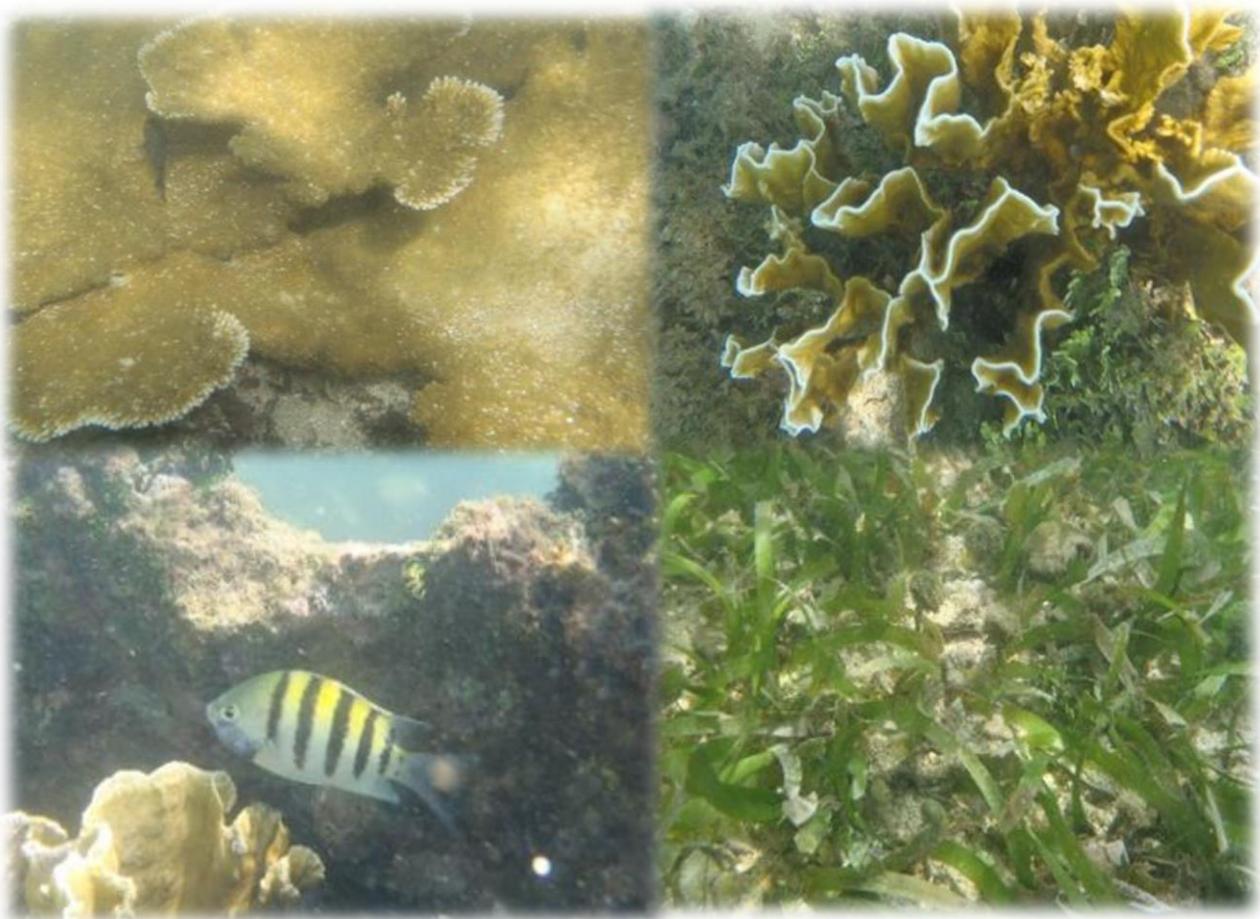


# Plan Rescate y Reubicación de Pastos Marinos e Invertebrados



Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

**EMPRESA SINOLAM LNG TERMINAL S.A.**

**AMBIENTE MARINO**

**Realizado por: SINOLAM LNG TERMINAL, S.A.**

**FEBRERO DE 2020**

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Capítulo I: Rescate y Reubicación de Pasto Marino		
I.1	Introducción	3
I.2	Objetivo general	5
I.2.1	Objetivos específicos	5
I.3	Metodología	5
I.3.1	Metodología de Recolección y Reubicación de Pasto marino	7
I.4	Mediciones de Parámetros fisicoquímicos	9
I.5	Ubicación de las áreas de rescate	10
I.6	Ubicación de las áreas de reubicación	11
I.7	Monitoreos	12
II.8	Análisis de datos	12
II.1	Introducción	15
II.2	Generalidades	16
II.3	Características	17
II.4	Objetivo General	18
II.4.1	Objetivos específicos	18
II.5	Ubicación del Sitio del proyecto y reubicación	18
II.6	Metodología del Rescate	19
II.6.1	Método de Muestreo	20
II.7	Técnicas de Captura y Manejo	21
II.8	Reubicación	22
II.8.1	La zona de reubicación	23
II.8.1.1	Clima del Área del Proyecto	24
II.8.1.2	Tipo de Clima	24
II.8.1.3	Precipitación	24
II.8.1.4	Temperatura y Humedad Relativa	24
II.8.1.5	Radiación Solar y Evapotranspiración	25
II.8.1.6	Velocidad del Viento	25
II.8.1.7	Salinidad	26
II.8.2	Corrientes, Mareas y Oleajes	26
II.8.2.1	Corrientes	26
II.8.2.2	Mareas	27



## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

II.8.2.3	Oleajes	28
II.8.3	Metodología	29
II.8.3.1	Información Cuantitativa	30

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

## CAPÍTULO I: Rescate y Reubicación de Pasto Marino

### I.1 Introducción

Es importante señalar que este Plan se presenta como parte de los requisitos mínimos establecidos en el Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009, sin embargo este proyecto no considera realizar actividades de dragado, por lo tanto, la implementación del presente plan no se ejecute en ninguna de sus fases.

Los ecosistemas costeros proveen un número importante de servicios ambientales. Dentro de estos ecosistemas se encuentran los pastos marinos, reconocidos como ambientes clave ya que son de los más valiosos entre los fondos blandos del mundo (McRoy & Helfferich, 1980). La intensidad de diversas actividades humanas y una variedad cada vez mayor de estas (producción de energía, pesca, desarrollos costeros, transporte, contaminación), amenazan estos ecosistemas (Vitousek, Mooney, Lubchenco, & Melillo, 1997; Walker, Holling, Carpenter, & Kizing, 2004). A pesar de su importancia, los procesos de los ecosistemas que proveen alimentación, recreación, protección del litoral y otros servicios, son poco conocidos, apenas controlados y muchas veces sólo se aprecian después de que se han perdido (Berkes & Folke, 2002).

Los pastos marinos son uno de los ecosistemas más significativos y estables en ambientes marinos costeros (Short et al. 2006). Su importancia radica en tener una elevada productividad primaria (Davis et al. 1999) gracias a macroalgas asociadas y epífitos que viven en sus hojas, y por ofrecer protección y refugio a una gran variedad de organismos (Short et al. 2006). Además, brindan protección costera debido a su habilidad para atenuar las corrientes y promueven la sedimentación gracias a su red de rizomas y raíces, favoreciendo el reciclaje de nutrientes e incrementando la transparencia del agua (Zieman y Zieman 1989, Short et al. 2006); también actúan como sumideros de carbono, jugando un papel importante en la mitigación del cambio climático global (Duarte et al. 2010).

Los pastos marinos han sido usados como bioindicadoras de la calidad del ambiente, por lo que alteraciones negativas en la estructura y cobertura de los pastos marinos, se manifiestan



## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

como una baja calidad del agua, alteración del flujo de materia orgánica, ciclo de nutrientes y pérdida de la estabilidad de los ecosistemas adyacentes (Bach, Thayer, & LaCroix, 1986; Preen, Lee Long, & Coles, 1995). Esto conlleva a consecuencias negativas tales como la nula protección costera y el colapso de recursos pesqueros, por mencionar algunos ejemplos (De Jonge & De Jonge, 1992).

