

Capítulo 7.

Nueva Metodología con enfoque de MIZC para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastre por Inundaciones

Lucía de la Caridad García Naranjo

Instituto de Meteorología de Holguín (Cuba).

Celene Milanés Batista

Universidad de la Costa, Barranquilla (Colombia).

Resumen

Investigaciones recientes en el mundo, confirman un incremento de las inundaciones producidas por el ascenso del nivel medio del mar a causa del cambio climático. Las zonas costeras de Cuba no están exentas de dichos efectos, por lo que la gestión del riesgo es tarea de vital importancia para mitigar las consecuencias del impacto de eventos hidrometeorológicos extremos como son los huracanes. En este capítulo se exponen los resultados derivados de la elaboración de un método, que integra las diversas etapas del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) a la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres por Inundaciones (GIRDI), haciendo énfasis en cuatro tipos de eventos hidrometeorológicos: penetraciones del mar, intensas lluvias, desbordamientos de ríos y ascenso del nivel del mar a causa del cambio climático. Se utilizaron métodos empíricos, estadísticos y teóricos para el procesamiento de la información obtenida y para el análisis de resultados de estudios sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo, realizados de manera anticipada en el país. La metodología GIRDI vincula los métodos desarrollado por Olsen et al. (1999) para la creación de programas de MIZC y, toma también como punto de partida el método integrado de Milanés (2014) para demarcar Unidades Costeras Ambientales para el Manejo, el cual permite definir las zonas que se encuentran expuestas a mayores riesgos. Finalmente, GIRDI responde a las acciones estratégicas del Programa nacional de enfrentamiento al cambio climático denominado “Tarea Vida,” aprobado por el Consejo de Ministros de la República de Cuba.

Introducción

La creciente urbanización de las zonas costeras en el mundo, el desarrollo socioeconómico que esto trae asociado y, la inadecuada acción del hombre en su interacción con el medio, han generado con el transcurrir de los años un desequilibrio ecológico que atenta contra la preservación del ecosistema costero. A ello se asocian la degradación de los suelos, el incremento de los impactos generados por fenómenos extremos, la pérdida de especies de flora y fauna, la intrusión salina, y la alteración del ciclo hidrológico como consecuencias de los efectos del cambio climático.

El cambio climático es un asunto de progresivo interés para la comunidad científica, tanto nacional, como internacional, debido a los impactos que genera en la humanidad y en su entorno este proceso. Su especial incidencia se refleja en las zonas costeras, donde las afectaciones por eventos hidrometeorológicos severos cobran cada vez mayor fuerza, imponiéndose la necesidad de desarrollar, potenciar, integrar, implementar y ejecutar, acciones encaminadas a la reducción de los riesgos asociados.

Numerosos estudios en el contexto del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en Cuba y en el mundo abordan este tema, proponiendo medidas concretas encaminadas a mitigar la vulnerabilidad física, económica y social de los territorios, la reducción de los riesgos asociados a los impactos del cambio climático y a la rehabilitación de ecosistemas dañados por el uso desproporcionado de los recursos naturales, sin embargo, a pesar de los diferentes avances y las múltiples experiencias acumuladas en los países en los temas de riesgos de desastres, continúa existiendo una gran preocupación sobre el continuo incremento de las vulnerabilidades y los riesgos los cuales se han exacerbado por el fenómeno del cambio climático, lo que provoca desastres cada día más intensos, con un alto índice de pérdida de vidas y un gran impacto económico, social y ambiental.

Arellano (2008) plantea que los impactos de eventos hidrometeorológicos, no sólo obedecen a su magnitud, intensidad y distribución geográfica, son también resultado de los modelos de desarrollo y de las formas en que la sociedad se apropia del territorio y sus recursos. Según lo afirmado por Arturo Warman, “en la última década sufrimos desastres naturales severos. Los más graves los provocó el agua: lluvias intensas que causaron inundaciones, derrumbes y deslaves, daños a la infraestructura y suspensión de la comunicación. Algunos afirman que las lluvias extraordinarias o los huracanes son y serán más frecuentes e intensos por el calentamiento global del planeta, pero todos coinciden en que la deforestación, la erosión

y el azolve, así como la degradación por la intervención humana de los recursos naturales en las cuencas de los ríos, son las causas por las que los meteoros naturales se convierten en desastres naturales”.

Autores como Milanés (2014) y Milanés et al. (2017) abordan desde una visión científica las principales amenazas y riesgos costeros que han afectado los diferentes territorios, describiendo los resultados más relevantes para su enfrentamiento, donde las acciones de implementación de soluciones en el ámbito del MIZC y de los asentamientos humanos, se diseñan para reducir vulnerabilidades ocasionadas por diversas amenazas naturales, bajo la llegada de los eventos extremos como huracanes en sus diferentes categorías.

Otros autores estudian el tema de Gestión de Riesgos en las escalas nacional e internacional (Cardona, 2003; Lavell, 2003; Fernández, 2005; Arellano, 2008; Narváez et al., 2009; Orozco y Guevara, 2011; Thomas, 2013; Rodríguez, Terry y Jiménez, 2014; Iturralde-Vinent, 2015 y Cabrera, 2012, entre otros). En la revisión de los diferentes trabajos consultados, queda claro que la gestión del riesgo debe asumirse como parte integral del proceso de desarrollo, por lo que su enfoque debe ser interinstitucional y multidisciplinario.

Cuba se ubica en una frontera marina entre las zonas de circulación tropical y extra tropical, recibiendo la influencia de ambas con carácter estacional. Ello implica la amenaza de ser afectada con regularidad por eventos de carácter extremo, tales como ciclones tropicales, eventos de lluvia intensa y tormentas locales severas, entre otros. La zona costera de la isla, por estar expuesta a la acción del mar, es más vulnerable de ser afectada por estos eventos, debido a la magnitud de sus vientos y lluvias, capaces de generar grandes daños socioeconómicos.

Estudios desarrollados por el Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba, indican que los eventos meteorológicos extremos que con mayor frecuencia afectan la zona costera de la provincia Santiago de Cuba son los huracanes y las lluvias intensas, los cuales generan en muchos casos inundaciones costeras de gran magnitud, tanto por las penetraciones del mar debido a fuertes marejadas, como por exceso de precipitación en breves períodos de tiempo.

El comportamiento de la actividad ciclónica de los últimos veinte años, muestra una evidente tendencia al aumento, no solo en cantidad de organismos formados, sino en su intensidad, lo que pone de manifiesto una amenaza adicional para esta región. La región sur oriental de Cuba ha sido impactada severamente en los últimos quince años de manera directa o in-

directa por 19 organismos tropicales, ya sea con lluvias intensas, con fuertes vientos o con fuertes penetraciones del mar, entre ellos cabe destacar el huracán Iván (2004), Dennis (2005), Dean (2007), Noel (2007), Sandy (2012) y Matthew (2016), todos los cuales dejaron serias afectaciones económicas en la zona costera de esta región.

Los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos desarrollados en Cuba (Colectivo de Autores, 2016), señalan al municipio Guamá como el más vulnerable ante la afectación por fenómenos hidrometeorológicos extremos, siendo las inundaciones costeras los eventos que con mayor frecuencia impactan la zona, dejando por lo general grandes secuelas en el marco socioeconómico y ambiental.

Numerosas acciones se han venido desarrollando en Cuba en aras de perfeccionar la gestión de riesgo. Así lo refieren los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido Comunista de Cuba y su más reciente actualización a modo de programa de desarrollo hasta el año 2030, resultante del séptimo Congreso de la organización política. También la Tarea Vida, concebida como Plan de Estado para el enfrentamiento a las consecuencias del Cambio Climático, que fue aprobado por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017 y conformada varias acciones con un enfoque estratégico definido en 11 tareas. Todo lo citado constituye una propuesta integral para la identificación de zonas y lugares priorizados y la determinación de sus afectaciones y acciones a acometer.

En tal sentido, el municipio Guamá ha sido beneficiado con un Centro de Gestión para la Reducción del Riesgo. Esta entidad ha sido creada para controlar la reducción de las vulnerabilidades, facilitar la organización y cumplimiento de las medidas de manejo de desastres, fomentar la percepción del riesgo en la población y documentar las del territorio. Además de los estudios de PVR, se perfeccionó el Sistema de Alerta Temprana en el marco del Proyecto: “Mejora del Sistema de Alerta Temprana Hidrometeorológico para aumentar la preparación frente a desastres y reducir la vulnerabilidad de la población que vive en las provincias afectadas por el huracán Sandy (Cuba)”. Este resultado es implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Plan de Acción para el Caribe del Programa de Preparación ante Desastres del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (DIPECHO).

En el contexto del municipio Guamá, se han desarrollado varias investigaciones que aportan una multitud de información acerca de la zona, entre los que cabe citar: el Atlas de peligros naturales, (Seisdedos et al., 2008);

Aplicación de los SIG al Ordenamiento Territorial y Planeación de Fuentes Renovables de Energía (Rodríguez, 2008); Población y Cambio Climático (Cristián- Lara et al., 2016); Programa de Manejo Integrado para los manglares (Cruz, 2012); Programa de Manejo Integrado de la cuenca hidrográfica del Río Sevilla (Planas et al., 2013); Estudio de la erosión de playas bajo el enfoque de MIZC: El caso de Sevilla (Montero, 2013); Programa de género y Manejo Integrado de zonas Costeras (Pérez, 2013); Bases de MIZC para el ordenamiento ecológico del uso del suelo del sector costero desde Punta Tabacal a Bahía del Mazo (Beyris, 2003); Consideraciones básicas para el manejo integrado de la contaminación de las aguas costeras de la cuenca del río Sevilla (Bonne, 2003); Propuesta de un modelo para el manejo integrado del turismo en la zona costera: Hotel Sierra Mar y comunidades aldeañas (Asanza, 2006); Caracterización del estado de la biodiversidad (Apin y Gómez, 2009); Unidades Costeras Ambientales para el Manejo (Milanés, 2012); Zonificación del recurso suelo en la Unidad Costera Ambiental para el Manejo Chivirico (Cleger, 2017), entre otras.

