

**Informe final\* del Proyecto EQ006**  
**Elaboración de un programa de señalización y colocación de boyas en zonas de riesgo**

**Responsables:** Biól. Alfredo Arellano Guillermo  
Biól. Carlos Alcérreca Aguirre

**Instituciones:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Biocenosis A.C.

**Dirección:** Camino al Ajusco # 200, Jardines de la Montaña, Distrito Federal, DF,  
14210 , México  
Calle No. 4 # 356 por 11 y 15 Fracc. Las Águilas C. P. 97134. Mérida  
Yuc.

**Correo electrónico:** [arellano@conanp.gob.mx](mailto:arellano@conanp.gob.mx)  
[biocenosis@biocenosis.org.mx](mailto:biocenosis@biocenosis.org.mx)

**Teléfono/Fax:** Tel: 01 (998) 8871969

**Fecha de inicio:** Octubre 15, 2006

**Fecha de término:** Noviembre 25, 2008

**Principales resultados:** Manual impreso, Informe final,

**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Arellano Guillermo, A. y C. Alcérreca Aguirre, 2008. Elaboración de un programa de señalización y colocación de boyas en zonas de riesgo Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Biocenosis A. C. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. EQ006.** México D. F.

**Resumen:**

El proyecto plantea la necesidad de establecer un sistema de señalización con boyas en zonas de riesgo (SSBZR) en las ANP's del Caribe mexicano y expone los beneficios inmediatos que se reflejan en la disminución drástica de impactos negativos sobre los arrecifes coralinos y ecosistemas asociados, luego del paso de los huracanes "Emily" y "Wilma" entre julio y octubre del 2005. Se resalta que este sistema coadyuva en la recuperación y conservación de la biodiversidad en al menos cuatro Parques Nacionales y dos Reservas de la Biosfera de México dentro del SAM y únicos por su representatividad ecológica. En particular aquellas especies endémicas, en peligro de extinción.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

# ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CON BOYAS EN ZONAS DE RIESGO (SSBZR)

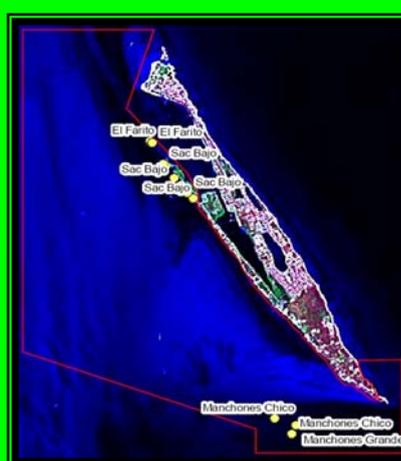
Informe Final de Proyecto (EQ006) para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

Responsable: ALFREDO ARELLANO GUILLERMO

Coordinación Área Técnica: FRANCISCO AGUILAR SALAZAR

Coordinación Área Operativa: JUAN CARLOS HUITRÓN BACA

Coordinación Área SIG: GERARDO RÍOS SAIS



DIRECCIÓN REGIONAL PENÍNSULA DE YUCATÁN  
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS  
Calle Venado SM. 20; MZA. 18; Lote 2 y 4; No. 71 y 73  
CP 77500, Cancún, Quintana Roo  
Tel: (998)8839515; 8871969 (Fax)

OCTUBRE, 2007

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### RESUMEN

Lista de Figuras

Lista de Tablas

I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. OBJETIVO .....	2
III. JUSTIFICACIÓN .....	2
IV. ANTECEDENTES .....	3
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	4
Procedimientos operativos del SSBZR (PADI, 1996a; 1996b) .....	5
A. Selección de los sitios de señalización con boyas .....	5
B. Instalación .....	5
C. Programa de mantenimiento .....	9
D. Guía de operación del SSBZR .....	9
E. Programa de evaluación y adecuación del sistema .....	9
VI. RESULTADOS .....	10
Procedimientos de instalación .....	10
A. Ancla “Manta Raya” .....	10
B. Ancla “Alcayata” .....	10
C. Zonas señaladas con boyas .....	15
VII. DISCUSIÓN .....	34
Evaluación del proyecto .....	34
A. Productos comprometidos .....	34
B. Instalación del SSBZR .....	35
C. Evaluación del SSBZR .....	36
VIII. AGRADECIMIENTOS .....	37
IX. REFERENCIAS .....	38

ANEXO I. Reporte de impacto inmediato del huracán “Dean” en Banco Chinchorro

ANEXO II. Reporte de daño a la biodiversidad en Banco Chinchorro

ANEXO III. Metodología de encuesta

ANEXO IV. Registro de colaboradores en la instalación del SSBZR

## **ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN CON BOYAS EN ZONAS DE RIESGO (SSBZR)**

**Informe Final de Proyecto (EQ006) para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Octubre, 2007**

Institución: DIRECCIÓN REGIONAL PENÍNSULA DE YUCATÁN  
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS  
Calle Venado SM. 20; MZA. 18; Lote 2 y 4; No. 71 y 73  
CP 77500, Cancún, Quintana Roo  
Tel(s): (998)8871969 (Fax); 8839515

Responsable: BIOL. ALFREDO ARELLANO GUILLERMO  
Director Regional Península de Yucatán  
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas  
Calle Venado SM. 20; MZA. 18; Lote 2 y 4; No. 71 y 73  
CP 77500, Cancún, Quintana Roo  
Tel(s): (998)8871969 (Fax); 8839515  
[arellano@conanp.gob.mx](mailto:arellano@conanp.gob.mx)

Área de especialidad: Uso sustentable de la biodiversidad.

