

## ***Valoración económica de daños ambientales por derrame de hidrocarburo / Economic assessment of environmental damage due to oil spill***

Mercedes Marrero-Marrero<sup>1</sup> [mercedes.marrero@umcc.cu](mailto:mercedes.marrero@umcc.cu), <http://orcid.org/0000-0003-0804-2048>; Maritza Petersson-Roldán<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0453-3571>; Yenisleydis Monzón-Aldama<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-1946-197X>

### **Institución de los autores**

<sup>1</sup> Universidad de Matanzas

### **País: Cuba**

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento - No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



### **Resumen**

La valoración económica de los impactos ambientales resulta de suma importancia al generar información sobre los costos asociados a los daños ambientales. El conocimiento de estos costos contribuye a la definición de estrategias de desarrollo que tengan en cuenta variables ambientales que inciden en el bienestar de la sociedad. El artículo muestra los resultados de un ejercicio de valoración económica realizado en la bahía de Matanzas donde, como consecuencia de una avería en el proceso de descarga de un supertanquero se produjo un derrame de hidrocarburo en sus aguas. La metodología utilizada asume el paradigma aportado por el enfoque ecosistémico lo que permitió considerar en el análisis los costos asociados a los impactos que no se encuentran totalmente incorporados en los precios de mercado. El costo total del daño fue estimado en 1357800 CUC, el mismo consideró los costos del daño y los de restauración.

**Palabras Clave:** Daño ambiental; Valoración económica ambiental; Impacto ambiental.

### **Abstract**

The economic valuation of environmental impacts is of utmost importance when generating information on the costs associated with environmental damage. Knowledge of these costs contributes to the definition of development strategies which take into account environmental variables that affect the well-being of society. The article shows the results of an economic

evaluation exercise carried out in Matanzas Bay where, as a consequence of a breakdown in the discharge process of a super tanker, a hydrocarbon spill occurred in its waters. The methodology used assumes the paradigm provided by the ecosystem approach, which allowed considering in the analysis the costs associated with the impacts that are not fully incorporated in the market prices. The total cost of the damage was estimated at 1357800 CUC, it considered the costs of damage and restoration.

**Key words:** Environmental damage; Environmental economic valuation; Environmental impact.

## Introducción

Las regiones marinas que rodean las islas y los continentes, presentan características que las distinguen marcadamente del ecosistema oceánico o de mar abierto.

Estas regiones, conocidas como zonas costeras (Casarín, Martínez et al. 2017), han sido siempre de vital relevancia para los estados insulares y costeros, ya que albergan por sus características naturales, una gran cantidad de personas que se desarrollan en estrecha relación con los servicios ecosistémicos de esta zona (Mehvar, Filatova et al. 2018). Precisamente la enorme concentración de actividades humanas en las costas ha intensificado la presión sobre sus ecosistemas (Ferreiro, Campello et al. 2013) convirtiéndolas en zonas vulnerables, que reciben directamente los impactos de la actividad del hombre: los residuos de productos químicos usados en la agricultura y la ganadería, las aguas albañales, los sedimentos que arrastran las corrientes fluviales, incluyendo aquellos derivados de la deforestación, los contaminantes de las industrias, el agua recalentada de los sistemas de enfriamiento en industrias, la pesca comercial, la navegación, el turismo (Prosser, Jordan et al. 2018).

Cuba, con sus características geográficas particulares posee amplias y diversas zonas costeras, entre las cuales se encuentran las bahías, las que generalmente son destinadas a diversos usos socio-económicos que se concretan en bienes y servicios a los seres humanos que contribuyen a su bienestar.

La bahía de Matanzas, rodeada por la ciudad del mismo nombre, se distingue por su topografía irregular en forma de anfiteatro natural y por ser amplia y abierta, con unos 5 km de ancho en su boca y más de 9 km hacia su interior. Sus costas alcanzan un perímetro de aproximadamente 19 km y un área de 35.8 km<sup>2</sup>. Posee una profundidad máxima de 712 m y presenta un prisma medio de marea de 2.2 millones de metros cúbicos aproximadamente,

considerando su amplitud media de marea de 0.60 m (Baró & Cabrera, 2015). Según Chabalina and Beltrán (2000) la profundidad y configuración de la bahía de Matanzas contribuyen a la limpieza de este ecosistema, que según un estudio realizado en el año 2012 por el Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (CIMAB), las aguas de la bahía presentan buena calidad tanto desde el punto de vista físico-químico como bacteriológico (CIMAB, 2012).