En la región de estudio, también se desarrollaron los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos a partir del año 2011. Ejecutados por un grupo multidisciplinario bajo la dirección de la Delegación Territorial de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en Santiago de Cuba, y actualizados en etapa posterior a la afectación por el huracán Sandy. Con este resultado se cuenta de una herramienta que ofrece una adecuada respuesta a lo que se establece en la Directiva No.1/2010 del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional, para la Planificación, Organización, y Preparación del País para Situaciones de Desastres (Directiva 1, 2010).

Por otra parte, se han encontrado algunos trabajos recientes que vinculan la gestión del riesgo al MIZC como herramienta de manejo. Despaigne (2016), vincula la gestión del riesgo a un programa de MIZC en la Cuenca de los ríos Guaos-Gascón ; Martínez (2014) gestiona el riesgo por derrame de hidrocarburos en la bahía de Santiago de Cuba; también Ravelo (2017) ha contribuido a la gestión del riesgo en la zona costera de esta provincia con la aplicación de la telefonía móvil para los Sistemas de Alerta Temprana e, Infante (2017) vincula la gestión del riesgo de inundaciones en la UCAPMI Chivirico con el MIZC, a partir de la modelación del ascenso del nivel del mar por el cambio climático. Sin embargo, no se encontró en la literatura revisada, ningún trabajo que integre al MIZC las acciones y políticas relacionadas con la gestión del riesgo para todo tipo de inundación en la zona costera de la UCAM Chivirico. En ninguna de las investigaciones consultadas se realiza un análisis causal de las amenazas, las cuales obedecen a

la incidencia de patrones de circulación atmosférica (denominados también patrones sinópticos), los cuales no han sido determinados a pesar de que estos análisis constituyen un eslabón de partida para el perfeccionamiento del Sistema de Alerta Temprana.

Materiales y métodos

En la presente investigación se emplean métodos empíricos, estadísticos y teóricos para la recolección, procesamiento, análisis y obtención de los resultados. Los métodos teóricos fueron empleados en la construcción y desarrollo de la teoría científica, y en el enfoque general para abordar el problema de la investigación. El método histórico-lógico, permite establecer el estado del tema de investigación y realizar un análisis del comportamiento histórico de los eventos hidrometeorológicos extremos que han afectado el área de estudio. Los métodos inductivo-deductivo, se emplearon para el planteamiento del problema e hipótesis de la investigación, así como para determinar patrones análogos y conformar la cronología de inundaciones costeras.

El método de análisis-síntesis, fue empleado para el diagnóstico socioambiental de la zona de estudio, identificación de asuntos claves y para arribar a los resultados y conclusiones de la investigación. Los métodos empíricos se usaron en la obtención y elaboración de los datos y el conocimiento de los hechos fundamentales que caracterizan al objeto de estudio. La técnica de la observación permitió obtener información actualizada del objeto de estudio. Los métodos estadísticos se emplearon en la estadística descriptiva e inferencial para el procesamiento de datos de la muestra poblacional encuestada, así como para determinar los patrones de circulación atmosférica generadores de eventos de lluvia intensa en la zona de estudio, también en el análisis de tendencias y puntos de cambio en las series temporales de eventos meteorológicos extremos y en el cálculo de los períodos de retorno.

Entre otras de las técnicas de investigación empleadas puede citarse el análisis documental. Se utiliza como fuente de información la consulta de fuentes periodísticas de diferentes épocas; así como los materiales disponibles sobre el tema en los archivos del Instituto de Meteorología, del Centro Meteorológico Provincial y Archivo Histórico Provincial de Santiago de Cuba. Paralelamente se consultaron los informes de los Centros de Gestión de Riesgos y de la Defensa Civil de los municipios Santiago de Cuba y Guamá. Para la reconstrucción de la memoria histórica sobre impacto por

lluvias intensas y ciclones tropicales en la zona de estudio, se emplean las bases de datos de lluvias diaria en un período de 50 años, correspondiente a los registros pluviométricos en dicha área, perteneciente a la Red básica del Instituto de Recursos Hidráulicos; así como la base de datos disponible en Internet del Proyecto HURDAT II del Centro Regional de Huracanes, perteneciente a la NOAA, a modo de determinar los patrones sinópticos generadores de fenómenos hidrometeorológicos que han impactado la zona con inundaciones. Las dieciocho entrevistas y ciento dos encuestas elaboradas permitieron conocer las particularidades socioeconómicas, culturales y ambientales de la zona, así como la percepción del riesgo y efectividad del Sistema de Alerta Temprana de la Defensa Civil.

Marco teórico y metodológico

La Gestión del riesgo de desastre en Cuba

En Cuba la reducción de riesgo de desastres se fundamenta en el cuerpo legal y en el conjunto de acciones que presentan un carácter estructural y educativo y que han impactado positivamente en los indicadores sociales, económicos y de seguridad para su población (Llanes, 2010). El Sistema de Defensa Civil en 1963, realizó algunas acciones para la concepción y desarrollo de un sistema de obras hidráulicas destinadas a la protección de las personas, sus bienes y los recursos en áreas de riesgo por inundaciones.

Rodríguez, Terry y Jiménez (2014) señalan que, a pesar de las limitaciones económicas imperantes en el país, agravada por la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales, Cuba cuenta con potencialidades que se convierten en fortalezas para el desarrollo de la gestión del riesgo, así como insuficiencias que han sido resultantes del desarrollo histórico de las comunidades y de los factores económicos limitantes (Tabla 1).

Cuba ha logrado ser un paradigma en el área de Latinoamérica y el Caribe en cuanto a la Gestión del Riesgo de Desastres. Sin embargo, Iturralde (2015) plantea que, pese a los avances en las investigaciones, hasta el 2013 no se habían podido identificar la totalidad de las medidas necesarias para disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos amenazados. Aun cuando existen algunos avances en la actualidad, es imprescindible seguir trabajando en este sentido, a fin de ir conformando una estrategia de respuesta cada vez más integradora, eficiente y económicamente viable que se fundamente en datos científicos.

Tabla 1.*Fortalezas e insuficiencias de la Gestión del Riesgo por inundaciones en Cuba.*

Fortalezas	Insuficiencias
Existe una voluntad política que prioriza la temática.	Limitaciones en recursos económicos.
Las sinergias alcanzadas entre instituciones científicas que trabajan temas de ordenamiento territorial, vivienda, la defensa civil y las universidades.	Alto índice de deterioro en el fondo habitacional.
La identificación de estrategias, medidas y políticas en las etapas de prevención, mitigación, preparación y respuesta en plazos temporales que circunscriben la rehabilitación y reconstrucción ante los desastres.	Acelerado crecimiento urbanístico, que genera déficit de viviendas. Falta de mantenimiento, reposición y ejecución parcial de obras con inadecuadas normas constructivas.
La existencia de un cuerpo legal que establece las normas y acciones a implementar.	La ausencia parcial o total de alcantarillado y el mal estado de las redes existentes.
El fortalecimiento de las capacidades institucionales y humanas.	Áreas con alto grado de deforestación.
La formulación de planes de reducción de desastres y organización de la población.	
Las oportunidades de realizar proyectos con financiamiento internacional y nacional sobre la temática, con prioridad en los estudios a escala local.	

Fuente: Rodríguez, Terry y Jiménez (2014).

Según la Agencia de Medioambiente de Cuba, el Sistema Nacional de Defensa Civil en su continua actividad ha conceptualizado y definido que, para reducir los diferentes desastres, se requiere:

- Gestionar la reducción de riesgos de desastres, mediante un enfoque integrador que contemple otros tipos de gestión como la económica, social, ambiental, mediante un vínculo continuo y sistemático que promueva la gestión para el desarrollo sostenible de la sociedad cubana.

- Estimar los diferentes tipos de riesgos, conociendo el peligro y determinando como factor clave los diferentes tipos de vulnerabilidades, dando especial jerarquía a la etapa de prevención de desastres dentro del ciclo de reducción.
- Evaluar la eficiencia de la gestión de riesgos. En este caso se deben considerar los niveles de protección de la población y la reducción de pérdidas económicas que producen impactos negativos y limitan el funcionamiento de la sociedad.
- Lograr una visión integradora de la reducción de desastres mediante el enfrentamiento al cambio climático (AMA, 2014).

Hasta 2017, se concluyeron 103 estudios de PVR en Cuba. Estos fueron organizados y ejecutados por comisiones multisectoriales, integradas por especialistas de diferentes instituciones científicas y académicas, bajo la dirección de la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Sus resultados están dirigidos a los decisores de los gobiernos locales y ofrecen información sobre las vulnerabilidades a nivel de provincia, municipio o consejo popular.

La Gestión del Riesgo de Desastre en el contexto del Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”, en cambio, en el Vocabulario Meteorológico Internacional, define al clima como: «El conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evolución del tiempo» (Organización Meteorológica Mundial, 1966). Este es considerado el recurso natural básico del que dependen todos los demás; cualquier cambio en el mismo repercute sobre la naturaleza y la sociedad (Paz, 2009).

El clima está siendo modificado por la introducción de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Fenómenos como la excesiva urbanización y la creación de las islas de calor urbanas, así como la deforestación, limitan la captura de CO₂. De esta forma, el clima manifiesta sus desequilibrios producto de la aparición de continuos eventos físicos cada día más extremos e intensos, de mayor magnitud y recurrencia (Narváez et al., 2009), así lo corrobora el IPCC (2012).

Dentro del contexto de los impactos presentes y futuros de eventos de origen hidrometeorológicos, se establece una relación entre el Cambio Climático y la Gestión Integrada del Riesgo de Desastre, teniendo en cuenta que el impacto, la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos, ponen en peligro los objetivos de desarrollo sostenible y la calidad de vida, evidenciado en un sostenido aumento de la vulnerabilidad de la población y del ambiente (Orozco y Guevara, 2011).