Área de aplicación del proyecto: Áreas Naturales Protegidas del Caribe mexicano dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM).

Especies sujetas a protección con el proyecto: Múltiples especies de flora algal y angiospermas, especies de manglar, especies de diferentes taxa de la comunidad arrecifal (corales escleractinios y gorgonáceos), especies de invertebrados y vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Los inventarios detallados de flora y fauna, se presentan en los Programas de Manejo para cada ANP (SEMARNAP 1996; 1998a; 1998b; 2000a; 2000b; SEMARNAT 2004)

Resultados y productos: Establecimiento de un sistema de señalización con boyas en zonas de riesgo (SSBZR) en las diferentes zonas críticas de las ANP del Caribe mexicano impactadas por los huracanes "Emily", "Wilma" y "Dean". Las acciones permitirán regular el acceso de usuarios a sitios únicos, que por su biodiversidad contienen especies raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y sus endemismos, las cuales están protegidas por el Artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y al Acuerdo por el que se establecen criterios ecológicos en la NOM-ECOL-059-1994 (publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 16 de mayo de 1994 y en la Gaceta Ecológica #33 de marzo de 1995).

Monto total del financiamiento solicitado: \$ 995, 623.6 (SON: NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTITRES PESOS 06/MN).

Duración del proyecto: Seis meses.

## RESUMEN

El informe presenta los resultados finales de instalación del Sistema de Señalización con Boyas en Zonas de Riesgo (SSBZR). Se colocan 152 boyas de amarre con 58 anclajes tipo "Manta Raya" y 94 del tipo "Alcayata", del 26 de marzo al 14 de septiembre de 2007, en polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Isla Contoy, Isla Mujeres, Punta Cancún, Punta Nizuc, Puerto Morelos, Sian Ka'an, Xcalak, Banco Chinchorro y Yum Balam en el estado de Quintana Roo. Lo anterior representa el 100% del total colocado del sistema de anclas y boyas programado para el SSBZR. Además, los buzos utilizan 1300 m de cabo de seda de una pulgada y 20 bultos de cemento para su colocación. El documento incluye tablas y mapas cartográficos con los sitios de ubicación, así como imágenes que ilustran las operaciones en las ANP. Es de resaltar la importancia de este sistema de señalización en las zonas de arrecifes, para la disminución de impactos negativos sobre la flora y fauna y delimitación de rutas de navegación, tal y como lo demuestran los resultados cuantitativos y cualitativos del proyecto. Debido a que el huracán "Dean" impacta las Reservas de la Biosfera de Sian Ka'an, Banco Chinchorro y el Parque Marino Arrecifes de Xcalak, en el período de estudio, se reportan pérdidas significativas de boyas, especialmente en Banco Chinchorro. Por tal motivo y para evitar un mayor retraso en las actividades programadas del proyecto y pérdida de equipo, se establece el criterio de aplicar por primera vez, el SSBZR en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, al Nor-Noroeste del estado, el cual forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Debido a que esta ANP posee importantes áreas de arrecife y de protección especial para la biodiversidad marina y que carece de señalización con boyas con estas características, se decide colocar el sistema de señalización en zonas clave para su conservación. En las áreas de Yum Balam en las cuales se coloca el SSBZR, se desarrolla actualmente un ambicioso programa de conservación y protección del Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) único en México y que asegura el cuidado de una especie vulnerable e importante para el desarrollo turístico de la región.

## I. INTRODUCCIÓN

Las actividades derivadas del acelerado desarrollo urbano y turístico en Quintana Roo, así como la amenaza permanente de huracanes de gran envergadura sobre los ecosistemas arrecifales, implica el planteamiento de diversas propuestas para su conservación. Los daños significativos que los huracanes “Emily”, “Wilma” y “Dean” logran causar en estos ecosistemas en amplias regiones del Caribe mexicano, propicia el establecimiento de varias estrategias, entre las que destaca la instalación de un Sistema de Señalización con Boyas en Zonas de Riesgo (SSBZR) dentro de Áreas Naturales Protegidas de la entidad (e.g., Isla Contoy, Isla Mujeres, Punta Cancún, Punta Nizuc, Puerto Morelos, Sian Ka’an, Xcalak, Banco Chinchorro y Yum Balam).

Es ampliamente conocido que las boyas son herramientas muy valiosas para el control de las actividades en ANP y su implementación puede servir a diversos propósitos como la delineación de los senderos, límites de navegación, amarre de las embarcaciones, fronteras del parque o zonas predestinadas a diversos fines. Está demostrado que el uso de boyas de amarre en las zonas arrecifales disminuye el impacto físico del anclaje de embarcaciones en los arrecifes, así como las quejas de los usuarios ante estas actividades (Anónimo, 2005). En este sentido, la delimitación de áreas con este sistema, junto con acciones dirigidas a la capacitación, producción de mapas de zonificación, rotulación con información relacionada con actividades permitidas y no permitidas, regulaciones y normas, así como producción de material con indicaciones sobre facilidades dentro de la áreas y procedimientos en caso de emergencias, son acciones totalmente relacionadas con el fortalecimiento y aplicación de los Programas de Manejo de las ANP.

Lo anterior coincide con las recomendaciones que los Grupos Técnicos de Trabajo de la CONANP en coordinación con el Proyecto de Conservación para el SAM, establecen para capacitar e implementar los Programas de Turismo y Uso Público en áreas prioritarias en la región del SAM. Por tal motivo, el objetivo de este proyecto apoyado por la CONABIO coadyuva en los propósitos de conservación de estos importantes ecosistemas como patrimonio mundial en beneficio de generaciones futuras (Anónimo, 2005).

