios sobre el clima de la ciudad de La Habana, con la colaboración soviética en el Laboratorio Conjunto Cubano-Soviético de Meteorología Tropical, cuando se calcularon los valores de tres índices bioclimáticos de sensación térmica: temperatura efectiva, efectiva equivalente e índice de calor sofocante (Nieves, M.E. *et al.*, 1988).

Durante los años '90 continuaron las investigaciones en La Habana y otras ciudades más pequeñas (Nieves, M. E. y P. L. Ortiz, 1994). Se han identificado dos efectos de la ciudad sobre el medio ambiente: los efectos sobre las variables físicas y los efectos sobre la composición química del aire; encontrándose valores más elevados de temperatura hacia el centro de La Habana, que conforman islas de calor, sujetas a migraciones y fluctuaciones en su intensidad durante el día y bajo condiciones meteorológicas específicas, como señalan Nieves, M. E. *et al.*, 1988. Lo anterior es también aplicable al comportamiento de algunos índices bioclimáticos (temperatura efectiva y efectiva equivalente e índice de calor sofocante), aun cuando se atenúan las diferencias entre la ciudad y sus alrededores.

Este trabajo se concentra en el estudio de las capitales provinciales, en estaciones meteorológicas de algunas de estas ciudades, que hagan par con una cercana en el ámbito rural, para realizar las comparaciones pertinentes. Para el estudio se midieron las variables: temperaturas máxima y mínima medias del aire, temperatura media del aire, humedad relativa del aire, tensión del vapor de agua, precipitación total, velocidad media del viento, dirección y velocidad media del viento predominante, número de días con precipitación y número de días con tormenta, desde 1979 hasta 2009. Investigaciones más reciente incorporan nuevos resultados alcanzados en el comportamiento de las variables climática de zonas urbanas y aledañas (INSMET, 2011).

9.6.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CAPITALS PROVINCIALES

Las doce ciudades seleccionadas están en distintos estadios de desarrollo; como capitales provinciales han recibido un amplio programa constructivo, que ocupó nuevas áreas y, además, modificó el entorno producto de las emanaciones de gases y residuales de las industrias y las zonas residenciales, así como la acumulación de calor en sus diversas zonas funcionales. Esta situación provocó un aumento de la contaminación, y agravó el déficit de áreas verdes y parques en zonas céntricas e interiores de las ciudades, al priorizarse la creación de grandes parques en áreas de la

periferia. Tanto la higiene comunal, como la calidad de la imagen urbana, mantenían un nivel aceptable en la mayoría de las ciudades, en dependencia de la disponibilidad de recursos en el país.

Entre 1990 y 1996 se produjo un brusco deterioro de la situación económica cubana, que prácticamente paralizó el proceso inversionista en ellas, y la búsqueda de soluciones urbanas alternativas estuvo condicionada a los muy escasos recursos disponibles. Dos aspectos que desempeñaron un papel definitorio en el cambio producido en ese período fueron: la crisis energética, que conllevó la destrucción de algunas áreas verdes, sobre todo en la periferia, creando una situación altamente contaminante para la atmósfera urbana; acompañada del uso de petróleo cubano, con muy alto contenido de azufre, en un grupo considerable de actividades productivas y de servicios; y el segundo fue la crisis alimentaria, que condicionó una transformación de la propia imagen de las ciudades, al surgir nuevas figuras como: el huerto, el organopónico, la siembra de vegetales y viandas en los parterres y jardines, y otras acciones similares que deterioraron el paisaje en las ciudades, transformándolo básicamente en paisajes rurales.

A partir de 1997, con el inicio de la recuperación económica del país, ha tenido lugar un desarrollo y reactivación paulatina de algunas actividades básicas, como: la industria, modificaciones en los sistemas de generación y transmisión de la energía eléctrica, modificaciones en el consumo eléctrico domiciliario, cambios tecnológicos en el ámbito de la remotorización, que redujeron el consumo de combustibles, esto ha significado ligeras mejoras en el fondo de contaminación de las ciudades y la reducción del nivel de emisiones de GEI, el desarrollo turístico, el petróleo y otras esferas. Dicho desarrollo ha condicionado modificaciones al medio ambiente, con un amplio interés de lograr soluciones más eficaces, para aminorar los impactos negativos que se generan y establecer procesos de gestión para mejorar el medio ambiente y la calidad de vida de la población.