Según (Steer et al., 1997) existen evidencias científicas que sugieren que la acumulación en la superficie de la tierra de gases como dióxido de carbono, gas metano, flouorcarbonados, y otros “gases invernadero”, está produciendo un calentamiento de la atmósfera con las siguientes repercusiones:

- Incremento en el nivel medio del mar por efecto del cambio climático.
- Alteración de la circulación oceánica producto del incremento de la temperatura del agua marina.
- Cambios en los ecosistemas terrestres y marinos.
- Modificación de la biota marina y de su productividad, debido por ejemplo a los efectos del aumento de las radiaciones ultravioletas sobre elementos microscópicos que alteran la cadena alimenticia como el fitoplancton y zooplancton.
- Aumento en la frecuencia e intensidad de las tormentas y huracanes tropicales.

Entre las naciones y estados insulares mayoritariamente afectadas por el aumento del nivel del mar se encuentra Cuba. El país, por su condición insular, configuración físico- geográfica y la existencia de zonas bajas en gran parte de su perímetro costero es muy vulnerable. Cuba cuenta con más de 5000 Km de costas y más de 5500 cayos e islotes. La gran mayoría de sus municipios poseen costas y en ellas se desarrollan importantes actividades portuarias, industriales, pesqueras y turísticas. Más del 10 % de la población vive a una distancia de la línea costera entre 0 y 1000 m, y justamente en asentamientos localizados en zonas bajas. Cada uno de estos territorios está sujeto a los efectos de eventos meteorológicos incidentes en superficies bajas cuyos peligros pueden incrementar su frecuencia e intensidad debido a los cambios climáticos globales (Moreno et al., 1998; Mitrani et al., 2001).

A partir de lo propuesto por el Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID), las amenazas que vinculan los cambios del clima con la gestión del riesgo, son las de origen hidrometeorológico. Dentro de ellas destacan las siguientes:

- *Huracanes y ciclones tropicales*: El aumento de la temperatura genera una temporada de huracanes más larga, con eventos más intensos y fuertes.
- *Nivel del mar*: El aumento de temperaturas genera la disolución de la criósfera (parte de la superficie de la Tierra donde el agua está congelada) y una menor densidad del agua de los océanos.
- *Deslizamientos y derrumbes*: El incremento de la variabilidad climática puede generar lluvias intensas que comprometen la estabilidad de las laderas.
- *Inundaciones*: Las lluvias intensas pueden superar la capacidad de absorción del suelo. (www.cehi.org.lc).
- *Sequías*: El incremento de la variabilidad climática puede generar largas temporadas de sequía.

En el continente de América Latina se ha comprobado que la ocurrencia del evento de El Niño – Oscilación del Sur, como fenómeno global, contribuye a una intensificación de las variaciones de escala sinóptica del nivel del mar. Este evento trae como consecuencia un aumento en la frecuencia e intensidad de las penetraciones del mar. Entre los principales impactos del cambio climático en la nación cubana está la sobre elevación del nivel medio del mar, la cual ha provocado un desplazamiento de la línea de costa. Esto pudiera conllevar a una mayor vulnerabilidad en la zona costera y un incremento de la población e instalaciones económicas y sociales expuestas al este tipo de peligro de inundación costera por penetración del mar (Milanés 2018). También se puede dar un incremento en la salinización de los suelos que pudiera conllevar a la desertificación.

Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (GIRD)

Orozco y Guevara (2011) definen la GIRD a partir de una concepción holística, sobre la base de lo propuesto por Cardona, 2001; UNISDR, 2009; Lavell, 2006 y Narváez, Lavell y Ortega, 2009 como:

Un proceso social y político, sistemático y continuo, a través del cual se busca controlar los procesos de creación o construcción de riesgo o, disminuir el riesgo existente con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre, con la intención de fortalecer los procesos de desarrollo sostenible y la seguridad integral de la población.

En este capítulo de libro se asume lo planteado por Narváez et al. (2009), cuando refiere que las posibilidades de limitar, mitigar, reducir, prevenir o controlar el riesgo, se fundamentan en la cabal identificación de los factores del riesgo y de sus características particulares, sus procesos de conformación o construcción, incluyendo los actores sociales involucrados en su concreción.

Para una correcta evaluación de la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (GIRD), se deben establecer diferencias en las dos connotaciones básicas del riesgo: 1) el riesgo natural asociado con el daño eventual y potencialmente destructivo producto de amenazas ambientales, y 2) el riesgo antrópico que va muy vinculado con los procesos sociales que generan otras condiciones de riesgo (Orozco y Guevara, 2011). Milanés et al. (2017) propone cuatro procesos generales para la gestión integral de riesgos: 1) Diagnóstico de las instituciones y organizaciones que intervienen en la gestión de riesgos y reducción de desastres; 2) Identificación y evaluación de riesgos; 3) Establecimiento de estrategias y planes de acción para reducir riesgos y 4) Mejora continua de la gestión de riesgos.

La Gestión del riesgo costero como eslabón indispensable en el Manejo Integrado Costero

Como ya fue descrito anteriormente, el crecimiento de la población, la urbanización y migraciones hacia la costa han experimentado un gran incremento (Cambers, 2001). En los momentos actuales, existen más recursos humanos y económicos en riesgo y una mayor presión sobre las barreras de protección natural. La gestión del riesgo de desastre es un componente de la gestión del desarrollo, del ambiente y de la seguridad humana y representa una condición imprescindible para el logro de la sostenibilidad de las ciudades (Lavell, 2003), la cual constituye meta suprema del Manejo Integrado Costero (Cicin-Saint y Knecht, 1998; Silva, 2014; Cambers, 2001).

El enfoque del Manejo Integrado Costero es una filosofía general de trabajo, con fases metodológicas perfectamente establecidas, que ofrece muy buenas oportunidades para diseñar y promover estrategias adecuadas en la reducción de la vulnerabilidad a los peligros naturales para la gestión integral de los riesgos. Basado en este planteamiento, se propone un esquema de integración de la Gestión del Riesgo de Desastre y sus componentes con el MIZC, sustentado por el marco legal e institucional correspondiente, donde se insertan los elementos que tributan al ciclo de reducción del riesgo de desastre, entre ellos los relacionados con programas institucionales, proyectos e investigaciones de enfrentamiento al Cambio Climático (Figura 1).

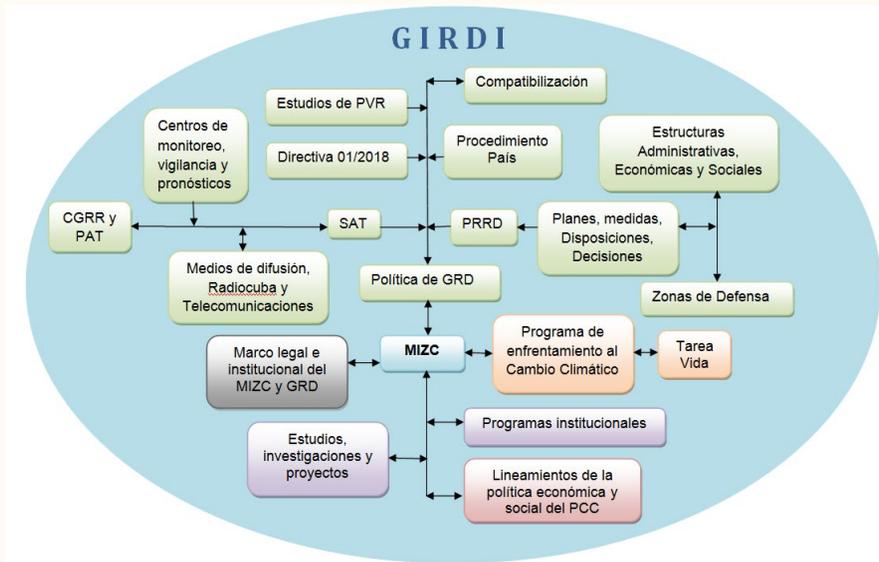


Figura 1. Esquema de integración al MIZC de la Gestión del Riesgo de Desastre por Inundación.

Eventos hidrometeorológicos causantes de desastres por inundación

Los eventos hidrometeorológicos extremos son amenazas naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden causar daños materiales y hasta la muerte o lesiones de las personas. Paralelamente causan una interrupción de la actividad social y económica y una alta degradación ambiental (SUBDERE, 2011). Dentro de los eventos hidrometeorológicos extremos en Cuba clasifican los ciclones tropicales, lluvias intensas, Tormentas Locales Severas (tornados, trombas marinas, granizos y vientos fuertes con velocidades que superan los 95 km/h) y, las sequías intensas. Entre estos, solo los ciclones tropicales y las lluvias intensas pueden generar situaciones de desastre por inundación.

- *Las inundaciones*

Se considera una inundación a la ocupación de agua en zonas que habitualmente están libres de este recurso. Se producen por el desbordamiento de ríos derivado de las intensas lluvias o por el deshielo de los océanos y,

originan grandes daños a los bienes económicos y los seres vivos que a menudo se encuentran expuestos en zonas de alto riesgo. Las inundaciones costeras ocurren en zonas bajas del litoral en cualquier momento del año, como consecuencia de ciclones tropicales, fuertes vientos del sur y frentes fríos. Pueden ser producidas por lluvias intensas o por las penetraciones del mar, o por una combinación de ambos fenómenos. La acción antrópica también es un agente contribuyente o desencadenante de estos eventos ya que modifica la cobertura del suelo, altera el curso de los ríos y sus cauces, (PREDECAN, 2009). La presencia de obras hidráulicas de regulación, ocupa diversas áreas de amortiguamiento, embalsa volúmenes importantes de agua y altera globalmente las condiciones hidrometeorológicas, lo cual trae aparejado la ocurrencia de diferentes riesgos y otros muchos efectos (Tabla 2).

Tabla 2.
Clasificación de las inundaciones según la causa.