En octubre del año 2018 se produjo un vertimiento de hidrocarburo en la bahía de Matanzas como consecuencia de una avería durante la descarga de un buque en uno de los muelles de la base de supertanqueros de la Empresa Comercializadora de Matanzas, provocando una afectación al ecosistema y a los servicios brindados por el mismo. Fue propósito de este trabajo evaluar económicamente los daños ambientales ocasionados por este evento.

La evaluación se realizó siguiendo una metodología que asume el paradigma analítico que aporta el enfoque de los servicios ecosistémicos donde se reconoce el vínculo entre los ecosistemas y el bienestar humano, en que los servicios se constituyen puente entre el mundo humano y el mundo natural (Costanza et al., 2017).

## **Materiales y Métodos**

En la ley de No 81 del Medio Ambiente cubana se define el daño ambiental, como toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes (Ministerio de Justicia de la República de Cuba, 1997). Los autores Agardy, Davis, Sherwood, & Vestergaard (2015) y Castañón del Valle (2006) definen los daños ambientales precisando el componente medioambiental afectado:

- Los daños a las especies y hábitats naturales protegidos: cualquier daño que produzca efectos adversos significativos a la posibilidad de alcanzar o de mantener el estado favorable de conservación de dichos hábitat o especies.
- Los daños a las aguas: cualquier daño que produzca efectos adversos significativos en el estado ecológico, químico o cuantitativo, o en el potencial ecológico de las aguas.
- Los daños al suelo: cualquier contaminación del suelo que suponga un riesgo significativo que produzca efectos adversos para la salud humana, debidos a la introducción directa o indirecta de sustancias, preparados, organismos o microorganismos en el suelo o subsuelo

Estos daños en general son las afectaciones expresadas en términos monetarios (CEPAL, 2018), que para su determinación es necesario conocer la afectación de ecosistemas y recursos naturales, como por ejemplo pérdida de cobertura forestal y de manglares, pérdida

de arena en playas, destrucción de corales y deslaves, pérdida o desaparición de especies endémicas o en peligro de extinción, entre otros y los daños a los ecosistemas como consecuencia del impacto inicial, como puede ser la pérdida de hábitat asociada a la degradación directa causada por el evento extremo.

En todos estos casos es importante contar con una medición física del daño causado por el evento extremo y/o desastre como paso previo a cualquier ejercicio de valoración (Mehvar et al., 2018). La valoración económica del daño a un servicio ecosistémico específico involucra el análisis de las implicaciones biofísicas y de las implicaciones sociales. Las implicaciones sociales se refieren a la pérdida de beneficios que se derivaban del servicio afectado y a los costos adicionales en que incurre la población debido a otras afectaciones derivadas de la alteración del ecosistema.

La metodología utilizada para la valoración del daño es la propuesta en Gómez and Rangel (2015), la cual plantea dos etapas. La primera referida a la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos (BSE) antes de la ocurrencia de algún evento causante de daño ambiental y la segunda referida a la valoración económica del daño luego de ocurrido el evento.

Para la realización de la primera etapa es necesario la identificación de los BSE en el ecosistema objeto de estudio, para lo cual es necesario asumir una de las tantas clasificaciones que existen de los mismos (Costanza, R., et al., 2017), además es necesario contar con información que permita estimar el valor económico de los BSE. En la segunda etapa se debe elegir un método de evaluación de impacto ambiental que permita evaluar la dimensión del daño.