## II.OBJETIVO

Proteger y conservar los ecosistemas y biodiversidad en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) localizados en Quintana Roo, que son afectados o pudieran serlo, por las diferentes actividades humanas e impactos meteorológicos. Lo anterior, a partir de un Sistema de Señalización con Boyas en Zonas de Riesgo (SSBZR).

## III. JUSTIFICACIÓN

Los objetivos y estrategias para la conservación de Áreas Naturales Protegidas en Quintana Roo, deben contemplar la prevención o mitigación de impactos derivados de las actividades productivas en ellas (e.g., encallamientos, sobrecapacidad de carga por turismo) o de meteoros de grandes dimensiones

(e.g., huracán “Gilberto”, “Emily”, “Wilma” y recientemente “Dean”). La señalización efectiva de las diferentes zonas sujetas a protección en las ANP, es una medida prioritaria para establecer escenarios de acciones orientados a minimizar daños directos para los ecosistemas y su biodiversidad. La presencia de alrededor de un millón trescientos mil visitantes por año a los Parques Nacionales del Caribe mexicano (Dirección Regional Península de Yucatán, CONANP: datos estimados para 2007 con base en registros históricos de 2003 a 2006), con ecosistemas íntegros y representativos de provincias biogeográficas y diversidad natural, representa un factor potencial importante para su conservación o afectación en caso de no asumir acciones decisivas para regular el acceso. Adicionalmente, la presencia de huracanes de excepcional fuerza en los últimos años, obliga a implementar medidas operativas que permitan coadyuvar en la recuperación de los ecosistemas en el menor tiempo posible.

El establecimiento del SSBZR en las zonas restringidas o de libre acceso según lo estipulan los Programas de Manejo, será determinante para el aseguramiento de los objetivos de conservación propuestos para los ecosistemas ubicados en el SAM. El proyecto promoverá el uso sustentable de los recursos en forma ordenada, al delimitar físicamente las zonas de aprovechamiento contempladas en los Programas de Manejo de al menos cuatro Parques Nacionales y dos Reservas de la Biosfera de México.

#### IV. ANTECEDENTES

Los ecosistemas costeros están sujetos a la amenaza permanente de la destrucción física directa o alteración radical de los hábitats. Estas variables son aún más significativas que la degradación resultante de la contaminación, sin que esto último sea considerado un logro en la carrera contra la destrucción del medio ambiente. El efecto adverso de la alteración física de los ecosistemas, se considera actualmente un problema prioritario de alcance global el cual debe ser abordado desde una perspectiva similar. Se estima que alrededor del 40% de los arrecifes coralinos están seriamente afectados e incluso se calcula que muchos de ellos no podrán recuperarse hasta no antes del 2015, solamente en caso de emprenderse medidas drásticas inmediatas para su protección. La alteración de los hábitats costeros puede tener impactos fuera de los límites geográficos de afectación, por la dinámica de los flujos de agua, nutrientes, sedimentos y ubicación de las zonas de alimentación y reclutamiento de especies (Anónimo, 2000; GESAMP, 2001).

Los diferentes ecosistemas ubicados a lo largo del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) comparten una amplia gama de especies, que por sus características biológicas y ecológicas pueden mostrar patrones de ocupación espacio temporales entre sí, e inclusive interdependencias de variada índole (Anónimo, 2005). Por tal motivo, las actividades autorizadas para las ANP bajo los esquemas de los Programas de Manejo, proponen el establecimiento de una clasificación de zonas orientado al desarrollo de actividades *ad hoc* según los propósitos de compatibilidad entre la conservación ecológica y el aprovechamiento de los recursos naturales en forma ordenada. El tráfico de embarcaciones, uso de anclas y actividades turísticas intensas, son elementos

que impactan a los arrecifes. No obstante, la existencia de factores de alto riesgo e incertidumbre asociados con fenómenos meteorológicos puede alterar la estructura de los ecosistemas coralinos entre otros, sin la intervención directa del hombre. La significativa frecuencia con que se presentan huracanes en el Caribe mexicano, resulta en graves perturbaciones y daños a los ecosistemas en general y con marcadas repercusiones para su manejo, por efectos del sedimento y alta liberación de energía (NOAA, 2001). Recientemente, los huracanes “Emily”, “Wilma” y “Dean” causan efectos devastadores en las ANP de las zonas centro y norte de Quintana Roo, con expectativas de recuperación aún no determinadas con precisión en el largo plazo. Por tal motivo, las acciones que se emprendan a la brevedad posible para delimitar las diferentes zonas de manejo en las ANP dañadas por el huracán, debe redundar en una recuperación sensible y paulatina de las comunidades y en la disminución de impactos adicionales por actividades humanas (bajas tasas de crecimiento, efectos negativos en la reproducción de los arrecifes, etc.) (Referencia en Internet en: WILKINSON, C. 2000. Status of coral reefs of the world: 2000. Global coral reef monitoring network, (11/28/00) <http://www.icriforum.org>). Una estrategia prioritaria dirigida a la implementación del SSBZR, tiene como resultado la regulación en el acceso a zonas críticas de conservación especial y evitar un mayor deterioro. La cooperación y conducta adecuada de los usuarios al visitar estos ecosistemas, está reglamentada por los diferentes programas de manejo de cada ANP. Esto es parte de una cuidadosa planeación coordinada que contempla aspectos legales, administrativos y de educación con objetivos de conservación y manejo sustentable de los recursos en el largo plazo (SEMARNAP, 1996; 1998a; 1998b; 2000a; 2000b; SEMARNAT, 2004).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