9.6.4. PROBLEMAS DE LAS CAPITALES PROVINCIALES

Entre los principales problemas de las capitales provinciales, están los relacionados con el estado del medio ambiente, que afectan a la población y al despliegue de las potencialidades de las urbes como centros de importancia nacional o regional, se han identificado (Bermúdez, E., 1999):

- Puntos de vertimientos planificados o previstos (micro-vertederos), cuya ubicación no es adecuada; o están sin control y operan de forma inadecuada. Incluye déficit en los servicios de recogida de basura domiciliaria y limpieza de las calles. Esta situación que se viene resolviendo en la primera década del siglo XXI, cuando se reactiva la economía y surgen fuentes de abasto y producción de combustibles, se organiza la actividad y se dota de equipos para tales fines a las administraciones de las ciudades.
- Alto nivel de deterioro en las redes hidrosanitarias en todo el país, que aumentan el déficit de servicios para la ciudad; incrementada por la práctica frecuente a entregar nuevas zonas de vivienda sin las redes necesarias; y por práctica habitual de vertimientos de residuales líquidos de entidades productoras y viviendas a cuerpos receptores, sin el tratamiento requerido para su conservación.

- Residuales tóxicos acumulados en industrias y hospitales, sin que esté prevista una solución integral, que pueden llegar a constituir amenazas para población urbana y el medio ambiente a largo plazo de no encontrarse solución a estas.
- Deterioro de parques y áreas verdes en las zonas céntricas y en la periferia.

Cárdenas *et al.*, 1994, reportaron que no se ha comprobado que el crecimiento urbano haya tenido un impacto apreciable en el clima de la localidad donde se asienta la ciudad; las diferencias encontradas entre estaciones alejadas y cercanas a las ciudades fue muy pequeña.

9.6.4.1. LA CIUDAD DE CIENFUEGOS

Esta ciudad es un asentamiento humano costero que fue reconocida como ciudad en 1829, la caracterizan, su enclave junto a una bella y amplia bahía de bolsa; un jardín botánico emblemático para el país; su cementerio-jardín; un prado y un malecón de incalculable valor estético-funcional y cuyo centro ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad; mientras, en ella se produce un fuerte crecimiento portuario industrial, reactivado con el actual desarrollo petroquímico iniciado años atrás, para dotarle de enormes perspectivas de desarrollo.

La ciudad de Cienfuegos registra una temperatura media anual del aire de 24,7 °C, con los valores más altos en los meses de julio y agosto (27,0 y 26,9 °C, respectivamente) y los más bajos en enero y febrero (<22,2 °C); con máximas entre 32,4 y 33,0 °C en los meses de junio, julio y agosto; mínimas por debajo de los 18 °C los meses de enero, febrero y diciembre. La humedad relativa del aire alcanza una media anual de 77%; la tensión de vapor media anual es de 18,4 mm, reportando las magnitudes más altas en los meses de junio, julio y agosto (20,9, 21,0 y 21,3 mm respectivamente); y las más bajas, en enero y febrero (<15,3mm).

El régimen de lluvias alterna temporadas lluviosa y poco lluviosa; con una precipitación total anual de 1 398,4 mm, el 78% de la cual ocurre en el período lluvioso; presenta una frecuencia anual media de 130 días con precipitación, de ellas 94 en el lluvioso. Al comparar lo acontecido entre 1981, 1999 y 2005, para los elementos estructurales (figuras 9.6 y 9.7), se concluye que:

