



# Proyectos potenciales de restauración de recursos naturales afectados por el derrame de petróleo del Morris J. Berman en la Zona Histórica Nacional de San Juan y áreas cercanas a lo largo de la costa norte de Puerto Rico:

## Resúmenes del proyecto

*Preparado por:*

El Consejo de Fiduciarios

National Oceanic and Atmospheric Administration

(Administración Nacional de la Atmósfera y el Océano)

Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources

(Departamento de Recursos Naturales y del Medio Ambiente de Puerto Rico)

National Park Service

(Servicio Nacional de Parques)

Abril de 2006

*Prepared by:*

TETRA TECH, INC.

P.O. Box 79192

Carolina, PR 00979

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL INCIDENTE .....</b>	<b>1-1</b>
<b>2. proyectos de restauración de arrecifes .....</b>	<b>2-1</b>
2.1    Construcción del Hábitat de Arrecife Modular (Proyecto de Fondo Duro de Poca Profundidad) .....	2-2
2.2    Mitigación de la sedimentación de arrecifes .....	2-5
2.3    Compra de recursos equivalentes a los perdidos .....	2-6
2.4    Proyecto de restauración de hierbas marinas .....	2-9
<b>3. PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE PLAYAS .....</b>	<b>3-1</b>
3.1    Compra de terrenos para conservación.....	3-2
3.2    Mejor acceso a las playas públicas.....	3-4
3.3    Mejor disfrute de las playas públicas .....	3-5
<b>4. 4.0 PROYECTOS PARA COMPENSAR POR EL USO PERDIDO O DISMINUIDO DE LA ZONA HISTÓRICA NACIONAL.....</b>	<b>4-1</b>
4.1    Mejoramiento y extensión del Paseo de la Costa.....	4-2
4.2    Restauración de la Batería Flotante de El Morro.....	4-6
4.3    Limpieza y estabilización de los muros exteriores de los Sitios Históricos .....	4-8
<b>5. 5. REFERENCIAS .....</b>	<b>5-1</b>

## Lista de Figuras

Figura 1-1.	Sitio de la encalladura y área circundante .....	1-1
Figura 2-1.	Representación esquemática de un área de restauración tipo mosaico antes y después de la restauración de hierbas marinas junto con la creación de un arrecife artificial	2-1
Figura 2-2.	Vista lateral de un módulo de arrecife de bajo perfil del Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida.....	2-2
Figura 2-3.	Relleno de una cavidad con ayuda de una manguera flexible de gran diámetro .....	2-7
Figura 2-4.	Ejemplo de un bufadero (cavidad) relleno y nivelado hasta el mismo nivel del área circundante. ....	2-7
Figura 2-5.	Ejemplo de una unidad de siembra de <i>Syringodium filiforme</i> (Hierba de manatí) .	2-8
Figura 4-1.	Características de la Zona Histórica Nacional de San Juan y del Viejo San Juan	4-1
Figura 4-2.	Vista aérea oblicua del Viejo San Juan.....	4-1
Figura 4-3.	Fase I Paseo de la Costa, Batería Flotante y área del muro propuesta para renovación .....	4-1
Figura 4-4.	Paseo de la Costa Fase II.....	4-2
Figura 4-5.	Vista de cerca del murillo de piedra para sentarse y bolardos en la Batería Flotante .....	4-3

Figura 4-6.	Vista hacia el Este, al final del Paseo .....	4-3
Figura 4-7.	Vista hacia el Este, a través del cementerio .....	4-3

### **Lista de Tablas**

Tabla 1-1.	Fondos de la Indemnización .....	1-2
Tabla 1-2.	Proyectos propuestos y costos estimados .....	1-2
Tabla 3-1.	Costos típicos de compra de terrenos para conservación.....	3-3
Tabla 3-2.	Costos estimados de proyectos para mejorar la calidad del uso de las playas.....	3-6
Tabla 4-1.	Costo total de las mejoras y extensión del Paseo de la Costa.....	4-5
Tabla 4-2	Fase II Estimados de tiempos de finalización del proyecto del Paseo de El Morro.....	4-5

---

## **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL INCIDENTE**

---

El 7 de enero de 1994, la barcaza Morris J. Berman, cargada con 1.5 millones de galones de petróleo combustible No. 6, encalló cerca de San Juan, Puerto Rico, después de la ruptura que sufriera el cable que utilizaba el remolcador Emily S. para halarla. La embarcación encalló en un arrecife cerca de Punta Escambrón, lo cual causó la ruptura de algunos de sus tanques y dio como resultado un derrame inicial de unos 800.000 galones de petróleo en las aguas costeras, incluyendo aquellas adyacentes a la Zona Histórica Nacional de San Juan. La Figura 1-1 muestra un mapa del sitio de la encalladura y del área alrededor. El 15 de enero de 1994, después de limpiar la mayor parte del petróleo restante en la embarcación, la Guardia Costanera de Estados Unidos sacó a flote, transportó y posteriormente hundió la barcaza en una profundidad de 6.100 pies de agua, a unas 20 millas náuticas al norte-nordeste de San Juan. Se estimó que durante las operaciones de puesta a flote y remolque ocurrió un derrame secundario de hasta 125.000 galones, compuesto de una mezcla de agua y petróleo. Finalmente, el petróleo se extendió por la mayor parte de la costa del norte y del noroeste de Puerto Rico, dañando recursos a lo largo de la línea costera.

La Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera (NOAA, por su sigla en inglés), el Servicio Nacional de Parques (NPS, por su sigla en inglés) y el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico son los Fiduciarios de recursos naturales para este incidente. Sus deberes incluyen la planificación e implementación de proyectos de restauración apropiados. Con objeto de alcanzar un acuerdo sobre el valor de la indemnización por los daños ocurridos, los Fiduciarios identificaron proyectos potenciales para tratar los daños ocurridos. El arreglo acordado, hecho el 28 de diciembre de 2000, entre el gobierno de los Estados Unidos, el Estado Libre Asociado de Puerto Rico y las partes responsables del derrame, solucionó las reclamaciones presentadas por concepto de daños sufridos a los recursos naturales y proporcionó a los Fiduciarios fondos por valor de \$9.688.563 para proyectos de restauración compensatoria. Un Memorando de Entendimiento entre los Fiduciarios asigna la indemnización obtenida a acciones de restauración en tres categorías de daños – daños a los arrecifes por la encalladura de la embarcación, pérdida del uso recreativo de playas y pérdida del disfrute de los recursos de sitios históricos nacionales.

Después del arreglo de las reclamaciones, los Fiduciarios deberán elaborar un Proyecto de Plan de Restauración y Evaluación Ambiental (Proyecto de Plan) (NOAA et al. 2006) para los recursos naturales y el potencial que se vio afectado por el derrame y brindar al público la oportunidad de expresar su punto de vista. Para facilitar la revisión por parte del público, los Fiduciarios han creado breves sinopsis de proyecto para uso durante las reuniones públicas como medio de informar al público acerca de las acciones de restauración potenciales que se están planeando. Cada una de las sinopsis resume un proyecto potencial de restauración identificado por los Fiduciarios. También se insta al público a proponer proyectos de restauración y hacer comentarios durante la fase de planificación de la restauración. Las personas que deseen más información deberán consultar el Proyecto de Plan, el cual está disponible a través de los Fiduciarios.

La cantidad de fondos de la indemnización asignados para cada categoría de daños a los recursos se muestra en la Tabla 1-1. El interés devengado por el dinero disponible se utilizará para proyectos de restauración seleccionados, según sea apropiado.

**Tabla 1-1. Fondos de la Indemnización**

Categoría de daños a los recursos	Fondos disponibles
Daños al arrecife	\$5.715.313
Uso recreativo de la playa y daños	\$2.273.063
Uso humano perdido y disminuido de la Zona Histórica Nacional	\$1.493.604
Planificación, supervisión y administración ambientales	\$ 206.583
<b>Total de fondos</b>	<b>\$9.688.563</b>

<sup>a</sup> La indemnización original incluía una suma adicional de \$2.811.437 otorgada para cubrir costos de evaluación. Dicha suma fue desembolsada a las respectivas agencias como reembolso por gastos pasados. Los fondos mostrados en la Tabla 1-1 son los fondos disponibles netos que deberán gastarse en cada una de las categorías de daños, de conformidad con un Memorando de Entendimiento firmado entre las partes.

Los proyectos propuestos aparecen en la Tabla 1-2 y las sinopsis de los proyectos propuestos están agrupadas por tres tipos de daños en los capítulos subsiguientes. Después de evaluar los aportes del público sobre el Proyecto de Plan y cualquier otro proyecto que el público pudiera proponer, los Fiduciarios prepararán un Plan Final en el que incorporarán las opiniones del público. En ese momento, los proyectos y los presupuestos propuestos para proyectos individuales se ajustarán a los fondos disponibles en cada categoría. Los representantes de los Fiduciarios pueden contactarse en las direcciones listadas en el Proyecto de Plan.