La presencia de importantes pesquerías multiespecíficas en el Sistema Arrecifal Mesoamericano y de un sector significativo de visitantes a las ANP en costas mexicanas, requiere de la delimitación de las zonas establecidas en los Planes de Manejo para impedir su deterioro. Los recursos económicos autorizados por la CONABIO para el desarrollo del proyecto han permitido la adquisición de equipo de señalización (anclajes, boyas, cabos) y costos de operación para su instalación. En este sentido, la participación de múltiples usuarios de Instituciones Públicas y Privadas, ONG’s, pescadores y prestadores de servicios en los Comités Técnicos de las ANP, permite facilitar una amplia discusión y análisis completo sobre la selección de los sitios idóneos para la colocación de boyas. Esto implica una reducción considerable de costos y optimización de operaciones. De esta forma, se cuenta actualmente con evaluaciones de las áreas y sustratos para su ubicación, considerando las regulaciones administrativas para usos específicos.

La propuesta inicial del proyecto considera la colocación de anclas tipo “Manta Raya” y “Alcayata”, con boyas tipo “Jim” (18”) y boyas “ahogadas”. Este sistema asegura la delimitación de las zonas y el anclaje de botes recreativos con seguridad. La CONANP ha operado con buzos profesionales y personal técnico calificado para la colocación y mantenimiento de este sistema en campo. Además, existen reglamentos que permiten especificar los

procedimientos de anclaje o acercamiento para reducción de daños a los arrecifes, así como programas generales de capacitación para el uso de estas operaciones que continuamente son actualizados y difundidos entre los usuarios, de acuerdo con los propósitos de cada ANP. En este sentido, la propuesta para el establecimiento del SSBZR sigue una serie de procedimientos convencionales, para asegurar el óptimo funcionamiento y objetivos de protección de especies dentro de los ecosistemas arrecifales, al minimizar los impactos por maniobras de embarcaciones entre otros factores.

## Procedimientos operativos del SSBZR (PADI, 1996a; 1996b)

### A. Selección de los sitios de señalización con boyas

Con base en el patrón de uso y necesidad de protección, en este proyecto se analiza el tipo, número, tamaño y espaciado entre boyas, lo que significa evaluar la ubicación y tamaño de la zona y la visibilidad entre una y otra boya. Se considera el tamaño y número de embarcaciones, las características del ancla y se establecen escenarios de utilización futura en caso de incrementar el tamaño de la flota y sitios de esparcimiento en cada lugar. El criterio para esta selección se define con base en la biodiversidad, estructura y estado del arrecife coralino y las condiciones ecológicas en general. Se establece un diagnóstico detallado sobre el sustrato disponible para la colocación del anclaje, dimensiones del área de operación y en caso necesario se realizan los ajustes adecuados. Esto último ocurre luego del paso de los huracanes “Emily”, “Wilma” y “Dean” que modifican significativamente la base de información de la CONANP sobre los sitios previamente seleccionados para la colocación del sistema de anclaje. En todos los casos, se ubican los puntos referenciados geográficamente mediante el uso de GPS, para generación de información y análisis posterior con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### B. Instalación

El personal que participa en las maniobras submarinas corresponde a buzos certificados de la CONANP y buzos contratados, expertos y profesionales quienes instalan el anclaje y supervisan las operaciones del sistema. La amplia experiencia del personal técnico de las ANP y la estrecha coordinación entre las Direcciones de los Parques, permite correcciones inmediatas en los procedimientos operativos. Los buzos aseguran la perforación del sustrato y los anclajes submarinos con precisión, supervisados por la tripulación y equipo técnico de apoyo en superficie para asistencia con equipo especializado de perforación y mezclas de cemento especial. Con la selección previa del sitio de anclaje se realiza una perforación en sustrato sólido y se coloca un anclaje tipo alcajata de acero inoxidable, con la parte interna fija al sustrato en forma de cruz y asegurada con cemento especial. Se utilizan anclas tipo “Alcajata” (Fig. 1) para sedimento duro, o “Manta Raya” (Fig. 2) para sedimento más suave. Estas últimas de significativo tamaño y peso.

Este sistema de señalización completo requiere de equipo y accesorios varios para su colocación y operaciones submarinas (Figuras 3 y 4). Las anclas

“Manta Raya” poseen tensores diseñados para trabajar bien en suelos submarinos. Los modelos de anclas más pequeños se usan en suelos muy duros o donde se requiere baja carga sobre ellas. Por lo general, las anclas más grandes se usan en suelos más suaves. Para retener estructuras diversas, las anclas “Manta Raya” deben ser instaladas a no menos de 6 pies de profundidad. Para un óptimo funcionamiento se propone que la longitud de la cadena en cada uno de los sitios sea 1.7 veces la profundidad de acuerdo a la recomendación del fabricante, para las boyas que estarán en aguas con velocidades de corrientes mayores a 2 nudos. Con base en la experiencia del personal de la CONANP, se observa que los efectos en el fondo marino son mínimos, ya que se trata de un impacto puntual en sitios poco vulnerables para las especies.