La presencia de los pastos marinos a lo largo de línea costera depende de las condiciones ambientales, las cuales regulan tanto su actividad fisiológica (temperatura, salinidad, profundidad, corrientes, oleaje y tipo de sustrato), como limitan su actividad fotosintética (luz, nutrientes, epífitos y enfermedades) (Short et al. 2008). Así mismo, los aportes antropogénicos modifican estas condiciones ambientales e inhiben el acceso a los diferentes recursos vegetales como lo son la concentración de nutrientes y el tipo de sedimentos (Short y Coles, 2001), conllevando el deterioro de la calidad del agua por el vertimiento de aguas residuales con un exceso de nutrientes y a la perdida de hábitat por dragados y disturbios mecánicos, causados por transporte marítimo en zonas someras y por el pisoteo de turistas (Short et al. 2007). Esto ha tenido como consecuencia una pérdida global de cobertura de pastos marinos del 29% desde los primeros reportes en 1879 (Waycott et al. 2009).

En las últimas dos décadas se ha acelerado la pérdida de pastos marinos a nivel mundial (Waycott, Longstaff, & Mellors, 2005; Waycott et al. 2009). Este declive se debe tanto a factores naturales (Cunha, Santos, Gaspar, & Bairros, 2005), como a alteraciones antrópicas, tales como el deterioro físico infligido directamente a la calidad del agua (Hemminga & Duarte, 2000; Short & Wyllie-Echeverría, 1996), que es ocasionado por el aumento poblacional. Según Martínez et al. (2007), en el mundo existen aproximadamente 2 400 millones de personas que viven a < 100 km de la línea de costa. De acuerdo con la CONAPO (2008), en México, 47 millones de personas viven en la zona costera y se estima que para el 2030 esta cifra llegará a 55 millones de personas ([www.overpopulation.org](http://www.overpopulation.org)).

La disminución de las praderas de pastos marinos a nivel mundial, ha estimulado una activa red de investigaciones que intentan comprender la dinámica en la estructura de las comunidades de pastos marinos (Short & Willie-Echeverría, 1996), su función como sitios captadores de carbono (Hemminga & Mateo, 1996; Kun-Seop & Dunton, 1997) y sedimentos (Orth, Luckenbach, Marion, Moore, & Wilcox, 2006).



# **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Dado que el deterioro de pastos marinos representa un perjuicio ecológico y económico de los ecosistemas costeros, resulta necesario conocer tanto su distribución y densidad, así como sus interacciones ecológicas para implementar acciones a largo plazo que permitan su conservación e igualmente crear planes y programas con miras a realizar reubicaciones exitosas.

## **I. 1 Objetivos**

El objetivo principal a largo plazo de este plan es implementar un sistema o técnicas que aseguren éxito de la reubicación 0.17 hectáreas de vástagos de Pasto Marino ubicados en un área de 12,800 m<sup>2</sup> correspondiente al sitio de FSU dentro de la Dársena de Atraque del proyecto, el cual será complementado con un programa de monitoreo que permita conocer el comportamiento natural de este ecosistema en su ciclo anual durante cuatro años.

En segundo lugar, a corto plazo, encontrar los valores de referencia de los indicadores de integridad biológica del ecosistema para proveer a los administradores y participantes del ecosistema herramientas para determinar el estado de las praderas de pastos bajo su jurisdicción.

### **I.1.1 Objetivo específico**

Basándose en los objetivos generales expuesto anteriormente, este corresponde a levantar la base de datos que permitirá conocer el comportamiento natural del Pasto Marino durante la implementación del Plan de Rescate y Reubicación.

## **I.2 Metodología**

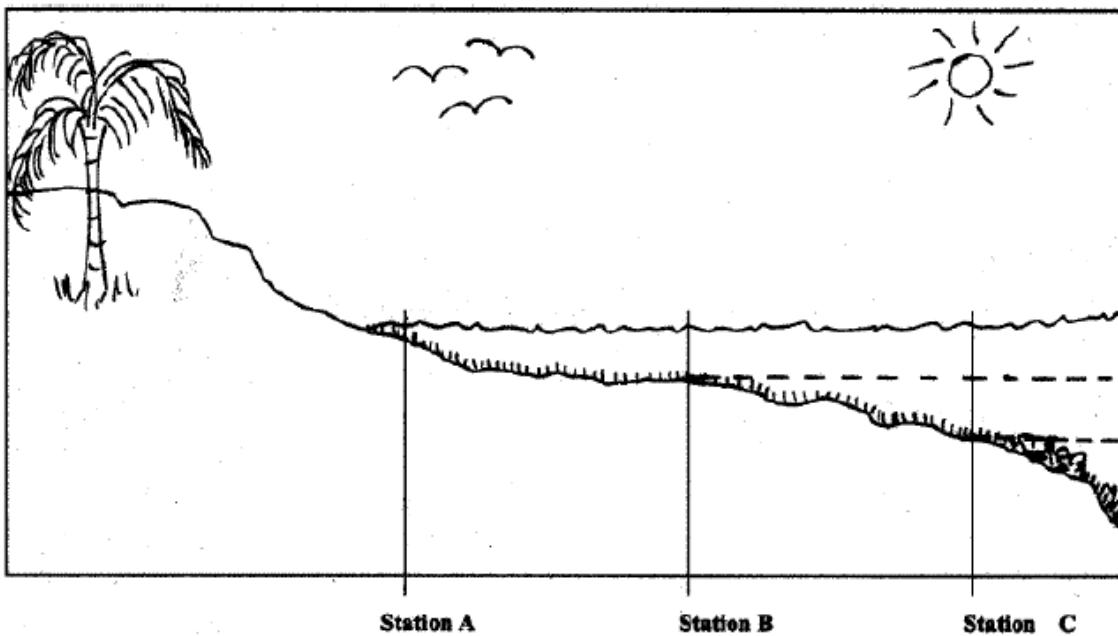
### **Fase de campo**

Utilizaremos la metodología propuesta por los técnicos del promotor, consultores externos y lo descrito en el EIA aprobado para pastos marinos. El registro de datos se llevará a cabo en estaciones de monitoreo fijas, la cuales se caracterizarán por tener un área de monitoreo de 2.500 m<sup>2</sup> (50 x 50 m), con 3 transectos (A, B y C) de 50 m paralelos a la costa, siendo el transecto “A” el más cercano a la playa y el “C” el que está más retirado, aproximadamente a 50 metros, del transecto A (Figura 1). Todo dentro de las Zonas 1 y 2 , previamente propuestas como zonas de reubicación, ampliamente descritas el Capítulo 1.



# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.



Fuente: Monitoreo de Pastos Marinos en el Caribe colombiano como insumo para el indicador condición tendencia

Con la ayuda de un GPS ubicaremos las estacas de la estación colocando boyas visibles para su fácil ubicación desde la superficie. Posteriormente se procederá a desplegar la cinta métrica de 50 m de izquierda a derecha de espaldas a la playa, teniendo en cuenta siempre que el cero se ubique a la izquierda en los tres transectos. Los cuadrantes con los cuales tomaremos las respectivas medidas serán colocados del lado de la playa respecto a la cinta métrica en los números predeterminados al azar por la red de monitoreo SeagrassNet.

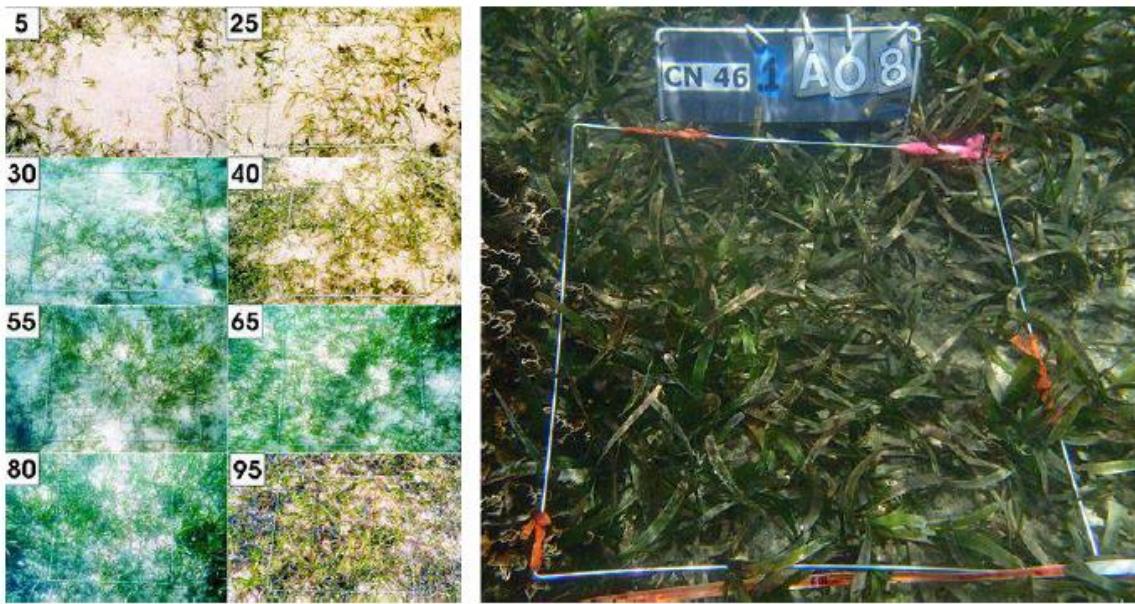
Es muy importante aclarar el estado del sitio donde se replantarán los vástagos de pasto marino, para ello se deberá considerar la siguiente información:

1. Densidad de vástagos, contando el número de haces en un cuadrante de 25 cm x 25 cm en la línea del transecto. Se expresarán los resultados como el total de vástagos por m<sup>2</sup> (Número de vástagos/m<sup>2</sup>). En los casos donde se encuentran otras especies, se realiza el conteo de vástagos en un cuadrante de 12.5 cm x 12.5 cm.
2. Densidad de herbívoros, carnívoros y detritívoros/omnívoros, los cuales se realizarán a partir de recorridos a lo largo de toda la estación, registrando el número de individuos de cada especie correspondiente a cada uno de estos grupos tróficos. Debido a que los valores de referencia del indicador se serían de utilidad para futuros estudios.



## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.



Fuente: Monitoreo de Pastos Marinos en el Caribe colombiano como insumo para el indicador condición tendencia

### I.2 Metodología de Recolección y Reubicación de Pasto Marino

Con la ayuda de una pala y un barretón o se extraerán 12 porciones de sedimento que contenga la planta con sus raíces y rizomas de 0.20 m largo x 0.25 m ancho x 0.10 m de profundidad o grosor del sustrato por medio del equipo de buzos. Estos serán colocados en neveras con agua del mismo sitio, para evitar una mayor desecación, teniendo en cuenta que dichas soportan en alguna medida esta condición mientras no se exceda demasiado el tiempo de muestreo, que en este caso tarda 2 horas aproximadamente.



Equipo por utilizar para extracción de vástagos de pasto marino



# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Después de la obtención de las muestras, transportaremos de forma inmediata en lancha al sitio de reubicación, recordando que cada contenedor deberá contar con suficiente sustrato y agua del sitio de donde hayan sido extraídos, cada contenedor deberá contar con un sistema de oxígeno. Dependiendo de las dimensiones de las neveras sólo colocaremos uno o dos grupos de plantas (cespedones) para evitar un mayor daño en sus hojas y rizomas; una vez llegados, se procederá a la reubicación de estos incluido el sedimento extraído anteriormente de lugares donde se encontraba la planta.



## Diferencia entre la fijación de pasto manino vs algas marinas

En el sitio de reubicación se ensamblarán en el sustrato a lo largo del fondo seleccionado tres zonas de reubicación de 0.80 m de largo x 0.25 m de ancho conformados por cuatro (4) grupo de plantas o cespedones para tener un área total de 0.6 m<sup>2</sup>, que sumando las tres zonas (2.40m x 0.25 m).

Estos serán transplantados utilizando el método de vástago por vástago, sin embargo, antes de la siembra se le ha de retirar las hojas que estén muertas, este método será aplicado según el área. Si el área es muy profunda, esta metodología es la más apropiada. Sin embargo, si las áreas están más próximas a la costa se utilizará el método de cespedones ya que se considera mejor para el éxito de los transplantes. Es recomendable o el mejor momento para realizar transplante es durante marea baja, ya que suele descender un porcentaje, facilitando la manipulación y evitando la resuspensión de sedimento en la columna de agua que afecta la visibilidad durante los trabajos. Todo el personal deberá asegurarse de mantenerse lo más fijo posible al sustrato para reducir la provocación de turbidez por sedimento en el área durante su reubicación.



## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

En cada zona de reubicación seleccionaremos un área de 0.25 m x 0.25 m con el propósito de tener un sitio permanente para el muestreo, donde se marcarán (rótulos de papel pergamino forrados en contacs) los vástagos para ser observados durante dos meses aproximadamente, el área total trasplantada.



Imagen: Cespedones

### I.3. Mediciones de Parámetros Físicoquímicos

**Columna de agua:** En el sitio de reubicación se realizarán mediciones. Las muestras de agua serán tomadas antes de bajar al fondo y un día posterior al transplantados para determinaciones de salinidad, pH y las lecturas de concentraciones de los nutrientes que fueron estimadas.

**Amonio:** Método de Riley (1953) modificado por Strickland y Parsons (1968-1972).

**Nitritos:** Método de Shinn (1941) MODIFICADO POR Bendschneider y Robinson (1952).

**Fosfatos:** Método de Murphy y Riley (1952).

**Sedimento:** Será tomada una sola muestra en la parte intermedia entre el punto de muestreo, todas las muestras serán secadas a temperatura ambiente en bandejas y luego recolectadas en bolsas debidamente marcadas para su posterior procesamiento, de ser necesario.

**Nutrientes:** Estas determinaciones se basarán en los métodos analíticos para el laboratorio de suelo.

**Nitrógeno Total:** se utiliza el método de Kjeldahl modificado u otro actualizado en el mercado.

**Fósforo disponible:** Método Bray I modificado

**Carbono Orgánico:** Método de Walckey-Black

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

**Azufre:** Método del Acetato de Amonio

**Cu, Fe, MN, Zn:** Por espectrofotometría de absorción atómica.

**Materia Orgánica Total:** Se puede hacer una buena estimación de la materia orgánica en el sedimento a partir de la pérdida de peso por ignición a 600 °C para una muestra secada previamente; se tomarán 5 gr de muestra y se llevarán a la mufla a 550 °C durante 4 horas, posteriormente se enfriarán en el secador. La diferencia de pesos indica la cantidad de materia orgánica encontrada.

**pH:** Se medirá con la ayuda de un pH metro

**I.4 Ubicación del Área de Rescate:** Corresponde a 0.17 hectáreas dentro del área de la Dársena de Atraque.



Fuente: Google Earth

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

**I.5 Ubicación del Sitio de Reubicación:** corresponde a las mismas Zonas 1 y 2 mencionadas.



Fuente: Google Earth

## I.6 Monitoreos:

Durante la fase de monitoreo se coordinará con el equipo la periodicidad de la actividad. Adicionalmente se registrará la siguiente información complementaria, la cual se viene registrando desde el inicio del monitoreo, y que son variables que aportan información adicional acerca del estado actual de las praderas de pastos marinos:

- La cobertura de pastos marinos (estimación visual en el cuadrante de 0,25 m<sup>2</sup>) en una escala de cobertura porcentual (0-100%) en cada uno de los cuadrantes.
- Altura del dosel ignorando el 20% de hojas más altas e identificando cualquier marca de herbívora.
- Reproducción sexual, identificando y registrando la presencia de órganos reproductivos (flores, frutos y yemas) en los cuadrantes de 50 x 50 cm.
- Biomasa, mediante un coronador de 0,006 m<sup>2</sup>, el cual se entierra 10 cm para obtener una muestra completa de raíces y rizomas. Las muestras serán debidamente marcadas y almacenadas para un procesamiento posterior.



# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

- De ser necesario, en el laboratorio, se retirará el sedimento y se ha de separar la muestra en hojas, tallos y raíces y rizomas. Se eliminarán las epífitas de las hojas con ayuda de HCl al 10 %. Se enjuagarán las partes de la planta en agua dulce y luego serán secadas hasta llevar a peso constante (60° C durante 24 h) y finalmente pesadas. Se calculará la biomasa en gramos de peso seco por m<sup>2</sup> (g/m<sup>2</sup>).

## Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para las variables de cobertura vegetal, densidad de vástagos y altura de las hojas para el año 2020, así como la comparación de estos resultados con respecto a años anteriores de monitoreo. Al número de vástagos registrado en el cuadrante de 25 x 25 cm se le realizó la conversión respectiva para reportar el dato en número de vástagos por metro cuadrado.

Por otra parte, los resultados de biomasa no son presentados en este informe ya que las muestras colectadas aún se encuentran siendo procesadas en el laboratorio y así mismo la información general para determinar los valores de referencia de su condición tendencia.