**Tabla 1-2. Proyectos propuestos y costos estimados**

Recurso y categoría de servicio con financiamiento	Proyectos propuestos	
	Costo estimado*	Nombre del proyecto
Restauración del arrecife  • \$5.715.313 en Fondos disponibles	\$5.062.121 <sup>a</sup>	Construcción del Hábitat de Arrecife Modular (Proyecto de Fondo Duro de Poca Profundidad)
	Hasta \$5.715.313	Mitigación de la sedimentación de arrecifes
	Hasta \$5.715.313	Compra de recursos equivalentes a los perdidos
	\$565,000	Restauración de hierbas marinas
Uso recreativo de playas  • \$2.273.063 en Fondos disponibles	\$3.9740.500a	Compra de terrenos para conservación
	Costo no determinado	Mejor acceso a las playas públicas
	\$3.97400.750a	Mejor disfrute de las playas públicas
Uso perdido y disminuido de	\$196.594	Mejorar el Paseo de la Costa – Opción 1, Tratamiento de superficie no resbaladiza
Zona Histórica Nacional de San Juan Recursos del sitio  • \$1.493.604 en Fondos disponibles	\$205.318	Construcción del Mirador de la Batería Flotante – Opción 2
	\$974.142	• Opción 3. Extensión del Paseo desde el Mirador de la Batería Flotante hasta El Morro
	\$2.274.800	• Opción 4. Extensión desde El Morro hasta el Cementerio de San Juan
	\$3.567.957	• Opción 5. Extensión desde La Perla hasta la Garita del Diablo
	\$1.889.056	• Opción 6. Extensión desde la Garita del Diablo hasta La Princesa
	\$1.363.666	• Opción 7. Extensión desde La Princesa hasta la Plaza del Capitolio
	\$ 10.069.621	Extender el Paseo de la Costa (Subtotal de las Opciones 3 a 7)
	\$10.471.533	Mejorar y extender el Paseo de la Costa – Gran Total para todas las 7 Opciones.

Proyectos potenciales de restauración de recursos naturales afectados por el derrame de petróleo del Morris J. Berman : Resumen del Proyecto

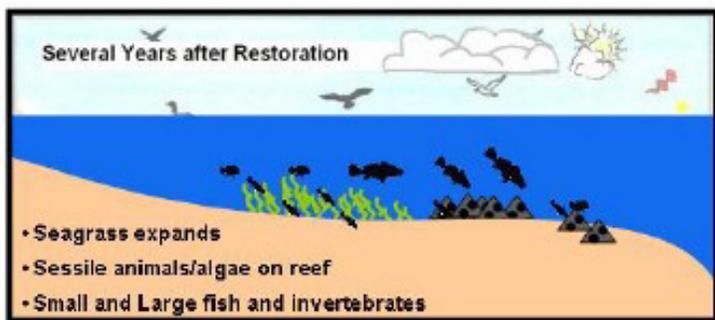
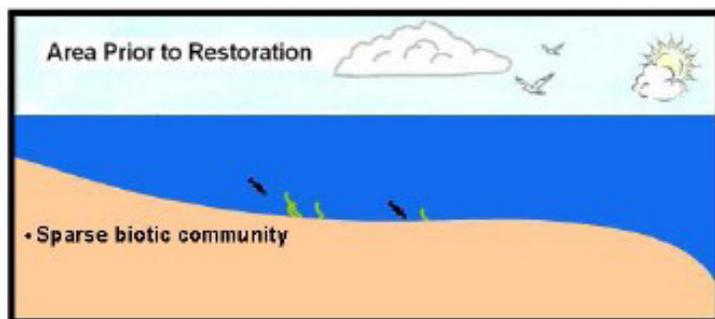
Recurso y categoría de servicio con financiamiento	Proyectos propuestos	
	Costo estimado*	Nombre del proyecto
	\$140.000	Restauración de la Batería Flotante de El Morro
	\$350.000	Limpieza y estabilización de los muros exteriores de la Zona Histórica

<sup>a</sup> Los costos están expresados en dólares del 2002. Los costos indicados en la Tabla 1-2 son estimados de 2005.

## 2. PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE ARRECIFES

Los Fiduciarios proponen cuatro proyectos potenciales de restauración de arrecifes para restaurar o reemplazar potencial ecológico comparable en sitios cercanos al lugar donde encalló la embarcación y que compensarían por la pérdida del uso de la estructura de los arrecifes a consecuencia de los daños ocasionados por la encalladura de la embarcación. La restauración compensatoria proporcionaría compensación por el potencial perdido a consecuencia del incidente y que continuaron estando perdidos o disminuidos durante la recuperación de los recursos dañados.

Con objeto de identificar los proyectos de restauración compensatoria, los Fiduciarios evaluaron la



**Figura 2-1. Representación esquemática de un área de restauración tipo mosaico antes y después de la restauración de hierbas marinas junto con la creación de un arrecife artificial**

idoneidad de hábitat marinos cercanos para asimilar las actividades de restauración. Su análisis estuvo basado en la similitud de funciones ecológicas proporcionadas por cada hábitat. Se realizó un Análisis de Aptitud del Hábitat (MRI 2005) utilizando conjuntos de datos existentes compilados a partir de la extensa bibliografía regional y bases de datos de especies marinas. Este estudio clasificó los hábitat de fondos duros en aguas poco profundas, hierbas marinas, manglares y fondos duros en aguas profundas según su menor parecido con el arrecife dañado. El arrecife dañado fue un arrecife eolianita que es un antiguo sistema de dunas de arenas fosilizado, sumergido producto del nivel ascendente del mar y generalmente poblado de corales duros y blandos, así como de otros organismos de arrecifes. Los factores de similitud incluían los números de especies de arrecifes de eolianitas presentes y el potencial ecológico existente. Basándose en ese análisis, los proyectos ofrecerían oportunidades de valor comparable a la hora de restaurar y reemplazar el potencial perdido de arrecifes si está situado en hábitat de fondo duro y aguas poco profundas o en mosaicos de hábitat donde el fondo

duro en aguas poco profundas está unido a uno o más hábitat, según se ilustra en la Figura 2-1. Los cuatro proyectos propuestos de arrecifes en los resúmenes se hicieron en reconocimiento de esta técnica de transferencia de beneficios.

Si bien los Fiduciarios han identificado proyectos específicos de restauración de arrecifes en el curso de sus actividades de planificación de la restauración, como parte del proceso de participación del público, recibirán con agrado ideas sobre proyectos de fondo duro en aguas poco profundas u otras ideas de restauración. Los Fiduciarios considerarán todos los proyectos por su mérito y harán recomendaciones sobre una alternativa preferida después de evaluar sistemáticamente las alternativas identificadas.

## 2.1 Construcción del Hábitat de Arrecife Modular (Proyecto de Fondo Duro de Poca Profundidad)

### *Descripción del proyecto y ubicación*



**Figura 2-2. Vista lateral de un módulo de arrecife de bajo perfil del Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida**

Los Fiduciarios evaluaron las alternativas de restauración compensatorias que consisten en situar réplicas de arrecifes de cemento prefabricado en un fondo duro de aguas poco profundas para crear un nuevo hábitat similar al arrecife rocoso destruido. Módulos de arrecifes prefabricados similares se han utilizado en otras partes de los Estados Unidos para restaurar los arrecifes de coral afectados por buques encallados. Esta alternativa consistiría en utilizar tecnología establecida para construir y situar réplicas de arrecifes de cemento de modo que se pueda proporcionar un conjunto de funciones ecológicas deseables. Por ejemplo, un arrecife modular se puede diseñar para elevar al máximo el perfil vertical, el área de su superficie para beneficio de los organismos que se asientan en

el arrecife, el hábitat para peces de mar abierto y aquellos que habitan en grietas, o una combinación de funciones ecológicas. Para elaborar un estimado de costo para el arrecife construido, los Fiduciarios consideran un número de unidades prefabricadas que serán apropiadas para el sitio propuesto. Con el fin de obtener un precio, los Fiduciarios seleccionaron un diseño de arrecife que combina tipos de unidades de arrecifes construidos de bajo nivel y de alto nivel que se han instalado en otras partes del Caribe y han demostrado ser eficaces.

La Figura 2-2 muestra un tipo de módulo de arrecife artificial que imita un arrecife natural. El módulo, proporcionado para fines de ilustración solamente, fue construido para reparar daños a un arrecife en el Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida, y fue diseñado para que desempeñara funciones estéticas y de hábitat.

El proyecto para construir y situar réplicas de arrecifes de cemento en un ambiente de fondo duro y aguas profundas podría ser ubicado en una o más áreas favorables frente a la costa norte de Puerto Rico, donde las condiciones para la ubicación del módulo y la estabilidad a largo plazo no son tan difíciles como en el sitio donde encalló la embarcación.

### **Antecedentes**

La creación de un arrecife artificial que imita un arrecife coralino de fondo duro y de bajo relieve es un hábitat compensatorio identificado en el Análisis de Aptitud del Hábitat. Un proyecto de creación de hábitat como éste tendría múltiples beneficios si se sitúa en un área ampliamente accesible cerca de la costa. Por ejemplo, un arrecife artificial proporcionaría a los residentes y visitantes una oportunidad única para ver y apreciar algunos de los hábitat marinos de aguas poco profundas más sensibles y valiosos, así como proporcionar alguna cantidad de potencial y funciones perdidas de ese hábitat.

Para compensar por la pérdida de las funciones proporcionadas por los arrecifes, los Fiduciarios proponen construir un arrecife de escala apropiada que se situaría costa afuera en profundidades entre 5 y 30 metros para replicar características del sitio donde encalló la embarcación. A juicio de los Fiduciarios, la fuerza provocada por las grandes olas y las aguas poco profundas en el sitio donde encalló la embarcación hacen imposible y costosa la construcción allí. El arrecife construido costa afuera proporcionará funciones comparables a las perdidas, tales como un substrato que aprovecharían para asentarse y colonizar los corales y otros organismos sésiles de la flora y la fauna de los arrecifes, a la vez que brindaría un hábitat adecuado para otros organismos asociados con el arrecife. El tamaño de un proyecto de fondo duro en aguas poco profundas sería inversamente proporcional al costo por unidad de la técnica de restauración. Una técnica más costosa daría como resultado un proyecto que cubriría un área más pequeña.