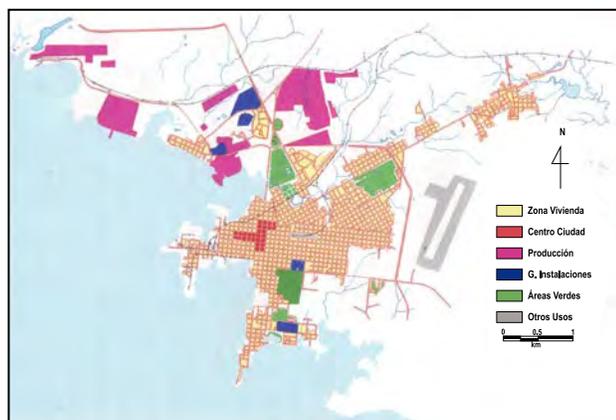


Figura 9.6. Mapa uso funcional del suelo Cienfuegos 1981

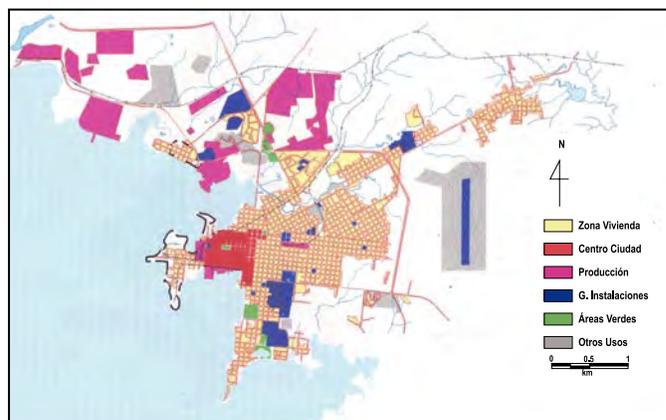


Figura 9.7. Mapa uso funcional del suelo Cienfuegos 2010

Las áreas ocupadas por las viviendas (tabla 9.15) tuvieron un incremento de casi 200 ha durante los últimos veinte años, un nuevo desarrollo con edificios altos, y poca ocupación de espacios libres insertados en la trama urbana antigua. La población aumentó en más de 35 000 habitantes, y la densidad neta residencial tuvo un aumento de casi 15 hab/ha, debido a la alta concentración de la población urbana, y de las actividades vinculadas a consumos de energía de todo tipo, que liberan calor al entorno.

Tabla 9.15. Dinámica de uso del suelo

| USO DE SUELO | 1981 | 1999 | 2005 | 2010 | ÍNDICE CRECIMIENTO 1981- 2010 | % DEL TOTAL 2010 |
|------------------------|---------|---------|---------|----------|-------------------------------------|---------------------|
| Vivienda | 785 | 960,3 | 1 751,7 | 1751,7 | 2,23 | 36,5 |
| Centro | 23 | 65,5 | 90 | 90 | 3,91 | 1,87 |
| Producción | 460 | 791 | 828,8 | 791,06 | 1,72 | 16,48 |
| Grandes Instalaciones | 116 | 135,8 | 135,8 | 135,8 | 1,17 | 2,83 |
| Transporte | 248 | 407,3 | 513,7 | 37,2* | - | 0,78 |
| Áreas verdes | 87 | 58,2 | 80,3 | 80,3 | 0,92 | 1,67 |
| Otros usos | 67 | 90,4 | - | 422,84 | 6,31 | 8,81 |
| Áreas libres | 210 | 1 491,1 | - | 88905 | 4,23 | 18,52 |
| Accidentes geográficos | 67 | 314,5 | no dato | 602,12** | 8,99 | 12,54 |
| Área total | 2 063 | 4 214,1 | 4 800,0 | 4 800,0 | 2,33 | 100,00 |
| Población total (hab) | 103 000 | 139 260 | 145 300 | 143 894 | - | - |
| Densidad neta (hab/ha) | 131,2 | 145 | 82,94 | 82,15 | - | - |

* Solo incluye el puerto, la DPPF no aclaró esta cifra.

**Áreas no construibles

Fuente: DPPF Cienfuegos, 2003, 2006 y 2010

La provincia experimentó el mayor crecimiento en instalaciones de producción a nivel nacional (más de 400 ha), con industrias altamente contaminantes como son, la termoeléctrica, la refinería y la fábrica de cemento, está última ubicada al este y a más de 5 km del límite urbano. Cabe señalar que la modernización y avance de la tecnología contratada mejoran la magnitud y calidad de las inversiones. El proceso industrial se gesta en grandes áreas destinadas a estos fines en el esquema de la ciudad, en las afueras de la zona residencial de alta densidad de población y de actividades comunes a poblaciones concentradas.

Las áreas verdes disminuyeron en casi 30 ha durante el período 1981-2000, recuperando la casi totalidad de las mismas en el 2005. Los principales déficit se siguen ubicando en las zonas de viviendas de nuevo desarrollo y en el casco urbano, aunque también resultan insuficientes las 25 ha de las zonas de protección sanitaria de las industrias.

Las zonas de transporte se incrementaron en más de 340 ha durante todo el período, con el peso mayor en las instalaciones vinculadas a la actividad portuaria y al desarrollo petroquímico que tras más de 15 años paralizados, hoy están bajo un régimen constructivo fuerte de ampliación y reanimación.