## Cronograma de Implementación del Plan de Rescate y Reubicación de Pasto Marino en el área de ocupada por el FSU.

Área	Fase	Actividad	Días	Comienzo	Fin
		<b>Monitoreo</b>	<b>SEMANAL</b>		
Dársena de Atraque	PRE-RESCATE	Inspecciones de Reconocimiento-Área de Rescate	3 días	7-jun-2020	10-jun-2020
		Inspecciones de Reconocimiento-Áreas de Reubicación.	3 días	11-jun-2020	14-jun-2020
		Establecimiento y marcación de las áreas apropiadas para la ubicación de las láminas.	2 días	14-jun-2020	15-jun-2020
		Inicio de Pre- Rescate de invertebrados, pastos marinos previo inicio de los cortes de láminas	5 días	16-jun-2020	21-jun-2020
	RESCATE	Selección y Marcación de áreas o transeptos	3 días	22-jun-2020	25-jun-2020
		Traslado de invertebrados y pasto marinos	20 días	26-jun-2020	17-jul-2020
		Colocación de pastos marinos en los sitios de reubicación	25 días	17julr-2020	11-agosto2020
	POST- RESCATE	Periodo de aclimatación	30 días	12-agosto-2020	12-sept-2020
		<b>Monitoreo</b>	<b>SEMANAL</b>		

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

## Cronograma de Planificación del Plan de Rescate y Reubicación

Reuniones	Fecha	Tema	Participantes
1	25-jun-2020	Explicación-Plan de Rescate y Reubicación de acuerdo con cada una de Fases	Promotor, Ministerio de Ambiente, voluntariado, empresa seleccionada
2	7-jul-2020	Implementación del Plan de Rescate y Reubicación de acuerdo con cada una de las fases	Promotor, Ministerio de Ambiente, voluntariado, empresa seleccionada
3	20-agosto-2020	Atender sugerencias, correcciones y observaciones al Plan de Rescate y reubicación propuesto	Promotor, Ministerio de Ambiente, voluntariado, empresa seleccionada

## Bibliografía

1. Birkeland C., Randall R. H. y Grimm G., 1979. Three methods of coral transplantation for the purpose of reestablishing a coral community in the thermal effluent area at the Tanguisson Power Plant. University of Guam Marine Laboratory. Technical Report No. 60. 24 pp.
2. Birkeland C. y Lucas J. S., 1990. Acanthaster planci: major management problem of the coral reefs. CRC Press, Boca Ratón. 257 p.
3. Bouchon C., Jaubert J. y Bouchon-Navaro Y., 1981. Evolution of a semi-artificial reef built transplanting coral heads. *Tethys*, 10(2): 173-176.
4. Bythell J.C., Gladfelter E. H. y Bythell M., 1992. Ecological studies of Buck Island Reef National Monument, St. Croix, U.S. Virgin Islands: a quantitative assessment of selected components of the coral reef ecosystem
5. and establishment of long-term monitoring sites. Part I. U.S. Department of the Interior, National Park Service. 72 pp.
6. Clark S. y Edwards A. J., 1995. Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: evaluation of a case study in the Maldives Islands. *Coral Reefs* 14: 201-213.
7. GESAMP, 1990. IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution. Review of potentially harmful substances. Nutrients. Rep. Stud. GESAMP No. 34. 40 pp.
8. Ginsburg R. N. (Compilador), 1994. Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History, 1993. RSMAS, University of Miami. 420 pp.
9. Guzmán H. M., 1991. Restoration of coral reefs in the Pacific Costa Rica. *Conserve. Biol.* 5(2): 189-195.



## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

10. Hadisubroto I., 1988. A trial improvement on coral reef in Japara. Report of the Workshop on Artificial Reefs Development and Management. Penang, Malaysia, pp. 93-96.
11. Harriot V.J. y Fisk D. A., 1988. Coral transplantation as a reef management option. Proc. 6th Int. Coral Reef Symp. Townsville, Australia. Vol. 2: 375-379.
12. Johannes R. E., 1975. Pollution and degradation of coral reef communities. En Ferguson W. E. J. y R. E. Johannes, 1975. Tropical Marine Pollution. Elsevier Oceanography Series 12. Elsevier Scientific Publ. Co. 13-51p.
13. Loyal Y., 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eliot, Red Sea. Mar. Biol. 13: 100-123.
14. Maragos J.E., 1974. Coral transplantation: a method to create, preserve, and manage coral reefs. Sea Grant Advisory Report, UNIHI-SEA GRANT-AR-74-03 CORMAR-14. 30 pp.
15. Muñoz-Chagrin R.F., 1997. Coral transplantation program in the Paraiso coral reef, Cozumel Island, Mexico. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp. 2: 2075-2078.
16. Neudecker J., 1977. Transplant experiments to test the effect of fish grazing distribution. Proc. 3th Int. Coral Reef Symp. RSMAS, University of Miami.
17. Porter J. W., 1991. Methods for the analysis of coral reef community structure. Department of Zoology, Georgia University, Athens, GA 30602. 40p.
18. Rogers C. S., Gilnak M. H. and CarlFitz II, 1983. Monitoring of coral reefs with linear transects: a study of storm damage. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 66: 285-300.
19. Rogers C. S., 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation, Review. Mar. Ecol. Prog. Ser. 62: 185-202.
20. Rogers C. S., Garrison G., Grober R., Hillis Z. M. and Franke M.A., 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. National Park Service. Virgin Islands National Park.
21. Sek Ch., 1995. Reef rescue I. Nature Watch, October-December, 1995. p. 4-9.
22. Alex Mercado Molina, Edwin A. Hernández Delgado, José E. Rivera Rivera, Mayra Rivera Rivera, Samuel E. Suleimán Ramos, Iván Olivo Maldonado, Jaime S. Fonseca Miranda, Evelyn A. Rodríguez Inoa, 2013 PROTOCOLO PARA LA PROPAGACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE POBLACIONES DEL CORAL CUERNO DE CIERVO, ACROPORA CERVICORNIS
23. Elizabeth Galeano, 2015. Monitoreo de Pastos Marinos en el Caribe colombiano como insumo para el indicador condición tendencia. Santa Marta –Colombia.
24. Ingemar Panama, S.A., 2016. Estudio de Impacto Ambiental- categoría III-Parque Energético Río Alejandro.

# **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

## **CAPÍTULO II. Rescate y Reubicación de Invertebrados Marinos**

### **Resumen**

Debido a las actividades a realizarse en el proyecto en mención se plantea este programa de rescate de fauna utilizando técnicas específicas para cada especie en los rubros de captura, manipulación y transporte.

Se plantea reubicar a las especies de invertebrados en hábitats similares a su área de extracción a 1,28 hectáreas dentro de la Dársena de Atraque, esto en caso de avistamientos durante los trabajos, ya que durante las inspecciones realizadas por el promotor y por técnicos del Ministerio de Ambiente al sitio no se identificaron especies marinas en el área indicada, sin embargo no se puede descartar la presencia de individuos durante el proceso de rescate.

### **II.1 Introducción**

En el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENBD), aprobada por el Consejo de Ministros en diciembre de 2003 y presentada a la comunidad internacional en Malasia en febrero de 2004 cabe implementar el plan de acción (PDA), con el fin de cumplir con el compromiso asumido. En este aspecto, entre las acciones a desarrollar en el corto plazo está el diseño de procedimientos para el rescate de especies hidrobiológicas afectadas por actividades antrópicas como en el caso de grandes construcciones como puertos, muelles, embalses, sistemas de irrigación, carreteras, asentamientos de poblaciones, ampliaciones de tierras destinadas a la agricultura o sobreexplotación de los recursos que han contribuido al deterioro del ambiente con grave daño al patrimonio natural propiciando degradación ambiental, la introducción de especies exóticas y la pérdida y/o fragmentación de hábitat. Del mismo modo, como resultado de situaciones ambientales extremas las especies se ven afectadas y se realizan acciones de rescate, mantención y liberación de organismos acuáticos, sin contar con protocolos adecuados para su manejo.

El ámbito de la aplicación de los planes de mitigación y reparación se refiere al traslado de especímenes desde áreas afectadas negativamente hacia sitios de características naturales similares al hábitat de origen. Debido a que esta acción ha sido realizada de manera



## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

inorgánica y a veces con poca base técnica, es importante que, sobre la base de conocimiento científico de las especies, se diseñen procedimientos fundados técnicamente que sean de conocimiento de todos los sectores con el fin de facilitar la orientación para la ejecución de estas actividades. Esta línea de acción es comúnmente aplicada a invertebrados acuáticos y peces.

