



Febrero 2020 - ISSN: 2254-7630

## APROXIMACIÓN AL BENEFICIO ECONÓMICO AMBIENTAL PERDIDO POR EL HURACÁN “IRMA” EN LA ZONA COSTERA NORTE, PROVINCIA DE CAMAGÜEY, CUBA

**María Elena Zequeira Álvarez\***

*Centro de Estudios de Dirección Empresarial y Territorial de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Camagüey, Cuba.*  
maria.zequeira@reduc.edu.cu

**José Miguel Plasencia\*\***

*Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba.*  
jmplasencia@cimac.cu

**Rebeca González López del Castillo\*\*\***

*Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba. Profesora Auxiliar Universidad de Camagüey, Cuba.*  
rebeca@cimac.cu

**\*\*\*\*Happy Salas Fuentes**

*Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guantánamo. Cuba.*  
happysf@cug.co.cu

**\*\*\*\*\*Yudirka Matos Sánchez**

*Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guantánamo. Cuba.*  
yudirka@cug.co.cu ,

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

María Elena Zequeira Álvarez, José Miguel Plasencia, Rebeca González López del Castillo, Happy Salas Fuentes y Yudirka Matos Sánchez (2020): “Aproximación al beneficio económico ambiental perdido por el huracán “Irma” en la zona costera norte, provincia de Camagüey, Cuba”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (febrero 2020). En línea <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/02/aproximacion-beneficio-economico.html>

### RESUMEN

La gestión del riesgo, con énfasis en ecosistemas frágiles, requiere de estudios multidisciplinarios y es una importante herramienta para los gobiernos locales para favorecer la resiliencia y por tanto la reducción del beneficio económico ambiental perdido. La zona costera norte de Camagüey, Cuba, es un ecosistema muy frágil, donde existen diez áreas protegidas, de éstas una con importancia internacional (Refugio de Fauna “Río Máximo” de Camagüey), y está expuesta a peligros naturales y tecnológicos (derrames). El objetivo del trabajo es estimar una aproximación al beneficio económico ambiental perdido por el huracán “Irma” en la zona costera norte, provincia de Camagüey, Cuba. El estimado general mínimo de los daños producidos por el huracán Irma a los bienes y servicios ambientales de la zona costera norte de Camagüey representa el 30% de los valores estimados de la evaluación previa con un total que supera los 174 millones de pesos cubanos. De este monto, el valor de uso indirecto

\* Licenciatura en Economía, Máster en Desarrollo Regional, Doctora en Ciencias Económicas. Profesora e Investigadora Auxiliar del Centro de Estudios de Desarrollo Empresarial y Territorial, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Camagüey, Cuba.

\*\* Licenciado en Biología. Investigador Auxiliar del Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba.

\*\*\* Licenciada en Geografía. Máster en Desarrollo Regional. Investigadora Auxiliar del Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba. Profesora Auxiliar Universidad de Camagüey, Cuba.

\*\*\*\* Licenciatura en Contabilidad, Doctor en Ciencias Contables y Financiera, Profesor Auxiliar, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guantánamo, Cuba.

\*\*\*\*\* Licenciatura en Economía, Máster en Desarrollo Regional, Profesor Auxiliar, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guantánamo, Cuba.

(servicios ambientales) representa el 70%. El ecosistema tiene capacidad de recuperación en el mediano plazo.

**Palabras clave:** beneficio económico ambiental perdido, huracán "Irma", zona costera norte, Camagüey, Cuba

## **ABSTRACT**

Risk management, with emphasis on fragile ecosystems, requires multidisciplinary studies and it's an important tool for local governments to promote resilience and therefore the reduction of lost environmental economic benefit. The northern coastal area of Camagüey, Cuba, is a very fragile ecosystem, where there are ten protected areas, of these one with international importance (Refuge of Fauna "Río Máximo" of Camagüey), and is exposed to natural and technological hazards (spills). The objective of the work is to estimate an approximation to the environmental economic benefit lost by the hurricane "Irma" in the northern coastal zone, province of Camagüey, Cuba. The minimum general estimate of the damage caused by Hurricane Irma to ecosystem goods and services in the northern coastal area of Camagüey represents 30% of the estimated values of the previous evaluation, with a total of more than 174 million Cuban pesos. Of this amount, the indirect use value (ecosystem services) represents 70%. The ecosystem has a capacity for recovery in the medium term.

**Keywords:** environmental economic benefit lost - hurricane "Irma" - northern coastal zone - province of Camagüey - Cuba

**JEL:** D78 - O22 - Q51

## INTRODUCCIÓN

El IPCC (Panel Internacional para el Cambio Climático por su sigla en inglés) ha definido el cambio climático como, “cualquier cambio del clima en el transcurso del tiempo, ya por razón de su variabilidad natural o como resultado de actividades humana”.<sup>1</sup>

La gestión del riesgo, con énfasis en ecosistemas frágiles, requiere de estudios multidisciplinarios y constituye una importante herramienta para los gobiernos locales ya que favorece la resiliencia y disminuye la pérdida del beneficio económico ambiental. Estos ecosistemas, atesoran una rica y variada biodiversidad que aporta importantes Bienes y Servicios Ambientales (BSA) de gran valor para el desarrollo de actividades económicas, fundamentalmente el turismo debido a su excepcional paisaje natural.

Estos han sido estudiados desde la década de los 80 del pasado siglo con diferentes enfoques y propósitos; cabe destacar entre éstos, los estudios de los grupos insulares y zonas litorales del archipiélago cubano con fines turísticos (1989) y los resultados del proyecto GEF/PNUD Sabana Camagüey en sus tres etapas, iniciados en 1994, que permitió incrementar el conocimiento de la biodiversidad de la región de gran valor a escala nacional e internacional y diseñar un plan estratégico dirigido a potenciar las acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad considerando los principales sectores productivos.

El paso del huracán Irma por la cayería norte de la provincia permitió validar la fragilidad ecológica de este ecosistema, así como los resultados de investigaciones científicas que identifican la vulnerabilidad de esta región ante eventos extremos. Se podrá conocer la capacidad de resiliencia y respuesta que poseen los ecosistemas principalmente las formaciones vegetales. Concretamente, la capacidad de resiliencia del bosque semideciduo debe ser superior a la del manglar según criterios de expertos que exploraron el ecosistema después del daño ambiental.

En la zona costera norte de Camagüey existen diez áreas protegidas, de estas el Refugio de Fauna “Río Máximo” de importancia internacional pero se reconoce que es insuficiente el conocimiento de los impactos que producen los eventos meteorológicos extremos en el ecosistema de referencia.

El objetivo del trabajo es estimar una aproximación al beneficio económico ambiental perdido por el huracán “Irma” en la zona costera norte, provincia de Camagüey, Cuba para contribuir con la toma de decisiones.

El trabajo constituye una herramienta interesante para la planificación territorial la planificación sectorial y todas las formas de gestión económica de los gobiernos locales de los territorios evaluados. También fortalece el manejo de este ecosistema.

### 1. CONCEPCIÓN TEÓRICA METODOLÓGICA

La teoría marxista considera a la naturaleza como una fuente abundante de valores de uso, listos para ser utilizados y transformados en materia prima y objetos útiles por la mano humana e interpreta y expone el papel de la naturaleza en el proceso de producción.

Aunque los BSA, desde la posición marxista del valor-trabajo no poseen valor, pueden ser estimados a partir del efecto económico que supondría su no existencia y/o conservación, ya que brindan una utilidad directa o indirecta para el hombre y que puede ser cuantificable; lo cual constituye una premisa para el cálculo del precio de estos (Zequeira, 2007).

La posibilidad de cuantificar está dada por el hecho de que tanto en su conservación, como en la mitigación de la degradación, hay gastos que pueden medirse y, la no existencia de los BSA ocasionaría daños que también pueden medirse. La obra de Marx tiene la suficiente

---

<sup>1</sup> En <http://www.ipcc.ch>.

capacidad de sustentar el análisis de la dimensión económico ambiental como ninguna otra teoría por cuanto, su soporte metodológico permite estudiar científicamente el sistema de categorías y leyes económicas.

Desde la teoría valor – trabajo, la valoración económica ambiental constituiría la sumatoria del precio de todos los productos y servicios actuales y perspectivas que se derivan de la explotación económica y de la propia existencia del ecosistema en cuestión. En ella estarían presentes los factores objetivos (derivados de la propia naturaleza del valor) y los factores subjetivos (derivados de los mecanismos de mercado) (ob.cit).