## **Resultados**

Para la identificación de los servicios ecosistémicos brindados por la bahía, se utilizó la clasificación dada por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), pues es una de la más utilizada tanto en el mundo académico como en la práctica, además de que constituye punto de partida para otras definiciones, la misma agrupa a estos servicios en cuatro clases: Servicios de soporte: Incluye los servicios necesarios para el funcionamiento del ecosistema y la adecuada producción de los servicios ecosistémicos.

Servicios de aprovisionamiento: Incluye los productos o bienes tangibles que se obtienen de los ecosistemas y que en su mayoría presentan un mercado estructurado.

Servicios de regulación: Incorpora los servicios relacionados con los procesos ecosistémicos y con su aporte a la regulación del sistema natural.

Servicios culturales: Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas.

Los servicios identificados fueron los siguientes (Acevedo, 2016):

Servicios de Soporte:

- Reciclaje de nutrientes
- Producción primaria

Servicios de Aprovisionamiento:

- Alimento (captura de peces, aunque no se desarrolla la pesca comercial)
- Generación de energía (a través de la diferencia de temperatura del agua de la superficie y el fondo marino)
- Receptor de aguas residuales
- Servicio marítimo- portuario
- Uso industrial de sus aguas (sistema de enfriamiento de las termoeléctricas Guiteras y Martí)

Servicios de Regulación:

- Purificación del agua
- Regulación del clima
- Captura de carbono
- Regulación de nutrientes

Servicios Culturales:

- Estéticos
- Espirituales (Religiones afrocubanas relacionadas con la bahía, principalmente en la desembocadura de los ríos)
- Educativos (Círculos de interés)
- Turismo (Existe el turismo contemplativo, Ej: Las personas que visitan el Monserrate y van al mirador a observar la bahía).
- Histórico (hechos históricos que tuvieron la bahía como escenario).
- Valores arqueológicos (restos de barcos en el fondo de la bahía)
- Información científica (Estudios que se realizan en las playas que se encuentran dentro de la bahía).
- Recreativos (la playa y las actividades que se realizan en el viaducto)
- Militar (lugar estratégico para la defensa de la ciudad)
- Deportes acuáticos (actividades deportivas que se realizan en la bahía, Ej: remo, vela, cayac)

A partir de estudios realizados por el grupo de valoración de Matanzas se dispone de una aproximación al valor de algunos de los servicios ecosistémicos de la bahía. Los mismos sirvieron de base para el cálculo económico de los daños provocados por el derrame en las funciones ecológicas de la misma, siguiendo las recomendaciones dadas en (Gómez et al., 2015). A continuación, se muestra brevemente como se obtuvo esa información.

#### Servicio cultural

A partir del reconocimiento de que la bahía de Matanzas posee una marcada importancia económico-social, debido a las actividades marítimo-portuarias, pesqueras y recreativas que se desarrollan en ella y en su entorno, el grupo de valoración de la provincia la incluyó en los ecosistemas del territorio priorizados para los estudios de valoración económica, siempre bajo la premisa de que una mejor comprensión del valor económico de la bahía permitirá que sea considerada como un sistema económicamente productivo, siendo a su vez reconocidos y salvaguardados los valores culturales asociados a ella. De manera que su evaluación económica puede constituir una herramienta para colocarla en las agendas de conservación y desarrollo de los decisores y de quienes usan estos servicios. centró

El estudio se limitó a aquellos servicios ecosistémicos culturales que tributan a crear un sentimiento de pertenencia a los matanceros, basado en los antecedentes del estudio realizado por la investigadora y psicóloga Ana María Peña Rangel sobre la identidad matancera (2002) donde la especialista reconoce la bahía como una representación simbólica compartida para la población matancera. Estos servicios son: Estéticos, Históricos, Espirituales, Educativos.

#### **Valoración económica de los servicios culturales**

El método aplicado para la valoración económica fue el de valoración contingente. Para el estudio se realizó un muestreo piloto con el objetivo de determinar el tamaño de la muestra y la distribución estadística de la disposición a pagar (DAP). Con un valor para la cuota del error de estimación de 0.7, se toma como valor estimado de la varianza la del muestreo piloto, 45.63 y se considera que la población mayor de 18 años residente en los consejos populares de la ciudad de Matanzas es de aproximadamente 108960 (censo del 2012), el tamaño de la muestra debe ser al menos de 372. Se decidió entonces aplicar 384 encuestas. Los precios a presentar en la pregunta de valoración resultaron: 6, 12, 24 y 36, teniendo en cuenta el rango de la DAP estimada y fijarse el número de pagos en 4. Estos pagos fueron reflejados en la pregunta realizada.