Dentro del área del proyecto se observaron especies de invertebrados que de acuerdo con la actividad propuesta deberán ser rescatados antes de iniciar la fase de construcción. En el Capítulo 7 del EsIA no se identificó abundancia y distribución de los invertebrados avistados en las áreas del proyecto (Dársena de Atraque, más si en la Dársena de Giro y Área del Naufragio). Por lo cual es muy necesaria la implementación de Plan de Rescate y Reubicación de Fauna Bentónica como medida de mitigación hacia los impactos ambientales que se presenten sobre las comunidades faunísticas. De igual forma, estará orientado principalmente al rescate y manejo de la fauna que se encuentra asociada al área de Dársena de Atraque. Con la finalidad de garantizar la supervivencia de las diferentes comunidades marinas.

### **II.2. GENERALIDADES**

Los invertebrados representan más del 80 por ciento de las especies conocidas, siendo los artrópodos el grupo más numeroso, seguido por los moluscos. Hay aproximadamente un millón y medio de especies descritas y se cree que este número representa sólo el 5% de las especies con las que actualmente compartimos el planeta. Durante siglos, los naturalistas se han interesado en ordenar esta diversidad y, al hacerlo, surgió un patrón jerárquico como norma de la clasificación biológica, agrupando las especies en géneros, familias, órdenes, phyla, reinos y dominios. A pesar de eso, aún sigue en uso términos más generales tales como invertebrados, agrupando una amplia porción de los seres vivos que se caracterizan por no poseer esqueleto vertebrado. En los ambientes acuáticos se puede distinguir organismos planctónicos, bentónicos y nectónicos en función a su distribución en el ecosistema. De estos organismos, los más afectados por acciones antropogénicas, ya sea emergencias ambientales o de infraestructura serán los bentónicos por su incapacidad de desplazamiento. Esto es especialmente importante en el caso de invertebrados, los cuales en muchos casos no tienen un valor comercial evidente, no siempre se conoce su función ecológica ni presentan especies emblemáticas, por lo que es fundamental el conocimiento de ellos para una acción sustentable.

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

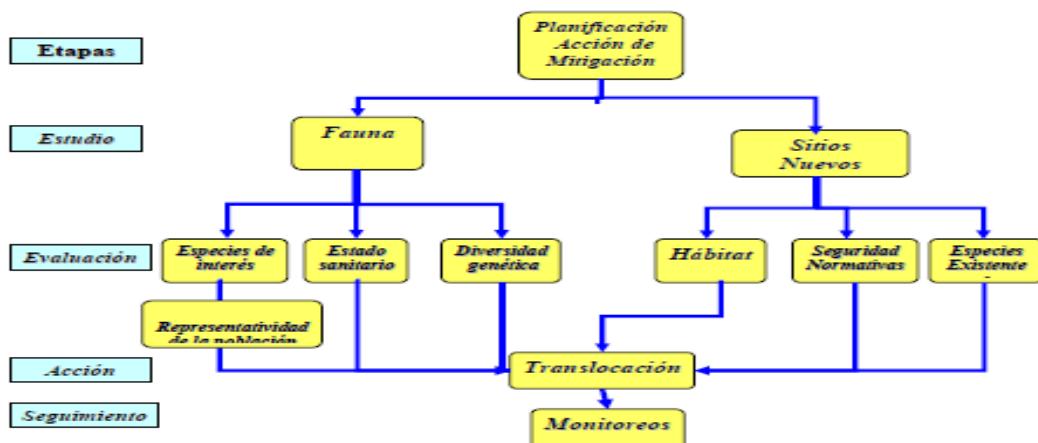
## II.3. CARACTERÍSTICAS

Los invertebrados son organismos con simetría radial o bilateral. Experimentan metamorfosis y las crías suelen ser muy diferentes de los adultos. El cuerpo está formado por tejidos verdaderos (excepto los poríferos). No obstante, es muy difícil encontrar características que se cumplan en todos los Invertebrados dada la gran variedad de estos animales.

El cuerpo de los Invertebrados es blando y, a menudo, está protegido externamente por un esqueleto (el exoesqueleto). La inmensa mayoría de los Invertebrados tienen capacidad de locomoción. Incluso, las esponjas inmóviles, cuando son todavía larvas, tienen capacidad locomotora.

La respiración de los Invertebrados está en función del medio donde viven. Aquellos que viven dentro del agua tienen una respiración de tipo branquial, mientras que los invertebrados que respiran tomando el oxígeno del aire tienen respiración traqueal, cutánea (como los Anélidos) o pulmonar (como algunos Moluscos).

Consideraciones para tomas de decisión de rescate o relocalización Una vez que se ha establecido la necesidad de mitigar el impacto de una obra de infraestructura en un ecosistema determinado, recomendando el traslado o relocalización de las poblaciones en peligro, esta translocación deberá evaluar los siguientes aspectos: la fauna involucrada, tomando en consideración las especies de interés, el estado sanitario de las mismas y su diversidad genética. Por otro lado, debe ser evaluado el posible sitio de destino de la fauna relocalizada de acuerdo a tipo de hábitat, composición de especies y protección, es decir, que



## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

de alguna manera existan normativas que impidan la extracción de la fauna recientemente trasladada

### **II.4 Objetivo General**

- Establecer las medidas que se implementarán para el rescate y reubicación de la fauna bentónica, así como mitigar los impactos asociados a la fase de construcción y operación de este proyecto.
- 

#### **II.4.1. Objetivos Específicos**

- Proteger en la medida de lo posible la fauna bentónica existente en las áreas sujetas a la actividad antropogénica.
- Rescatar y Reubicar las especies de fauna bentónica en áreas que presenten condiciones similares a las de su hábitat natural.
- Aplicar metodología y técnicas eficaces de estacete, traslado y reubicación.
- Concientizar a los ayudantes, sobre los beneficios que genera la protección de la fauna bentónica.
- Llevar un registro de la fauna bentónica rescatada y de las actividades planificadas y ejecutadas para tal fin y hacerlo del conocimiento del Ministerio de Ambiente.

### **II.5 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL SITIO DEL PROYECTO Y DE LOS SITIOS DE REUBICACION**

El Área del Proyecto estará localizada en Bahía las Minas, Corregimiento de Puerto Pilón, Distrito y Provincia de Colón; el área central de Panamá es la zona cuya flora y fauna es la más conocida y estudiada del país, por estar históricamente ligada al Canal de Panamá.

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.



**Distancia aproximada (2,077.98 m) desde el área de pastos dentro del área ocupada por el FSU dentro de la Dársena de Atraque hacia la Zona #1- Sitio de Reubicación de Pasto marinos e Invertebrados (630459.18 E- 1038223.86 N). Fuente Google-2018**

### II.6 METODOLOGIA DEL RESCATE

Debido al impacto que se generará por los trabajos de dragado y desguace del naufragio, al comenzar los trabajos de extracción de material pétreo, por el proyecto: se plantean los siguientes puntos para el rescate de fauna bentónica.

El traslado total de las especies encontradas en las áreas de estudio hacia zonas de reubicación, ya establecidas. Esta área fue elegida por los autores por encontrarse fuera del área del impacto antropogénico, provocado por el proyecto. Así como también por contar con una superficie de alta biodiversidad y con mejor estado de conservación a la del área de estudio, y poseer una composición de hábitat y microhábitats similares al área de estudio.

La fauna bentónica será ubicada en microhábitats similares a los de su extracción, dentro del polígono de la zona de reubicación, el cual es parte del mismo componente del área de estudio.

# **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

La zona de reubicación posee la misma composición faunística y florística marina del área de estudio, ya que es el mismo afluente, y se encuentran a solo 2,077.98 m. de distancia de la dársena de atraque. Estos datos refuerzan la idea de la factible capacidad de la zona de reubicación, para recibir organismos del área de estudio y que el ecosistema pueda mantener su delicado equilibrio.

El rescate y reubicación de la fauna marina podría contemplar equinodermos, gasterópodos etc., se deberá considerar en tres etapas: inicial, durante y final.

## **ETAPA INICIAL:**

- Recorrido por la zona del proyecto y sitio de reubicación antes de iniciar cualquier trabajo
- Ejecución del rescate y reubicación de la fauna bentónica durante las actividades de corte o desguace del naufragio o actividades de dragado en el área de la dársena de giro.

**ETAPA INTERMEDIA:** Recorridos diarios para la búsqueda y captura

- De organismos que aun permanezcan en las Zonas de impacto.

**ETAPA FINAL:** -Monitoreo / Seguimiento

## **II.6.1 Método de muestreo**

Se coordinará con la Dirección de Costas y Mares del Ministerio de Ambiente, para realizar las inspecciones de campo y la aprobación de las liberaciones de los especímenes en los sitios de reubicación, que serán zonas o áreas paralelas a las establecidas para los corales (*Ver – Capítulo- Rescate y Reubicación de Corales*).