El valor de uso se asocia a los atributos que se derivan de la propia materialidad del producto o servicio y no a una valoración propiamente dicha por lo que se define como:

- Valor de uso directo: sumatoria del precio de los productos que se obtienen o brinda el ecosistema. Estos precios se formarían y evaluarían tomando como referencia los respectivos precios en el mercado local, nacional o internacional.
- Valor de uso indirecto: estimado de los beneficios económicos ambientales que aporta a la sociedad las funciones del ecosistema.
- Valor de opción: sumatoria de la estimación de los precios de los productos potenciales (en conservación) del ecosistema.

El cambio climático es el resultado del calentamiento del sistema climático. Este proceso afecta, principalmente, por el aumento de la temperatura del aire y el nivel del mar, así como los cambios en los patrones de lluvia y la actividad de huracanes. Es importante resaltar que la insuficiente disponibilidad de agua compromete la vida misma del humano porque los ecosistemas colapsan debido a que sus funciones ambientales se perturban como consecuencia del mismo proceso.

Los ecosistemas manejados adecuadamente permiten fortalecer su resiliencia y es entonces cuando se puede obtener el máximo del beneficio económico ambiental. En este escenario, pudiera obtenerse la mayor viabilidad de la inversión social para la mitigación y las medidas de adaptación con el mayor costo evitado ante el cambio climático. De ahí que la planificación sectorial y la planificación territorial integrada, para favorecer las funciones ambientales en el marco del desarrollo local sostenible con soporte jurídico en la Tarea Vida<sup>2</sup>, constituya un ejercicio y una herramienta para la sostenibilidad.

El paso de un fenómeno hidrometeorológico por un territorio ocasiona cambios en el ecosistema (suelo, agua, flora, fauna y paisaje entre otros) y sobre la actividad socioeconómica (fondo habitacional, agricultura, ganadería, redes técnicas e industrias, entre otros). Estos estarán determinados por la magnitud de los impactos (como resultado de las penetraciones del mar, los fuertes vientos y las lluvias intensas) las cuales pueden comportarse de manera diferente en relación a la estructura, organización, condiciones meteorológicas y trayectoria del evento en cuestión. Algunas afectaciones pueden, incluso, impactar otros sectores fuera del área de influencia directa, como puede ser el suministro de productos o materias primas generados para abastecer otras zonas del país.

Por eso el interés de considerar la relación entre el cambio climático, con énfasis en los BSA, y los huracanes; porque sin dudas, los impactos requieren de la atención de los científicos, académicos y tomadores de decisiones.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Materiales**

- ❖ Línea base para el ecosistema (caracterización del ecosistema y estimados de BSA).

---

<sup>2</sup> Plan de Estado Para el enfrentamiento al cambio climático del Consejo de Ministros de Cuba.

- ❖ Base de datos de la biodiversidad del ecosistema objeto de estudio en poder del Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey.
- ❖ Modelo 1502-05 19-10-2017 de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) en la provincia de Camagüey.
- ❖ Reporte de informaciones realizadas por la Unidad Económica de Base (UEB) de la Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna en Camagüey (ENPFFC) y la Unidad de Medio Ambiente de la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
- ❖ Informe de evaluación de los daños ocasionados por el huracán Irma al Área Protegida “Río Máximo” (APRM), Humedales de Cayo Romano entre los días del 26 al 29 de octubre y en Sabinal del 26 al 28 de septiembre/2017 a cargo de la UEB “Flora y Fauna de Camagüey”.
- ❖ Evaluación Ecológica Rápida Cayo Romano y Cayo Cruz. Principales impactos y daños ambientales, realizada por el Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey (CIMAC).
- ❖ Informe de los resultados del trabajo realizado en visita al APRM “Humedales de Cayo Romano” por muertes de manglar. CITMA.
- ❖ Informe preliminar sobre los principales daños ocasionados por el huracán Irma en las áreas protegidas del norte de la provincia de Camagüey. ENPFF. UEB “Camagüey Conservación”.
- ❖ Informe sobre la evaluación de los daños ocasionados por el huracán Irma en las infraestructuras de las áreas protegidas e instalaciones turísticas de la provincia de Camagüey. ENPFF. UEB “Camagüey Conservación”.
- ❖ Descripción del fenómeno, procesos o eventos que causaron el desastre. Departamento de Pronósticos, del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey (CMPC).
- ❖ Taller realizado con la participación de investigadores y especialistas del CIMAC, CITMA, CMPC, ENPFF y la Universidad de Camagüey para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental en la zona costera norte de Camagüey y construir la función de dosis – respuesta.
- ❖ Otras fuentes: Informes de los subgrupos de la Asamblea Provincial del Poder Popular en Camagüey y el Anuario Estadístico edición 2017. ONEI.

#### Otros referentes y bases de datos utilizadas

- ❖ Diversidad Biológica. Módulo de Formación Básica, Proyecto: Acciones prioritarias para consolidar la protección de la Biodiversidad en el ecosistema Sabana Camagüey. (Colectivo de Autores [s.p.d.i]).
- ❖ Protección de la Biodiversidad y desarrollo sostenible en el ecosistema Sabana Camagüey. Proyecto GEF/PNUD CUB/92/G31/1999, Cuba.
- ❖ Análisis económico del manglar del ecosistema Sabana Camagüey (Gómez, 2002).
- ❖ La comercialización sostenible en el Refugio de Fauna Río Máximo de Camagüey. Dialnet. Teoría y Praxis, ISBN 1870-1582, No. 3, 2007, págs. 103-114. En <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2929613>.
- ❖ Estimado de bienes y servicios ambientales para la gestión de un humedal natural cubano con importancia internacional. (2008). Revista internacional “La nueva gestión organizacional”. ISSN-18702205-8.
- ❖ Instrumento económico y metodológico para la gestión ambiental de los humedales naturales cubanos con importancia internacional (Zequeira, 2007). Tesis en opción al grado científico de doctoren ciencias económicas. Universidad de Camagüey, Cuba. 2007. ISBN: 978-959-16-0891-8. Certificado de registro número 3280-2008, CENDA.
- ❖ Valoración económica de bienes y servicios ambientales forestales en el refugio de fauna Río Máximo de Camagüey. (Zequeira, 2010). Retos de la Dirección 4 (2) 2010.
- ❖ Mecanismo financiero turístico por concepto de servicios ecosistémicos para sostener la oferta de agua: Cayo Sabinal, Camagüey, Cuba. (Zequeira, 2013). Proyecto PNUD/GEF SABANA CAMAGÜEY. Páginas comprendidas desde la 121 hasta la 133 del formato impreso. ISBN 978-959-300-037-6.
- ❖ Planes de ordenamiento de la cayería norte: Sabinal, Romano, Cruz y Mégano.
- ❖ Planes de manejos y planes operativos de Ballenatos de la Bahía de Nuevitas, Maternillo Tortuguilla y Refugio de Fauna Río Máximo.
- ❖ Proyecto “Gestión Ambiental de la zona costera como contribución a la sostenibilidad del desarrollo turístico en Santa Lucía, Camagüey” (CIMAC, 2007-2110).

- ❖ Proyecto “Análisis de la producción de bienes y servicios ambientales en la zona costera norte de la provincia de Camagüey, Cuba” (Zequeira y otros, 2010).
- ❖ Importancia económica de los beneficios y costos ambientales para la zona costera norte en la provincia de Camagüey, Cuba. (Zequeira y otros, 2013.). ISSN 2307-499X.
- ❖ Economic Importance of Environmental Benefits and Costs for the North Coastal Zone in the Province of Camagüey, Cuba. (Zequeira, 2014). International Journal of Marine Science 2014, Vol.4, No.26, 230-243. Accessible at: <http://ijms.biopublisher.ca>
- ❖ Contribución a la conservación del Refugio de Fauna “Río Máximo” de Camagüey, Cuba. (Zequeira y otros, 2015). Revista Científica ECOCIENCIA. ISSN 1390-9320 indexada en el catálogo de LATINDEX (folio 24698) y en CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades. Edición Número 5, Volumen 2, octubre del 2015).
- ❖ Mapificación de límites territoriales, ubicación de reservorios de agua, formaciones vegetales, uso y tenencia de la tierra y distribución espacial de comunidades, entre otras, contenidos que se clarifican en el eje temático ordenamiento territorial del presente original.
- ❖ Base de datos referida a la biodiversidad del ecosistema objeto de estudio en poder del CIMAC.
- ❖ Base de datos registradas y/o controladas por la ONEI, Dirección Provincial de Planificación Física de Camagüey (DPPFC), Gobiernos Locales de los territorios evaluados, ENFFC, Empresa Forestal Provincial (EFC), Estación Forestal de Camagüey, Instituto Provincial de Suelo y la Empresa GEOCUBA Ciego de Ávila – Camagüey.
- ❖ Estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo de inundaciones por intensas lluvias, inundaciones por penetraciones del mar y afectaciones por fuertes vientos en la provincia de Camagüey. Camagüey, julio 2011. CITMA Camagüey.