#### **Evaluación de la significación de diferentes aspectos en cuanto a la bahía**

Resulta relevante el otorgamiento de los calificativos de significativo, muy significativo y extremadamente significativo, a los elementos relacionados con la bahía, lo cual muestra el grado de importancia de este espacio natural para los habitantes de la ciudad.

Los resultados de la investigación arrojan que el matancero o residente en la ciudad concede a la bahía una significación baja como sitio para la pesca no comercial, aunque se pudo constatar que existe una tradición pesquera enraizada entre un grupo de personas aficionadas a esta actividad marítima. Sin embargo, no primó la identificación con esta actividad.

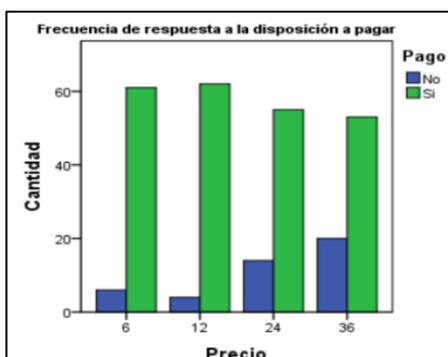
El 80,7 % considera a este espacio natural como generador de belleza estética. En consonancia con ese resultado, Ercilio Vento Canosa, historiador de la ciudad expone: “La urbe está directamente abierta a la bahía, con una espectacularidad tremenda porque es un anfiteatro natural cuyas colinas ascienden hasta más de 214 m (...) Me atrevería a decir que no hay ciudad de Cuba con esta visión. El único lugar donde he visto un espectáculo semejante es en Nápoles y en Génova” (Comunicación personal, 2016).

Finalmente, el valor más alto le fue otorgado a la categoría sitio donde se ubican playas para disfrutar de un día de verano. Cuestión lógica si se tiene en cuenta que el litoral costero matancero es amplio y ofrece casi siete playas con condiciones apropiadas para la recreación.

El 100 % de los encuestados reconoce la bahía como un símbolo de identidad de la ciudad. Este resultado es consistente con el estudio realizado por Peña (2002).

### Estimación de la disposición a pagar

La figura 1 muestra la frecuencia de respuestas a la disposición a pagar según el precio, donde puede apreciarse como a medida que aumenta la propuesta de precio la disposición a pagar disminuye, no siendo así cuando el precio es 12.



**Figura 1.** Frecuencia de respuestas a la DAP

Al asumir linealidad entre la Disposición a pagar y las variables descriptoras la media y la mediana de la DAP coinciden, la expresión de cálculo (Hanemann, 1984) es la siguiente:

$$DAP\ media = -[\beta_{constante} + \beta_j(nivel_{ingj})] / \beta_{precio}$$

Sustituyendo el valor de los parámetros de las variables del modelo en la expresión anterior se obtiene una disposición promedio a pagar de **44.60** CUP al año.

Este pago por conservar y proteger la bahía puede verse como el beneficio que le genera los atributos de la bahía que soportan los servicios culturales seleccionados brindados por ella a los pobladores de la ciudad. Se pudo estimar el valor anual de los servicios culturales vinculados con la de la bahía a partir del total de la población mayor de 18 años residente en la ciudad, 108960, lo que representa 4,8 millones de CUP. Este valor puede ser interpretado como el beneficio generado por estos servicios a la población residente en los consejos populares incluidos en el estudio.

Para los servicios culturales de Recreación y Deporte acuático se consideraron los estudiados realizados en las Playas del Tenis, Buey Vaca y el Judío.