### **Relaciones con respecto a los daños causados por la encalladura**

El trastorno físico causado en el arrecife tiene repercusiones a largo plazo en su ecosistema. Antes de la encalladura, el arrecife proporcionaba un hábitat estable y tridimensional para peces, moluscos, corales, algas, esponjas, equinodermos y muchos otros tipos de organismos. El arrecife proporcionaba alimento, y un lugar para la reproducción y la cría a muchos organismos, y servía de apoyo a muchas actividades de recreo, incluso la pesca deportiva y el buceo. El arrecife también servía como barrera natural, protegiendo la línea costera durante las tormentas. Todas estas funciones se han visto interrumpidas por la encalladura y las subsecuentes acciones de respuesta al incidente. La pérdida de los afloramientos de roca vertical y otros substratos rocosos aplastados por la embarcación encallada y el potencial específico asociado con ellos son pérdidas permanentes.

Los Fiduciarios reconocen que un proyecto de reemplazo de fondo duro en aguas poco profundas podría tomar muchas formas. El Análisis de Aptitud del Hábitat específicamente identifica los arrecifes artificiales construidos para imitar los hábitat naturales de fondo duro situados en un fondo duro y de poca profundidad como elementos que potencialmente cumplen con los objetivos de

reemplazo del potencial ecológico. Proporcionaría incluso mejor reemplazo si está situado próximo a uno o más hábitat (i.e. manglares, hierbas marinas) donde podría tener lugar una restauración adicional (Figura 2-1). Este enfoque de mosaico con respecto a la implantación de estructuras de arrecifes cerca de otros hábitat ofrece la oportunidad de beneficiar las etapas juveniles y adultas de especies asociadas con el arrecife eolianita dañado.

Los Fiduciarios considerarán también diseños alternativos que cumplan con los objetivos del proyecto de fondo duro en aguas poco profundas. Por ejemplo, los Fiduciarios saben de una formación coralina de cuerno de arce (*Acropora palmata*) cerca del sitio donde encalló la embarcación en Punta Escambrón que podría beneficiarse de un proyecto de restauración. Si bien no se consideró en el Análisis de Aptitud del Hábitat, la restauración del coral cuerno de arce podría cumplir con los objetivos de restauración. De modo que si bien los Fiduciarios tienen recomendaciones específicas sobre las que basarán la selección de su alternativa preferida, aceptan con agrado otras ideas sobre proyectos de fondo duro en aguas poco profundas como parte del proceso de participación del público.

### **Costo y calendario del proyecto**

Los Fiduciarios se basaron en experiencias anteriores y factores de costo de proyectos de restauración y mitigación comparables que se han realizado en otros lugares de Estados Unidos y utilizan módulos de arrecifes prefabricados similares como una base para estimar que el costo ascenderá aproximadamente a \$5.062.121. El estimado incluye costos para inspección de sitios, diseños de ingeniería, gestión de construcción y fabricación e instalación de módulos. El personal y la mayor parte del equipo necesarios para instalar los módulos comercialmente disponibles se pueden obtener fácilmente en Puerto Rico. En este momento no se ha determinado un calendario de implementación, pero el mismo se crearía durante la fase de diseño y planificación del proyecto.

## **2.2 Mitigación de la sedimentación de arrecifes**

### ***Descripción y ubicación del proyecto***

Los Fiduciarios evaluaron la rehabilitación del arrecife natural de Submarine Gardens, situado costa afuera de la Laguna de Torrecillos, sepultada por sedimentos producidos por la construcción de un puerto deportivo comenzada en los años cuarenta. Esta alternativa de restauración requeriría el dragado para poner al descubierto el sustrato de arrecife rocoso y eliminación del sedimento que lo cubre, lo cual finalmente llevaría a la recolonización por organismos típicos de un arrecife. La alternativa requeriría también medidas adicionales para contener y controlar sedimentaciones futuras.

Este proyecto para exhumar y restaurar un arrecife natural existente, “Submarine Gardens”, casi completamente sepultado por sedimentos, se sitúa aproximadamente de 7 a 10 millas al este del sitio donde encalló la embarcación, cerca de la costa, en las proximidades de la Laguna de Torrecillos.

### ***Antecedentes***

Esta alternativa consistiría en la rehabilitación de un arrecife natural existente que ha sido casi completamente sepultado por sedimentos como resultado de la construcción de un puerto deportivo y los canales asociados al mismo. Submarine Gardens era un sitio de buceo recreativo popular para los puertorriqueños antes de la destrucción del arrecife. Esta alternativa podría beneficiar a numerosos recursos naturales de la misma manera que la construcción de un arrecife modular, y presentaría la misma problemática relativa a la seguridad pública que un nuevo arrecife. Sin embargo, los administradores de recursos de Puerto Rico piensan que la contención del volumen de sedimento sería un proyecto continuo que exigiría mano de obra intensiva además de altos costos imposibles de predecir. El éxito potencial de este proyecto podría ser incierto debido a dificultades en contener la sedimentación y a la recuperación del largo arrecife cubierto. Se puede esperar que el dragado y el desecho de sedimentos causen daños colaterales a los recursos naturales.

### ***Relaciones con respecto a los daños causados por la encalladura***

La restauración de esta estructura de arrecife dañada produciría potencialmente funciones ecológicas similares a los del arrecife perdido en el sitio donde encalló la embarcación. Esta alternativa podría beneficiar a numerosos recursos naturales de la misma manera que la construcción y el despliegue de un arrecife modular.

### ***Costo y calendario del proyecto***

No se han establecido aún costos o un calendario para este proyecto. Consecuentemente con esta sinopsis, los fondos disponibles para la categoría de restauración de arrecifes, a saber \$5.715.313, se utilizan como una cantidad máxima permitida para esta intervención; ahora bien, los Fiduciarios podrían decidir utilizar una proporción más pequeña de los fondos disponibles para mitigar los sedimentos en una parte de Submarine Gardens mientras que al mismo tiempo podrían gastar el resto de los fondos de restauración del arrecife en otros proyectos. Las categorías de costo típicamente asociadas con proyectos de dragado de sedimentos incluyen la inspección de sitios, diseños de ingeniería, gestión de la construcción, dragado y eliminación de la cubierta de sedimentos, así como las medidas para mitigar o evitar la resedimentación.

## 2.3 Compra de recursos equivalentes a los perdidos

### **Descripción y ubicación del proyecto**

Este proyecto compensatorio implica la compra, preservación y mejora de hábitat costeros que proporcionan funciones comparables y similares a los arrecifes perdidos. En este momento, los Fiduciarios son sólo capaces de discutir una estrategia de compra y los tipos relativos de beneficios y características de proyecto debido a la sensibilidad del proceso potencial de transacciones para la compra de terrenos y las diligencias de debido proceso. Sin embargo, la naturaleza de los tipos de hábitat y los objetivos del proceso de compra se pueden resumir.

El proyecto podría incluir ya sea categorías de hábitat únicas o un mosaico de tipos de hábitat, dependiendo del momento en que estén disponibles esos hábitat para la compra. Los tipos de hábitat que se considerarían podrían incluir hábitat en la línea costera, con terrenos colaterales sumergidos tales como manglares, hierbas marinas o alguna combinación de hábitat deseables.

La selección cuidadosa de una parcela para comprarla podría resultar en una preservación de funciones de otros hábitat posibles. Por ejemplo, si el hábitat de hierbas marinas está cerca de mangles, parte de la protección que viene de la compra se extenderá a los hábitat adyacentes de hierbas marinas. De esta manera, el potencial existente del hábitat de hierbas marinas está protegido contra el desarrollo urbano de la misma manera que el hábitat de mangles. Asimismo, los efectos secundarios del desarrollo urbano, tales como el aumento del tráfico de embarcaciones de motor, la demanda de muelles y dársenas y el dragado para permitir el acceso de las embarcaciones desaparecerán como amenazas para ambos. Si bien una estrategia de compra no trae un aumento neto de funciones del hábitat, sí preserva las actuales y las protege contra el impacto negativo de la urbanización de los terrenos. A medida que surgen oportunidades para el financiamiento, se podrían hacer mejoras adicionales en cualquier parcela comprada.

### **Antecedentes**

Un medio de compensar al público por los daños causados al arrecife sería a través de la compra de recursos o servicios equivalentes (i.e. mediante la compra de propiedad). Para que la compra de propiedad sea considerada una alternativa de restauración viable, la propiedad debería, como mínimo, contener uno o más hábitat que, según el Análisis de Aptitud del Hábitat (MRI), hayan demostrado ser capaces de proporcionar potencial de hábitat a aquellos recursos naturales que utilizan arrecifes eolianitas. Entre los tipos de hábitat se encontrarían, aunque no limitados a ellos, arrecifes eolianitas, arrecifes de coral (pasta de coral y arrecifes costeros), lechos de hierbas marinas, colonias de coral de fondo duro/blando y manglares y lagunas de manglares.