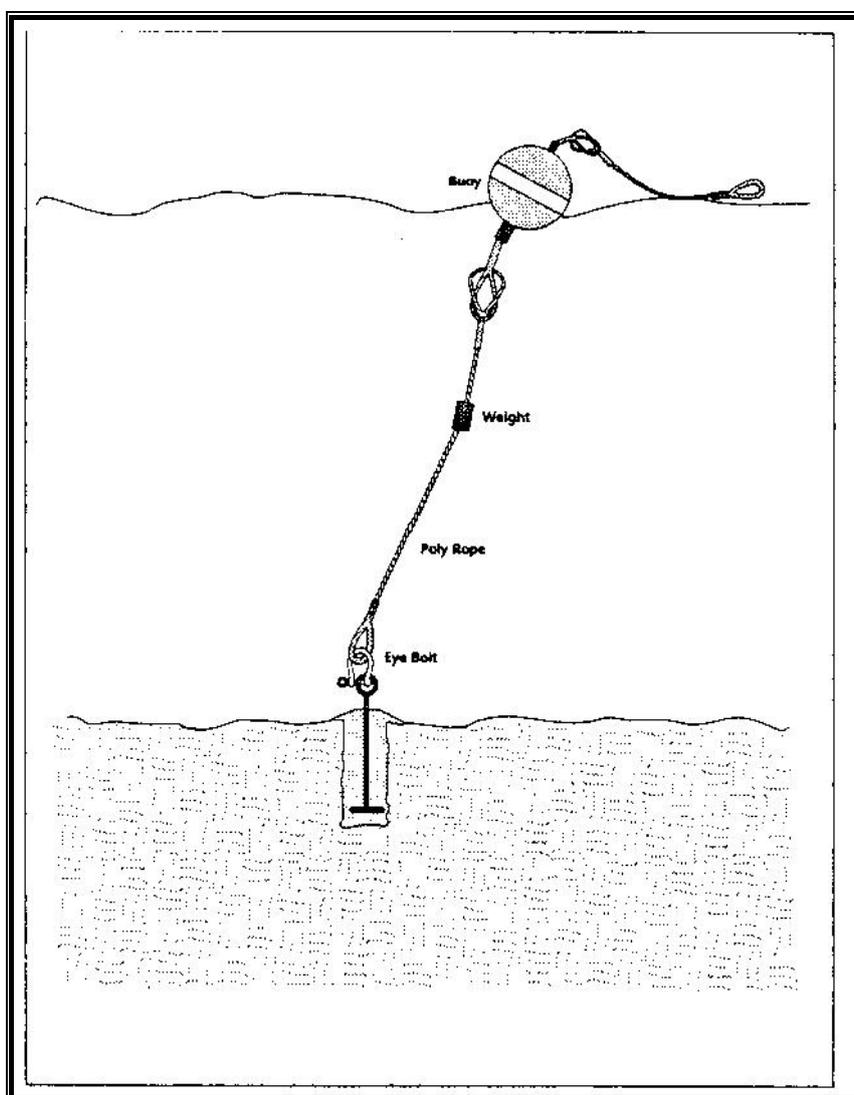


FIGURA 1. Esquema completo de ancla tipo “Alcayata” y boya con accesorios (Fuente: PADI. 1996a. p. 2-2).

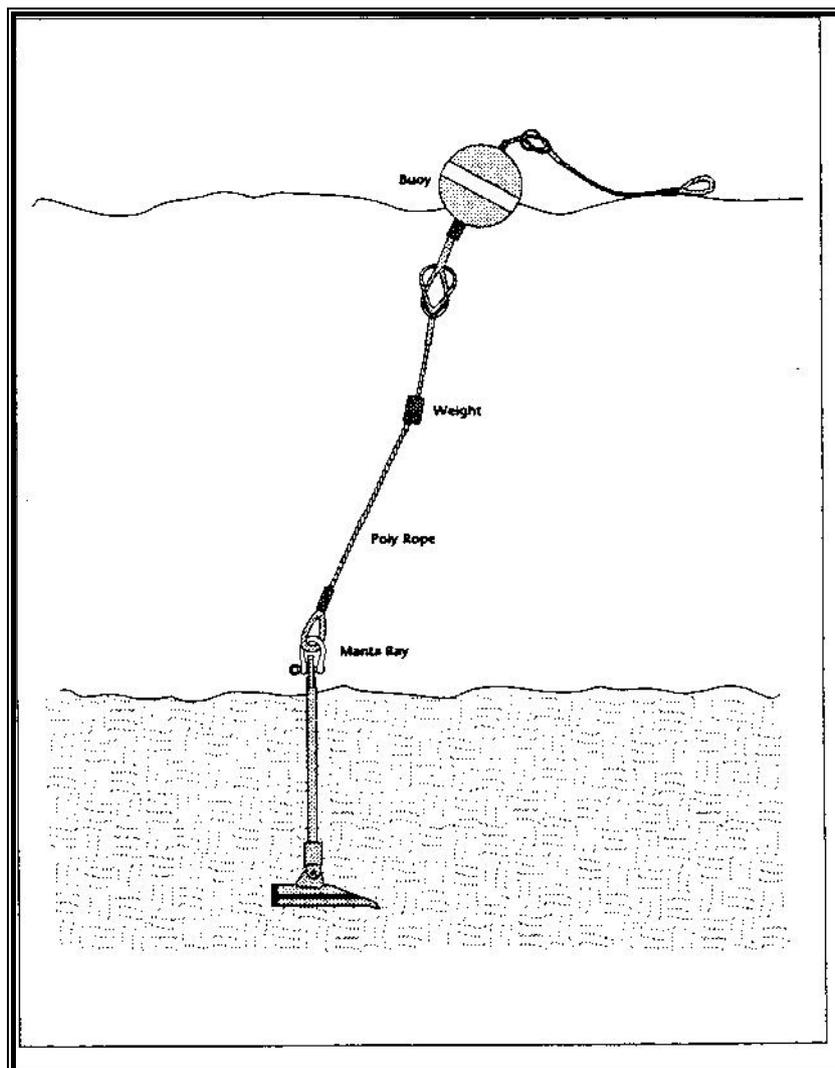


FIGURA 2. Esquema completo de ancla tipo "Manta Raya" y boya con accesorios (Fuente: PADI. 1996a. p. 2-7).