Naturales	Antrópicas
Acumulación por lluvias: Zonas bajas Zonas planas impermeables	Acumulación por lluvias: Deficiente drenaje Obstáculos, obstrucciones
Desbordamiento: De lagos y lagunas De corrientes (ríos, arroyos, quebradas)	Desbordamiento: De embalses De canales
Represamiento: Confluencia de cauces Deslizamientos Obstrucción por palizada	Represamiento: Por obstrucción de cauce Por descargas de caudal
Penetraciones del mar	Mal manejo del recurso: Alteración de cursos de agua.

Fuente: PREDECAN 2009.

Milanés y otros autores (2017) exponen en su libro algunos de los efectos de las inundaciones en la zona costera, tales como arrastre de sólidos y remoción de sedimentos, daños al medio construido, interrupción de vías de comunicación, proliferación de enfermedades diarreicas agudas, cambios en el perfil de costa, afectaciones a la producción industrial y afectaciones en ecosistemas marino-costeros. Los autores opinan que uno de los mayores impactos de las inundaciones en la zona costera, está relacionado con las pérdidas en el sector agrícola, ya que por lo general se pierden las cosechas

y en muchos casos, cuando las inundaciones ocurren por penetraciones del mar, se salinizan los suelos afectados por la inundación y pierden su fertilidad, es por ello que deben tomar medidas de adaptación y los productores deben estar capacitados para ello.

Ollero-Ojeda (1997) citado por Sedano (2012) presenta algunos elementos que determinan la vulnerabilidad de una comunidad frente a las inundaciones. Estos son:

- Diferentes usos del suelo y del agua.
- Presencia de asentamientos humanos con una elevada densidad y por consiguiente de población en zonas inundables.
- Nivel de desarrollo tecnológico y de organización.
- Infraestructura existente y la planificación y ordenamiento territorial.
- Concentración espacial de actividades derivadas del sector industrial y de producción de bienes y servicios.
- Degradación del medio físico.

A parte de estos elementos, se considera que la existencia y eficacia de un marco legal apropiado sobre la gestión de riesgos, es determinante en el nivel de vulnerabilidad de una comunidad, porque la organización y preparación de esta depende en gran medida de las regulaciones que existan al respecto.

- *Inundaciones costeras por penetraciones del mar*

Varios autores han abordado el tema de las inundaciones costeras por penetraciones del mar en Cuba (Moreno et. al., 1998; Hernández, Vega y Casals, 2002; Casals, 2002; Mitrani et. al., 2000; Pérez et. al., 2001; Mitrani et al., 2012; 2014; Mitrani, 2012; 2015 y Milanés et al., 2017, entre otros). En las investigaciones realizadas, se han clasificado los diferentes tramos según su vulnerabilidad geomorfológica y batimetría (Moreno et. al., 1998). También Montoro y Díaz (2012) propusieron un modelo para el estudio de la surgencia producida por huracanes para las costas de Cuba. Nicholls, (2004) citado por Hidalgo, (2016), realizó un análisis sobre las implicaciones que traería consigo durante el presente siglo el ascenso del nivel medio del mar, atendiendo a los cambios en los regímenes de inundación por surgencia ciclónica y la pérdida de tierra firme de acuerdo a los diferentes escenarios de cambio climático propuestos por el IPCC para los años 2050 y 2080. Por otra parte, Mitrani et. al. (2016), expone que el aumento del poder destructivo de los huracanes que han afectado a Cuba y mares adyacentes

es consecuencia de los cambios en la estructura termohalina en el área (aumento de la temperatura del agua en los primeros 500 m y de la salinidad). Para la clasificación general de las inundaciones por penetraciones del mar se emplean los criterios que se muestra en la Tabla 3, donde H es la altura de la ola significativa, la cual se define como la altura media del tercio mayor de todas las olas observadas (Vocabulario Meteorológico, OMM).

Tabla 3.

Clasificación de las inundaciones costeras por penetraciones del mar.

Inundación Costera	H (metros)
Ligera	$3.0 < H \leq 4.0$
Moderada	$4.1 < H \leq 5.0$
Severa	$H > 5.0$

Fuente: Pérez et al. (2001).

Las inundaciones costeras por penetraciones del mar, ocurren cuando de forma aperiódica y a corto plazo, se genera una considerable sobre elevación del nivel del mar. Pueden presentarse bajo la influencia de eventos sísmicos, volcánicos o meteorológicos. Se identifican cuatro formas de este tipo de sobre elevación:

1. Por tsunamis: Asociada a movimientos telúricos de gran intensidad en el medio marino.
2. Por surgencia de tormenta (Storm surges): Según, USACE (2002); WMO (2011) y Mitrani, et. al. (2014), la surgencia ciclónica es una elevación diferente o anormal y temporal del nivel del mar sobre la marea astronómica, causada por la tensión de vientos intensos y, en menor medida, por la caída de la presión atmosférica (efecto del barómetro invertido). Posee una longitud similar al ciclón tropical o extratropical que la genera, y de su magnitud al acercarse a la zona costera. Depende del tamaño de la misma, de su velocidad de traslación, así como de las características físico-geográficas del lugar. Por lo general, afecta como promedio unos 100-200 km de costas en unas seis horas y su ocurrencia es favorecida en regiones que presenta una pendiente suave y una amplia plataforma insular.
3. Por rompiente de oleaje (Wave set up): favorecida por las costas acantiladas, de pendientes abruptas.

4. Por arrastre del viento (Wind set up): favorecida por las costas de pendiente muy suave acompañadas por una amplia plataforma de fondo casi plano.

Pérez et al. (1998) afirma que, en Cuba, las inundaciones más severas que han afectado el territorio y de las cuales se tiene noticia, se han producido tras el paso de las tormentas severas y los ciclones tropicales. Estos eventos, no solo han provocado el efecto de la surgencia cuando el fenómeno ha tocado tierra, sino también que, el arrastre del viento y, por consiguiente, el rompiente de oleaje, ha provocado severos daños en el territorio nacional. La intensidad, frecuencia y ubicación geográfica de las inundaciones en la superficie costera o más continental, se manifiestan en correspondencia con las particularidades de la temporada ciclónica en el Atlántico, que dura desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre, donde la mayor afectación al territorio cubano ocurre en los meses de septiembre a octubre y aumenta desde la zona oriental hacia las provincias occidentales.

La sobreelevación puede ser generada por mar de viento (oleaje producido por el campo de viento local actuante), mar de leva (oleaje que se trasladó desde otra área de generación o que fue generado por un campo de viento local que ya se amortiguó) o ambas a la vez.

La costa sur oriental, según Mitrani (2014), presenta la plataforma más estrecha del perímetro costero nacional. Es abierta a todo el sector sur (Sudeste-sur-suroeste), por lo que es favorecido el oleaje en esta dirección desde mar abierto. No son frecuentes en el área los vientos fuertes en esta dirección, por lo cual, los únicos eventos meteorológicos de gran peligrosidad que afectan a la zona son los ciclones tropicales.

- *Inundaciones por intensas lluvias*

En EMNDC, (2002) se ha considerado las intensas lluvias como eventos hidrometeorológicos severos, cuyo efecto destructivo está vinculado con las continuas fuertes lluvias, en un intervalo relativamente corto de tiempo y en un terreno determinado, lo cual origina la salida del cauce de los arroyos, cañadas y ríos, provocando grandes áreas de inundación. El nivel de estas precipitaciones es cuando mínimo del orden de los 100 milímetros en 24 horas. Algunas de las consecuencias e impactos que dejan las inundaciones según Sedano (2012) son:

- *En el paisaje:* tienen un alto poder de modificación del paisaje, tanto en el mismo cauce, como en las áreas potencialmente inundables, lo que dependen tanto de las características de la cuenca, la velocidad del flujo, la pendiente, el nivel del agua, la concentración de sedimentos, etc. En este caso es muy común que se presente la formación de cárcavas, desviaciones de curso, deslizamientos, etc.
- *En los ecosistemas:* tienen efectos sobre el crecimiento y muerte de muchas especies en las riberas, ya que se renueva el ambiente fluvial y los hábitats, se incrementa la fertilidad del suelo, se limpian los cauces, se renuevan aguas estancadas y se recargan los acuíferos.
- *En la infraestructura:* incrementa el riesgo de daños parciales o totales.
- En las personas: se produce una inmovilización de actividades de índole productivas y se originan las respectivas pérdidas económicas directas e indirectas en los sectores privado, empresarial y gubernamental, en detrimento de la calidad de vida, el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad, generándose además conflictos sobre la propiedad privada, migraciones, desplazamientos, efectos sobre la salud pública y propagación de epidemias y hasta pérdidas de vidas humanas.

Ollero-Ojeda (1997) destaca como parámetros fundamentales de las inundaciones los siguientes: la frecuencia del proceso y la probabilidad de que esta se produzca en el futuro. Como principales elementos de amenaza por inundaciones se encuentran estos 9 elementos: 1) el origen de la inundación, 2) el tipo de curso fluvial, 3) la dimensión de la inundación, 4) la altura máxima que alcanza el agua, 5) la velocidad de propagación, 6) la rapidez de ascenso del nivel del agua, 7) la duración de la inundación, 8) la época de año en que se produzca el evento y el 9) el área inundada o magnitud de inundación.

En esta investigación también se considera que los estudios cubanos de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR), debían incluir los elementos causales del peligro, ya que son el punto de partida de los SAT. En tal sentido el conocimiento de los patrones sinópticos que propician los eventos de lluvia intensa para una determinada localidad es un componente necesario para un efectivo pronóstico del evento, ya que su incidencia no es igual para todas las regiones del país, estos imponen un “tipo de tiempo”, acorde a las características físico-geográficas de la localidad.

- *Inundaciones costeras por el ascenso del nivel del mar*

Las investigaciones realizadas en el mundo en relación al cambio climático, apuntan al ascenso paulatino del nivel del mar, que dejará sumergidas muchas áreas costeras, incluyendo pequeñas islas. Según el informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC.2007), el máximo posible de la sobre elevación del nivel del mar a escala planetaria sería de 0.59 m para el año 2100.