Además de funciones de hábitat, los Fiduciarios identificaron otras características y rasgos que apoyarían la selección de una alternativa que consistiría en la compra de propiedades. Se daría gran preferencia a las propiedades que contienen un hábitat escaso tales como los bosques de humedales tropicales del tipo *Pterocarpus officinalis* (también conocidos como Palo de pollo) (UPR 2006), o que sirven de refugio a especies raras, amenazadas o en peligro de extinción. De modo similar, las propiedades que contienen importantes valores ecológicos, ya sea debido al tamaño, composición del hábitat o ubicación geográfica, recibirían tratamiento preferencial a la hora de hacer la selección. Asimismo, las propiedades que tienen el potencial de cumplir con múltiples objetivos de restauración tales como aumentar el acceso del público a la playa y los hábitat de dunas para

recreación, conservan los fondos de la indemnización al reducir los costos de transacción de la restauración. Cuando se evalúan propiedades individuales, los Fiduciarios tendrían en cuenta la probabilidad de que futuros desarrollos urbanos pudieran reducir o eliminar los recursos naturales y el potencial de esa propiedad. Las propiedades no amenazadas por la urbanización tienen menos probabilidades de ser incluidas en la lista de compras.

La compra del hábitat de mangles fue identificada como el componente principal de esta alternativa de restauración de arrecifes por muchas razones. El hábitat de mangles costero se está convirtiendo en algo cada vez más escaso debido al desarrollo urbano. Los terrenos bajo administración gubernamental o los terrenos protegidos contra el desarrollo mediante servidumbre de uso en materia de conservación podrían estar disponibles para restauración, pero los terrenos privados que no estén bajo tales amparos con toda probabilidad nunca estarían disponibles para compra o restauración una vez que se construya en ellas. La oportunidad para restaurar hábitat de mangles parte del supuesto de que la tierra está disponible para conservación. Los Fiduciarios preferirían proteger una parcela de tierra bajo amenaza de urbanización y preservar las funciones ecológicas actuales en vez de emprender un proyecto de restauración más pequeño, pero igualmente costoso, para reemplazar el potencial perdido del hábitat.

Además del hábitat de mangles y de hierbas marinas, se considerarían otros hábitat cuando se evalúen compras potenciales. Por ejemplo, el hábitat de playas y dunas, de importancia para los nidos de las tortugas marinas, podrían desempeñar un papel a la hora de determinar cuáles propiedades son consideradas para la compra.

### ***Relaciones con respecto a los daños causados por la encalladura***

Esta alternativa consistiría en sustituir las funciones derivadas de humedales tales como hábitat de hierbas marinas por funciones perdidas del arrecife dañado. Esto requeriría seleccionar un parámetro común (algo que puede ser medido fácilmente), tal como la producción de peces, para clasificar el potencial de los diferentes hábitat con el fin de determinar la escala apropiada de un proyecto de restauración compensatoria. El Análisis de Aptitud del Hábitat (MRI, 2005) clasificó el hábitat de mangles como el segundo hábitat más semejante al de eoleanitas por la gran semejanza de las especies herbívoras que lo habitan, después de considerar el de fondo duro en aguas llanas. El hábitat de hierbas marinas se clasificó en tercer lugar en general y fue identificado como un hábitat importante para el reclutamiento. La diferencia entre los mangles y las hierbas marinas fue relativamente menor y ambas fueron consideradas similares en términos del potencial para reemplazar el hábitat. Los beneficios de la compra del hábitat se pueden unir a lo ganado con la restauración de otros proyectos tales como el de la construcción de hábitat de arrecife modular en fondos duros de aguas poco profundas, situando y seleccionando cuidadosamente ambos tipos de alternativas de restauración.

### ***Costo y calendario del proyecto***

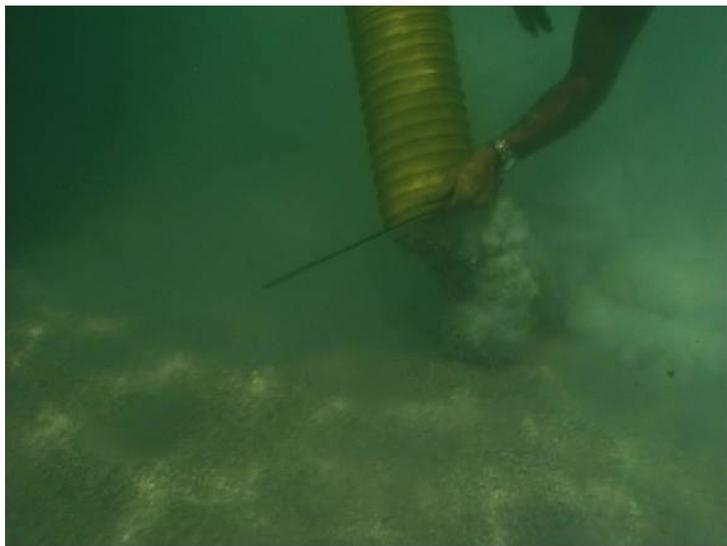
No se han determinado costos o calendario todavía. En consecuencia, para esta sinopsis, los fondos disponibles para la categoría de restauración de arrecifes, a saber \$5.715.313, se utilizan como cantidad máxima permisible para una compra, preservación y/o proyecto o una serie de proyectos de mejoras del hábitat costero. Sin embargo, los Fiduciarios podrían elegir utilizar alguna proporción pequeña de los fondos disponibles para la compra del hábitat mientras deciden gastar el resto del fondo de restauración del arrecife en otros proyectos de restauración compensatoria. Además,

debido a que el proceso de evaluación y restauración de daños a recursos naturales incluye incentivos para que los Fiduciarios busquen otras fuentes de financiamiento o contribuciones en especie de las organizaciones asociadas, los fondos que los Fiduciarios podrían asignar para este proyecto podrían reflejar solamente una porción de los costos de compra totales de cualquier parcela en particular o parcelas de tierra. El balance de los fondos provendría de fuentes externas o de asociados que se ocupan de recursos naturales.

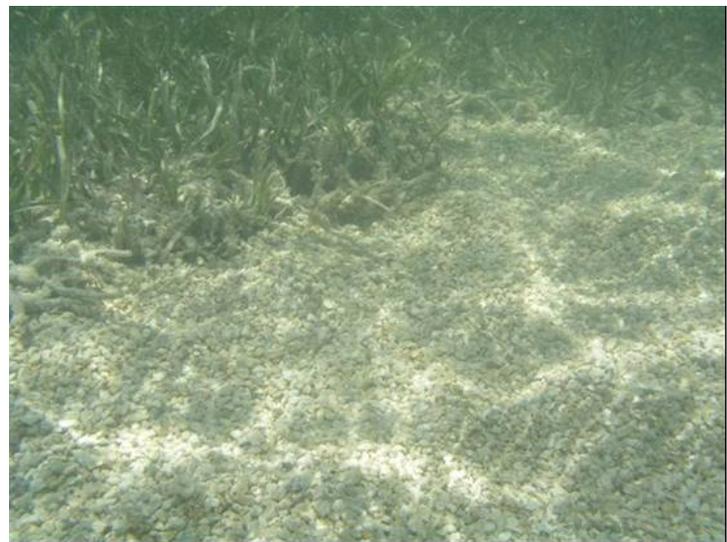
## 2.4 Proyecto de restauración de hierbas marinas

### **Descripción y ubicación del proyecto**

Este proyecto de compensación contempla el uso beneficioso de sedimentos marinos dragados durante las actividades de mantenimiento del Puerto de San Juan con objeto de rellenar huecos hechos por el dragado en la Laguna del Condado, situada aproximadamente 1 milla al sureste del



**Figura 2-3. Relleno siendo depositado en una cavidad con ayuda de una manguera flexible de gran diámetro**



**Figura 2-4. Ejemplo de un bufadero (cavidad) rellenado y nivelado hasta el mismo grado del área circundante**

rellenada. El éxito de esta recuperación se verá más favorecido en las áreas que actualmente no experimentan pérdida de la cubierta de hierbas marinas y de niveles relativamente bajos de olas y de corrientes. La Figura 2-5 muestra una unidad de plantación de hierbas marinas que se transplantará

sitio donde encalló la embarcación. Según un Plan de Restauración Preliminar preparado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos en marzo de 2003, un área totalizando aproximadamente 32 acres sería rellenada de modo que de una profundidad de 35 pies pasara a una profundidad máxima de 15. Esta menor profundidad brindaría un aumento en el flujo del agua y el escurrimiento; además, una mayor cantidad de luz llegaría al fondo, con la consiguiente elevación de los niveles de oxígeno disuelto. La Figura 2-3 muestra una técnica para administrar el proceso de relleno con sedimentos en similares depresiones causadas por embarcaciones que encallaron y que se conocen con el nombre de “bufaderos”. Una vez que estos huecos o cavidades producto del dragado se rellenan y se nivelan, la recuperación natural de hierbas marinas y el renacimiento de plantas puede proseguir sin necesidad de ayuda. La Figura 2-4 muestra un ejemplo de cavidad (bufadero) después de ser rellenado.

Para estimular una recuperación más rápida existe una opción adicional que consiste en plantar mazos atados de especies de hierbas marinas de rápido crecimiento (tales como *Halodule wrightii* o la *Syringodium filiforme*) dentro del área



**Figura 2-5. Ejemplo de una unidad de siembra de *Syngodium filiforme* (Hierba de manatí)**

a la superficie de una cavidad (bufadero) rellena con objeto de que comience la propagación de hierbas marinas.

### **Antecedentes**

Los huecos creados como resultado del dragado o los bufaderos (cavidades) causados al encallar las embarcaciones y las operaciones para sacarlas a flote pueden ofrecer oportunidades ideales para la restauración de hierbas marinas en el fondo del océano. Los esfuerzos de restauración en el Santuario Marino de los Cayos de la Florida y en el Parque Nacional Biscayne, en Florida, han demostrado que el rellenar las cavidades con sedimentos naturales similares a los tipos circundantes puede acelerar la recuperación natural de hierbas marinas. El proceso es simple; y este método se ha probado, habiéndose publicado sus resultados, y puesto en práctica con éxito en sistemas del Atlántico tropical,

utilizándose las mismas especies que se han encontrado en Puerto Rico (véase Representantes de los Fiduciarios para obtener documentación y referencias).