9.6.5. CONCLUSIONES

Las ciudades cubanas sufrieron transformaciones notables en su estructura y funcionamiento durante los veinte años transcurridos hasta el 1990, cuando se detuvieron bruscamente las actividades de crecimiento, y que solo se han reactivado en ciudades priorizadas en la primera década de los 2000. Las esferas que experimentaron un cambio más evidente fueron las de vivienda, industria, servicios, grandes instalaciones y las áreas verdes; que propiciaron una mayor concentración de la población y el incremento en el consumo y liberación de energía, con todos los efectos climáticos que esto trae aparejado, fundamentalmente en temperatura y número de días con lluvias.

En este sentido, se confirmó que los “*momentos de cambio*” observados de esas variables, ocurrieron en el decenio (81-90), coincidiendo con el mayor auge constructivo en el país y un desarrollo acelerado en todas las ciudades. También se corroboraron diferencias ambientales entre las ciudades y su entorno rural, principalmente en temperatura y número de días con tormenta, lo que se nota mejor en aquellas ciudades como Cienfuegos, con un fuerte desarrollo industrial.

9.7. POTENCIALIDADES DE LOS MUNICIPIOS PARA EL DESARROLLO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Existen tres grandes espacios para el desarrollo, identificados según sus potencialidades de uso en: agrario, montaña y el urbano (Pérez, A. L., A. Boquet y C. M. Rodríguez, 2002; figura 9.8). Para esta clasificación se utilizan un conjunto de indicadores considerados marcadores de situaciones de potencialidad o de restricciones al desarrollo (Boquet, A. y Marta R., 2001). Una actualización hasta 2008 de toda la información utilizada en el trabajo original, evidenció muy pocos cambios en las circunstancias medio ambientales; sin embargo, se encontraron modificaciones en los indicadores socio-demográficos de los espacios, como son: la concentración de la población, el mayor envejecimiento de la población y el decrecimiento de la población rural, entre otros. Además se incorpora un análisis de sensibilidad para cada espacio, basado en los impactos presentes y previsibles por el cambio climático, resultantes

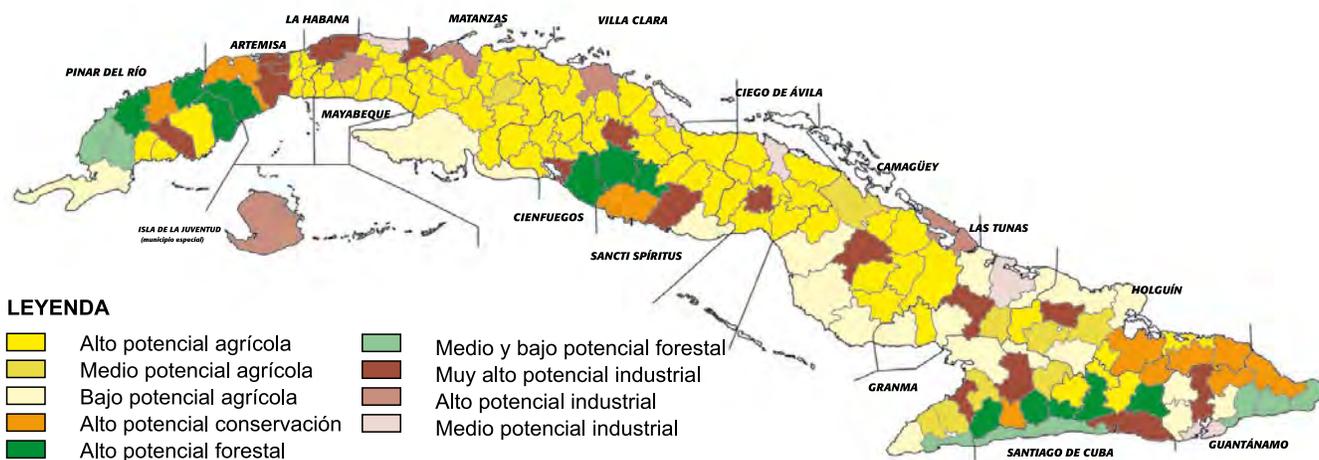


Figura 9.8. Mapa de los municipios por espacios medioambientales

de trabajos recientes (2007-2011) sobre cambio climático y la vulnerabilidad ante eventos meteorológicos severos, los escenarios y los grandes problemas ambientales identificados por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y recogidos en la Estrategias Ambientales, para los períodos 2006-2010 y 2011-2015.