El personal del programa de rescate hará la inducción al tema de cuidados y riesgos con la fauna silvestre a los diferentes grupos de trabajadores del proyecto, que van tomando parte de las actividades en los diferentes sitios donde se realizaran las obras del proyecto. (*Ver Cuadro de Cronograma de Ejecución del Plan de Rescate y Reubicación de Corales, Pasto Marino y Fauna Bentónica*).

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

### II.7 Técnicas de Captura y Manejo

Tal como lo establece la normativa nacional, previo al inicio de la construcción de un proyecto se debe realizar el rescate y reubicación de fauna existente en el área.

Los trabajos de rescate estarán a cargo de un biólogo marino principal, de tres biólogos especialistas en fauna marina, un equipo formado por 3 a 4 buzos y de la cantidad de ayudantes o voluntarios necesarios para trabajos de campo tanto en el sitio de rescate como en el de reubicación. Dicho rescate se llevará a cabo durante 45 días, esto de acuerdo con el cronograma de la empresa encargada de los trabajos de desguace. En tanto que los trabajos a realizar en el área de la Dársena los trabajos de rescate se llevarán a cabo durante 33 días (*Ver Cuadro de Cronograma de Actividades*). En el sitio que ocupará el FSU no se considera la presencia de Fauna y Flora, sin embargo se presenta este plan de ser necesario su implementación, puesto que el área ya estará impactada y se habrán implementado los planes de rescate correspondiente. De ser necesario se dará inicio como se describe a continuación, trece (13) días previo a las actividades a la implementación del rescate se realizarán preinspecciones a los sitios de rescate y reubicación, tiempo para realizar la marcación de cada polígono en las Zonas seleccionadas y cuarenta y cinco días durante la actividad de cortes y 33 días como período o fase de aclimatación y un monitoreo semanal por un período un año. Los trabajos de captura y rescate se efectuarán en jornadas de aproximadamente 8 horas, divididas en tres turnos: matutino (7:00 am a 12:00 md), vespertino (1:00 p.m. a 6:00 p.m.), de ser necesario se creará un tercer turno, el nocturno, pero serán posterior a previas conversaciones). Dos técnicos (biólogos) estarán permanentemente en el campo, uno por la empresa que realiza los trabajos de cortes del barco hundido y otro por la empresa que realiza la reubicación.

Mediante uso de GPS, se determinarán las coordenadas UTM exacta del polígono que conforma el área de rescate. Los límites del polígono serán marcados con boyas plásticas fluorescentes. De esta manera, el personal de rescate podrá ubicarse correctamente dentro del polígono y realizar las capturas o rescates de los ejemplares pertenecientes a las diferentes especies de fauna.

Se establecerán estaciones de muestreo a lo largo del área, solamente se realizarán búsqueda generalizada a lo largo de toda el área para el rescate de fauna bentónica.

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Las rutas de los recorridos serán establecidas en base al tipo de hábitat y a las condiciones del terreno. Los invertebrados capturados serán identificados e incluidos en la base de datos de los resultados; se les tomara fotos y serán trasladados lo más pronto posible (para ello se escogieron sitios de reubicación lo más cerca posible).

Con el fin de evaluar el estado físico de los individuos capturados, serán examinados por un Biólogo marino con experiencia en manejo de vida silvestre marina; la evaluación incluye una inspección ocular y física; garantizando que las condiciones de los individuos son óptimas para su liberación. Los parámetros utilizados para diagnosticar el estado de los animales capturados serán:

- Acercamiento Preventivo: método donde nos acercamos cuidadosamente al animal capturado para observar su reacción.
- Inspección ocular: método mediante el cual se observa al animal, recabando todos los datos capturados visiblemente, para realizar un diagnóstico general.
- Exploración física: una vez observado el estado físico del animal por medio de la exploración física, se inicia la toma de datos para llenar la reseña o ficha técnica de campo.

Durante el inicio de labores de construcción es probable que aparezcan animales en las áreas cercanas, a pesar de haber realizado el rescate y reubicación de la mayoría de ellos.

Por este motivo, durante un día luego de las labores de desguace nos mantendremos en el área del proyecto e instruiremos a los trabajadores sobre la importancia del rescate de fauna.

En caso de observar un invertebrado, los trabajadores deben comunicarlo a los rescatistas en turno, el cual debe llamar al encargado ambiental para que en conjunto con el Ministerio de Ambiente realicen el rescate del animal y luego de verificar su estado dispongan de un lugar seguro para su liberación.

### II.8 Reubicación

La reubicación es cualquier movimiento, hecho por el hombre, de animales o poblaciones de animales de una localidad a otra. La IUCN (1996) distingue 4 tipos de relocalizaciones: introducciones, reintroducciones, translocaciones y suplementaciones.

## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

La reubicación es una herramienta que ha sido desarrollada en estos últimos años en el hemisferio norte para conservar y/o manejar fauna silvestre dulceacuícola, en especial especies de bivalvos y peces cuyas poblaciones han declinado o desaparecido, producto de acciones antrópicas llevadas a cabo en su hábitat (Minckley 1995, Fisher & Lindenmayer 2000, Newton et al. 2001, Cosgrove & Hastie 2001, Bolden & Brown 2002).

El presente documento describe uno de los mayores esfuerzos realizados para la mitigación de impactos ambientales ocasionados por actividades de dragados, ubicado en la Bahía de Las Minas. En países como Argentina y Chile, se debe fundamentalmente a la acción antrópica, ya sea por la ejecución de obras de ingeniería en las cuencas hidrográficas (embalses, puentes, red de canales, caminos), urbanización en las riberas de los cuerpos de aguas, entre otros, provocando una alteración y/o fragmentación sustantiva del hábitat y la pérdida de la calidad de las aguas por arrastre de fertilizantes e insumos agrícolas, instalación de pisciculturas, alterando la estructura comunitaria y estabilidad del ecosistema, entre otras.

El Ministerio de Ambiente, a través de acuerdo a los contenidos mínimos del Decreto Ejecutivo 123 de 14 de agosto de 2009 solicita presentar dentro del EsIA un Plan de rescate de Fauna y Flora.

### **II.8.1. La zona del Proyecto-Rescate**

La plataforma insular sobre la cual se desarrolla remanentes muertos de arrecife, presenta áreas con profundidades de 0.20m hasta 3.2 m de profundidad. Las principales formaciones de parches que en su promedio tienen un 80 metro de longitud y se extiende paralela a la costa. La continuidad de la plataforma se interrumpe al llegar a un frontón manglar al sur de la Dársena de Atraque.

A continuación, se describen los objetivos, los métodos aplicados, los principales resultados obtenidos y el esfuerzo dedicado en ambos programas, así como las metas alcanzadas y los beneficios ecológicos, socioeconómicos y culturales del trabajo realizado.

## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

### **II.8.1.1. Clima del área del proyecto**

Las condiciones climáticas en el área de estudio es gran importancia, tanto por la influencia que dichas condiciones climáticas puedan tener sobre los criterios de diseño, construcción y operación del proyecto, así como por ser un factor precursor de otras condiciones ambientales, relacionadas con aspectos tales como la calidad del aire e hidrología, y corrientes marinas de la zona.

#### **Tipo de Clima**

De acuerdo con la Clasificación Climática elaborada para Panamá por McKay (URS 2010), el clima en la costa atlántica donde se ubica el proyecto es húmedo, clasificado como Clima Tropical Oceánico con Estación Seca Corta. Este clima, se presenta en las tierras bajas de la provincia de Colón, con una alta pluviosidad anual, y una corta y poca acentuada estación seca de cuatro a diez semanas de duración, entre los meses de enero a marzo. Las temperaturas medias anuales son de 26.5 °C en las costas y de 25.5 °C hacia el interior del continente.

#### **Precipitación**

La precipitación promedio anual, registrada en la estación más cercana al proyecto (Estación San Pedro – Refinería de la ETESA), reporta un promedio histórico mensual de 258.4 milímetros, lo cual equivale a aproximadamente 3,100 milímetros anuales. La estación lluviosa inicia en abril y termina en diciembre con las máximas precipitaciones ocurriendo entre octubre y noviembre, con más de 400 milímetros cada mes. La estación seca inicia en enero y dura hasta mediados de abril; mantiene precipitaciones por debajo de los 100 milímetros mensuales.