### **Recreación**

Los métodos utilizados para estimar los beneficios asociados a la recreación fueron el de beneficio bruto, que se calcula multiplicando el beneficio potencial (máximo beneficio factible o posible a obtener en determinadas condiciones de explotación sostenible expresado en términos físicos) por el precio (Cristeche & Penna, 2008) y el método de costo de oportunidad que se basa en el concepto de utilizar recursos para otros propósitos usualmente sin precios o fuera del mercado (Barzev, 2002). Más que tratar de medir directamente los beneficios logrados por la preservación de estos recursos lo que se trata de hacer es cuantificar cuánto ingreso debe sacrificarse para satisfacer el servicio.

Playa el tenis:

Esta playa, es la más conocida y visitada en la ciudad de Matanzas. A pesar de que su ubicación en el litoral de la bahía matancera la define como zona de interfase tierra – mar por lo que cumple importantes funciones ecosistémicas de regulación y de defensa ante los eventos extremos, llama la atención que en las entrevistas aplicadas sólo dos de los entrevistados señalaron estos beneficios y en lugar de ello insisten en el valor recreativo de la misma. Es de destacar que se reconoce que toda la zona en la que está enclavada la playa El Tenis, mantiene un valor contemplativo - paisajístico, y constituye una interface espacial del corredor urbano y turístico-recreativo entre la parte oeste y este de la ciudad de Matanzas.

Como se ha comprobado en los análisis realizados y en las entrevistas practicadas El Tenis tiene una gran significación para la recreación y formación cultural de la población de Matanzas, y cumple una función estratégica como opción complementaria y más asequible con respecto a la playa de Varadero.

Se determinó como beneficios a incluir en la valoración económica de la bahía los ingresos de las ventas de gastronomía vinculadas a la playa que fueron de aproximadamente 2000,2 MP y el ahorro por el costo de oportunidad de no viajar a Varadero en 0,4 MP.

### **Playa Buey Vaca**

La playa "Buey Vaca", ubicada en la costa norte del municipio Matanzas, en la provincia de igual nombre, es una playa interior, con una longitud total de 23 m, y el ancho promedio es de 19.8 m. En la presente investigación a partir de identificación de los bienes y servicios ecosistémicos de la playa Buey Vaca, y considerando la importancia de su función turístico-recreativo, se desarrolla una valoración económica, basada en un análisis de los beneficios que reporta esta playa fundamentalmente por aquellos que se benefician directamente de esta zona de playa, principalmente Gastronomía Municipal. Los beneficios estimados fueron: Los ingresos de las ventas de gastronomía. 0,15 MP

El ahorro por el costo de oportunidad de no viajar a Varadero. 132,0 MP

### **Deportes acuáticos (actividades deportivas que se realizan en la bahía**

Se estima el costo de oportunidad del traslado de los deportistas (28) a otra playa (el Mamey). Aplicando el supuesto de no poder realizar deportes los estudiantes de la Base Náutica Camilo Cienfuegos en la playa El Judío, se requiere del traslado de la vela hacia la playa El Mamey. El costo de oportunidad estimado asciende a 11,7 MP.

### **Servicios de Aprovisionamiento**

Dentro de esta categoría de servicios ecosistémicos se consideraron:

- Alimentos: Este servicio está relacionado con la captura de peces (sardina, jaiba y mojarra), la cual se utiliza por los pescadores como carnada. Se entrevistaron a pescadores, lo que permitió estimar un volumen de captura diaria (como promedio 3 cubetas de 14 kg cada una). Lo que equivale a \$120.00. Estimado beneficio bruto al año: 131,4MP.

- Agua para enfriamiento. Se determinó por el costo de oportunidad de la no generación de energía eléctrica de la central Antonio Guiterras, al no poder usar el agua de la bahía para el enfriamiento lo que representa un costo de oportunidad de 184990,7 MP

- Servicio marítimo portuario. En este servicio se incluye el beneficio bruto de Comercializadora de combustible que representa un valor anual de 622918,0 MP.

A manera de resumen se muestra en la tabla 1 un aproximado del valor estimado de bienes y servicios ecosistémicos de la bahía de Matanzas.