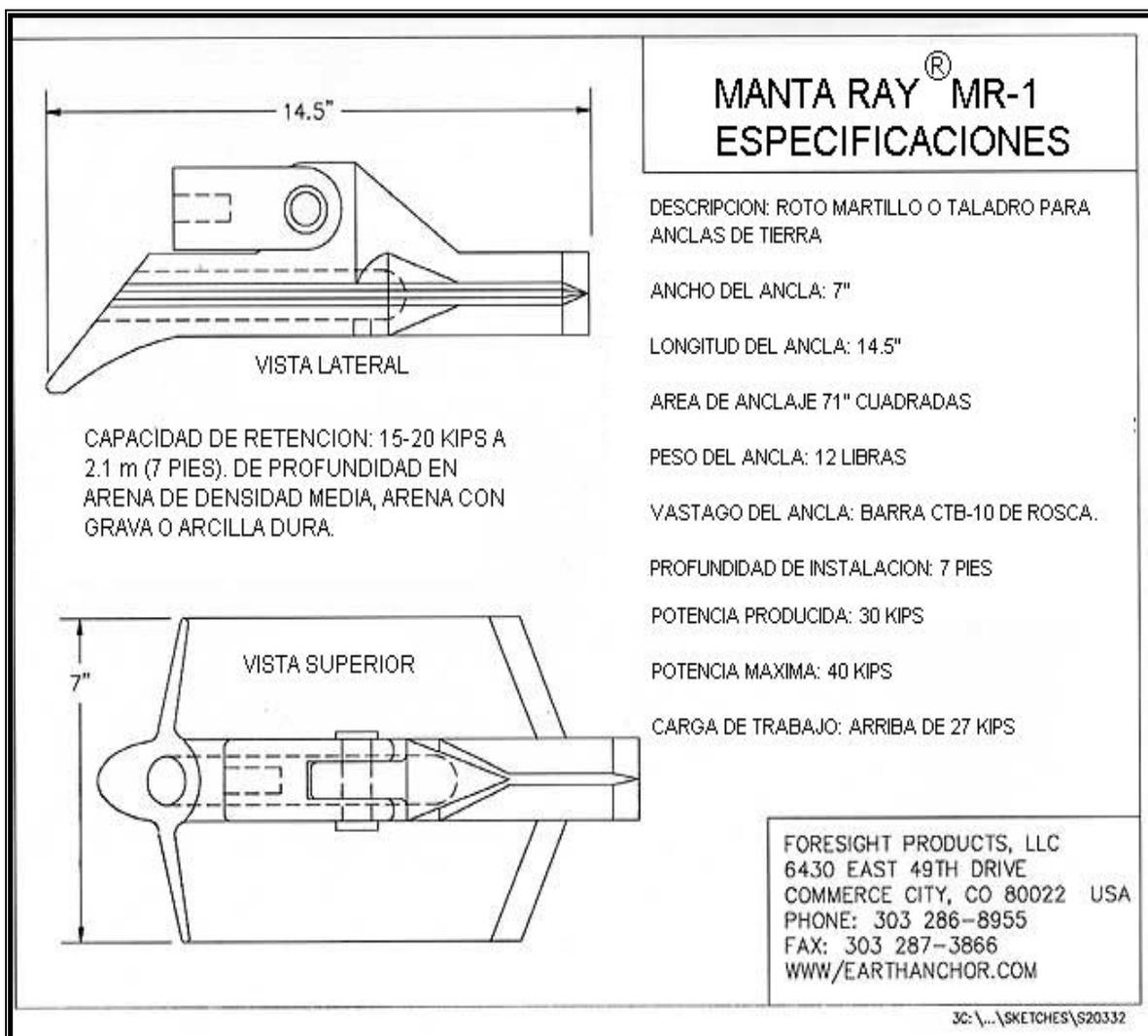


FIGURA 3. Esquema de ancla tipo "Manta Raya" de acuerdo con especificaciones de instalación general (Fuente: [www.earthanchor.com](http://www.earthanchor.com). Distribuidor comercial del equipo).