## 2.2 Métodos

Métodos de investigación empleados

- ✓ Método general de investigación:
  1. Análisis y síntesis: para revisar los antecedentes y la bibliografía existente sobre el tema.
- ✓ Métodos empíricos de investigación:
  1. Estudio documental y bibliográfico: para resumir las teorías y tendencias relacionadas con el tema de investigación, con énfasis en la búsqueda y acopio de información.
  2. Observación: para obtener importantes aspectos de interés del ecosistema con esclarecimientos de especialistas y trabajadores de la conservación en el área de estudio referidos a los daños ambientales y recuperación del ecosistema.
  3. Realización de entrevistas y talleres: para lograr un resultado participativo.

## 2.3 Procedimiento metodológico utilizado

Cuenta de cuatro etapas:

1. Breve caracterización del ecosistema

Objetivo: Conocer los atributos fundamentales para ordenar la ecuación económica ambiental.

2. Estimados de BSA.

Objetivo: expresión monetaria de los productos y funciones ambientales para la línea base.

La expresión monetaria de los productos y funciones ecosistémicas se obtienen del proyecto territorial “Análisis de la producción de bienes y servicios ambientales en zonas costeras cubanas: norte, provincia de Camagüey” depositado en los respectivos consejos científicos del CIMAC y la Asociación Nacional de Economistas y Contadores de Cuba en Camagüey (ANEC). No se estima el valor de existencia porque solo se calculan los BSA asociados al valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción (no se expresa el valor económico total del ecosistema). El propósito es resaltar la importancia económica ambiental del ecosistema desde los BSA para evaluar los daños.

En este proceder metodológico se seleccionan técnicas que permiten asignar magnitudes cuantitativas para aproximarse a la categoría precio:

$$Y = \sum_{i=1}^3 X_i \quad (1)$$

Donde:

Y: Bienes y servicios ambientales (\$)

X<sub>i</sub>: Categorías (valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción (i =1, 2, 3))

Los indicadores fueron organizados a través de la siguiente ecuación:

$$X_i = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n A_{kj} Q_{kj} \quad (2)$$

y:

A<sub>kj</sub>: Precios específicos o similares; k (bienes) y j (servicios).

Q<sub>kj</sub>: Cantidades; k (bienes) y j (servicios), donde k =1,..., m y j=1,..., n

Las técnicas de valoración utilizadas son costo evitado, costo de restauración, transferencia de beneficios económico/ha y costo de oportunidad. Cuenta además, el Sistema de Información Geográfico (SIG) para el análisis espacial.

### 3. Evaluación de los impactos generados por el huracán

Objetivo: Obtener el carácter del impacto y su importancia, que es la suma de todos los conceptos.

Para la evaluación de impactos se utiliza la propuesta de Gómez Orea (1999), que concibe el proceso como caracterización y valoración. Se evalúan los siguientes conceptos:

A. Carácter del impacto: Se refiere al carácter beneficioso o perjudicial del impacto sobre los factores que afecte; Positivo, Negativo.

B. Magnitud: Se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental, en el ámbito que actúa; Baja, Media, Alta.

C. Extensión: Está relacionado con el área de influencia del impacto en relación con el entorno del Proyecto. Puntual < 30 %, Parcial 30-70 %, Extenso > 70 %.

D. Momento: es el plazo de manifestación del impacto, es decir, la relación del entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor impactado; corto, mediano, largo.

E. Duración: Tiempo que se supone permanezca el efecto del impacto; Temporal (< 3 años), Media (3-10 años), Permanente (> 10 años)

F. Reversibilidad del efecto: Posibilidad de recuperación hacia las condiciones naturales, es decir, en qué medida se rehabilitará el factor después que cese el impacto; Irreversible, Largo plazo (> 10 años), Mediano plazo (3-10 años), Corto plazo (< 3 años)

Para la tipificación de los impactos que generó el paso del huracán Irma, se identificaron inicialmente, en un primer momento, las acciones que causaron impactos, tanto positivos como negativos. El resultado final de la evaluación se expresa por el carácter del impacto y su importancia, que es la suma de todos los conceptos.

#### 4. Evaluación económica ambiental rápida de los daños producidos por el huracán

Objetivo: Calcular la expresión monetaria de los daños provocados por el huracán.

Para la evaluación rápida de los daños ambientales se realizaron visitas especializadas al área de estudio. El equipo multidisciplinario estuvo integrado por investigadores y especialistas de todas las instituciones científicas adscriptas al CITMA. La finalidad es obtener información *in situ* e identificar los daños por componentes del ecosistema y aproximarse a la pérdida de los productos y afectaciones a las funciones ambientales del ecosistema para conformar los indicadores físicos para la evaluación monetaria.

También se listaron las premisas de evaluación para el daño.

Salida del procedimiento: Aproximación al beneficio económico ambiental perdido por el huracán "Irma" en el ecosistema objeto de estudio.

### 3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 Breve caracterización del ecosistema

La zona costera norte de la provincia de Camagüey pertenece al ecosistema Sabana-Camagüey y no está exenta de recibir los impactos negativos generados por la actividad humana. Se identifican importantes valores de recursos naturales y la biodiversidad, lo cual determina la necesidad de consolidar el desarrollo y manejo sostenible de estos ecosistemas. Significativa importancia tienen las áreas protegidas ubicadas en esta zona:

- Refugio de Fauna Los Ballenatos y Manglares de la Bahía de Nuevitas.
- Refugio de Fauna Río Máximo
- Reserva Ecológica Laguna Larga
- Área de Recursos Manejados Cayo Sabinal
- Reserva Ecológica Maternillos - Tortuguilla
- Reserva Ecológica Cayo Guajaba
- Refugio de Fauna Correa
- Reserva Florística Manejada Cayo Cruz
- Reserva Florística Manejada Silla de Cayo Romano
- Área Protegida de Recursos Manejados Humedales de cayo Romano

Sus zonas litorales, principalmente en la cayería, constituyen el soporte fundamental para el actual y perspectiva desarrollo turístico del país y en especial de la provincia de Camagüey. Es una zona vulnerable y con potencialidades naturales para el proceso inversionista por lo que es indispensable la planificación integral para garantizar el máximo rendimiento económico y financiero potencial con el menor impacto ambiental.

El Archipiélago Sabana-Camagüey tiene una extensión de 4 062,0 km<sup>2</sup>, de ellos 952.75 km<sup>2</sup> en tierra firme, 1 955 km<sup>2</sup> de cayos y 1 155 km<sup>2</sup> de mar. Los límites de la zona terrestre se extienden desde la línea de costa hasta la cota de cinco metros aproximadamente, la zona marina está comprendida hasta el límite externo de las crestas arrecifales. Según la división política administrativa de la provincia, forman parte de la misma las porciones nortes de Esmeralda, Sierra de Cubitas, Minas y Nuevitas. Se encuentran ubicadas nueve comunidades: La Gloria, Puerto Piloto, Palma City, Gurugú, Mola, Nuevitas, San Agustín, Punta de Ganado, y La Boca y algunos asentamientos espontáneos. La población supera los 44 mil habitantes.

En tierra firme los principales usos de suelo son: pastos, bosques y tierras ociosas; caña, cultivos varios, cítricos, extracción de minerales e industrias. En los cayos: bosques y maleza. Los tenentes fundamentales son: empresas pecuarias, cooperativas, granjas estatales, Empresa Forestal Integral, Empresa de Cítricos y ENPFF.