La simulación numérica realizada para las inundaciones en diversos sectores de las costas de Cuba con incremento del nivel del mar de hasta 1 m, indicaron que este valor no influye de forma notable en la dimensión vertical de la masa de agua, sino que se manifiesta en el alcance horizontal de las inundaciones (Mitrani et al., 2001), esto implica que los eventos meteorológicos generadores de inundaciones moderadas, en las nuevas condiciones, pudieran ocasionar inundaciones de mayor severidad, por lo que es de esperar no solo un aumento en la frecuencia sino también en la intensidad y el alcance horizontal de las inundaciones costeras en la mayor parte del perímetro costero cubano (Mitrani et al., 2016).

Según la modelación realizada por Infante (2017), en la UCAPMI Chivirico, que abarca la parte más urbana de la Unidad Costera Ambiental para el Manejo del mismo nombre, la elevación del nivel del mar por el Cambio Climático provocará la anegación de 15, 31 Ha de línea de costa de forma variable en todo el borde costero de la UCAM, por lo que aunque la pérdida de superficie será gradual, habrá zonas que perderán hasta el 40 % de su superficie; así mismo se prevé que para el 2100 el asentamiento de Chivirico haya perdido 26,98 Ha de superficie.

Patrones sinópticos y su incidencia en la circulación local para las zonas costeras

Los patrones sinópticos son patrones de circulación atmosférica de gran escala, que generan un tipo de tiempo según las características locales de un área o región determinada. La topografía de una región es un factor determinante para establecer los flujos aéreos meso y micro escalares bajo cada patrón sinóptico. De esta forma, los flujos a escala sinóptica (macro escala), se adaptan a las características particulares orográficas y dan lugar a campos de vientos que a menudo tienen una representación meramente local generando un tipo de tiempo para ese contexto.

La climatología sinóptica estudia las interacciones existentes entre la circulación atmosférica y las condiciones presentes en superficie, por ello tiene un alto potencial para ser utilizada en investigaciones referentes a fenómenos meteorológicos asociados a una región (Gutiérrez et al., 2006). Su esencia está basada en las clasificaciones sinópticas, que consisten en la tipificación de los distintos tipos de estado de la atmósfera, es decir; las diferentes configuraciones que adoptan los campos meteorológicos (presión a nivel del mar, altura del geopotencial) sobre un ámbito espacial concreto (Rasilla, 2003).

Existen dos tipos de clasificaciones de patrones sinópticos: Automática (Fernández y Díaz, 2003) y Manual o Subjetiva. En la presente investigación se emplea la clasificación manual a partir de las experiencias desarrolladas en Cuba por investigadores del Instituto de Meteorología. Fernández (1987), Lapinel (1988) y Lecha et. al (1994), entre otros autores, abordaron el tema que vincula la influencia de los tipos de situaciones sinópticas, con relación a la frecuencia de los sistemas sinópticos, el comportamiento de los estados locales del tiempo diario y de las precipitaciones atmosféricas.

El análisis de la distribución espacial y temporal de la lluvia, asociada a diferentes patrones de circulación, brinda la posibilidad de vincular los efectos de los diferentes estados de la atmósfera con las particularidades físico-geográficas de la región en estudio. Los eventos extremos de lluvia, en muchas ocasiones, obedecen a la combinación de factores meteorológicos y factores físicos que se desencadenan debido a condiciones locales, sin embargo, existen tipos de circulación que generan una gran inestabilidad atmosférica, provocando condiciones favorables en un área determinada para la ocurrencia de abundantes precipitaciones. De este modo, la identificación de los patrones de circulación de gran escala (patrones sinópticos) que favorecen la ocurrencia de eventos extremos, constituye un avance en el perfeccionamiento de los pronósticos meteorológicos como primer eslabón en el Sistema de Alerta Temprana para este tipo de fenómeno. El conocimiento de las causas generadoras de eventos ocurridos en el pasado en una localidad permite predecir los posibles efectos que puede ocasionar para esa área un patrón sinóptico similar.

En esta investigación, se realiza una caracterización de la distribución espacio-temporal de las lluvias intensas para la provincia de Santiago de Cuba y, se determinan los factores que la generan, a partir de un análisis multidimensional, que incluye factores locales (relieve y orografía, condiciones térmicas y flujos predominantes bajo las condiciones de cada evento), así como los campos de presión atmosférica predominantes en varios

niveles de la atmósfera (hasta la altura de 10-12 km), por ser los que regulan el comportamiento del tiempo en la superficie terrestre de conjunto con las condiciones propias de la localidad. Estos elementos, facilitan al pronosticador detectar a tiempo las condiciones propicias para la ocurrencia de lluvias intensas en esa área, lo que permite activar oportunamente el Sistema de Alerta Temprana, para que se adopten las medidas que corresponden por los órganos decisores.

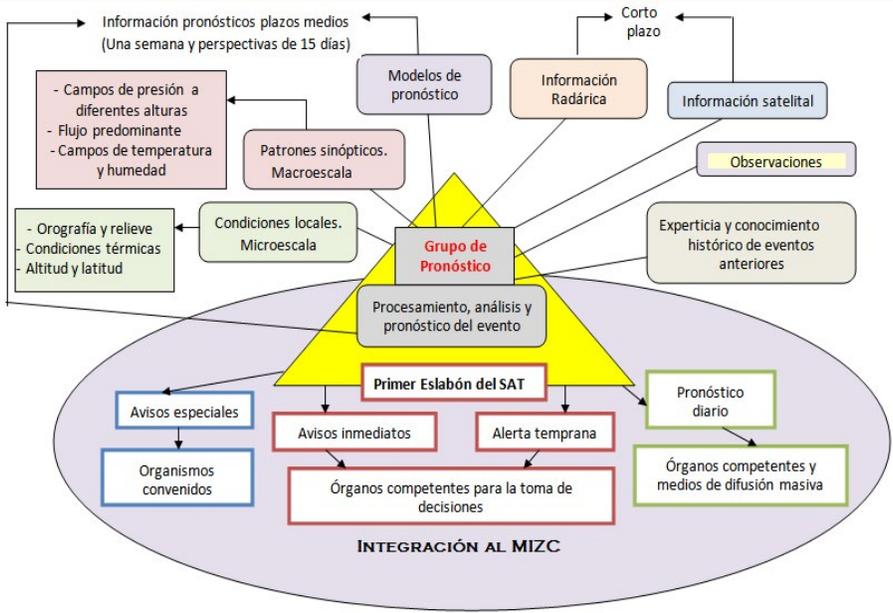


Figura 2. Integración del Sistema de Alerta Temprana para Inundaciones y los servicios meteorológicos al MIZC.

A partir de lo anteriormente expuesto, se presenta una propuesta de esquema de integración del Sistema de Alerta Temprana y los servicios meteorológicos al MIZC, donde se muestran los elementos a considerar para la emisión de un pronóstico de lluvia intensa u otro evento, aviso inmediato o alerta temprana; así como la ruta para que el servicio llegue al usuario. Este sistema, habitualmente funciona bajo condiciones de amenaza de algún evento meteorológico extremo para una región determinada (a escala de provincia y en menor medida de municipio), sin embargo, adolece de un soporte de información a microescala, que impide contextualizar un pronóstico efectivo acerca de las condiciones del tiempo que pueden esperarse

para una localidad específica. Solo en el contexto de un proyecto, donde se investiga a fondo las características físico-geográficas de una localidad, su climatología y el historial de eventos ocurridos en el pasado; puede lograrse una buena efectividad en las previsiones del tiempo. En tal sentido, se considera oportuna la inserción del SAT para fenómenos meteorológicos extremos, (como es el caso de las lluvias intensas) en un programa de MIZC, con el objetivo de lograr una mayor certidumbre en la reducción del riesgo de desastre por inundaciones en la zona de interés (Figura 2).

Resultados y discusión

Metodología GIRDI para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastre por Inundación

Para lograr la integración del MIZC con las políticas y acciones que tributan a la Gestión del Riesgo en el ámbito local, se propone la metodología adaptada de Olsen (1999) y UNESCO (2009), que comprende cinco fases y concibe a la Gestión del Riesgo como asunto clave al que irán dirigidas todas las acciones de manejo (Figura 3). En la tabla 4, se explica la metodología propuestas para la ejecución de las fases I y II del programa GIRDI, sobre la base de su implementación en la Unidad Costera Ambiental para el Manejo UCAM-Chivirico.

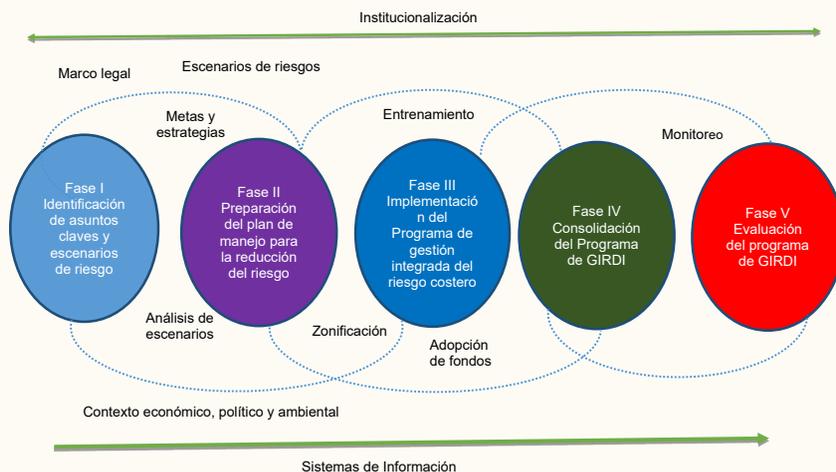


Figura 3. Estructura de la metodología de Gestión Integrada del Riesgo de Desastre por Inundación (GIRDI).