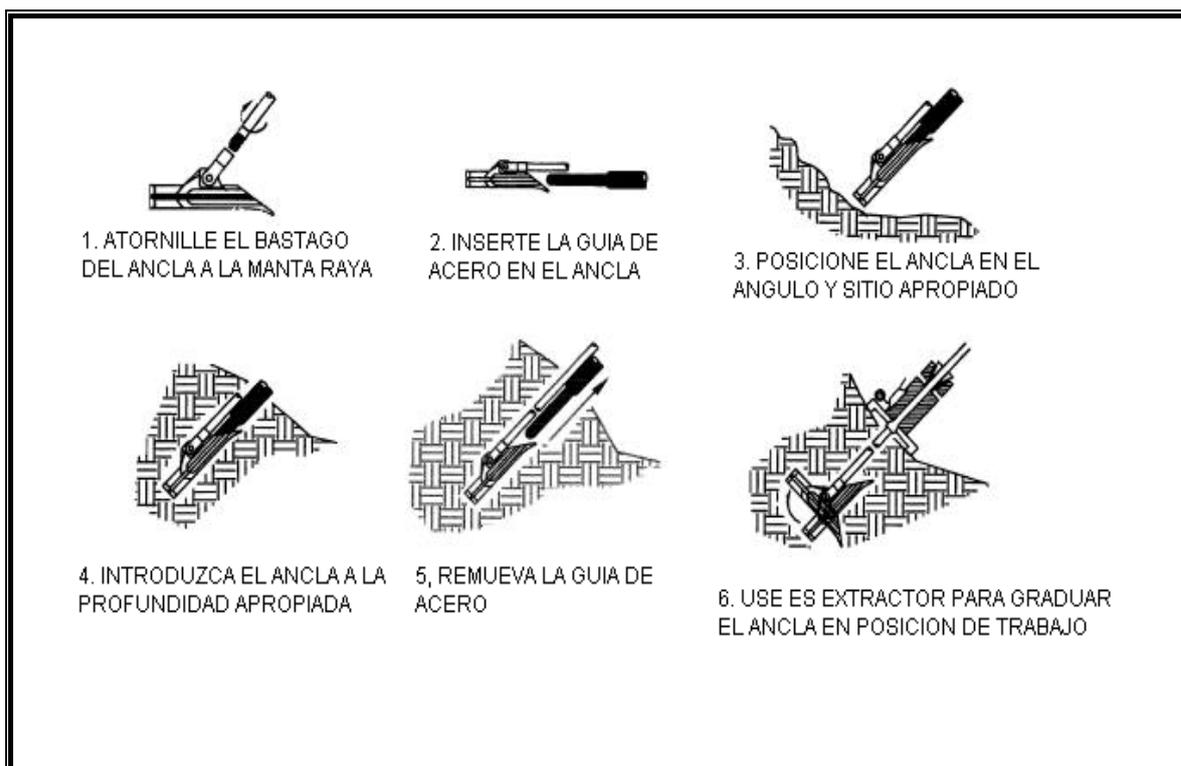


FIGURA 4. Aseguramiento de anclas tipo "Manta Raya" en sustrato submarino (Fuente: [www.earthanchor.com](http://www.earthanchor.com). Distribuidor comercial del equipo).

### C. Programa de mantenimiento

Se realiza un programa de supervisión y mantenimiento preventivo del sistema, a partir de inspecciones visuales de todos los componentes durante su implementación. Se asegura que no existan daños en las diferentes partes, lo que implica la necesidad de contar con refacciones y equipo para futuras reparaciones e imprevistos. Este procedimiento se realiza rutinariamente durante las visitas de inspección y vigilancia de los Guarda Parques de las diferentes ANP.

### D. Guía de operación del SSBZR

Como resultado de la instalación del sistema, se elabora una guía de instalación, uso, supervisión y mantenimiento de las boyas (GIUSMB), con la finalidad de que dicho instrumento sirva para capacitar al personal y usuarios de las ANP. La guía presenta información con fotografías y esquemas detallados del sistema.

### E. Programa de evaluación y adecuación del sistema

Se realiza una evaluación periódica sobre los resultados de la estrategia planteada al inicio del programa y se establecen las adecuaciones al SSBZR en caso necesario.

## VI. RESULTADOS

### Procedimientos de instalación

De acuerdo con el procedimiento de instalación para la colocación del SSBZR, adaptado y desarrollado por el personal de la CONANP a la metodología de PADI (1996a; 1996b), las operaciones se realizan de acuerdo con el tipo de sustrato y ancla.

#### A. Ancla “Manta Raya”

1. Elección de un sitio con 2 metros de profundidad de arena como mínimo.
2. Colocación de la manta en el sitio, descenso de martillo hidráulico y extensiones.
3. Colocación de extensiones dentro de la manta y operación del martillo para enterrarla en el sustrato.
4. Acoplamiento de extensiones según se vaya enterrando el ancla.
5. Colocación de la barra de extracción a la “Manta Raya”.
6. Retiro de extensiones y martillo hidráulico. Ascenso del equipo a la embarcación.
7. Descenso de bancos y gato hidráulico, colocación con la barra de extracción.
8. Extracción vertical de la manta con el gato hidráulico.
9. Verificación de que el ojal de la manta quede por fuera del sustrato.
10. Retiro de los bancos y gato hidráulico. Ascenso del equipo a la embarcación.
11. Colocación del cabo de amarre y boya.

#### B. Ancla “Alcayata”

1. Elección de un sitio con laja descubierta.
2. Descenso del taladro hidráulico.
3. Perforación con el taladro.
4. Verificación de profundidad con la alcayata.
5. Ascenso del taladro y descenso del cemento en una bolsa de plástico.
6. Colocación del cemento en la perforación.
7. Inserción de la alcayata.
8. Se deja fraguar cinco días.
9. Colocación del cabo de amarre y boya.

La Figura 5 muestra el procedimiento de “armado” de una de las anclas “Manta Raya” antes de su instalación en los sitios de amarre.