Otros aspectos de interés son:

- ✓ Cuenta con BSA muy importantes para la provincia y el país: madera, leña, pesca, agricultura, ganadería, industria, turismo y recreación), oferta de agua (superficial y subterránea), control de inundaciones, retención y exportación de nutrientes, estabilizador de costas y protección contra tormenta, protección y mantenimiento de la calidad del suelo, retención de sedimentos, sitio de nidificación, reservorio de biodiversidad, corredor biológico, recurso alimentario a la fauna, componente de la cadena trófica, interacción biológica y regulador climático.
- ✓ Dispone de áreas protegidas que constituyen nichos importantes desde el punto de vista natural y como potencial de uso sostenible, las cuales pueden explotar opciones de ecoturismo, con productos líderes para un mercado especializado y competitivo, pero que a su vez exige un manejo integral e integrado para garantizar su uso y conservación.
- ✓ Existe un predominio de suelos oscuros plásticos gleyzados y no gleyzados con un predominio del 40% del territorio levantado. Los suelos en general presentan mal drenaje y por otra parte, presentan una baja capacidad agroproductiva. Este es un recurso natural que exige un manejo sostenible.
- ✓ Los municipios Esmeralda, Minas y Sierra de Cubitas han sido muy asimilados desde el punto de vista agroproductivo, sin embargo, persisten en algunos sectores altos valores de la diversidad biológica, siendo el más relevante el Refugio de Fauna "Río Máximo" de Camagüey.
- ✓ La Bahía de Nuevitas colinda directamente con el Canal Viejo de Las Bahamas, lo que le proporciona una recirculación constante de las aguas con gran volumen de nutrientes y una significativa oxigenación, favoreciendo el mantenimiento y desarrollo de la biota. No obstante, sus aguas se ven impactadas negativamente al unirse con las corrientes fluviales contaminadas que tributan a la bahía, fundamentalmente del río Saramaguacán y Cascorro, los aportes de residuales domésticos e industriales de la ciudad de Nuevitas.
- ✓ El área de polo turístico Santa Lucía, ubicado en la porción noreste, tiene 26 km de costa, de ellos 15 de playas arenosas, desarrolladas en un sistema de barras y dunas, con ancho variable entre 60 y 600 m. Cuenta con importantes ecosistemas marinos como arrecife, pastos y manglares.
- ✓ Se identifica un importante potencial para el desarrollo turístico principalmente en la cayería.

### **3.2 Estimados de BSA**

Todos los productos y funciones del ecosistema no pueden ser expresados en dinero, pero se logra una interesante tasación a partir de las experiencias del equipo de trabajo, las técnicas seleccionadas y las bases de datos registradas. Los resultados se exponen por categorías: valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción.

#### Valor de uso directo

En el estimado cuenta significativamente el municipio Nuevitas (con fuerte actividad industrial: producción de energía eólica, fertilizantes, pintura, cemento, alambre de púa, lácteos, y turismo). El municipio Esmeralda tiene el segundo lugar en la producción de bienes. Incide fundamentalmente la industria azucarera y la actividad pecuaria.

La pesca privada es significativa. Se realiza el cálculo de esta actividad económica, en todas las comunidades ubicadas en la zona costera hasta la cota de 5 metros, con la participación de agentes externos y la colaboración de algunos pescadores y familiares. Se enriquece la búsqueda de datos, a partir de informaciones ofrecidas por empleados de la conservación ubicados en los cayos, pescadores dedicados a la actividad de pesca "al fly" y con trabajadores ejerciendo la actividad en la plataforma del territorio con barcos que corresponden a otros territorios del país. El estimado total calculado en base al precio local por libras, según la

captura declarada por los pescadores, muestra un monto superior a los 48 millones de pesos (48 566,0). Incluye escamas, langosta, camarones, y esponjas, así como, el consumo familiar anual, el cual significa un gasto evitado y por ende se acepta como ingreso (usos consuntivo). Estas cifras no se registran en el sistema estadístico de la provincia.

Finalmente se estima el valor de uso directo total del área del proyecto y su rendimiento productivo, relación entre bienes producidos para uso directo y consuntivo entre el área de la zona costera implicada, por formas de propiedad en el cual la estatal es la predominante con un rendimiento superior a los 29 miles de pesos por ha. Por orden de importancia le sigue el privado, con más de 12 mil por ha.

#### Valor de uso indirecto

Se seleccionan cuatro funciones ambientales para la zona costera norte de Camagüey. Se agrupan en tres variables: captura de CO<sub>2</sub>, oferta de agua, y control de erosión y formación del suelo.

- Captura de CO<sub>2</sub>

Se utiliza la capacidad de captura para bosque tropical, 81.25 ton/ha obtenido para plantaciones de Casuarina equisetifolia Fortt en la provincia de Camagüey (Benitez, 2006) y manglar, 103,5 t/ha obtenida en el ecosistema Sabana Camagüey (Gómez. 2002) Los resultados se alcanzan empleando el SIG. La tasación de la función ambiental, constituye uno de los servicios que prestan los bosques, en el ecosistema objeto de estudio, a la economía y la sociedad en general.

Bosque tropical: Los cayos Cruz y Mégano no tienen esta formación vegetal debido a sus atributos geomorfológicos. Los cayos restantes disponen de un total de 6 282,1ha de bosques tropicales, con mayor extensión en Romano (72, %). En tierra firme éstos tienen una presencia de 40 477,1 ha para total en toda la zona costera de 62 823,1 ha.

En la cayería el monto asciende a más de 18 millones de pesos, en tierra firme se aproxima a los 33 millones de pesos y en general existe un aporte superior a los 69 millones de pesos anuales.

Bosque manglar: Tiene presencia en todos los cayos y tierra firme del ecosistema. Abarca una extensión de 25 873 ha en los primeros (Cayo Romano es el más significativo) y 22 390,7 ha en la segunda para un total general de 48 263,7 ha. El beneficio económico aportado es de aproximadamente 5 millones de pesos con énfasis en la zona de los cayos con una cifra que se acerca a los 3 millones de pesos (Cayo Romano con mayor aporte).

El valor de uso indirecto por concepto de captura de CO<sub>2</sub> en el área de estudio es superior a los 74 millones de pesos anuales, de los cuales el 93% corresponden a bosques tropicales.

- Oferta de agua

La vertiente norte de la provincia cubre un área de 5 243 km<sup>2</sup>, distribuidos en 10 cuencas hidrográficas de diferentes tamaños y pluviosidad; las más importantes son Caonao, Jiguey, Máximo, Minas, Saramaguacán, Cascorro y Las Cabrerías. Los mayores reservorios de agua subterránea que circundan esta área, se ubican en el municipio Sierra de Cubitas (rocas cársicas) y zonas entre el río Máximo y Lugareño en rocas agrietadas (serpentinitas). Las presas de abasto a la población en la vertiente norte de la provincia son Máximo, Amistad Cubano Búlgara, Mañana de la Santa Ana, La Atalaya y Santa Teresa I.

Se realiza el estimado del servicio ambiental, bajo el planteamiento hipotético de interrupción del servicio natural por pérdida de las funciones ecosistémicas inmediatas, por deterioro en la calidad del ecosistema o cambio del uso. Si se acepta éste, la cuña salina avanzaría tierra adentro, por tanto, el efecto de la concentración aumentaría y por ende, la migración de los

iones debido al movimiento por la diferencia del gradiente de concentración. En tal caso, la sociedad estaría obligada a sustituir el servicio con la inversión de ingeniería. La valuación económica de la función ecosistémica se realiza, a partir del gasto evitado por concepto de inversión hidráulica:

1. Distancias del proyecto sustituto: en esta situación, se maneja la distancia del reservorio alternativo (nueva fuente de abasto) y las comunidades de pobladores. Se utiliza el SIG.
2. Precio unitario del de proyecto sustituto: promedio del costo estimado de la inversión hidráulica propuesto por la Empresa de Investigaciones de Proyectos Hidráulicos de Camagüey; 23 440 pesos/km anuales.