9.7.1. ESPACIOS MEDIO AMBIENTALES

Los estudios realizados han permitido clasificar a la totalidad de los municipios del país según sus potencialidades y restricciones para el desarrollo, arribando a cuatro tipos de espacios que muestra las actividades que son admisibles en ellos y que previsiblemente requerirán de simultanear estos usos con el cuerpo de una estrategia, políticas, medidas y acciones inducidas para garantizar la adaptación al escenario de cambio climático para el país, las regiones y las localidades en especial.

9.7.1.1 ESPACIO AGRARIO

Es un espacio con 95 municipios de relieve llano, con su base económica dependiente de la actividad agrícola, que tiene diferentes potencialidades agroproductivas, pero donde la vocación preponderante es agrícola. De estos municipios, solo unos cuentan adicionalmente con aptitudes para otras actividades económicas; considerando que en la mayoría de ellos las áreas agrícolas presentan manifestaciones importantes de procesos dañinos relacionados con la aridez, limitaciones en la calidad del suelo, además de sus compromisos con la agroindustria y el balance nacional de tierras*.

En este espacio existe una mayor diversidad en la distribución de la población, siendo posible distinguir tres patrones de poblamiento fundamentales: Concentrado, Compensado y Difuso. Aquí predominan las dinámicas migratorias estables y de equilibrio, excepto en los municipios donde se manifiestan procesos desfavorables, lo que puede agudizarse con los impactos del cambio climático. La población que permanece en estos municipios está muy envejecida y los recursos laborales de relevo son escasos; lo que conspira contra el desarrollo de las potencialidades agropecuarias de estos municipios.

Este espacio, por su importancia para el país, debe ser objeto de atención especial para evitar mayores daños al suelo, su principal recurso. Para reducir su vulnerabilidad debe lograrse un balance adecuado entre las superficies dedicadas a cultivos de exportación y al autoabastecimiento alimentario, lo que coadyuvará a la obtención de beneficios en zonas que hoy tienen resultados productivos limitados. Dentro del espacio se identificaron cinco categorías de potencial agropecuario:

- Muy alto sin limitaciones: 31 municipios.
- Alto con limitaciones por áreas ocupadas en cultivos de exportación: 24 municipios.
- Alto con limitaciones de abasto de agua: 12 municipios.
- Medio con limitaciones físico químicas de los suelos: 9 municipios.
- Bajo con limitantes en ambiente seco: 17 municipios.
- Bajo potencial agropecuario con potencial de conservación: 2 municipios.

* En este trabajo no se considera el efecto del Decreto Ley 259, sobre el usufructo de la tierra que se promulgó en julio de 2008, año del cierre informativo para este trabajo.

Los municipios agrarios tienen potencialidades para el desarrollo agropecuario, la población se distribuye en forma concentrada, favoreciendo así las condiciones de vida, y es coherente con el modelo que se había establecido para el funcionamiento del Sistema de Asentamientos Humanos. Generalmente los trabajadores agropecuarios, empleados en las grandes empresas estatales, se radican en las cabeceras municipales; sin embargo, esta tendencia puede modificarse con la presencia en el escenario económico del productor usufructuario, cuyo comportamiento cabe esperarse sea más cercano al de los propietarios privados, que permanecen dispersos en sus fincas o reunidos en asentamientos pequeños. Si bien el envejecimiento de la fuerza de trabajo es un problema para la economía de todos los territorios, en este espacio se hace más crítica, dado el bajo nivel de tecnología con que se está trabajando en el sector agropecuario y la presencia, en el futuro cercano, de procesos y fenómenos dañinos provocados por el cambio climático, que harán más difícil la intervención del ordenamiento en las mismas.