**Tabla 1.** Valor estimado de algunos Servicios Ecosistémicos de la bahía de Matanzas

Tipo de Servicio	Servicio	Valor anual (MP)
Servicio cultural	Identidad	4800,0
	Recreación	2132,8
	Deporte acuático	11,7
Servicios de Aproveccionamiento	Alimentos	131,4
	Agua para enfriamiento	184990,7
	Servicio marítimo portuario	62291,8

Con la estimación del valor económico de algunos de los SE de la bahía se procede con la valoración económica de daños (Etapa 2), teniendo en cuenta que el daño ocasionado por el derrame sobre esos servicios es el que será objeto de evaluación

Para la evaluación del impacto ambiental se creó un grupo multidisciplinario de especialistas de diferentes organismos, coordinado por la Unidad de Medio ambiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y con la participación de instituciones implicadas, tales como Empresa Comercializadora de Combustible de Matanzas, Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Universidad de Matanzas, Centro de Servicios Ambientales, entre las principales.

El método utilizado para la evaluación de impactos fue la RIAM (*Rapid Impact Assessment Matrix*), que posibilita una evaluación rápida y clara de los impactos (Rodríguez, Iglesias, Noda, Mallea, & Quintana, 2011). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Matriz de Impacto

Componentes	ES	RV_A	RV_N	A1	A2	B1	B2	B3
Pesca	0	N	0	1	0	1	1	1
Actividad marítimo portuaria	-20	-C	-3	4	-1	2	2	1
Agua para abastecer sistemas de enfriamiento de termoeléctrica	0	N	0	3	0	1	1	1

Identidad	-20	-C	-3	4	-1	2	2	1
Recreativo	-5	-A	-1	1	-1	2	2	1
Deportivo	-15	-B	-2	3	-1	2	2	1
Purificación de aguas	0	N	0	1	0	2	1	1
Sumidero de carbono	0	N	0	2	0	2	1	1
Ciclado de nutrientes	-9	-A	-1	3	-1	1	1	1
Hábitat	0	N		1	0	1	1	2

**Leyenda:****ES:** Puntuación de Evaluación de los Criterios**B1:** Permanencia**RV\_A:** Rango de valores alfabético**B2:** Reversibilidad**RV\_N:** Rango de valores numérico**B3:** Acumulación**A1:** Importancia de la condición**A2:** Magnitud del cambio/efecto

Con las puntuaciones de evaluación de los criterios, se construyó un índice de magnitud del impacto a partir del rango de valores numérico con la ecuación 1.

$$IMI = \frac{RV\_N}{\sum_{i=1}^6 RV\_N_i} \quad (1)$$

**Valoración económica del daño (VED)**

La valoración económica del daño se realizó considerando la afectación al ecosistema a partir del grado de afectación del valor económico total y la pérdida del combustible derramado, para ellos se utilizó la ecuación (2).

$$VED = D * \sum_{i=1}^N IMI_i * VSE_i + VPP \quad (2)$$

Donde:

*D*: Duración en días del daño*IMI<sub>i</sub>*: Valor del índice de magnitud del impacto del i-ésimo SE*VSE<sub>i</sub>*: Valor monetario estimado (\$/día) del i-ésimo SE*N*: Total de SE valorados*VPP*: Valor del combustible perdido

En la tabla 3 se muestra el valor de económico del daño sobre cada SE.

**Tabla 3.** Valoración económica del daño

Tipo de Servicio	Servicio	$IMI_i * VSE_i * 7$
Servicio cultural	Identidad	18,411
	Recreación	2,863
	Deporte acuático	0,029
Servicios de Aprovevisionamiento	Alimentos	0,000
	Agua para enfriamiento	0,000
	Servicio marítimo portuario	238,927

El valor del combustible perdido ascendió a 1.8 MP, de esta forma la valoración total del daño por el derrame de hidrocarburo en la bahía estimó en 262,0 MP

### **Estimación de los costos de restauración**

Esta técnica es sencilla de aplicar y se acomoda bien a la realidad cubana, donde el estado sería el responsable de implementar el proyecto de restauración. El método asume que la restauración es posible.