- Control de erosión y formación del suelo

Se continúa con la situación hipotética anterior, referida en este caso al impacto en la calidad de los suelos, la cual está asociada fundamentalmente a la salinización. Para mejorar la calidad de un suelo salinizado, el proceso recurrente en la práctica es la utilización de fertilizantes, preferentemente naturales, por ejemplo el compost, que brinda beneficios tanto productivos como ecológicos. En la valuación del servicio se aceptan los costos evitados por fertilización el suelo, para mantener sus condiciones naturales, donde se reconoce el costo de cubrir el área terrestre ocupada por los cayos y tierra firme. En la tasación económica se requerirían 45 t de compost por 1 ha y la restauración de 1 ha de suelo salinizado se estima entre 9 000 y 27 000 pesos<sup>3</sup>. Para otorgarle una expresión monetaria al servicio de protección, se acepta el costo mínimo. En ambos casos, se procede a tasar a través del SIG el área ocupada.

- Mantenimiento de la calidad del suelo

Se aceptan los costos evitados por fertilización el suelo y se reconoce el costo de cubrir el área terrestre ocupada tanto en los cayos como en tierra firme:

Total de cayos: El área total de los cayos asciende a 7 722.0 ha. Poseen mayor superficie Romano (5 190 ha) y Sabinal (1 153 ha). El costo evitado por concepto de mantenimiento de la calidad del suelo (proyecto sustituto) asciende a más de 131 millones de pesos.

Tierra firme: Cuenta con un área de 15 610,9 ha en los cuatro municipios costeros. En este caso se selecciona el área para evaluar el servicio ambiental en cuestión al área utilizada por maleza compacta con espina y sin espina. El servicio prestado asciende a más de 396,7 miles de pesos.

- Protección del suelo

La existencia de la vegetación representa otro costo evitado, en esta ocasión, por protección del suelo. La estimación del servicio prestado es el costo total que significaría para la sociedad, rehabilitar los daños ante el planteamiento hipotético de interrupción del servicio del ecosistema en cuestión (fertilización y restauración), el cual supera los 210 mil millones de pesos. El mayor aporte en tierra firme es el área cubierta con maleza. La expresión económica de los servicios seleccionados significa un monto superior a los 308 millones de pesos.

### Valor de opción

Existen dos variantes: usar (comercializar o consumir) y conservar con uso sostenible. Los resultados se organizan por las variables vegetación, fauna y agua:

Vegetación: Incluye bosques y manglar. Para estimar el costo de oportunidad se utiliza el área por formación boscosa, la biomasa estimada y el precio del productor o tenente para madera, leña y saco de carbón, según precio registrado en la Empresa Forestal Provincial.

---

<sup>3</sup> Instituto de Suelos de Camagüey perteneciente al Ministerio de la Agricultura.

Bosques: Bosque de *Conocarpus erectus*, Bosque Siempreverde Micrófilo, Bosque semideciduo mesófilo, Bosque de galería, Bosque de ciénaga y Bosque semideciduo micrófilo. Posee un área total de 173 550.4 ha de éstas, el 50% corresponde a tierra firme y cayos, respectivamente. Se identifican las alternativas siguientes: Costo de oportunidad de madera y costo de oportunidad de leña.

Para estimar la cantidad de metros cúbicos de madera, se calcula el total de madera en pie que (126.1 millones de metros cúbicos) y las hectáreas de bosques que existen en el país (2434.98 miles de hectáreas). Una buena alternativa en el costo de oportunidad es la leña para combustible. Se calcula la biomasa sobre la base del 65 % de los metros cúbicos de madera. Se tasa la biomasa calculada a 6,01 pesos el m<sup>3</sup>. Estos datos se extrapolan al área de estudio empleando el SIG para obtener la biomasa correspondiente y se ejecuta la tasación.

Los ingresos potenciales por concepto de bosque, expresados a través del costo de oportunidad se aproximan a los 23 millones de pesos, de éstos, más del 64% se concentran en tierra firme; el resto en los cayos. El potencial mayor le corresponde a Cayo Romano, beneficio económico producido en un área de 161,34 km<sup>2</sup>. La madera supera los 22 millones de pesos (97%) mientras que la diferencia se identifica por concepto de leña para combustible. Es necesario clarificar que este ecosistema forestal tiene mayor potencial de uso, entre otros se encuentra la apicultura y las plantas medicinales para la elaboración de medicamentos.

Manglar: Bosque de Mangle Mixto de *Rhizophora mangle* y *Avicenia germinans*, Bosque de *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus*, y Manglar de *Rhizophora mangle*. Se dispone de datos sobre la producción de madera del manglar, por lo que se pudo precisar el estimado para esta formación boscosa como productor potencial. No obstante, en este trabajo, no se desecha la posibilidad de que el manglar sea explotado para la extracción de madera, pero tampoco se estimula pues debe manejarse sobre bases sostenibles.

Para mantener la dimensión antes expuesta, la explotación del recurso debe tener en cuenta el incremento medio anual (IMA: 4, 2 m<sup>3</sup>/ha/año), lo cual significa que no se debe extraerse una cantidad superior al promedio anual de recuperación natural del bosque. Los autores comparten y resaltan el respeto a este principio, por lo que el estimado se corresponde con la producción potencial anual. Una buena alternativa en el costo de oportunidad sería la producción de carbón de mangle, muy demandado en el mercado local e internacional. Con una disponibilidad de 20 m<sup>3</sup> de cuerda de leña se producen 30 sacos, según estimados de la Empresa Provincial Forestal de Camagüey. Estos datos se extrapolan al área de estudio usando el SIG para obtener la biomasa correspondiente y se ejecuta la tasación.

Se trabaja con las siguientes alternativas: Costo de oportunidad de madera y costo de oportunidad de sacos de carbón. Los beneficios económicos para la formación boscosa de mangle exhiben una potencialidad de ingresos totales que se aproxima a los 27 millones de pesos y más de uno en moneda convertible (superior a 28 millones en ambas monedas). Este tipo de bosque predomina en el área de los cayos por lo que tiene la mayor participación en los ingresos con el 54% del monto.

En general, el costo de oportunidad para la vegetación supera los 51 millones pesos. El estimado equivale el monto de ingresos que la sociedad renuncia por concepto de conservación con uso sostenible de los bosques en el área objeto de estudio.

Fauna: Contempla el número de individuos de la fauna en conservación, inventario en poder del tenente para Río Máximo. Se incluye, además, otros recursos con igual tratamiento, como los huevos (flamenco, cocodrilo, etc.) entre otros. Contiene además la masa reproductora del ganado vacuno, equino, ovino, caprino, porcino, avícola y búfalo. La biomasa del ganado reproductor se tasa por tipo con el precio correspondiente del productor. Cuando existe, para el resto de las especies, se usa el inventario bajo el mismo esquema.

Especies en conservación del tenente ENFFC: Según el listado de especies, existen abundantes individuos, muchas de ellas exóticas y carismáticas. Se identifican 20 000 ejemplares de aves marinas (Ficha de los humedales Ramsar, Centro Nacional de Áreas

Protegidas, CITMA). También se reflexiona, que varias especies de aves estarían limitadas por el tipo de alimentación y la adaptación en cautiverio. Por ejemplo, el pelicano consume pescado lo que provocaría que su alimentación en cautiverio fuera muy costosa. En el caso del delfín se trata de una especie que posee demanda en el mercado internacional para las actividades extrahoteleras. Estos criterios, entre otros, sirven de referencia para la estimación del valor mínimo manejando el costo de oportunidad.

En el estimado se consideran las alternativas siguientes: Costo de oportunidad de los flamencos, costo de oportunidad de aves acuáticas, costo de oportunidad del cocodrilo, costo de oportunidad de los delfines, costo de oportunidad del venado y costo de oportunidad de la jutía. El ingreso potencial total estimado supera los 76 millones de pesos, de éstos, el más representativo es el flamenco rosado (92 %).

Especies en conservación del sistema productivo en todas las formas de propiedad: En las áreas con uso para el ganado (vacuno, equino, ovino, caprino, porcino y aves) existen una parte de la masa total destinada a la reproducción. Las alternativas consideradas son las siguientes: costo de oportunidad de vacuno, costo de oportunidad de equino, costo de oportunidad de ovino, costo de oportunidad de caprino, costo de oportunidad de porcino, costo de oportunidad de avícola y costo de oportunidad de búfalo. Los ingresos potenciales superan los 66 millones de pesos. Los municipios con mayor participación en el monto son: Esmeralda (51,4 %) y Minas (30,8 %).