9.7.1.2. ESPACIO DE MONTAÑAS

Los municipios que clasifican en este espacio presentan importantes áreas montañosas, donde la topografía dificulta las actividades agrícolas y el hábitat. Las principales potencialidades de este espacio radican en la riqueza de la biodiversidad, el recurso forestal, las posibilidades para el desarrollo turístico y la minería. Desde el punto de vista agrícola los cultivos económicos idóneos son el café y el cacao, que por diversas causas, durante los últimos diez años, han tenido producciones muy deprimidas; los municipios con áreas llanas más fértiles, como los del sur de la provincia de Pinar del Río, tienen además, importantes áreas dedicadas al cultivo de tabaco, arroz y caña de azúcar. Estos municipios tienen una dinámica migratoria emisora que clasifica de mediano y alto, excepto Moa, donde la minería del níquel atrae recursos laborales. De acuerdo a sus potencialidades se identifican en este espacio tres grupos de municipios:

- Alta potencialidad para la conservación: 11 municipios.
- Alto potencial para forestal y cultivos de montaña: 10 municipios.
- Medio y bajo potencial por ambiente seco: 7 municipios.

Dentro de este espacio se encuentran 30 municipios, con recursos aceptables de agua; niveles bajos de autoabastecimiento alimentario, por la falta de suelo agrícola y el reto de mantener cultivos alimentarios con tecnologías blandas, requeridas por el relieve que les caracterizan. En estos municipios existen zonas importantes, que las particularidades de su paisaje y producción las hacen merecedoras de un régimen de cuidado especial, que incluye un manejo ambiental adecuado de sus recursos suelo, agua, flora y fauna y de una política que garantice la permanencia de la población en condiciones de vida satisfactorias para el desarrollo socioeconómico de estos territorios, que en la actualidad tienen una capacidad baja de retención de personas jóvenes, aunque ha reducido la velocidad a que estaba decreciendo la población general.

9.7.1.3. ESPACIO URBANO

Conformado por 29 municipios y La Habana, es considerado como una unidad territorial con potenciales altos para desarrollos no agrícolas, y pocas posibilidades de

garantizar el abastecimiento alimentario de sus habitantes por vías tradicionales. Esto último ha impulsado la permacultura (agricultura urbana y suburbana), actividades que aproximan la producción de vegetales a la población, y se reducen los costos de transportación, se mejora la calidad de los productos y además, al estar más espaciados los cultivos, dejan margen a un abasto en las proximidades de aquellos asentamientos humanos no afectados por el paso de eventos meteorológicos severos. La permacultura puede considerarse como una importante medida de adaptación al cambio climático.

Los territorios en este espacio se clasifican en tres grupos, según sus potencialidades para el desarrollo en las esferas industrial y de los servicios, considerando el tamaño poblacional y las funciones territoriales de sus ciudades:

- Muy alto: 14 municipios, donde radican las ciudades más importantes del país, y la ciudad de La Habana.
- Alto: 8 municipios, con población que supera los 50 mil habitantes (excepto Varadero) y un desarrollo industrial consolidado.
- Media: 8 municipios, con población menor de 50 mil habitantes, con un desarrollo industrial variado.

Estos municipios tendrán que asimilar la concentración de población e industrias; asumir su rol como centros de servicios; a pesar de que las limitantes para su autoabastecimiento alimentario son bajas, deben aprovechar las posibilidades para el desarrollo de agricultura no convencional lo que requiere asimilar tecnologías de cultivo más avanzadas, pues no podrán depender exclusivamente de una agricultura sustentable. Lo anterior obliga a asumir un trabajo de organización espacial más intenso, que garantice la calidad de vida de la población y brinde soluciones de prevención a los peligros naturales actuales y a los que se deriven del cambio climático.

9.7.1.4. SENSIBILIDAD A LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) ha identificado cinco grandes problemas ambientales del país, que tienen tendencia con el cambio climático, estos son: degradación de los suelos; contaminación; afectaciones a la cobertura forestal y pérdida de la biodiversidad biológica y carencia de agua para lo cual existen estrategias, programas e inversiones para su paulatina solución. Cada uno de los problemas identificados puede generar una gran cantidad de posibles afectaciones asociadas entre sí, de las cuales se ha realizado una selección en la tabla 9.16, con la que se pretende caracterizar una apertura mayor para el análisis de la situación ambiental del país.