El gobierno de Puerto Rico y el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan han escrito cartas de apoyo al proyecto. Este plan está también de acuerdo con métodos probados y publicados que forman parte de proyectos de restauración de hierbas marinas de la Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera.

### **Relaciones con respecto a los daños causados por la encalladura**

Esta alternativa consistiría en crear y restaurar potencial de hábitat en un hábitat de hierbas marinas para reemplazar el potencial perdido en el arrecife dañado. El Análisis de Aptitud del Hábitat que los Fiduciarios realizaron en 2005 (MRI, 2005) clasificó el hábitat de hierbas marinas como el tercer hábitat más similar al arrecife eolianita dañado, tercero solamente con respecto al hábitat de fondo duro en aguas poco profundas, basado esto en su gran similitud con respecto a las especies herbívoras que habitan en él. El hábitat de hierbas marinas fue identificado también como un hábitat de reclutamiento importante, lo cual es un beneficio adicional. Las diferencias entre el mangle, clasificado en segundo lugar, y las hierbas marinas, clasificadas en tercero, fueron relativamente menores, y el Análisis de Aptitud del Hábitat (MRI 2005) llegó a la conclusión de que ambos eran similares en cuanto al potencial de reemplazo del hábitat. Los beneficios de la restauración de las hierbas marinas se pueden unir a los beneficios de la restauración producto de otros proyectos tales como el emplazamiento de arrecifes modulares en fondos duros de aguas poco profundas.

### **Costo y calendario del proyecto**

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos implementaría el proyecto como parte del Dragado de Mantenimiento del Puerto de San Juan, valiéndose de la autoridad que le confiere la Sección 204 de la *Ley de Desarrollo de Recursos Hídricos*, de 1992. Los Fiduciarios utilizarían los fondos de la indemnización para pagar el costo del Patrocinador del proyecto, porcentaje no federal de 25% por concepto de compartir el costo. El costo del Patrocinador se eleva a \$565.000.00 del costo total del proyecto, cifrado en \$2.260.000.00.

---

### **3. PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE PLAYAS**

---

Aproximadamente 169 millas de línea costera y ensenadas a lo largo de la costa norte de Puerto Rico se vieron afectadas por el derrame de petróleo de la embarcación T/B Morris J. Berman. El petróleo del derrame contaminó muchas de las playas recreativas en esta área durante la temporada turística alta de invierno de 1994. Las operaciones de limpieza en la costa fueron extensas y duraron hasta el 18 de abril en playas cercanas al sitio donde encalló la embarcación. En las cercanías inmediatas del derrame, la clausura de hecho de las playas duró tres meses, mientras que en muchas de las playas más distantes, las operaciones de terreno se vieron reducidas o detenidas entre cinco o seis semanas después del derrame. Se aconsejó a los turistas y residentes usuarios de las playas que se abstuvieran de utilizar las playas en la zona del derrame y las actividades de limpieza esencialmente cerraron muchas playas populares durante un período prolongado después del derrame. Usuarios potenciales de las playas afectadas podrían haber anulado viajes a Puerto Rico y/o a las playas o podrían haber seleccionado lugares alternativos fuera de la zona del derrame. Otros usuarios de las playas continuaron visitando las playas afectadas por el petróleo y sufrieron una pérdida al no poder disfrutarlas, especialmente en lo que se refiere a la natación, debido al petróleo. Además, los trajes de baño y los equipos playeros fueron dañados, y los gases del petróleo causaron dolores de cabeza y náuseas a algunos usuarios de las playas. Debido a la presencia del personal y equipo de limpieza, de hecho se cerraron muchas playas. En muchos casos, se pusieron cintas de señalización para impedir el acceso a las playas y el personal de seguridad permitió el acceso a las mismas solamente al personal de limpieza. Además, muchos hoteles a lo largo de las playas afectadas reportaron haber transportado a los huéspedes a playas alejadas del área dañada por el derrame de petróleo. El vínculo entre estos daños y el incidente fue verificado mediante el hecho documentado de la presencia de petróleo, equipos de respuesta y/o barreras de clausura en las playas.

Los Fiduciarios tienen el deber de considerar acciones de restauración compensatoria para reemplazar las pérdidas interinas asociadas con el derrame de petróleo y, hasta donde sea posible, identificar las alternativas que proporcionen funciones de reemplazo del mismo tipo, calidad y valor comparables, a las funciones perdidas como resultado del incidente. Los Fiduciarios no pudieron identificar alternativas de restauración factibles que hubieran proporcionado días adicionales de uso de las playas. Por lo tanto, se permitió a los Fiduciarios considerar alternativas que proporcionen potencial de reemplazo de tipo, calidad y valor comparables al perdido.

Según se ha descrito anteriormente, los daños a las playas recreativas y el uso perdido de esos recursos se clasificaron en tres categorías: 1) pérdida del uso de las playas; 2) calidad disminuida de las visitas a esas playas hechas durante e inmediatamente después de las acciones emprendidas para contrarrestar el derrame y 3) aumento de los costos asociados con las visitas hechas a dichas playas. En consecuencia, los Fiduciarios han identificado tres tipos de proyectos de restauración compensatorios para tratar esos tipos de pérdidas de uso recreativo de las playas. Los tipos de proyecto incluyen la compra de terrenos para conservación, mejor acceso a las playas públicas y mejor calidad del uso de las playas públicas.

### **3.1 Compra de terrenos para conservación**

La compra de terrenos para conservación como proyecto de compensación incluiría la compra de hábitat costeros que proporcionan potencial comparable y similar al que desapareció con la pérdida del uso recreativo de la playa. En este momento, los Fiduciarios sólo pueden discutir una estrategia de compra y los tipos de beneficios relativos y características del proyecto debido a la sensibilidad del proceso potencial de transacciones para la compra de terrenos y las diligencias de debido proceso.

#### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

En el caso de este incidente, los Fiduciarios no pudieron identificar alternativas de restauración factibles que hubieran proporcionado días adicionales de uso de las playas. Por otra parte, los Fiduciarios intentaron encontrar alternativas que reemplazaran el potencial perdido con uno del mismo tipo, calidad y valor comparables. Por lo tanto, las regulaciones sobre evaluación de daños a los recursos permitieron a los Fiduciarios considerar alternativas que reemplacen el potencial del tipo, calidad y valor comparables al perdido. De esta forma, el valor de los terrenos propuestos para compra equivale al valor de la pérdida del uso de la playa, y el potencial de reemplazo de los terrenos comprados será de tipo y calidad comparables. En consecuencia, esta alternativa de proyecto tendrá repercusiones benéficas multifacéticas sobre un ecosistema natural extremadamente importante y áreas recreativas situadas cerca de las playas de la costa norte de Puerto Rico afectadas por el incidente. La compra de terrenos de conservación con fines de recreación contribuiría a resolver el problema de la recreación costera pública en el área afectada por el incidente del derrame de petróleo, ayudaría a preservar los recursos naturales existentes y contribuiría a compensar completamente al público por las pérdidas sufridas.

#### ***Costo y calendario del proyecto***

No se ha fijado ningún calendario todavía y los costos mostrados son para una potencial compra de terrenos que fue evaluada previamente durante la preparación de la reclamación. Los costos mostrados en la Tabla 3-1 para esta sinopsis ilustran el desglose del costo y la escala de categorías de costo típico para comprar parcelas de tierra en la costa. Los costos estimados en este escenario hipotético actualmente exceden el presupuesto asignado a la categoría de restauración del uso recreativo de la playa. Teniendo en cuenta lo limitado del presupuesto, los Fiduciarios podrían elegir utilizar alguna porción más pequeña de los fondos disponibles para la compra de terrenos y gastar el resto de los fondos para la restauración del uso recreativo de la playa en otros proyectos de restauración. Además, debido a que el proceso de evaluación de daños a recursos naturales incluye incentivos para que los Fiduciarios busquen otras fuentes de financiamiento o contribuciones en especie de las organizaciones asociadas, los fondos que los Fiduciarios podrían asignar para este proyecto podrían reflejar solamente una porción de los costos de compra totales de cualquier parcela de tierra en particular o parcelas de tierra, proviniendo el balance de los fondos de fuentes externas o entidades asociadas aliadas que se ocupen de los recursos naturales. Las categorías de costos típicamente asociadas con las compras de terrenos se muestran en la Tabla 3-1 a manera de ejemplo para ilustrar el desglose del costo.

**Tabla 3-1. Costos típicos de compra de terrenos para conservación**

<b>Categoría</b>	<b>Costo</b>
Compras de terrenos (2.660 acres)	\$3.782.500
Comprobación del título (\$1.000/parcela)	\$8.000
Costos de aforo (\$3.000/parcela)	\$24.000
Costos del levantamiento (aproximadamente \$57/acre)	\$151.000
Costos de administración (\$3.000/año, 3 años)	\$9.000
Subtotal	\$3.974.500

<sup>a</sup> El costo estimado de esta compra potencial excede el financiamiento asignado para la restauración compensatoria por concepto de pérdida del uso de la playa. En consecuencia, los Fiduciarios podrían decidir comprar una parcela más pequeña, terrenos menos costosos en otro lugar, o juntar esos fondos con otras fuentes de financiamiento para realizar la compra.