Agua: Por la importancia económico-social y ambiental de este recurso natural, se resaltan aspectos necesarios para su valoración económica. El costo de oportunidad del agua en el polígono de estudio considera el balance hídrico por cuencas el cual permite conocer un aproximado de la cantidad de agua; no se consideró el agua infiltrada. La disponibilidad de agua tiene que garantizar el gasto ecológico para proporcionar bienes y servicios por lo que, se hace indispensable respetar esta demanda. Para el costo de oportunidad se precisa identificar las alternativas de usos del agua; para lo cual se emplea la clasificación propuesta por el Banco Mundial (2011). Como mejor alternativa se selecciona el uso agrícola correspondiente para América. El cultivo de arroz es una de las producciones con mayores demandas del líquido en la actividad agrícola. Este renglón productivo consume por ciclo 3 072 000 metros cúbicos de agua en la zona de explotación. Para obtener el costo de oportunidad del agua, el balance es multiplicado por el 70 % de la disponibilidad de agua en la zona de estudio, la cantidad del uso del agua para la mejor variante señalada (74%) y el precio del líquido (0,30 centavos/m<sup>3</sup>).

Resulta muy interesante en estos resultados que el agua constituya el concepto de mayor importancia para los ingresos potenciales del área de estudio y por ende, el de mayor rendimiento económico ambiental. El estimado asciende a 214 615,2 miles de pesos, constituyendo éste el ingreso potencial.

Los BSA totales estimados y declarados por categorías en la Tabla 1 resalta la importancia de los bienes en conservación (valor de opción) y los servicios ambiental (valor de uso indirecto), lo cual se corresponde con las características del ecosistema estudiado.

**Tabla 1. Estimado total de bienes y servicios ambientales, estructura porcentual y su rendimiento en la zona costera norte de Camagüey.**

Categoría	Bienes y servicios ambientales (Miles de pesos)	Estructura Porcentual (%)	Rendimiento económico ambiental (Miles de pesos /Km <sup>2</sup> )*
Total valor de uso directo	181 020,0	20,2	44,6
Total valor de uso indirecto	308 663,0	34,4	76,0
Total valor de opción	408 462,0	45,5	100,6
Total ecosistema	898 145,0	100,0	221,1

Fuente: Elaborada por los autores utilizando como referente la base de datos del proyecto "Análisis de la producción de bienes y servicios ambientales en la zona costera norte, Camagüey, Cuba".

\*Significa la expresión del valor de uso directo, indirecto y de opción por km<sup>2</sup> del ecosistema en general.

La figura 1 presenta las categorías antes declaradas de los bienes y servicios ambientales identificados por los respectivos valores de uso directo, indirecto y de opción:

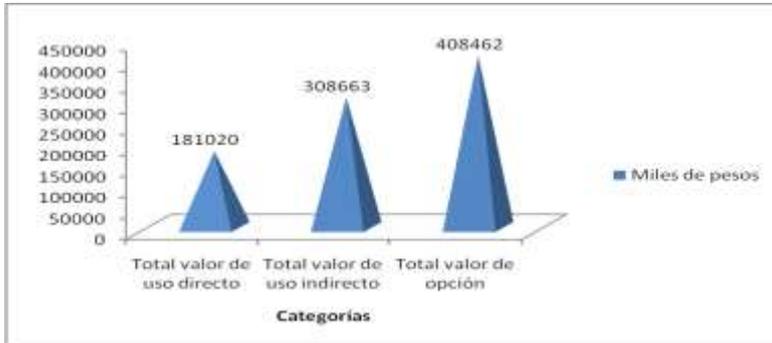


Figura 1. Producción de bienes y servicios ambientales por categorías.

Sin dudas, existe un nexo clave para el bienestar humano en este ecosistema porque se benefician o perjudican a más de 145 mil habitantes en su interacción economía, sociedad y medio ambiente. Por tanto, resulta necesario evaluar siempre los daños que ocasiona cualquier peligro natural, como es el caso que ocupa este trabajo.

### 3.3 Evaluación de los impactos generados por el huracán

La figura 2 se presenta la trayectoria del intenso huracán Irma, con posiciones cada una hora. El organismo tropical se desplazó tangencialmente sobre el litoral norte camagüeyano, con vientos máximos sostenidos en el extremo superior de la categoría 4 y transitando a la 5, según la escala Saffir- Simpson.

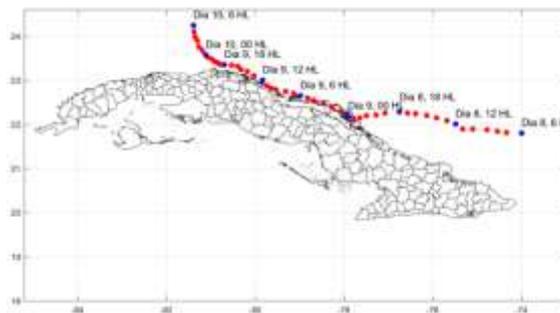


Figura 2. Trayectoria del huracán Irma del viernes 8 al domingo 10 de septiembre de 2017. Posiciones horarias, según la hora local. Departamento de Pronósticos, del Centro Meteorológico Provincial de Camagüey.

De acuerdo a los vientos máximos sostenidos registrados en las estaciones meteorológicas, se puede concluir que la mayoría de los municipios fueron afectados por vientos de Tormenta Tropical (entre 63 y 118 km/h). Esmeralda y Sierra de Cubitas son afectadas por vientos máximos sostenidos con categoría de Tormenta Tropical (TT). Además los extremos norte y occidental de los municipios Céspedes, Florida, Camagüey y Minas, fueron afectados por vientos huracanados (entre 119 y 153 km/h).

El huracán Irma generó precipitaciones atmosféricas que cayeron sobre todo el territorio, las que se combinaron con el aporte costero de aguas marinas por influencia de los vientos e impactaron el litoral costero de ambas costas provocando inundaciones ligeras

Para los impactos ambientales se identificaron 3 acciones, todas ocasionadas por el meteoro: penetraciones del mar, fuertes vientos e intensas lluvias; y 13 impactos ambientales que incidieron sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico (Tabla 2).

Las pérdidas a la agrobiodiversidad (cultivos, plantaciones, animales) alcanza la mayor puntuación negativa (-50); afectación a las aguas superficiales, subterráneas y marinas por materia orgánica en suspensión, remoción del fondo y escorrentía desde tierra (-45) y afectación a la fauna marina y terrestre (flamencos, fauna marina sésil, aves, moluscos, etc. (-44) y alteración, contaminación y pérdida del sustrato arenoso ambos con -44 (Tabla 2).

**Tabla 2. Impactos y acciones de la Evaluación de Impacto Ambiental para la etapa posterior del huracán Irma en la zona costera norte de Camagüey.**

No	Impactos	Acciones			
		A: Penetraciones del Mar	B: Fuertes Vientos	C: Intensas Lluvias	Total
1	Alteración, contaminación y pérdida del sustrato arenoso	-22	-22	0	-44
2	Modificación de la morfología del perfil de playa e incremento de los procesos de erosión costera	-19	-22	0	-41
3	Afectaciones (a la vegetación) por efectos del spray salino	0	-18	0	-18
4	Afectaciones al drenaje natural	0	0	-12	-12
5	Mejoramiento de los volúmenes de embalses y acuíferos	0	0	20	20
6	Pérdida de suelos fértiles	0	-17	-17	-34
7	Mejora de las condiciones de la humedad del suelo	0	0	20	20
8	Afectación al patrimonio forestal en especial al bosque natural, ruderal, complejo de vegetación de costa arenosa y manglar	-17	-22	0	-39
9	Incremento de los volúmenes de <i>Thalasia testudinum</i> en la franja litoral	-15	-15	0	-30
10	Afectación a las aguas superficiales, subterráneas y marinas por materia orgánica en suspensión, remoción del fondo y escorrentía desde tierra	0	-30	-15	-45
11	Incremento de la eutrofización	-12	0	-24	-36
12	Afectación a la fauna marina y terrestre (flamencos, fauna marina sésil, aves, moluscos, etc)	-22	-22	0	-44
13	Pérdidas a la agrobiodiversidad (cultivos, plantaciones, animales, genofondo)	0	-20	-30	-50
14	Total	-107	-188	-58	-353

*Fuente: Elaborada por los autores utilizando como referente los resultados de los dictámenes de daños emitidos por los investigadores y especialistas que participaron en el recorrido del ecosistema luego del paso del huracán.*

El análisis de los impactos causados por las acciones identificadas, muestra que el 69,2 % fueron debido a los fuertes vientos, el 46,2 % por las penetraciones del mar y el 56,8 % por las intensas lluvias. Es menester aclarar que un impacto puede estar causado por más de una acción, como se muestra en la Tabla anterior. El medio abiótico es el más afectado.