Para evaluar la sensibilidad de los tres espacios estudiados en los cinco problemas medioambientales actuales y de su interacción con las condiciones del cambio climático previstas para Cuba, un grupo de expertos evaluó el efecto de cada impacto en estos espacios; y analizó las posibles relaciones entre los espacios o ambientes, resultado de integrar un conjunto de indicadores, marcadores de situaciones de potencialidad o de restricciones en los territorios y de las principales amenazas o impactos, tanto naturales como antrópicas, que pueden superponerse en esos territorios. El análisis de sensibilidad permitió obtener un cuadro articulado de causas y efectos, entre problemas ambientales y los diferentes espacios en que

Tabla 9.16. Caracterización de los principales problemas ambientales en el país

| PROBLEMA | IMPACTOS |
|-----------------------------------|---|
| Degradación de los suelos | <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de rendimientos agrícolas. • Elevada salinidad y modicidad. • Limitada conservación y recuperación de los suelos. • Insuficientes avances en Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. • Deterioro por presencia de procesos naturales (sequías, huracanes). • Acumulación de procesos antrópicos en el recurso suelo. |
| Afectación a la cobertura vegetal | <ul style="list-style-type: none"> • Incendios forestales. • Insuficiente diversidad de especies forestales. • Insuficiente reforestación en áreas rosectoras, en particular manglares. • Insuficientes y/o deficientes ordenación forestal y planes de manejo silvicultural. • Bajo aprovechamiento de la biomasa. |
| Contaminación | <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de instalaciones industriales en áreas urbanas sin los sistemas de tratamiento o reducción de emisión. • Empleo de tecnologías obsoletas e indisciplinas tecnológicas. • Deficiente estado, cobertura y tratamiento de redes de alcantarillado. • Carencia de normas técnicas e insuficiente control sobre los niveles de ruido. • Insuficiente control sobre los niveles de ruido. • Acumulación de desechos peligrosos sin solución técnica para su disposición final. • Incremento en la exploración y explotación de hidrocarburos. • Falta monitoreo adecuado para calidad de aguas, suelos y emisiones a la atmósfera. • Acumulación de procesos antrópicos en el recurso forestal. |
| Pérdida de la biodiversidad | <ul style="list-style-type: none"> • Transformación, fragmentación o destrucción de hábitat. • Sobre-explotación de recursos (pesca y forestales). • Degradación y contaminación suelo-agua-atmósfera. • Insuficientes mecanismos de regulación y control. • Agudización de impactos por cambio climático. • Manifestaciones antrópicas negativas en ecosistemas donde abunda biodiversidad. |
| Carencia de agua | <ul style="list-style-type: none"> • Recrudescimiento de los procesos de sequía. • Presencia de procesos antrópicos (sobrexplotación y contaminación). • Deterioro de la calidad, carestía y falta de disponibilidad de agua. • Escaso re-uso y reciclaje del agua. • Mal estado de las redes hidráulicas. • Insuficiente cultura del ahorro y de uso racional del agua. |

se puede clasificar el territorio nacional, que permite identificar incertidumbres sobre los impactos potenciales en el medio ambiente y focalizarlos en los territorios del país (tabla 9.17). De esta manera, se identificó qué problemas del medio ambiente impactan por tipo de territorio y las fuerzas del impacto esperable.

Los resultados permiten apreciar que:

El mayor impacto debe esperarse en el espacio agrario; que comprende 95 municipios, de los cuales 25 en la actualidad ya presentan procesos dañinos:

- En sus áreas agrícolas y en otros 17 hay manifestaciones de aridez. Los impactos más desfavorables deben ser la elevada salinidad y modicidad, una cultura insuficiente del ahorro y uso racional del agua, el deterioro ambiental por presencia de procesos naturales extremos como sequías, huracanes intensas precipitaciones y penetraciones del mar.
- El segundo espacio más impactado debe ser el de montaña (30 municipios con importantes áreas de macizos montañosos, con suelos de menor calidad y una topografía que dificulta las actividades agrícolas y el hábitat), donde los insuficientes avances del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos, los incendios forestales, la insuficiente gama de especies forestales, y la insuficiente reforestación en áreas protectoras, entre otras once afectaciones, crean condiciones precisas acerca de la agudización de los problemas ante el cambio climático.
- En tercer lugar están los municipios del espacio urbano (formado por 29 municipios y La Habana, considerada como una unidad territorial), donde se aprecia un menor grado de sensibilidad, con las afectaciones más importantes en la concentración de instalaciones industriales, la carencia de normas técnicas sobre emisiones, el insuficiente control sobre los niveles de ruido, el mal estado de las redes hidráulicas, el deficiente estado, cobertura y tratamiento de redes de alcantarillado y la falta de un monitoreo adecuado sobre la calidad de aguas, suelos y emisiones a la atmósfera.