## **3.2 Mejor acceso a las playas públicas**

### ***Descripción y ubicación del proyecto***

Este proyecto compensatorio mejoraría la cantidad, calidad y disponibilidad al público de las áreas costeras en Puerto Rico con acciones factibles que el gobierno ha identificado para mejorar el acceso a las playas actualmente consideradas inaccesibles.

El gobierno de Puerto Rico identificó y clasificó numerosas playas inaccesibles que, con su apertura, serían consideradas candidatas para mejorar el acceso del público a las playas. Sin embargo, ninguna de las playas identificadas como prioritarias está situada dentro de la región costera directamente afectada por el derrame de petróleo; y los Fiduciarios determinaron que los proyectos prioritarios de disponibilidad estaban muy lejos del área afectada por el derrame en la costa norte de Puerto Rico.

### ***Antecedentes***

Los Fiduciarios evaluaron los resultados de un estudio de 1980 sobre la cantidad, calidad y disponibilidad al público de las áreas costeras en Puerto Rico. El estudio identificó problemas mayores con el acceso y el uso, sugirió acciones factibles que el gobierno podría emprender para mejorar el uso público y clasificó las playas inaccesibles en orden de prioridad para emprender acciones correctivas.

### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

El acceso a muchas playas públicas fue impedido por el derrame y las acciones de limpieza durante la respuesta para hacer frente al derrame. Sin embargo, ninguna de las playas identificadas como prioridad y con graves problemas de acceso se encuentra en la región costera afectada por el derrame de petróleo; los Fiduciarios determinaron que los proyectos prioritarios disponibles se encontraban muy alejados del área afectada por el derrame para que fueran verdaderamente compensatorios para el público.

### ***Costo y calendario del proyecto***

Los costos y el calendario para mejorar el acceso a las playas no fueron investigados ya que los Fiduciarios determinaron que los proyectos prioritarios de disponibilidad se encontraban muy alejados del área afectada por el derrame para que fueran verdaderamente compensatorios para el público. En consecuencia, no se determinaron los costos.

### **3.3 Mejor disfrute de las playas públicas**

#### ***Descripción y ubicación del proyecto***

Este proyecto compensatorio propuesto por los Fiduciarios incluye la implementación de una serie de mejoras previamente identificadas por otras organizaciones que podrían restaurar las características deseables de las playas y de los recursos naturales, así como las adiciones y mejoras necesarias, entre otras amenidades para visitantes en las playas públicas existentes. Más específicamente, el proyecto contempla la repoblación vegetal de 25 millas de terrenos altos de playas, la construcción de paseos, terrazas y áreas de mantenimiento, así como la instalación de basureros. La serie de tipos de mejoras que comprende esta alternativa de proyecto se podrían llevar a cabo en muchas de las mismas playas a lo largo de la costa norte de Puerto Rico que fueron afectadas por el derrame de petróleo.

#### ***Antecedentes***

Los Fiduciarios evaluaron si era posible el financiamiento del manejo de la gestión de playas públicas existente y los planes de mejoras elaborados por el programa del Estado Libre Asociado del Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico. Esos planes discuten las mejoras a las playas tales como reforestación o repoblación vegetal, así como adiciones o mejoras a las instalaciones de visitantes tales como senderos, terrazas, áreas de mantenimiento y basureros en las playas. Muchas de esas actividades se proponen para las playas afectadas por el derrame de petróleo. Se espera que estos proyectos mejoren el valor del uso actual de las playas, en vez de aumentar el uso de las mismas.

#### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

Las mejoras se propondrían para hacerse en las mismas playas afectadas por el derrame de petróleo, lo cual fue el mayor daño que causó el derrame, y serían un medio de mejorar el valor del actual uso de las playas, en vez de aumentar su uso. Si bien los proyectos se ubicarían en las playas anteriormente afectadas, la relación de estos proyectos de mejoras como compensación por las repercusiones del incidente del derrame es menos cierta que la protección de recursos naturales.

#### ***Costo y calendario del proyecto***

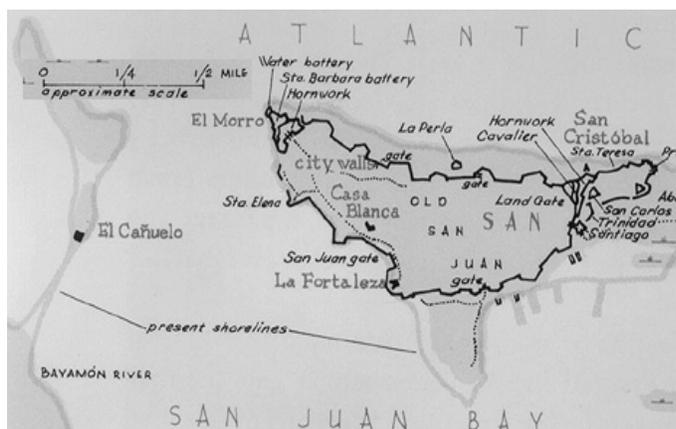
Los costos de los proyectos diseñados para mejorar la calidad del uso de las playas afectadas por el incidente varían según las acciones incluidas en el paquete de medidas propuesto. Los costos administrativos – planificación y diseño, y los costos de mantenimiento- tendrían que añadirse a esos estimados. Los costos totales estimados de \$4.393.750 para todos los proyectos de mejoras identificados actualmente por el Programa de Manejo de la Zona Costanera exceden la asignación presupuestaria para esta categoría de restauración. Cada categoría de proyecto identificada en la Tabla 3-2 puede implementarse independientemente, parcial o completamente, de modo que los Fiduciarios tengan algún margen de maniobra en llevar a cabo las mejoras de calidad en el uso de las playas como componente de la restauración por uso perdido o disminuido de las playas. No se ha fijado ningún calendario todavía, pero dichas mejoras se elaborarían como parte de la fase de planificación y diseño de este tipo de proyecto.

**Tabla 3-2. Costos estimados de proyectos para mejorar la calidad del uso de las playas**

<b>Categoría</b>	<b>Costo</b>
Replacación vegetal de 25 millas de terrenos altos de playa	\$2.331.250
Construcción de paseos, terrazas y áreas de mantenimiento	\$1.500.000
Costos de construir basureros	\$562.500
Planificación y diseño; costos de mantenimiento	Pendiente
Subtotal de costos	\$4.393.750

Página dejada en blanco intencionalmente

## 4. 4.0 PROYECTOS PARA COMPENSAR POR EL USO PERDIDO O DISMINUIDO DE LA ZONA HISTÓRICA NACIONAL



**Figura 4-1. Características de la Zona Histórica Nacional de San Juan y del Viejo San Juan**



**Figura 4-2. Vista oblicua del Viejo San Juan**



**Figura 4-3. Fase I Paseo de la Costa, Batería Flotante, y área del muro propuesta para renovación**

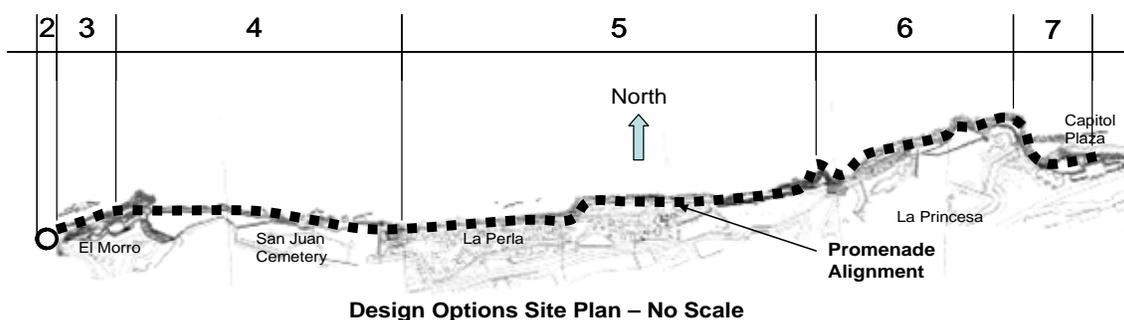
Los Fiduciarios proponen tres proyectos para la Zona Histórica Nacional de San Juan (Figuras 4-1 y 4-2) relacionados con la compensación por el uso perdido por parte de los visitantes a causa del derrame. Las tres alternativas propuestas son, en orden de prioridad, mejorar y extender el Paseo de la Costa, restaurar la Batería Flotante de El Morro (también conocida como la Batería Flotante) y limpiar y estabilizar los muros exteriores de El Morro. La Figura 4-3 muestra el Paseo de la Costa (Fase I) así como la Batería Flotante de El Morro y las áreas del muro exterior que se deberán renovar según las alternativas propuestas. Un Proyecto de Mitigación de la Erosión de Playas (construcción de rompeolas para proteger el Fuerte de El Canuelo) - un cuarto proyecto definido en el Plan de Restauración de la Evaluación de Daños, se considera ahora innecesario (basado en un análisis del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos) debido a que la erosión de la línea costera ha disminuido y ya no constituye una amenaza seria.