La vegetación, como componente menos estable del paisaje, fue muy afectada en su estructura y cobertura, fundamentalmente los manglares, el complejo de vegetación de costa arenosa y el matorral xeromorfo costero. Las principales afectaciones observadas fueron

ramas y troncos partidos, arboles caídos, defoliación y hojas quemadas. La fauna marina y terrestre recibió impactos considerables.

De igual forma, son significativos los impactos en la zona costera y fundamentalmente en las playas. Se formaron escarpes, retrocedió la línea de costa, se fragmentaron las barras arenosas, afloraron rocas en los frentes de playa y se perdieron cuantiosos volúmenes de arena. Un ejemplo sin precedentes por su magnitud fue la fragmentación de la barra arenosa en el sector La Quebrada y playa Sigua en cayo Cruz (Figura 3). A pesar que en otros momentos este sector se ha fracturado, en esta ocasión las dimensiones alcanzadas fueron superiores a todas las reportadas en la historia de cayo Cruz.



Figura 3. Imágenes satelitales de 20 de septiembre de 2017 correspondientes a los sectores en los que fue fracturado cayo Cruz al paso del huracán Irma. Fragmentación de la barra arenosa en el sector La Quebrada y playa Sigua.

El paso del huracán Irma por la cayería Norte de la provincia permitió validar la fragilidad ecológica de este ecosistema así como los resultados de investigaciones científicas que identifican la vulnerabilidad de esta región ante eventos extremos.

La cuantificación de daños a ecosistemas naturales se resume:

- Se dañaron severamente, aproximadamente el 10 % de bosque tropical, el 5 % del matorral xeromorfo costero y el 100 % de manglar en cayo Romano.
- Daños severos del 5 % al 10 % del bosque tropical, del 30 % al 40 % de matorral xeromorfo costero, el 90 % de vegetación de costa arenosa y el 70 % al 80 % de manglar en cayo Cruz.

Se espera que en un plazo mayor de cinco años una parte del manglar se recupere, el bosque tropical sin intervención en menos de cinco años al igual que el resto del ecosistema. El manglar afectado en una parte del pedraplen Canalejas-Romano no se recupera. En las playas se precisa un sistema de monitoreo que contribuya a evaluar y pronosticar su evolución.

En general se espera su recuperación pero no se pueden estimar plazos sin realizar monitoreos para estudiar profundamente los daños, necesidades de restauración, financiamientos y plazos.

### **3.4 Evaluación económica ambiental rápida de los daños producidos por el huracán.**

En la Tabla 3 se presentan los daños a los BSA, identificados desde la Evaluación de Impacto Ambiental, y que pueden valorarse económicamente:

**Tabla 3. Identificación de daños a los BSE y técnicas de valoración económica para la evaluación.**

Identificación de daños en los BSA	Técnicas de valoración económica
Producción de bienes y servicios para la economía	Beneficios perdidos (equivale a un costo).
Regulador climático (captura de CO2)	Costos inducidos (equivale al valor ambiental perdido).
Protección y mantenimiento de la calidad del suelo	Costos inducidos (equivale al valor ambiental perdido).
Pérdida en ingresos potenciales por concepto de madera, leña y carbón: Bosque de manglar Bosque tropical	Costos inducidos (equivale al valor ambiental perdido).
Pérdida en ingresos potenciales por concepto de fauna (vertebrados)	Costos inducidos (equivale al valor ambiental perdido).

*Fuente: Elaborada por el equipo.*

Para la evaluación de los daños, se tuvieron en cuenta las fuentes de informaciones disponibles y se sometieron a criterios de los autores las premisas siguientes:

- Evaluar los daños en los cayos por afectación del manglar al 80% de pérdida en Guajaba, Romano, Sabinal y Mégano.
- Evaluar los daños en los cayos por afectación del manglar al 90% de pérdida en Cayo Cruz.
- Evaluar los daños en tierra firme por afectación del manglar al 60% de pérdida.
- Evaluar los daños en los cayos por afectación del bosque al 50% de pérdida en Guajaba, Romano y Sabinal.
- Evaluar los daños en tierra firme por afectación del bosque al 30% de pérdida.
- Evaluar protección y mantenimiento de la calidad del suelo por concepto los daños de la maleza compacta al 50% en tierra firme.
- Evaluar protección y mantenimiento de la calidad del suelo por concepto de pérdida de vegetación de matorral xeromorfo costero al 50% en los cayos.
- Evaluar fauna invertebrados al 20%.

Se procede a la evaluación económica de los daños ambientales. En este punto se consideran las categorías valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción considerando la línea base de los BSA o evaluación ex ante.

Los resultados que se exponen a continuación, organizados por tablas, muestran los beneficios económicos ambientales estimados en BSA así como el valor económico ambiental perdido producto del daño del huracán Irma. Estos valores resultan de multiplicar el valor total de los beneficios de la línea base por los porcentos establecidos en las respectivas premisas.

Con relación a la oferta de agua (valor de uso indirecto) y el estimado del ingreso potencial de este recurso natural (valor de opción) no se incluye porque en la evaluación de impactos es positiva (agua superficial y subterránea) se favorecieron al máximo con el evento hidrometeorológico.

Los resultados son los siguientes:

- ✓ En valor de uso directo
  - a. Producción de bienes y servicios para la economía

Se obtiene aplicando la estructura porcentual calculada desde el modelo de información de la ONEI, multiplicado por los valores de la línea base. El estimado del valor es de 120 168,6 miles de pesos y los estimados de daños para valor de uso directo ascienden a 53 380,7 miles de pesos que significa el 44,4 %. Los sectores más afectados son la industria y el agropecuario (Tabla 4):

**Tabla 4. Monto de pérdidas de la economía convencional por sectores estimadas con relación al ex ante. Miles de pesos.**

Sectores económicos/Municipios	Esmeralda	Sierra de Cubitas	Minas	Nuevitas	Total
Industria incluye Turismo	1239,3	91,5	770,8	38903,0	41004,7
Construcción	150,5	45,5	89,1	658,3	943,4
Agropecuario	1591,5	212,8	1608,3	6885,4	10297,9
Transporte	99,4	43,6	0,0	991,7	1134,7
<b>Total</b>	<b>3080,7</b>	<b>393,4</b>	<b>2468,2</b>	<b>47438,4</b>	<b>53380,7</b>

*Fuente: Elaborada por los autores*

b. En valor de uso indirecto

Valor de uso indirecto: se obtiene desde los servicios ambientales estimados por captura de CO<sup>2</sup>, en función de formaciones boscosas y zonas así como protección y mantenimiento de suelo desde la línea base. Se le calculan los daños empleando las premisas antes expuestas para cada situación. La Tabla 5 muestra que por concepto de CO<sup>2</sup> la mayor afectación se registra en el bosque tropical, resultado que demuestra la importancia del manglar frente a estos peligros hidrometeorológicos.

**Tabla 5. Valor de la captura de CO2 perdido con relación al ex ante. Miles de pesos.**

Zona/formaciones boscosas	Beneficio económico		Valor ambiental perdido	
	Valoración previa		Valoración posterior	
	Bosque Tropical	Manglar	Bosque Tropical	Manglar
Cayos				
Guajaba	3319,9	423,8	1659,9	339,1
Cruz	0,0	77,5	0	69,8
Romano	13108,9	1594,5	6554,4	1275,6
Sabinal	1727,4	545,8	863,7	436,6
Mégano	0,0	36,2	0	29,0
Total cayos	18156,1	2677,9	9078,1	2150,0
Tierra firme	32887,6	2317,4	9866,3	1390,5
Estimado total	69199,9	4995,3	18944,4	3540,5

*Fuente: Elaborada por los autores*

El beneficio económico ambiental perdido por la protección y mantenimiento de suelo (Tabla 6) es mayor en tierra firme:

**Tabla 6. Valor de la protección y mantenimiento de suelo perdido con relación al ex ante. Miles de pesos.**

Mantenimiento de suelo				
Zonas		Beneficio económico		Valor ambiental perdido
		Valoración previa		Valoración posterior
Total cayos		131,3		65,6
	Guajaba	5,8		2,9
	Cruz	15,8		7,9
	Romano	88,2		44,1
	Sabinal	19,6		9,8
	Mégano	1,8		0,9
Total tierra firme		265,4		132,7
De ello:	Maleza compacta con espina	175,0		87,5
	Maleza compacta sin espina.	90,4		45,2
Servicio ambiental prestado		793,3		396,7
Protección del suelo				

Total cayos		69498,0	34749,0
	Guajaba	3069,0	1534,5
	Cruz	8379,0	4189,5
	Romano	46710,0	23355,0
	Sabinal	10377,0	5188,5
	Mégano	963,0	481,5
Total tierra firme		140498,1	70249,1
De ello:	Maleza compacta con espina	92625,3	46312,7
	Maleza compacta sin espina.	47872,8	23936,4
Servicio ambiental prestado		419992,2	209996,1
Estimado total del servicio ambiental		420785,5	210392,8

Fuente: Elaborada por los autores

Valor de opción: se obtiene desde los beneficios económicos de bienes ambientales en conservación de flora y fauna desde la línea base a la cual se le calculan los daños empleando las premisas expuestas para cada situación. La Tabla 7 muestra también la mayor pérdida en tierra firme por concepto del ingreso potencial para bosque tropical.