### **II.8.1.4 Temperatura y Humedad Relativa**

El comportamiento de la temperatura ambiente presenta pocas fluctuaciones de acuerdo con los datos de la Estación de Cristóbal de la ACP (Tipo A), con promedio de 26.9 °C. Las temperaturas promedias mensuales oscilan entre los 25.6 a 27.2 °C, siendo en promedio el mes de noviembre el más fresco, mientras que el mes de abril resulta ser el más caluroso.

## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Por otro lado, la humedad relativa se encuentra muy relacionada con la precipitación, siendo en términos generales directamente proporcional; es decir, a mayor precipitación corresponde una mayor humedad relativa y viceversa. Los meses con menor humedad relativa se dan en la estación seca, fluctuando entre 74.9 y 79.8 %; mientras que los meses de la estación lluviosa presentan promedios más elevados de humedad relativa, los cuales fluctúan entre 82.2 y 84.7 %.

### **II.8.1.5. Radiación Solar y Evapotranspiración**

La radiación solar se intensifica en los meses de la estación seca cuando la radiación solar directa incide sobre la superficie en ausencia de nubes. Con el inicio de esta estación lluviosa se incrementa la nubosidad significativamente y el valor de la radiación solar disminuye. En los meses de febrero y marzo se alcanzan los valores de mayor radiación solar mientras que la intensidad más baja se registra en los meses de mayor nubosidad.

La evapotranspiración potencial depende directamente de la radiación solar por lo que sigue la misma tendencia estacional.

### **II.8.1.6. Velocidad del Viento**

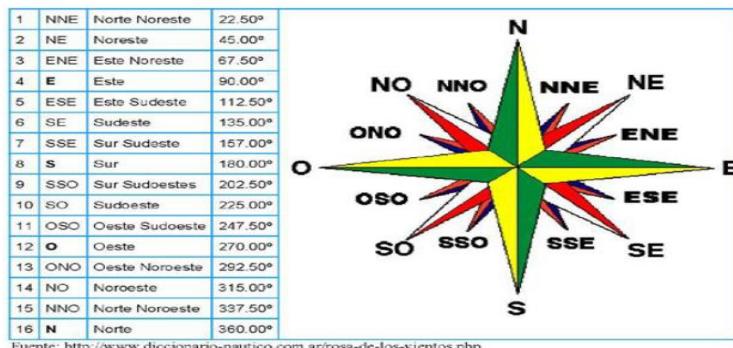
Según los registros de la estación de Coco Solo, los vientos predominantes en el área de estudio provienen del Norte, y se dan durante la estación seca (diciembre-marzo). Las velocidades máximas del viento se presentan en el mes de febrero y marzo con 40 y 47 km/h, respectivamente. Las ráfagas de viento máximas se registran en diciembre y marzo con 40 y 42 km/h, respectivamente. En los meses de abril a octubre no se registran ráfagas de viento.

La resultante de frecuencias se observa en el octante Norte. Con respecto a la intensidad del viento dominante el diagrama de distribución de la velocidad por sectores, señala una preponderancia del octante Norte – Noreste.

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

## Imagen 2. Rosa de los Vientos



Fuente: <http://www.diccionario-nautico.com.ar/rosa-de-los-vientos.php>

Fuente: EIA- Cat III-Gas To Power

### II.8.1.7. Salinidad

Las características más relevantes horizontalmente de la capa superficial de la salinidad, son las salinidades bajas que se presentan al sur de la Bahía, influenciadas por los aporte de aguas superficiales del río Alejandro, que estratifica fuertemente la zona. Los bajos valores oscilan desde 4.7 UPS aumentando gradualmente hacia la entrada de la Bahía hasta alcanzar los 30 UPS, la cual ocupa toda la superficie externa. Sin embargo, hay que señalar que esta salinidad presenta vestigios de dilución.

### II.8.2 Corrientes, Mareas y Oleajes

La caracterización de un medio marino no se limita al conocimiento de las especies que se pueden encontrar, sino que incluyen parámetros físicos y químicos que nos permiten construir un esquema más claro de las condiciones en que se encuentra este medio. La morfología del fondo y la hidrodinámica de una zona costera son de importancia prima para comprender como funciona el entorno, en especial cuando se desean construir infraestructuras o actividades de dragado, mantenimiento o mejoras.

#### Corrientes

La Corriente de Panamá es la principal corriente oceánica que ejerce influencia sobre las costas del Caribe de Panamá. La misma, consiste de una deriva superficial con dirección Este, producto de la colisión de la Corriente del Caribe (que tiene dirección preponderantemente Oeste) con las costas de Nicaragua y Costa Rica. Este fenómeno crea un contragiro perpetuo, que ejerce una gran influencia en la distribución de los organismos en las costas de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia (ARAP/BID 2010).

## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

Las corrientes oceánicas que influyen sobre el Caribe de Panamá registran velocidades superficiales entre 0.5 y 1.0 nudos, dependiendo de la época del año, la velocidad y dirección de los vientos, así como del tiempo de influencia de éstos sobre las masas de agua. Habitualmente las corrientes oceánicas se acercan más a la costa durante la estación seca, cuando los vientos predominantes del Norte la empujan contra las costas del Caribe panameño (ARAP/BID 2010).

El sistema de circulación costera de las aguas en la costa Norte de Panamá ha sido muy poco estudiado, por consiguiente la zona de interés no cuenta con estudios anteriores particulares o locales que determinen las fluctuaciones del sistema dinámico, es de interés de este proyecto conocer las aproximaciones en magnitud y dirección de la corriente local en el sitio de dragado y disposición, las cuales son la base para modelar el alcance de la pluma de dispersión que de los sedimentos en suspensión (Araúz 2012).

Los corrientes lagrangianas observadas en el sector interno de la Bahía Las Minas, mostraron valores de corrientes de mareas, hacia fuera o de salida, en la mayor parte del área en la capa superficial en el periodo de baja marea a media marea. Esto representa un desfase con las alturas predichas en la Tabla de Marea, debido posiblemente a los aportes de agua dulce provenientes del río Alejandro, que causan un desplazamiento hacia fuera de aguas frescas, a la poca diferencia de los niveles de la marea y al relajamiento de los vientos predominantes del Norte. Sin embargo, el efecto de la marea es percibido justamente en la entrada, donde los vectores de corrientes se dirigen hacia el Suroeste, correspondiendo con el estado de cuarta hora llenante. Lo que demuestra, que hay entradas y salidas de la marea que generan pequeñas velocidades de corriente en esta sección (Araúz 2012).

### **II.8.2.2Mareas**

Las mareas son oscilaciones periódicas del nivel del mar que resultan de la atracción gravitacional que ejercen la Luna y el Sol sobre la Tierra en rotación. En la costa panameña, sector Caribe, son características las mareas mixtas tendiendo a semidiurnas de acuerdo al criterio de Coutier  $F= 0.25 - 1.5$ .

Una marea mixta semidiurnas, se caracteriza por una desigualdad en la altura de las pleamaras y las bajamaras sucesivas y sus correspondientes intervalos de tiempo sin

# Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

marcados. Por lo general, se observan dos oscilaciones de mareas (pleamaras y bajamaras) diariamente, convirtiéndose, ocasionalmente, en una oscilación diurna.

En la mayoría de las ocasiones la amplitud de la marea oscila entre los 20 y los 30 cm y rara vez exceden estos valores, sin superar jamás los 50 cm. De acuerdo con Kwiecinski et al. (1994) las mareas en el Caribe generalmente son de poca amplitud < 0.5 m. Se tiene un rango medio de 27cm y el rango extremo de la misma es de 0.46 m. Su acción física sobre la dinámica del medio marino y el litoral es reducida, es decir, que éstas generan pequeñas velocidades de corrientes, pero, al igual que el oleaje es importante en la autorregulación del área costera (Araúz 2012).

## Oleaje

Para el análisis de la serie de oleaje, altura de la ola significante y la dirección, se utilizó información de la Boya Virtual Wave Watch II ubicada en las coordenadas 79° Oeste y 13° Norte, con registros de varios años corregidos con los datos de la Boya NOAA 41018. La Boya in situ Panamá-Colon fue ubicada en el 2004 en la entrada de Bahía Las Minas, los registros aquí analizados corresponden al año 2006.