9.8. CONCLUSIONES

El cambio climático actuará de manera diferenciada en los tres espacios ambientales identificados, reforzando o atenuando, según el caso, el estado de los parámetros clave identificados y empleados en el estudio, a la vez que lo hará de forma diferenciada por regiones y localidades, para lo cual se requiere estudios precisos que permitan llevar a cabo el conjunto de acciones que logren el mínimo de afectaciones en cada localidad.

Aunque este análisis de sensibilidad no determina prioridades respecto a las afectaciones o impactos ambientales u orden de intervenciones, si permite asignarles, de forma indirecta, una determinada importancia a partir de la sensibilidad que los espacios ambientales manifiestan. Se advierte que la sensibilidad del espacio Agrario a la problemática estudiada prevalece sobre el resto. Por un lado, porque algo más de la mitad de los municipios de este espacio ya están sometidos a niveles alto y muy alto de riesgo ante eventos naturales, independientemente de sus potencialidades, que esos impactos limitan sensiblemente la posibilidad de garantizar el autoabastecimiento alimentario y la producción de excedentes para los espacios restantes, que nunca estarán en condiciones de hacerlo, por lo que este caso, en particular, requiere de un seguimiento.

Tabla 9.18. Categoría de los impactos y la sensibilidad

| CATEGORÍAS | ESPACIOS AMBIENTALES | ESPACIOS AMBIENTALES |
|------------|----------------------|--|
| Alto | Agrario | <ul style="list-style-type: none"> • Elevada salinidad y modicidad. • Insuficiente cultura del ahorro y uso racional del agua. • Deterioro por presencia de procesos naturales (sequías, huracanes). • Degradación y contaminación suelo-agua-atmósfera. • Agudización de impactos por cambio climático. • Recrudescimiento de los procesos de sequía. • Bajo aprovechamiento de la biomasa. • Empleo de tecnologías obsoletas e indisciplinas tecnológicas. • Acumulación de desechos peligrosos sin solución técnica para disposición final. • Incremento en la exploración y explotación de hidrocarburos. • Presencia de procesos antrópicos (sobrexplotación y contaminación del recurso agua). • Manifestaciones antrópicas negativas en ecosistemas donde abunda biodiversidad. • Pérdida de rendimientos agrícolas. • Limitada conservación y recuperación de los suelos. • Acumulación de procesos antrópicos en el recurso suelo. • Deterioro de la calidad, carestía y falta de disponibilidad de agua. |
| Medio | Montaña | <ul style="list-style-type: none"> • Insuficientes avances en Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. • Incendios forestales. • Insuficiente diversidad de especies forestales. • Insuficiente reforestación en áreas protectoras, en particular manglares. • Insuficientes y/o deficientes ordenación forestal, tratamiento silvicultural y planes de manejo. • Acumulación de procesos antrópicos en el recurso forestal. • Transformación, fragmentación o destrucción de hábitat. • Sobre-explotación de recursos (pesca y forestales). • Insuficientes mecanismos de regulación y control . • Presencia de procesos antrópicos (sobrexplotación y contaminación del recurso agua). • Escaso reuso y reciclaje del agua. |
| Bajo | Urbano | <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de instalaciones industriales en áreas urbanas sin los sistemas de tratamiento o reducción de emisión. • Carencia de normas técnicas e insuficiente control sobre los niveles de ruido. • Carencia de normas técnicas sobre emisiones de ruido. • Insuficiente control sobre los niveles de ruido. • Mal estado de las redes hidráulicas. • Deficiente estado, cobertura y tratamiento de redes de alcantarillado. • Falta monitoreo adecuado sobre calidad de aguas, suelos y emisiones a la atmósfera. |

BIBLIOGRAFÍA

1. Boquet, A. y M. Roig, 2001: Capítulo III-3 Vulnerabilidad de la población ante el cambio global En: Proyecto 013040 89 Los asentamientos humanos, el uso de la tierra y los cambio globales en Cuba, pp 185-196.
2. CITMA, s/p: Estrategia Ambiental Nacional para el período 2007-2010 En: Capítulo Circunstancias Nacionales de la Segunda Comunicación Nacional.
3. Pérez, A. L., A. Boquet y C. M. Rodríguez, 2002: Versión digital. 76 p.
4. Rodríguez, C., Lucía F., Marilú A. y Ada Luisa P., 2008: Estudio sobre peligros, vulnerabilidad y riesgo para el ordenamiento territorial y urbano en Cuba. Instituto de Planificación Física. La Habana. 99 p.