**Tabla 7. Valor del ingreso potencial perdido del bosque tropical con relación al ex antes. Miles de pesos.**

Costo de oportunidad del bosque tropical	Beneficio económico Valoración previa	Valor ambiental perdido Valoración posterior
Total cayos	8146,9	4073,5
Tierra firme	14757,2	7378,6
Total general	22904,1	11452,1

Fuente: Elaborada por los autores

La pérdida del ingreso potencial del mangle es más significativa en los cayos (Tabla 8).

**Tabla 8. Valor del ingreso potencial perdido del bosque de mangle con relación al ex antes. Miles de pesos.**

Costo de oportunidad del mangle	Beneficio económico ambiental (línea base)	Valor económico ambiental perdido
	Valoración previa	Valoración posterior
Total cayos	15085	7542,5
Tierra firme	13060,5	6530,3
Total general	28145,5	14072,8

Fuente: Elaborada por los autores

Según el procedimiento metodológico establecido el mayor ingreso potencial perdido en la fauna se corresponde con el flamenco rosado (Tabla 9).

**Tabla 9. Valor del ingreso potencial perdido en la fauna con relación al ex antes. Miles de pesos.**

Costo de oportunidad De la fauna Especies de la fauna en conservación	Beneficio económico Valoración previa Área protegida "Río Máximo".	Valor ambiental perdido Valoración posterior
Flamenco Rosado	74 620.0	14924
Aves acuáticas	1 804.0	360,8
Delfín	246.0	49,2
Venado	36.1	7,22
Jutia	0.6	0,12
Cocodrilo (americano y acutus)	72.2	14,44
Huevos Cocodrillus acutus	0.6	No evaluado

Total costo de oportunidad	76 779,5	15355,8
----------------------------	----------	---------

Fuente: Elaborada por los autores

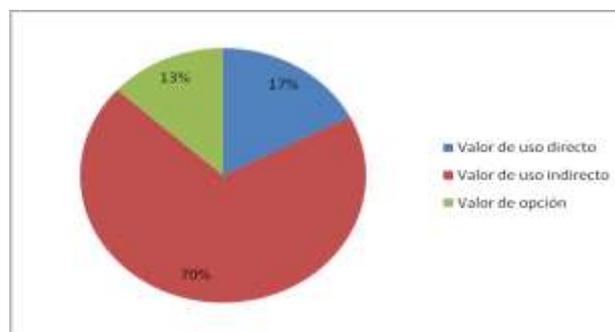
El estimado general mínimo de los daños producidos por el huracán Irma a los BSA de la zona costera norte de Camagüey representa el 30% de los valores estimados en la evaluación económica ambiental de la línea base (Tabla 10). Estos alcanzan el estimado superior a los 174 millones de pesos.

**Tabla10. Estimado del valor económico de daños por el huracán Irma en el ecosistema zona costera norte de la provincia de Camagüey. Miles de pesos.**

Ecosistema	Valor económico del daño (Miles de pesos)
Bosque de manglar	17 613,3
Arrecifes de coral	200,0
Pastos marinos	70 000,0
Bosques tropicales	30 396,5
Fauna	15355,8
Playa	20 000,0
Suelo	21 392,8
Total	174 958,4

Fuente: Elaborada por los autores

En esta valoración los estimados de daños se resumen en la Figura 4, donde se aprecia que los servicios ambientales son los más dañados como consecuencia del impacto a los componentes del ecosistema.



**Figura 4. Estructura porcentual de los daños a los BSA.**

## CONSIDERACIONES FINALES

- El trabajo revela la necesidad de proyectarse científicamente hacia una adaptación basada en ecosistema, donde la inversión y el financiamiento en acciones integrales constituyen una vía inteligente para maximizar el costo evitado ante el riesgo natural.
- Resulta significativo en estos resultados que el agua constituya el concepto de mayor importancia para los ingresos potenciales del área de estudio y por ende, el de mayor rendimiento económico ambiental.
- Los resultados expuestos constituyen un referente de marcado interés para contribuir además con la cultura económica ambiental porque expresa la importancia económica que tiene la biodiversidad, por lo que su manejo sostenible debe constituir una prioridad para los tomadores de decisiones.

- El ecosistema tiene capacidad de recuperación en el mediano plazo.
- Los resultados obtenidos constituyen una aproximación al beneficio económico ambiental perdido, pero requieren de los estudios técnicos especializados para fundamentar la inversión en el ecosistema con vistas a acelerar su capacidad de resiliencia.
- El aprovechamiento del excepcional paisaje en la cayería norte de la provincia de Camagüey exige de correcto manejo integrado por parte de los tomadores de decisiones en la zona costera, la región y el país para minimizar las pérdidas del beneficio económico ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA

- *Benítez, J. (2006). Estimación de la biomasa total en plantaciones de casuarina equisetifolia FORTT en la provincia de Camagüey. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias forestales. Universidad de Alicante. España.*
- Consejo de Ministros. Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático. Aprobado el 25 de abril del 2017.
- Banco Mundial (2011). [http://www.hispagua.cedex.es/documentacion/documentos/.../industria\\_limpia.pdf](http://www.hispagua.cedex.es/documentacion/documentos/.../industria_limpia.pdf). Consultada el 3 de enero del 2011.
- Gómez Pais, G. Análisis Económico de funciones ambientales del Manglar Seleccionadas en el Ecosistema Sabana Camagüey. sa, se, sl, sp].
- Gómez-Orea: 1999 Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española S. A. España, 702 pp.
- Hernández T Aroche R., Pérez P, Estrada, Agüero K., Y, Mompié L. y Peláez, E. (2017): Características principales del huracán Irma a su paso por la provincia de Camagüey, del 8 al 10 de septiembre de 2017. Informe del Departamento de Pronósticos de Camagüey. Centro Meteorológico Provincial de Camagüey. Septiembre de 2017.
- Hernández T., Agüero K. y Aroche R. (2017). Aporte de los ciclones tropicales al régimen pluviométrico de la provincia de Camagüey. Caso estudio: huracán Irma. Artículo aceptado para publicarse en la Memoria del IX Congreso de Meteorología a celebrarse del 4 al 8 de diciembre de 2017.
- Zequeira, M.E. (2007) Instrumento económico y metodológico para la gestión ambiental de humedales naturales cubanos con importancia internacional. Tesis de doctorado en Ciencias Económicas, Universidad de Camagüey, Camagüey. Cuba.
- Zequeira, ME., y otros. (2013). Análise Custo-Benefício para o Litoral Norte da Provincia de Camagüey, Cuba. Revista Tecnologia e Sociedade - 2ª Edição, 2013. ISSN (versão online): 1984-3526ISSN (versão impressa): 1809-0044.
- Zequeira, ME., Pelegrín, A., González, I., Pacheco, Y. (2015). Contribución a la conservación del refugio de fauna "Río Máximo" de Camagüey, Cuba. Revista Científica ECOCIENCIA. Volumen 2, número 6. Octubre 2015.
- Zequeira, ME., González, Roberto y otros. (2017). Bienes y servicios ambientales en lagunas costeras del archipiélago Sabana – Camagüey en el contexto del cambio climático global. Inédito.