En cuanto al oleaje se pude señalar que, existe un régimen estacional que coincide con el régimen de vientos ya que estos son los forzadores del oleaje. En el ciclo anual se presenta un comportamiento bimodal de la altura de ola significante ( $H_s$ ) con un período más intenso entre diciembre, enero y febrero, que es la época seca en la región y un período un poco más débil entre junio, Julio y agosto, que se debe a la presencia del “Veranillo de San Juan” en el Caribe. En el mes de marzo se presenta un primer período de disminución en la altura de ola significante ( $H_s$ ) que continua hasta los meses de abril y mayo, asociada al debilitamiento en los vientos alisios del Este. El período más débil de altura de ola significante se presenta entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, que es el período donde se presenta la época húmeda y donde los vientos alisios alcanzan valores mínimos en las zonas costeras del Caribe. Los máximos y mínimos, valores de altura de ola significante se presentan en los meses de febrero y octubre respectivamente. En la costa, la altura de ola significante más frecuente no sobrepasa un metro y proviene de dos direcciones NW y N, aunque se pueden experimentar máximos por el orden de 3 m en condiciones extremas (Araúz 2012).

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

### II.8.3 Metodología

El presente documento describe uno de los mayores esfuerzos realizados para la mitigación de impactos ambientales ocasionados por la construcción e instalación del FSU.

Una vez obtenido el Permiso del Plan de Rescate v Reubicación de Fauna Bentónica se procederá a realizar el rescate y relocalización propiamente tal. El rescate de la fauna marina será realizado mediante la remoción de individuos en grupos o parches. Se ha decidido usar esta técnica debido a que existe experiencia local (i.e., pescadores artesanales) comprobada de relocalización de parches de estas especies para repoblar bancos sobreexplotados.

Aunque la información contenida en la literatura permitió establecer algunos criterios útiles para el diseño de las metodologías, la mayor parte de éstas tuvieron que ser implementadas. Todos los animales que sean avistados serán reubicados entre 2 y 2.2 mil metros al norte de su posición original, en zonas con calidad de agua y profundidad similares. Debido a que los organismos pueden ser afectados por el viento y la luz directa del sol (Birkeland y Lucas 1990), todos fueron transportados en contenedores amplios.

Las especies de fauna bentónica detectadas en los transectos del submareal rocoso, durante las campañas de línea de base, corresponden a especies no sésiles representadas por individuos aislados como: equinodermos, crustáceos, poliquetos y pequeños moluscos), serán transportados dentro de contenedores herméticos de plástico. Grandes caracoles como *Strombus spp.*, serán transportados en cajas de plástico provistas de ranuras para disminuir la resistencia al desplazamiento, por lo que para su rescate éstos serán recolectados por buzos locales, usando técnicas tradicionales, supervisados por el equipo de buzos para su posterior liberación en el área de relocalización propuesta. Para disminuir el tiempo de los organismos en los contenedores se utilizarán dos lanchas para agilizar el proceso de reubicación, para evitar que los animales sufran de “stress”.

El rescate y reubicación de fauna bentónica requerirá de la ejecución de las siguientes actividades:

1. **Prospecciones:** revisaremos las áreas a intervenir en el sector, de acuerdo con el diseño del proyecto. También evaluaremos las áreas de reubicación, las cuales están aproximadamente a 2000 metros al Norte de la Dársena de Atraque. De ser posible se

## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

colocarán marcas en los sitios del rescate donde exista mayor concentración de invertebrados independientemente de su especie, para el momento de iniciar el rescate como tal, sean los primeros en ser rescatados.

2. **Rescate de la fauna bentónica** a través de su recolección por buzos supervisados por especialistas. Cada uno de los buzos contará con un equipo básico formado por un cubo con agujeros y con un peso de ser necesario para evitar o reducir la flotabilidad y que permita hundirse o estar sujeto en un punto fijo mientras realizan la búsqueda de individuos. Contarán con guantes para no maltratar los organismos durante su manipulación y de una pequeña mallita para atrapar especímenes que contengan apéndices urticantes o tengan características de venenosos. Una vez en el fondo, los buzos se dispersarán por el área y sus alrededores para ubicando a cada espécimen que este en buen estado, lo ha de tomar con mucha delicadeza y lo pondrá dentro del contenedor o cubo, este deberá llevar un conteo de cada espécimen para no sobrecargar el contenedor y evitar que sean maltratado por los movimientos durante la subida o descarga en los contenedores de traslado. Para las especies que estén adheridas en algún tipo de sustrato, deberán asegurar retirar el espécimen con un poco del sustrato. Cada espécimen deberá ser registrado y contar con evidencia fotográfica. Cada buzo o personal de rescate contará con unas mallitas de nylon para poder capturas especies peligrosas o delicadas.

3. **Traslado y reubicación:** Una vez tengan aproximadamente 10 especímenes dentro del cubo, como se ha mencionado anteriormente, la cantidad de especímenes u organismos dependerán de la especie, tirarán de la cuerda para que el personal que está en el bote proceda a subir los cubos o contenedores y colocar los cubos dentro de contenedores alimentados por suficiente oxígeno, los cuales están dentro del bote bajo sombrilla, para evitar que la luz solar altere o modifique su temperatura. Cada lanchero ha de programar su partida hacia el sitio de reubicación aproximadamente, la cual puede ser cada hora, para reducir al máximo los niveles de estrés. El lanchero se asegurará de mantener una velocidad constante y buscar o establecer la ruta lo más directa posible.

Una vez llegados a los sitios de reubicación los cubos serán entregados a cada uno del personal encargado de la reubicación, quienes antes verificarán el estado de los especímenes, los que se encuentren débiles o hayan muerto serán inmediatamente retirados y colocados en un contenedor exclusivo para desechos orgánicos. Confirmado el grado de salud del espécimen, procederán a sumergirse y los lancheros descenderán los cubos lentamente asegurándose que cada cubo tenga su tapa para que la presión y/o las corrientes los especímenes se salgan antes de llegar a los reubicadores. Al llegar al fondo cada rescatista se



## Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

dirigirá al sitio asignado o previamente marcado y con mucha delicadeza dispondrá el espécimen en su nuevo hábitat. Los rescatistas igualmente registrarán el espécimen reubicado, reconfirmar su posición con GPS y su estado.

4. Seguimiento y control de la medida: Semanalmente se realizarán monitoreos de los especímenes para determinar el estado de los individuos relocalizados y evaluar el éxito de la medida. Tomando en cuenta que el significado de fauna bentónica o movimiento lento, existe la posibilidad que después de una semana el espécimen se haya desplazada o introducido en algún hueco en el arrecife y por ende desaparezca de la tabla de monitoreo. Durante los seguimientos, se tomará muy en cuenta el estado del tiempo, ya que los períodos de lluvias o por mala condición del océano será difícil poder monitorear las áreas.

Para determinar la calidad ambiental de la zona, nos apoyamos con la red de estaciones de monitoreo utilizado por Etesa y la Autoridad del Canal de Panamá. Adicional de tomaron datos in situ y un equipo formado por 2 especialistas. El número y la localización de las estaciones para la toma de la medición, así como la frecuencia de los muestreos, fueron definidos en función del tipo de variable y de su relevancia para la detección oportuna de cambios ambientales que serán producidos por la construcción del patio de contenedores y otras actividades que se llevan a cabo en la zona.

Las condiciones meteorológicas serán registradas cada día, incluyendo velocidad y dirección del viento, precipitación pluvial, presión atmosférica y temperatura, obteniendo valores de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez. La velocidad y la dirección de la corriente se obtuvieron 1 vez al día de la costa.

A partir de los antecedentes presentados, tanto para el Sector Obras Marítimas como para el área de relocalización propuesta, se propone rescatar la mayor cantidad de los individuos de área que se encuentre en un área.

Para el estudio de la comunidad bentónica del arrecife se diseñó una metodología inspirada en los trabajos de Loya (1972), Rogers et al., (1983) y Porter (1991), la cual consiste en transectos lineales de 20 m de longitud, los cuales permiten obtener información in situ sobre la cobertura bentónica y la heterogeneidad del sustrato.



## **Plan Rescate y Reubicación de Pasto Marino e Invertebrados**

Proyecto-Operación de la Unidad Flotante de Almacenamiento para la Terminal de GNL de Sinolam.

### **II.8.3.1 Información Cuantitativa**

La eficacia del rescate y relocalización de fauna bentónica, según la empresa y los especialistas, se puede medir en la cantidad de recursos rescatados y relocalizados, en su mayoría, las que se evitará afectar durante el período de construcción.

Asimismo, los monitoreos indicarán que los individuos relocalizados se han asentado al fondo marino. Las obras de dragado en Bahía las Minas no afectarán áreas de pesca recreativa ni de subsistencia, no son objeto de monitoreo propiamente tal. Sin embargo, Parque Energético Río Alejandro, declara tener permanente contacto con los miembros de la comunidad de Cristóbal a través de su Gerencia de Asuntos Externos.