## 4.1 Mejoramiento y extensión del Paseo de la Costa

### **Descripción y ubicación del proyecto**

El Proyecto del Paseo de la Costa, originalmente definido durante la evaluación de los daños, consiste en dos fases. La Fase I, construcción del paseo desde la Puerta de San Juan hasta la Batería Flotante (véase Figura 4-3), se ha completado. La Fase II, que contempla mejoras y extensión del paseo existente, se está proponiendo ahora como el primer proyecto de restauración prioritaria de la restauración Berman. Consiste en las siete opciones descritas a continuación (véanse Figuras 4-3 y 4-4)

- Opción 1: Aplicación de tratamiento de superficie no resbaladiza en el paseo existente
- Opción 2: Extensión del Paseo y construcción de un mirador en la Batería Flotante
- Opción 3: Extensión del Paseo desde el Mirador de la Batería Flotante hasta El Morro
- Opción 4: Extensión desde El Morro hasta el Cementerio de San Juan
- Opción 5: Extensión del Paseo desde La Perla hasta la Garita del Diablo
- Opción 6: Extensión desde la Garita del Diablo hasta La Princesa
- Opción 7. Extensión desde La Princesa hasta la Plaza del Capitolio



**Figura 4-4. Paseo de la Costa Fase II**

Las opciones 1 y 2 pueden implementarse individual y separadamente. Son prioridades más elevadas que las Opciones 3 a 7, que pueden implementarse solamente en secuencia comenzando con la Opción 3. El actual Paseo, que se mejorará en la Opción 1, está situado en la parte occidental de El Morro (Figuras 4-2 y 4-3). Las extensiones del Mirador de la Batería Flotante y el Paseo estarían situadas en la línea costera al norte de El Morro y del Viejo San Juan en un área directamente afectada por el derrame (Figura 4-4). El proyecto total de la Fase II extendería este sendero costero alrededor de la Muralla Histórica del Viejo San Juan y el Islote de San Juan para obtener acceso a las murallas históricas de la ciudad y de El Morro y sus terrenos.

### **Opción 1: Aplicación de tratamiento de superficie no resbaladiza en el paseo existente**

En la implementación de la Opción 1 se aplicaría un tratamiento no resbaladizo al paseo existente y se instalarían canales de desagüe a través del sendero en áreas bajas donde se acumula el agua para aliviar las periódicas condiciones inseguras que ocurren por lo resbaladizo de la superficie.

### **Opción 2: Construcción de un Mirador en la Batería Flotante**

La Opción 2 extendería el Paseo de la Costa en la Batería Flotante de manera circular y se centraría el mirador en el murillo de piedra continuo existente (Figura 4-5). Otras características incluyen



**Figura 4-5. Vista de cerca del murillo de piedra para sentarse y bolardos en la Batería Flotante**



**Figura 4-6. Vista hacia el Este, al final del Paseo**



**Figura 4-7. Vista hacia el Este a través del cementerio**

bolardos de concreto, luces de sendero de bajo nivel, encachado (rip-rap), un bebedero y señalización informativa.

### **Opción 3: Extensión del Paseo desde el Mirador de la Batería Flotante hasta El Morro**

La Opción 3 extendería el Paseo de la Costa desde la Batería Flotante aproximadamente 300 pies hacia el Este, a lo largo de la base de la fortaleza hasta conectarse con una escalera existente (Figura 4-5) para acceder a los niveles superiores de El Morro. Otras características incluyen la instalación de luces para uso nocturno, reforzamiento del muro de El Morro, encachado protector y mejoras al paisaje.

### **Opción 4: Extensión del Paseo desde El Morro hasta el Cementerio de San Juan**

La Opción 4 extendería el Paseo desde el fin de la Opción 3 hacia el Este, a lo largo de la base de El Morro, hasta pasar el Cementerio de San Juan (Figura 4-7). En ese punto conectaría con una nueva escalera que enlazaría el Paseo con el Boulevard de San Juan, en la comunidad de La Perla. La construcción de la escalera incorporaría un muro de contención para proteger contra la erosión que ahora amenaza con socavar la carretera y el cementerio. Otras características incluyen exhibiciones al borde del camino con información sobre la historia del cementerio de La Perla.

### **Opción 5: Extensión del Paseo desde La Perla hasta la Garita del Diablo**

La Opción 5 extendería el Paseo al este de la escalera en la Opción 4 hasta el punto en que conecta con la calle San Miguel, a partir de donde proseguiría por la acera y el pavimento de la calle a través de La Perla (Figura 4-7). Continuando hacia el Este, el sendero seguiría la ruta paralela de la costa para conectar con el sendero existente que lleva hasta la Garita del Diablo. Otras características incluirían el acondicionamiento de las áreas verdes, encachamiento, repoblación vegetal y una exhibición al borde del camino, cerca de la Garita del Diablo.

### **Opción 6: Extensión del Paseo desde la Garita del Diablo hasta La Princesa**

La Opción 6 continuaría hacia el Este, desde la Garita del Diablo hasta la base de La Princesa, una batería de piedra situada en el extremo este de San Cristóbal. A partir del final de la Opción 5, el sendero descendería hacia la base de la Garita del Diablo, atravesando la pendiente de encachamiento existente y conectando con el sendero de concreto existente a lo largo del borde del agua, a partir de cuyo lugar seguiría la ruta de la costa hasta la base de La Princesa. La construcción de la Opción 6 sería más difícil y costosa de realizar que las otras opciones debido al terreno desigual y otros desafíos técnicos.

### **Opción 7: Opción 7. Extensión del Paseo desde La Princesa hasta la Plaza del Capitolio**

La Opción 7 extendería el Paseo hasta terminar cerca del Capitolio de Puerto Rico. A partir de La Princesa, en dirección Este, el sendero desciende hasta justo por encima de la elevación de la línea costera y continúa a lo largo de la misma hasta un punto por debajo de la plaza peatonal a través de la calle situada frente al Capitolio. Una escalera iluminada conectaría el Paseo a la plaza, siguiendo un sendero sucio en la actualidad. La costa en esta área es una combinación de playas arenosas, afloramientos de roca natural y encachamientos. El punto donde finaliza el Paseo sería un lugar excelente para situar al borde del camino exposiciones que describan el Paseo, el Capitolio, el mar, las fuerzas naturales presentes a lo largo de la costa u otros temas pertinentes.

### ***Antecedentes***

El Paseo, Sendero Recreativo Nacional, proporciona acceso a un área de la zona histórica adyacente a la costa. El Paseo permite a los visitantes apreciar mejor las fortalezas, los muros de la ciudad y sus escenarios históricos así como los recursos naturales a lo largo de la costa. Como resultado de la restauración, en las áreas actualmente inaccesibles con línea costera natural, vegetación, balsas de madera con vida marina y pájaros se volverían más accesibles, instalándose en ellas algunos elementos de protección de los recursos. El proyecto ofrecería oportunidades para admirar la geología del área y apreciar los recursos marinos y costeros que le dieron a las fortificaciones de El Morro su importancia estratégica.

### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

Los Fiduciarios determinaron que hubo una reducción de la apreciación histórica durante aproximadamente 6 semanas después del derrame. Durante ese tiempo más de 123.000 visitantes de El Morro y San Cristóbal se vieron afectados. El Servicio de Parques Nacionales también determinó que algunos individuos podrían haber anulado sus visitas al Parque después del derrame. Esta pérdida interina del uso y disfrute por parte de los visitantes dieron como resultado una restauración compensatoria. La Extensión del Paseo proporcionaría servicios de reemplazo de tipo, calidad y valor comparables a aquellos perdidos durante el tiempo del derrame y las acciones de respuesta posteriores al derrame. Este proyecto de restauración compensatoria proporcionaría acceso mejorado y más seguro para los futuros visitantes a la costa y la zona histórica, donde recursos naturales y culturales significativos se vieron directamente afectados por el derrame.

### Costo y calendario del proyecto

Los costos estimados para las opciones del proyecto se muestran en la Tabla 4-1. Los estimados incluyen los costos de construcción más 17% para el diseño, 8% para la gestión de la construcción y 10% para contingencias de construcción.

**Tabla 4-1. Costo total de las mejoras y extensión del Paseo de la Costa**

Opción	Costo
Opción 1: Tratamiento de superficie no resbaladiza	\$196.594
Opción 2: Mirador de la Batería Flotante	\$205.318
Opción 3: Extensión del Paseo desde el Mirador de la Batería Flotante hasta El Morro	\$974.142
Opción 4: Extensión desde El Morro hasta el Cementerio de San Juan	\$2.274.800
Opción 5: Extensión del Paseo desde La Perla hasta la Garita del Diablo	\$3.567.957
Opción 6: Extensión desde la Garita del Diablo hasta La Princesa	\$1.889.056
Opción 7: Extensión desde La Princesa hasta la Plaza del Capitolio	\$1.363.666
<b>Costo total</b>	<b>\$10.471.533</b>

Estimados del tiempo para completar cada opción se muestran en la Tabla 4-2. Los tiempos de las Opciones 1 a 3 son independientes entre sí, mientras que los de las Opciones 4 a 7 serían secuenciales. Por ende, el tiempo de finalización mostrado para cada opción incluye el tiempo para todas las otras opciones que son un prerrequisito para la Opción en cuestión. Calendarios de ejecución más detallados para cada una de las opciones se elaborarán en conjunción con el paquete de ingeniería y diseño.

**Tabla 4-2 Fase II Estimados de tiempos de finalización del proyecto del Paseo de El Morro**

Opción del proyecto	PLAZO DE FINALIZACIÓN ESTIMADO (meses)
Opción 1: Tratamiento de superficie no resbaladiza	2
Opción 2: Mirador de la Batería Flotante (Flotante)	3
Opción 3: Desde la Batería Flotante hasta El Morro	10
Opción 4: Extensión desde El Morro hasta el Cementerio de San Juan	15 (incluye Opciones 3 y 4) <sup>a</sup>
Opción 5: Extensión desde La Perla hasta la Garita del Diablo	25 (incluye Opciones 3, 4 y 5) <sup>a</sup>
Opción 6: Extensión desde la Garita del Diablo hasta La Princesa	36 (incluye Opciones 3, 4, 5 y 6) <sup>a</sup>
Opción 7: desde La Princesa hasta el edificio del Capitolio	48 (incluye Opciones 3, 4, 5, 6 y 7) <sup>a</sup>

<sup>a</sup> <sup>a</sup> Plazo para finalización de la opción asociada y todas las opciones prerrequisito.