Este método consiste en estimar los costos de restaurar parcial o totalmente un ecosistema sujeto a daños potenciales o reales causados por un evento extremo (Azqueta, Alviar, Domínguez, & O’Ryan, 2007). En ese sentido, permite una estimación ex ante de los daños que se darían ante un eventual evento extremo. La clave está en obtener los costos de restauración promedio de una unidad de medida replicable.

Para la estimación de estos costos se consideraron todas las acciones realizadas por las empresas de REUCO, EMCOR y la UIM en la restauración del ecosistema dañado por el derrame, que representaron un costo en miles de pesos de 179,30; 93,90 y 520,10 respectivamente para un costo total de 793 300 pesos.

### **Otros costos asociados a los daños ambientales**

Además del costo de restauración al que se hizo referencia anteriormente, pueden ser determinados, si procede, como parte de la valoración económica del daño ambiental los costos de mitigación de impacto, los costos de sustitución de las disminuciones, los costos de mantenimiento del recurso. Estos son más sencillos de calcular a partir de la de información económica existente.

**Otros costos:** se consideran los gastos incurridos en la limpieza del buque que representó un gasto de 302 500 pesos.

## Conclusiones

La valoración económica de daños ambientales con enfoque ecosistémico se fundamenta en la aplicación de metodologías científicas adecuadas a las características del tipo de daño y ecosistema afectado, para ello se utilizan métodos de la economía ambiental que son utilizados en la actualidad en el ámbito internacional para evaluar los impactos ambientales. Estos métodos no compiten entre sí, de ahí que la selección de los mismos dependa de la problemática ambiental estudiada.

La evaluación del impacto sobre los diferentes servicios ecosistémicos brindados por la bahía siempre estuvo por debajo de un impacto negativo moderado. Resultando los de mayor impacto el cultural relacionado con la identidad del matancero y el de aprovisionamiento: servicios marítimos portuarios.

Los costos relativos al daño ascienden a 262.0 MP, los relativos a la restauración a 793,30 MP y 302,50 MP de otros costos, por lo que el costo total derivado del derrame asciende a 1357,8 MP, sin embargo, en estos costos que fueron valorados en moneda nacional hay una fuerte componente en CUC y USD.

## Referencias Bibliográficas

- Acevedo, Y. (2016). *Los servicios ecosistémicos culturales de la bahía de Matanzas. Su valoración económica*. Trabajo de diploma en opción al título de Licenciado en Economía. Universidad de Matanzas. (Licenciatura en Economía Pregrado), Universidad de Matanzas.
- Agardy, T., Davis, J., Sherwood, K., & Vestergaard, O. (2015). Medidas para la gestión ecosistémica de las zonas marinas y costeras *UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 189*: PNUMA.
- Assessment, M. E. (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. Informe de síntesis. Borrador final.
- Azqueta, D., Alviar, M., Domínguez, L., & O’Ryan, R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental* (S. A. U. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA Ed. Segunda ed.). España.

- Barzev, R. (2002). Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales *Proyecto Para La Consolidación Del Corredor Biológico Mesoamericano*.
- Casarín, R. S., Martínez, M. L., Moreno-Casasola, P., Baldwin, E. M., López-Portillo, J., Lithgow, D., . . . Tamborrell, M. B. (2017). *Aspectos generales de la zona costera*. UNAM: INECOL.
- Castañón del Valle, M. (2006). Valoración del daño ambiental. *PNUMA. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente*.
- CEPAL, N. (2018). Guía de ejercicios para la evaluación de desastres.
- CIMAB. (2012). Monitoreo de la calidad ambiental del Ecosistema de la Bahía de Matanzas (Vol. Programa Ramal Científico-Técnico: “Desarrollo Sostenible del Transporte y Medio Ambiente): Cimab.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., . . . Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1-16.
- Cristeche, E., & Penna, J. A. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. *Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales*, 3, 1-55.
- Chabalina, L., & Beltrán, J. (2000). *Diagnóstico de la calidad en las bahías y zonas costeras de Cuba y del gran Caribe*. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/cubcca005.pdf>
- Ferreiro, O. C., Campello, M. J. M., Puitberg, N. S., & Trejo, O. C. (2013). *La gestión efectiva de riesgo en ecosistemas frágiles. Franja Costera Sur Guantánamo. Alternativas para el desarrollo sostenible*. [http://www.altec2013.org/programme\\_pdf/1627.pdf](http://www.altec2013.org/programme_pdf/1627.pdf)
- Gómez, G., Gómez, C., & Rangel, R. (2015). *Guía Metodológica para la Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos (BSE) y Daños Ambientales*: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). República de Cuba.
- Mehvar, S., Filatova, T., Dastgheib, A., de Ruyter van Steveninck, E., & Ranasinghe, R. (2018). Quantifying economic value of coastal ecosystem services: a review. *Journal of marine science and engineering*, 6(1), 5.
- Ministerio de Justicia de la República de Cuba. (1997). *Ley no. 33/81: de protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales*. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Edición extraordinaria. La Habana.