Tabla 4.*Etapas de la Metodología de Gestión Integrada del Riesgo de Desastre por Inundación.*

Fases		Acciones a desarrollar
Fase 1	Identificación y evaluación de asuntos claves y escenarios de riesgos	<ul style="list-style-type: none"> a. Selección y delimitación del área de manejo (según Milanés, 2014) b. Caracterización y diagnóstico del área de manejo (según Barragán, 2003) c. Identificar y evaluar los asuntos ambientales, sociales e institucionales y sus implicaciones principales. d. Identificar los principales actores y sus intereses e. Verificar la factibilidad y el liderazgo gubernamental y no gubernamental sobre los asuntos seleccionados f. Seleccionar los asuntos sobre los cuales enfocará sus esfuerzos la iniciativa de manejo. g. Definir las metas de la iniciativa de MIZC de acuerdo al asunto clave de manejo seleccionado (Gestión del riesgo).
Fase 2	Preparación del Plan de Manejo para la Reducción del Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> a. Conciliación de la iniciativa con actores claves. b. Documentar las condiciones de la línea de base. c. Realizar la investigación identificada como prioritaria (Análisis de amenazas, vulnerabilidades y riesgos). d. Preparar el plan de Manejo para la Reducción del Riesgo y la estructura institucional bajo los cuales será implementado. e. Probar acciones de implementación a escala piloto.
Fase 3	Adopción formal e Implementación del Programa de GIRDI	<ul style="list-style-type: none"> a. Validación del Plan y obtener su aprobación gubernamental. b. Implementar el marco institucional básico del programa de manejo, bajo un respaldo gubernamental que considere los asuntos institucionales. c. Proveer los fondos requeridos para su implementación.

.....

.....

Fase 4	Consolidación del Programa de GIRDI	<ul style="list-style-type: none">a. Modificar las estrategias del Programa de GIRDI conforme sea necesariob. Promover el cumplimiento de las políticas y estrategias del programa y fortalecer su marco legal e institucionalc. Implementar mecanismos de Integración y cooperación interinstitucional y multidisciplinariod. Fortalecer la capacidad gerencial, técnica y de manejo financiero del programae. Asegurar el control y seguimiento de las acciones previstas en el Programa y fomentar la participación abierta de los actoresf. Implementar los procedimientos de la resolución de conflictosg. Alimentar el apoyo político, institucional y la generalización a nivel de paísh. Monitorear el desempeño del Programa de GIRDI y sus resultados.
Fase 5	Evaluación del Programa de GIRDI	<ul style="list-style-type: none">a. Adaptar el Programa de GIRDI según las experiencias que este tenga en su implementación, considerando las condiciones ambientales, políticas y sociales cambiantes.b. Determinar los propósitos e impactos de la evaluación.

Fuente: elaboración propia adaptado de Olsen et al. (1999).

Crterios para la selección de la zona de estudio y de manejo y pasos de la metodología GIRDI

Los criterios de selección del área de manejo se consideran, luego de observar las principales problemáticas que afectan la zona costera de una región (Estudios de PVR en Colectivo de autores, 2016; Milanés, 2014; Planas et al., 2013). En este caso se propone verificar los reportes de inundaciones recibidos por Grupos de Pronósticos emitido en los últimos años; así como los trabajos de campo desarrollados.

Sobre la base de emplear criterios integrados en la demarcación de la zona de estudio, se propone considerar el Método integrado para demarcar y delimitar las zonas costeras DOMIZC, propuesto por Milanés (2014). Al seleccionarse la gestión del riesgo como asunto clave, los principales conflictos que se generan en la zona costera se derivan, mayoritariamente por acciones inadecuadas de manejo en el parteaguas de la cuenca hidrográfica. Esto responde a lo planteado por GESAMP (1996) en cuanto a la frontera geográfica para una iniciativa de manejo integrado costero (MIC), la cual “debe comprender una faja de costa y ecosistemas adyacentes, que estén relacionados por características naturales comunes (climáticas, físicas, biológicas) y/o por la ocurrencia de actividades humanas particulares”.

- *Caracterización y diagnóstico socio-ambiental de las Unidades Ambientales Costeras para el Manejo (UCAM)*

La caracterización de las unidades seleccionadas (UCAM), se realizan para los tres subsistemas propuestos por Barragán (2003). Se definen los principales usos y recursos y se aplican matrices de interacción entre usos-usos y usos-recursos. Paralelamente de debe realizar un análisis de toda la información disponible con los resultados de las encuestas y entrevistas, incluyendo aquellos trabajos de investigación que se han desarrollado en el área de manejo, en aras de precisar los asuntos y actores claves.

- *Identificación de usos y recursos en la zona*

Por recurso costero se define todo bien que, en forma de energía o productos materiales como el clima, agua, suelo, materia viva, paisaje, espacio, etc., se vincule al espacio litoral por su origen, desarrollo o ubicación y, se destine a satisfacer alguna necesidad humana, (Barragán, 2003). En tanto Sorensen et al. (1992) opina que el uso costero se refiere a la utilización de los recursos costeros con propósitos económicos, estéticos recreativos, científicos o educativos.

En base a lo planteado por Barragán (2003) y Sorensen et al. (1992), los usos y recursos fueron identificados a partir de las entrevistas a expertos de la zona, realizadas en recorridos de campo, revisión del Nomenclador de Asentamientos Humanos y ONEI (2016), PGOTU (2014) e investigaciones y Tesis de Maestrías y Doctorado realizadas con anterioridad para el área (Beyris, 2003; Cruz, 2012; Milanés, 2014; Cleger, 2017; Infante, 2017).

- *Análisis de matrices*

El análisis de las matrices Uso-Uso y Uso-Recurso se realiza conforme a la metodología establecida por Cooper, (1983) y Vallega, (1996) estableciéndose los siguientes criterios para la evaluación de las interacciones:

- *Plenamente compatible (P)*: No existe conflicto entre usos o entre uso y recurso.
- *Compatible con restricciones (C)*: Existen restricciones en la interacción entre los usos o entre el uso y el recurso.
- *Incompatible (I)*: Existe conflicto entre usos o entre el uso y el recurso.
- *No aplica (N)*: No hay interacción entre usos o entre el uso y el recurso.

Selección de los asuntos claves de manejo y actores claves

Los asuntos claves de manejo se determinan a partir del resultado de encuestas, entrevistas, análisis de matrices uso- uso y uso- recurso (Couper, 1983; Vallega, 1996) y de la observación. Con estos resultados, se pueden definir los principales usos y recursos y tipo de interacciones. Se precisa realizar estudios de vulnerabilidades en caso de que no hayan sido identificadas previamente para el área de estudio. En este caso es importante observar los estudios de riesgo por inundaciones costeras que incorporen las informaciones aportadas por los expertos, o los resultados de estudios de Peligro, Vulnerabilidades y Riesgos como para los del caso cubano que ya han sido realizados.

Los actores claves se identifican sobre la base de lo planteado por INVEMAR (2003):

Los actores son todas las personas naturales o jurídicas que intervienen activa o pasivamente en los procesos de gestión, para su propio desarrollo, o que asisten al proceso de MIZC. Abarca a todas las personas que ven afectada o beneficiada su calidad de vida y, que influyen o reciben los efectos y los impactos del uso y conservación de los recursos costeros.

Verificación de la factibilidad y el liderazgo gubernamental y no gubernamental sobre los asuntos seleccionados

Partiendo de los marcos legales establecidos para cada región de estudio, se debe realizar previamente un análisis de todo el marco regulatorio, tanto del MIZC como de la gestión del riesgo y reducción de desastres,

aplicable en cada región de estudio. Paralelamente se deben determinar las insuficiencias y factibilidades de estas normas para poder implementar la metodología GIRDI.

Análisis de las amenazas hidrometeorológicas

Según (CENAPRED, 2001) es importante tener unas buenas estadísticas que sean amplias y confiables sobre los desastres ocurridos en el pasado, ya que esto nos permiten estimar la frecuencia con que ocurren las diversas amenazas y, con esto hacer determinaciones de riesgos. Teniendo en cuenta lo planteado, la presente investigación estuvo dirigida, en primera instancia, a el análisis de la variabilidad temporal de las principales amenazas hidrometeorológicas que han afectado la zona de estudio, así como los principales impactos recibidos.

Se debe revisar toda la bibliografía disponible referente a la amenaza de inundación. Los informes de la Defensa Civil en el territorio, resúmenes de ciclones tropicales disponibles en los Centros Meteorológicos Provinciales, los análisis de imágenes satelitales y mapas meteorológicos de archivo, así como los resultados obtenidos mediante las encuestas y entrevistas, son análisis válidos en esta etapa del programa.

La identificación y análisis de los factores de riesgo por eventos hidrometeorológicos extremos se realizó en base al diagnóstico de los principales conflictos medioambientales predominantes en la zona. Se identifican entre ellos, los asuntos que contribuyen a elevar la vulnerabilidad ante eventos extremos, los cuales se analizan por orden de prioridad atendiendo las posibles soluciones que sentarán las bases para el diseño de un Plan de Manejo.

- *Análisis de ciclones tropicales*

Los Ciclones Tropicales pueden tener asociados uno o varios fenómenos meteorológicos peligrosos (FMP), como es el caso de lluvias intensas; mientras que en los huracanes se producen vientos muy fuertes, principalmente en rachas, inundaciones costeras por mar de viento o mar de leva (estando incluso el CT muy alejado), inundaciones costeras por surgencia o Marea de Tormenta (al penetrar el centro en tierra o cruzar muy próximo), así como actividad eléctrica fuerte, principalmente en la periferia.

A partir de lo expuesto y por metodología propia, se analizan aquellos sistemas que transitan en un radio de 150 km de la región de estudio. Se incluye en el análisis aquellos organismos que por su intensidad generaron algún tipo de afectación, independientemente de la distancia en que

se desplazaron del área de estudio. Para este análisis se empleó la base de datos de la NOAA, disponible en <http://www.nhc.noaa.gov/data/#hurdat>, así como los resúmenes de ciclones tropicales desarrollados por el Grupo Provincial de Pronósticos del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba y del Instituto de Meteorología (INSMET) de la región de estudio. También deben ser analizados, los informes de afectaciones por ciclones, disponibles en los Centros de Gestión del Riesgo de los municipios costeros y, los informes de evaluación de impactos realizados por las delegaciones de medioambiente en el territorio.