## **4.2 Restauración de la Batería Flotante de El Morro**

### ***Descripción y ubicación del proyecto***

Este proyecto, identificado por los Fiduciarios como la segunda prioridad en la zona histórica, estabilizaría y preservaría las superficies históricas del interior y exterior del área de la Batería Flotante y los muros exteriores adyacentes que están frente al ecosistema de la costa y los senderos recreativos. El proyecto corregiría las condiciones inseguras existentes que resultaron del deterioro de estructuras durante cientos de años debido al clima tropical y a la erosión causada por el viento y las olas. Para realizar la restauración, los equipos de preservación, con ayuda de andamios, emplearán sistemas de limpieza a baja presión para limpiar las paredes de vegetación y suelo. Los parches de materiales inapropiados se eliminarán, se rellenarán las grietas y se reemplazará el estuco con material de la misma calidad. Las escaleras se repararán para permitir acceso a porciones de la batería ahora inaccesibles a los visitantes. Toda restauración seguiría recomendaciones del Plan de Gestión General de la zona histórica y el Informe de Estructuras Históricas.

La Batería Flotante, algunas veces llamada la Batería Flotante, está situada a lo largo de la costa natural de la Bahía de San Juan en la esquina noroeste de El Morro (Figura 4-3).

### ***Antecedentes***

En la Batería Flotante, el Servicio Nacional de Parques puede ofrecer información cultural e histórica y proporcionar a los visitantes acceso a la costa natural y los senderos recreativos de la zona. Si bien el acceso a esta área está ahora limitado, la Batería Flotante atrae todavía a miles de visitantes cada año. Al restaurar la batería se repararían recursos históricos que se han estado deteriorando por muchos años y ello permitiría un acceso seguro de los visitantes a áreas actualmente prohibidas. El acceso al área de la Batería Flotante no solamente ayudaría a los visitantes a comprender la relación estratégica entre los sistemas de defensa de la zona histórica y el ambiente natural, sino también proporcionaría un área para brindar información sobre el ecosistema costero.

### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

Los Fiduciarios determinaron que hubo una reducción del potencial de apreciación histórica durante aproximadamente 6 semanas después del derrame. Durante ese tiempo más de 123.000 visitantes de El Morro y San Cristóbal se vieron afectados. El Servicio Nacional de Parques determinó que otros individuos podrían haber anulado sus visitas al Parque debido al derrame. Esta pérdida interina del uso y disfrute por parte de los visitantes dio como resultado una restauración compensatoria. Restaurar porciones de las murallas de la Batería Flotante proporcionaría servicios de reemplazo de tipo, calidad y valor comparables a aquellos perdidos durante el tiempo del derrame y las acciones de respuesta posteriores al derrame. Este proyecto de restauración compensatorio mejoraría el acceso a una porción del fuerte histórico directamente afectado por el derrame, donde ahora está limitado el acceso a recursos culturales y naturales significativos.

### ***Costo y calendario del proyecto***

El costo de la restauración de aproximadamente 5.000 pies cuadrados de los muros de la Batería Flotante, trabajos que realizaría el propio personal de la fortaleza, se estima en \$140.000. El tiempo estimado para completar la restauración de la Batería Flotante de El Morro es de 4 meses. Se

Proyectos potenciales de restauración de recursos naturales afectados por el derrame de petróleo del Morris J. Berman : Resumen del Proyecto

anticipa que el período preparatorio antes de comenzar la implementación sería relativamente corto ya que no se necesitan ni diseños ni planes extensos.

### **4.3 Limpieza y estabilización de los muros exteriores de los Sitios Históricos**

#### ***Descripción y ubicación del proyecto***

Este proyecto, identificado por los Fiduciarios como el tercer proyecto prioritario en la zona histórica, incluye la limpieza, estabilización y restauración de aproximadamente 25.000 pies cuadrados de muro exterior de El Morro, adyacente a la Batería Flotante. La limpieza se haría utilizando una solución hidrosoluble suave aplicada con una pistola pulverizadora de baja presión para eliminar las manchas ambientales, la vegetación y el crecimiento biológico tales como hongos y uvas caletas. El material inapropiado utilizado para parches se eliminará, se repararán las grietas y se reemplazarán los ladrillos dañados. El trabajo de enladrillado histórico deteriorado y la argamasa de albañilería se reemplazarán con materiales similares utilizando una argamasa de cal histórica.

Las paredes exteriores de El Morro propuestas para restauración son los muros mirando hacia el Oeste situados en la esquina noroeste de El Morro, adyacentes y justo al Sur de la Batería Flotante, a veces llamada la Batería Flotante (Figura 4-3).

#### ***Antecedentes***

Los crecimientos biológicos y la penetración del agua salada a través de los enladrillados amenazan la estabilidad a largo plazo de los sitios históricos. Eliminando esas amenazas, este proyecto restauraría los muros históricos y le brindaría al público uso y disfrute continuos de las estructuras.

#### ***Relaciones con respecto a los daños causados por el derrame***

Los Fiduciarios determinaron que hubo una reducción en el potencial de apreciación histórica durante aproximadamente 6 semanas después del derrame. Durante ese tiempo más de 123.000 visitantes de El Morro y San Cristóbal se vieron afectados. El Servicio Nacional de Parques determinó que otros individuos podrían haber anulado sus visitas al Parque debido al derrame. Esta pérdida interina del uso y disfrute por parte de los visitantes dio como resultado una restauración compensatoria. Restaurar porciones de las murallas de El Morro proporcionaría potencial de reemplazo de tipo, calidad y valor comparable a aquél perdido durante el tiempo del derrame y las acciones de respuesta posteriores al derrame. Este proyecto de restauración compensatoria brindaría a los visitantes una mejor apreciación a largo plazo de una porción de la fortaleza histórica directamente afectada por los efectos del derrame, asegurando con ello que los futuros visitantes tengan una vista de las murallas más representativa de las condiciones históricas.

#### ***Costo y calendario del proyecto***

La reparación de aproximadamente 25.000 pies cuadrados de muro exterior, trabajos que realizaría el propio personal, se estima en \$350.000. El tiempo estimado para completar el proyecto de limpieza y estabilización de los muros exteriores es de 6 meses. Se anticipa que el período preparatorio antes de comenzar la implementación sería relativamente corto ya que no se necesitan ni diseños ni planes extensos.

Página dejada en blanco intencionalmente

---

## 5. 5. REFERENCIAS

---

Commonwealth of Puerto Rico, U.S. Department of Commerce/National Oceanic and Atmospheric Administration and U.S. Department of the Interior. (Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Departamento de Comercio de Estados Unidos / Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera / Departamento del Interior de Estados Unidos. (Commonwealth, et al.) (Estado Libre Asociado de PR et al.) *Preassessment Screen Document:(Documento de Análisis de la Preevaluación): Derrame del Morris J. Berman, San Juan Puerto Rico.* Febrero de 1995.

Departamento de Recursos Naturales y del Ambiente. (DNER). *Recommendations for Acquisition Mechanisms for the Natural Area of Vacía Tallega - Piñones Torrecilla Alta” (Project F 22).* Commonwealth of Puerto Rico. March 1993. (Recomendaciones para Mecanismos de Compra para el Área Natural de Vacía Tallega – Piñones Torrecilla Alta (Proyecto F 22), Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Marzo de 1993.

Marine Resources, Inc. (MRI). *Habitat Suitability Analysis: Compensation for Injured Reef in Support of Restoration Planning for the Berman Oil Spill, San Juan, Puerto Rico.* Prepared for National Oceanographic and Atmospheric Administration under contract to Tetra Tech; Contract No. WC133F-04-CQ-003; Task Order No. 0008. August 2005. (Marine Resources Inc. (MRI). Análisis de Aptitud del Hábitat: Compensación por Arrecifes dañados en Apoyo de la Planificación de la Restauración para el Derrame de Petróleo del Berman, San Juan, Puerto Rico. Preparado por la Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera bajo contrato otorgado a Tetra Tech; Contrato No. WC133F-04-CQ-003; Pedido No. 008. Agosto de 2005. Marine Resources Inc. (MRI). )

National Oceanic and Atmospheric Administration, Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, and National Park Service. (NOAA, et al.) *Draft Restoration Plan/Environmental Assessment For Morris J. Berman Oil Spill, San Juan, Puerto Rico.* Spring 2006. (Administración Nacional de los Océanos y de la Atmósfera, Departamento de Recursos Naturales y Recursos Ambientales de Puerto Rico y el Servicio Nacional de Parques. (NOAA, et al.) Proyecto de Plan de Restauración y Evaluación Ambiental para el Derrame de Petróleo del Morris J. Berman, San Juan, Puerto Rico. Primavera de 2006).

University of Puerto Rico (UPR). 2006. UPR – Río Piedras Campus, College of Natural Sciences.

[http://www.cnnnet.upr.edu/ecologia/nsga\\_web/Herp\\_web\\_ss/Habitats/Pterocarpus/Pterocarpus.htm](http://www.cnnnet.upr.edu/ecologia/nsga_web/Herp_web_ss/Habitats/Pterocarpus/Pterocarpus.htm)

Website visited February 12, 2006. (Universidad de Puerto Rico (UPR) 2006. UPR – Recinto de Río Piedras, Colegio de Ciencias Naturales).

Página dejada en blanco intencionalmente