- Prosser, D. J., Jordan, T. E., Nagel, J. L., Seitz, R. D., Weller, D. E., & Whigham, D. F. (2018). Impacts of coastal land use and shoreline armoring on estuarine ecosystems: an introduction to a special issue. *Estuaries and Coasts*, 41(1), 2-18.
- Rodríguez, L. R., Iglesias, J. C. M., Noda, R. S., Mallea, A. J. A., & Quintana, Y. R. (2011). Identificación y evaluación de los impactos ambientales en las zonas de plataforma marino costera I, II y III. Zonas de Gestión I y II. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/4212>

## Síntesis curricular de los Autores

**Dr. C. Mercedes Marrero-Marrero**<sup>1</sup> [mercedes.marrero@umcc.cu](mailto:mercedes.marrero@umcc.cu), <http://orcid.org/0000-0003-0804-2048> Graduada de Licenciatura en Economía en 1981, de la Universidad de Matanzas y de Doctor en Ciencias Económicas en 2002 por la Universidad de la Habana. Trabaja desde el 1986 como profesora titular de Microeconomía y Economía Ambiental en la Universidad de Matanzas. Sus intereses de investigación incluyen la valoración económica de los servicios ecosistémicos, Análisis macroeconómicos y gestión Ambiental.

**Dr. C. Maritza Petersson-Roldán**<sup>1</sup> [petersson.roldan@gmail.com](mailto:petersson.roldan@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0002-0453-3571> Graduada de Licenciatura en Matemáticas, en 1985, de la Universidad de La Habana, de Master en Técnicas de Optimización y apoyo a la decisión en 1999, de la Universidad Tecnológica de La Habana y el doctorado en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible en 2006 de la Universidad de Gerona, España. Desde 1985 hasta la fecha ha trabajado en la Universidad de Matanzas, es profesora titular en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Matanzas. Sus intereses de investigación incluyen: Técnicas de modelación y estadísticas de procesos y servicios productivos, la enseñanza de las matemáticas y la valoración económica de los servicios del ecosistema.

**M. Sc. Yenisleydis Monzón-Aldama**<sup>1</sup> [yenisleydis.monzo@umcc.cu](mailto:yenisleydis.monzo@umcc.cu), <http://orcid.org/0000-0002-1946-197X> Graduada de Licenciatura en Economía, en el 2006 en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Master en Administración de Empresas. Mención Administración Negocios en el 2012, en la Universidad de Matanzas y realizó el Diplomado en Administración Pública en la Escuela Superior de Cuadros y Reservas en el 2018. Profesora auxiliar en el departamento de matemática, en la actualidad vicedecana de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad. Sus intereses de investigación incluyen: Técnicas estadísticas, Instrumentos económicos para la gestión ambiental y Valoración económica de los servicios ecosistémicos.

## Institución de los autores

<sup>1</sup> Universidad de Matanzas

**Fecha de Recepción:** 29 de mayo 2020

**Fecha de Aprobación:** 15 de junio 2020

**Fecha de Publicación:** 31 de julio 2020