- *Análisis de lluvias intensas y patrones sinópticos favorables*

Se analiza a partir del procesamiento estadístico de las series de observaciones de 25 años de la red de pluviómetros de Recursos Hidráulicos, ubicados en el área de estudio. Se adopta como criterio de lluvia intensa, aquella lluvia cuyo acumulado en 24 horas, desde las 8:00 de la mañana de un día hasta la misma hora del día siguiente, superó los 100 mm y, día de lluvia intensa, aquel que en al menos un pluviómetro de la zona de estudio reportó este registro, según lo establecido por el Manual de Operaciones (INSMET, 2000). Para comparar diferentes períodos, se procesan además dos series de 50 años (ejemplo:1963-2012) correspondientes a los pluviómetros ubicados en la región de estudio o en zonas aledañas que aporten los datos válidos.

Para la obtención de patrones sinópticos generadores de lluvia intensa, se emplea un método manual o “subjetivo”: Se analiza la causa generadora de cada evento y se elabora una descripción enumerada de las diferentes condiciones sinópticas que pueden estar presentes en el área de estudio y sus regiones adyacentes, contemplando además las condiciones predominantes en la Tropósfera media y alta para cada caso, lo que permitió agrupar en patrones las de mayor frecuencia. Se constató la veracidad de la información disponible mediante la revisión y análisis de las imágenes satelitales correspondientes a cada caso.

Para el análisis estadístico, se empleó el programa Excel del paquete de Office para Windows, en su versión 97-03, determinándose la variabilidad temporal de este evento, a partir de su distribución mensual y anual. El análisis de tendencia de las series de frecuencia anual de día-lluvia intensa, se realizó con el empleo de las pruebas no paramétricas de Spearman y Mann-Kendall, en tanto los posibles puntos de cambios fueron determinados con la prueba de Pettit. Para ello se utilizó el programa WINDSTAT de (Mellado

y Borrajero, 2007), concebido a partir de (Sneyer, 1990), quien recomienda el uso de dichos test para el análisis de series temporales.

- *Análisis de las Inundaciones costeras por penetraciones del mar*

Para el estudio climatológico de este evento, se emplea la metodología propuesta por (Hidalgo, 2016). A partir del análisis histórico de los fenómenos meteorológicos que han generado inundaciones en la zona costera, lo cual pudo realizarse mediante el análisis de mapas sinópticos y Estados Generales del Tiempo (EGT), disponibles en los archivos del Centro Meteorológico y agrupando toda la información disponible a través de revisión bibliográfica, revisión de materiales del Archivo Histórico de la región de estudio y de los Centros Provincial y Municipal de Gestión del Riesgo respectivamente, así como testimonios de pobladores de la zona de estudio, resultados de encuestas y entrevistas a directivos de diferentes instituciones del Gobierno y la Defensa Civil del territorio.

Determinadas las fuentes generadoras de las inundaciones por penetraciones del mar, se debe realizar una investigación de las características de los ciclones tropicales que, a su paso por el área de estudio, en un período de 20 años, impactaron con este tipo de evento. Se calcula la distancia a la que pasa cada fenómeno del área de estudio, con el empleo del Google maps (herramienta disponible en internet en el sitio <https://www.google.es/maps>). Se consideran además la categoría, trayectoria y posición respecto al área en el momento del impacto de la amenaza.

A partir de la información obtenida con este análisis, se determina mediante método análogos, los eventos tropicales que generaran inundaciones desde 1851 y de los cuales no se tiene información sobre su impacto. Con todo lo descrito, se logra conformar una cronología de inundaciones costeras por penetraciones del mar como aporte de la investigación.

Las características de interés de los organismos tropicales, se obtienen de la base de datos del best track del proyecto HURDAT II del Centro Nacional de Huracanes (NHC por sus siglas en inglés), disponible en http://www.aoml.noaa.gov/hrd/hurdat/hurdat_pub.html. Se calculan los períodos de retorno de los huracanes para períodos largos. Para el caso cubano, este estudio se obtiene de los estudios de PVR (Colectivo de Autores, 2016). Se considera que el nivel de confianza disminuye en estos cálculos en la medida que el período supera el doble de la duración del conjunto de datos de la muestra (OMM, 2011), por lo que, en esta investigación, los períodos de retorno fueron calculados según la metodología propuesta por (Hidalgo,

2016) sobre la base de (USASE, 2002 y OMM, 2015), a partir del ajuste de la distribución de frecuencia mediante la función de Poisson.

Análisis de vulnerabilidades

El análisis de las vulnerabilidades no es más que la técnica que, con base en el estudio de una situación física y geográfica, o socioeconómica y ecológica de un lugar, detecta la sensibilidad del mismo ante el impacto de un fenómeno destructivo (EMNDC, 2002). Sobre esta base, el análisis de las vulnerabilidades se realiza considerando los resultados obtenidos por los estudios de PVR (Colectivo de autores, 2016).

Los resultados obtenidos por el procesamiento de las encuestas y entrevistas que deberán ser desarrolladas, así como el reanálisis de los impactos ocasionados por eventos hidrometeorológicos que con anterioridad afectan al área directa o indirectamente, permite añadir elementos de la amenaza en la zona de estudio, considerando los diferentes escenarios, la magnitud del evento, la distancia, la posición y la trayectoria de este en su conjunto.

Tabla 5.

Elementos considerados para el cálculo de las vulnerabilidades en estudios de PVR.

Tipo de vulnerabilidad	Elementos considerados
Estructural	Tipología constructiva, estado técnico, niveles de piso para las viviendas y la densidad de arbolado.
No estructural	Vías de acceso al CP que se obstruyen, redes eléctricas que se afectan, redes de comunicación y torres de radio cuba que se afectan.
Funcional	Disponibilidad de los grupos electrógenos de emergencias, preparación del sistema de salud, capacidad de albergamiento y reserva de suministros.
Social	Afectación a la población, percepción del riesgo, preparación de la población, barrios insalubres.
Económica	Nivel de ejecución del presupuesto, zonas industriales en áreas de riesgo, costo de la respuesta, áreas cultivadas de café, caña, tabaco y otros cultivos, así como animales en áreas de riesgo.
Ecológica	Áreas Protegidas y Zonas ecológicamente sensibles.

Los estudios de PVR para el caso cubano, fueron desarrollados a partir del año 2010, en correspondencia con lo planteado por la Directiva 1/2010 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional. Luego han sido actualizados a partir del año 2014, sobre la base de los impactos ocasionados por el Huracán Sandy en Cuba. Para su realización, se conformó un grupo multidisciplinario que contó con la participación de especialistas de diferentes instituciones conforme a los requerimientos de información especializada necesaria para cumplir el objetivo. La metodología fue diseñada por la Agencia de Medio Ambiente del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (AMA, 2014). Las variables objeto de análisis fueron: fuertes vientos, lluvia intensa y penetraciones del mar. A partir de considerar a los ciclones tropicales como una de las amenazas presentes en la zona, los cálculos fueron realizados para los casos de afectación por Huracanes Categoría I, III y V (Colectivo de autores, 2016). En el caso de las vulnerabilidades, se trabajó la información sobre los medios bióticos y abióticos expuestos a los diferentes peligros, estableciéndose los indicadores que se exponen en la Tabla 5.

Análisis del riesgo

El Riesgo se obtiene mediante cálculos realizados en hojas de cálculo en formato Excel, a partir de la suma de las vulnerabilidades, multiplicadas por el peligro según la siguiente fórmula (AMA, 2014):

$$R = C \sum_{i=1}^n V_i * P_i$$

Donde:

C- Costo de bienes expuestos

V- Suma de Vulnerabilidades

P- Peligro

Para determinar el nivel de riesgo en la zona de estudio, por consecuencias del impacto por inundaciones, se emplea la matriz de riesgo de Pelot (2007), que se muestra en la Tabla 6. Los mapas de escenarios de riesgo por inundación por intensas lluvias y penetraciones del mar, fueron elaborados a partir de la base de datos empleada para los estudios de PVR (Colectivo de autores, 2016).

Tabla 6.
Matriz de Riesgo.

No.	Consecuencias derivadas del Peligro	Probabilidad	Consecuencias	Riesgo
1		Probable	Muy altas	Alto
3		Moderada	Muy altas	Moderado
8		Poco probable	Baja	Bajo

Consecuencias ↓								
Extrema -----								
Muy alta -----								- Alto Riesgo
Mediana -----								- Riesgo Moderado
Baja -----								- Bajo Riesgo
Insignificante --								
Probabilidad à	Raro	Poco Probable	Moderado	Probable	Casi Seguro			

Fuente: adaptada del método de Pelot, 2007.

Programa de Manejo para la Reducción del Riesgo de Desastre por Inundación.

Para conformar el programa de manejo para la reducción del riesgo de desastre por inundación, se deben establecer las bases u objetivos estratégicos iniciales a lograr a partir de las principales insuficiencias detectadas para la gestión del riesgo. Esto se deriva de todo el proceso de identificación de asuntos claves. En primer lugar, se deben tener en cuenta los factores que intervienen en la elevada vulnerabilidad de la zona de estudio ante la afec-

tación por inundaciones, los cuales devienen en asuntos claves a resolver. Por cada asunto clave, se define un objetivo y una meta y, se establece un conjunto de acciones integradas para lograr su cumplimiento. En el diseño del programa intervienen los componentes de la reducción del riesgo de desastre EIRD, (2005), Ver tabla 7.

Tabla 7.

Componentes de la Reducción del Riesgo de Desastre.

Área temática	Componentes principales
Gobernabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Política y Planificación • Sistemas jurídicos y normativos • Recursos y capacidades • Integración en el desarrollo • Mecanismos, capacidades y estructuras institucionales • Compromiso político • Rendición de cuentas y participación
Evaluación del Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Datos y análisis de amenazas/riesgos • Datos/indicadores de vulnerabilidad e impacto • Sistema de Alerta Temprana • Innovación científica y técnica
Conocimientos y Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión e intercambio de información • Educación y capacitación • Concienciación pública • Aprendizaje e investigación
Gestión del riesgo y reducción de la vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión ambiental y de recursos naturales; adaptación al cambio climático • Medios de subsistencia sostenibles • Protección social • Instrumentos financieros • Medidas estructurales y técnicas • Regímenes de planificación
Preparación para desastres y respuesta en caso de desastre	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación y capacidades organizativas • Preparación y planificación de contingencia • Mecanismos de respuesta en caso de emergencia • Participación y voluntariado

Fuente: Benson y Twigg (2007), adaptado de EIRD, 2005.

Conclusiones

Las condiciones actuales de calentamiento global, unido a la vulnerabilidad que se genera por la acción antrópica, incrementan las probabilidades del impacto por amenazas hidrometeorológicas, lo que demanda una mayor perfección de los mecanismos de gestión para reducir sus secuelas. De ahí que el análisis de la base teórica que fundamenta la Gestión del Riesgo, permite establecer un vínculo con el MIZC, el cual se presenta como mecanismo idóneo para la integración, en el contexto local, de las acciones que se realizan en Cuba para la reducción del riesgo de desastre.

El MIZC ha sido considerado un marco propicio para la gestión de riesgos costeros, razón por la cual ha sido elaborada una metodología en la presente investigación que integra ambos elementos. La misma consta de cinco etapas.

La metodología GIRDI es adaptada del método de Olsen et al. (1999) y toma también como punto de partida la demarcación de Unidades Costeras Ambientales para el Manejo para definir las áreas costeras objetos de estudio. La Gestión del Riesgo por inundaciones adquiere determinadas ventajas al ejecutarse según la metodología propuesta, ya que le aporta una mayor integralidad al proceso, al considerar los elementos que desde diferentes aristas tributan al mismo.

GIRDI incorpora una visión holística de la zona costera, en la que se analizan desde los conflictos entre usos- usos y usos – recursos, hasta los componentes causales de las principales amenazas, todos los cuales intervienen en el nivel de riesgo de la zona en la que se implementa la metodología. La periodicidad del proceso, permite su evaluación y perfeccionamiento sobre su propia experiencia y, es aplicable a todo ámbito costero vulnerable al impacto por inundaciones. La metodología se presenta como un mecanismo propicio para lograr la participación comunitaria e interacción entre actores, para una mayor efectividad de la gestión del riesgo en el contexto local. Su principal limitación radica en la adquisición de fondos para su ejecución.

Referencias

- ACC. (1988). *Estudio integral del tramo Aserradero–El Papayo*. Santiago de Cuba: Municipio Guamá.
- AMA. (2014). *Metodologías para la Determinación de Riesgos de Desastres a Nivel Territorial*. Parte I. Cuba: PNUD.
- Arellano, J. (2008). *La Gestión Integral de Recursos Hídricos en Cuencas: Una estrategia para reducir la Vulnerabilidad ante Inundaciones en la Sierra Madre de Chiapas*. México: Comisión Nacional del Agua. Organismo de Cuenca Frontera Sur.

- Arenas-Granados, P. (2012). *Manejo costero integrado y sustentabilidad: Un análisis propositivo de políticas públicas en las dos caras atlánticas*. Saarbrücken: Editorial académica española.
- Barragán, J. y de Andrés, M. (2016). Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación. *Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada*, 16(2). 171-183.
- Barragán, J. (2003). *Medio Ambiente y desarrollo en áreas litorales. Introducción a la Planificación y Gestión Integradas*. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- Benson, Ch. y Twigg, J. (2007). *Herramientas para la integración de la reducción del riesgo de desastre: Notas de orientación para organizaciones de desarrollo*. Ginebra: Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja y Provention Consortium.
- Beyris, A. (2003). *Bases de manejo Integrado de zonas Costeras para el ordenamiento ecológico del uso del suelo del sector costero desde Punta Tabacal a Bahía del Mazo*. (Tesis Máster). CEMZOC, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- Cabrera, J., et al. (2011). El Manejo integrado costero en Cuba: propuestas para avanzar hacia una implementación exitosa. En, J. M. Barragán, (coord.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Propuestas para la acción*. (71-91). Cádiz: Red IBERMAR (CYTED).
- Cabrera, A., Morales, M., Alcántara-Carrió, J., Correa, I., Pérez de los Reyes, R. y Moya, V. (2012). Los riesgos naturales en el contexto del Manejo Integrado Costero. En, J. J. Alcántara-Carrió, I. Montoya-Montes e I. Correa-Arango (Eds.), *Métodos en Teledetección Aplicada a la Prevención de Riesgos Naturales en el Litoral* (415-438). Valencia: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Cambers, G. (2001). *Coastal Hazards and Vulnerability. Coastal Zone/Island Systems Management*. Antigua: University of the West Indies, Old Dominion University & Coastal Engineering Research Centre.
- Cardona, O. (2003). *Gestión Integral de Riesgos y Desastres*. Barcelona: 26081.
- Carreño, M., Cardona O. y Barbat A. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos*. (REN2002-03365/RIES). Barcelona: CIMNE.
- Cedeño, R. (2014). *La noche más larga. Memorias del huracán Sandy*. Santiago de Cuba: Ediciones Santiago.
- Centro de Gestión del Riesgo. Municipio Guamá. (2007). *Informe final sobre la Tormenta tropical Noel*. Guamá: CGR.
- Centro Meteorológico Provincial. Santiago de Cuba. (2012). *Informe final Huracán Sandy*. Santiago de Cuba: Centro Meteorológico Provincial.
- Centro Meteorológico Provincial. Santiago de Cuba. (2007). *Informe resumen de la temporada ciclónica 2007*. Santiago de Cuba: CM P.

- Centro Meteorológico Provincial. Santiago de Cuba. (2004). *Informe final Huracán Iván*. Santiago de Cuba: Centro Meteorológico Provincial. .
- Centro Nacional de Prevención de Desastres-CENAPRED. (2001). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. México D.F.: CENAPRED.
- Chuy, T. (2009). *Multimedia “Alerta Santiago”*. *Fortalecimiento de la capacidad local en la gestión para la reducción de riesgos en la provincia Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba: Proyecto CENAIS.
- Cicin-Sain, B. and Knech, R. W. (1998). *Coastal and Ocean Management. Concepts and Practices*. Washington D. C.: Island Press.
- Cicin-Sain, B., et al. (2002). *A Guide to Oceans, Coasts, and Islands at the World Summit on Sustainable Development*. Delaware: Center for the Study of Marine Policy.
- CITMA. (2012). *Informe de Evaluación del impacto del huracán Sandy en la ciudad de Santiago de Cuba*. [Inédito]. Santiago de Cuba: Unidad de Medioambiente, Delegación Provincial del CITMA.
- Clark, J. R. (1992). *Integrated Management of Coastal Zone*. [Fisheries Technical papers. No. 327]. Rome: FAO.
- Cleger, E. (2017). *Zonificación del recurso suelo de la Unidad Costera Ambiental Chivirico del municipio Guamá de la Provincia Santiago de Cuba*. [Tesis Máster]. CEMZOC, Universidad de Oriente, Cuba.
- EMNDC. (2013). *Guía para evaluar el nivel de reducción de la Vulnerabilidad y el Riesgo en los Organismos, Entidades y Territorios*. La Habana: Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil.
- Fernández, A. (2005). *Compilación. Comarcas Vulnerables: Riesgos y Desastres Naturales en Centroamérica y el Caribe*. Buenos Aires: CRIES.
- González, C., et al. (2006). *Curso sobre ciclones tropicales. Universidad para Todos*. La Habana: Academia.
- IPCC. (2014). *Cambio climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC. (2012). *Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Izquierdo, M. (2008). La reducción de riesgos de desastres: enfoque integral de actuación para impulsar procesos de desarrollo más seguros y sostenibles. En, *Ayuda en Acción. Experiencias compartidas*. No. 3. *Gestión de Riesgos de Desastres*. Madrid, España.
- Lavell, A. (2003). *La Gestión Local del Riesgo: Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Panamá: CEPREDENAC – PNUD.

- Llanes, J. (2010). *Cuba. Sistematización de los Centros de Gestión para la Reducción del Riesgo*. Cuba: Caribbean Risk Management Initiative – PNUD Cuba.
- Milanés, C. (2015), La experiencia de la región Suroriental de Cuba en el enfrentamiento al cambio climático. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(2). 120-127.
- Milanés, C. (2014) *Método integrado para demarcar y delimitar las zonas costeras (DOMIZC): estudio del caso de Santiago de Cuba*. [Tesis de doctorado]. Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba
- Milanés-Batista, C., Botero-Saltarén, C., Arenas-Granados, P. y Alfredo-Cabrera, J. (2012). Análisis Integrado sobre Gestión Costera en dos países del Caribe. *Ciencia en su PC*, 2(1). 1-19.
- Mitrani I. (2016). *Meteorología Marina*. La Habana: Agencia Medio Ambiente.
- Mitrani, I., et al. (2000). Las zonas más expuestas a inundaciones costeras en el territorio cubano y su sensibilidad al posible incremento del nivel medio del mar por cambio climático. *Revista Cubana de Meteorología*. 7(1). 45-50.
- ONU. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. En, Conferencia Mundial, *Reducción de Riesgo de Desastres*. Sendai, Japón,
- ONU. (1992). Protección de los océanos y los mares de todo tipo. En, Agenda 21, Conferencia de las Naciones Unidas, *Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil.
- República de Cuba. (2010). *Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres*. [Directiva No. 1]. República de Cuba.
- República de Cuba. (2000). *Gestión de la Zona Costera*. [Decreto-Ley 212]. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- República de Cuba. (1997). *Ley de Medio Ambiente*. [Ley 81]. Gaceta oficial de la República de Cuba.
- República de Cuba. (1997). *Sistema de Medidas de Defensa Civil*. [Decreto-Ley 170]. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- República de Cuba. (1994). *Defensa Nacional*. [Ley 75]. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- República de Cuba. (2017). *Lineamientos de la Política económica y social del Partido y la Revolución*. Gaceta Oficial de la República de Cuba.