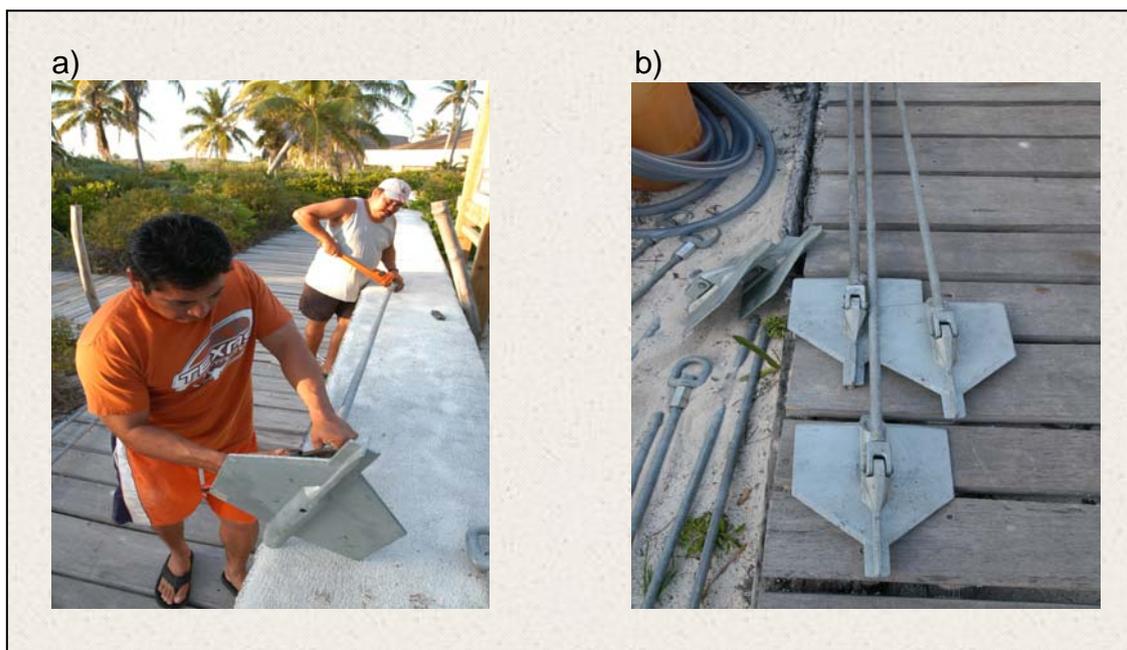


FIGURA 5. Preparación de un ancla “Manta Raya” para sustrato arenoso. Se verifica que el ancla esté perfectamente acoplada a su eje de sostén y que la base “abra” adecuadamente (a) antes de su colocación en el sitio definitivo en el sustrato (b).

El equipo se traslada por vía terrestre y marítima a los diferentes puntos de operación, en los polígonos de las ANP del norte, centro y sur de Quintana Roo (Isla Contoy, Isla Mujeres, Punta Cancún, Punta Nizuc, Puerto Morelos, Sian Ka’an, Banco Chinchorro y Yum Balam) (Fig. 6).

Luego del arribo a los polígonos de las ANP, el equipo de buzos expertos procede a instalar el “gato” hidráulico en cada sitio de excavación para las anclas (Fig. 7).

La Figura 8 muestra la operación que realiza un buzo con el martillo hidráulico en una de las áreas de protección de flora y fauna.

Las Figuras 9 y 10, registran los procedimientos finales de amarre y aseguramiento de cabos y boyas del sistema de anclaje para “Manta Raya”.

La Figura 11, muestra las operaciones subacuáticas para instalar anclas tipo “Alcayata”. En la Figura 12, se observan diferentes actividades en superficie para colocar las boyas “Mooring buoy” al sistema de anclaje.

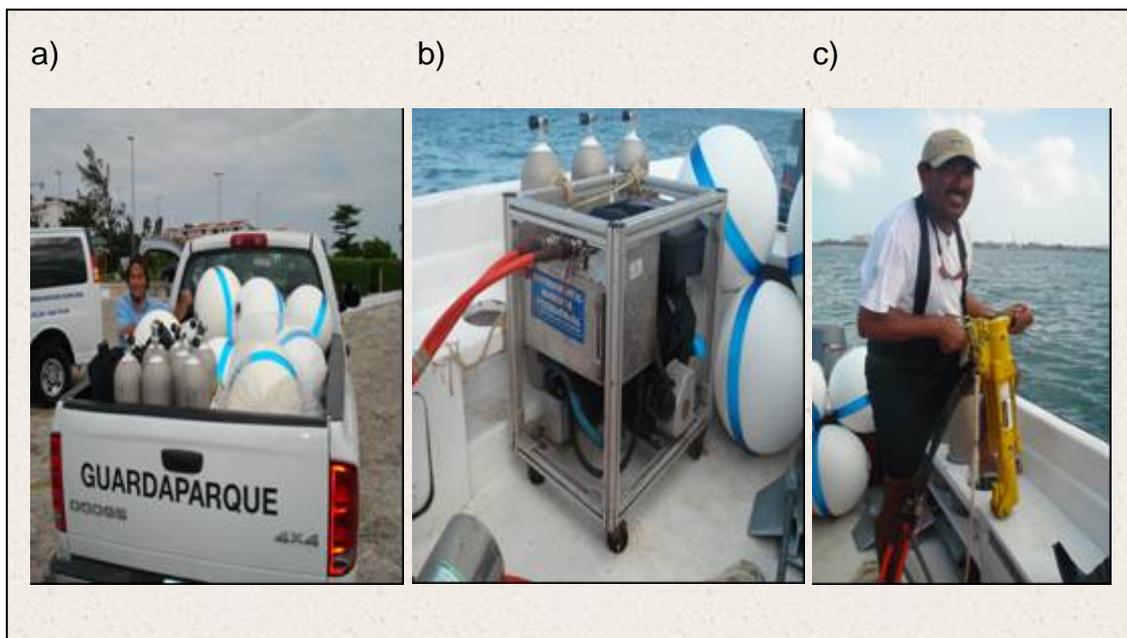


FIGURA 6. Traslado del equipo a las ANP, para instalación del sistema de anclaje y boyas de amarre (a). En las figuras b y c, se observa la unidad hidráulica y el martillo en superficie, para perforación en sustrato submarino.

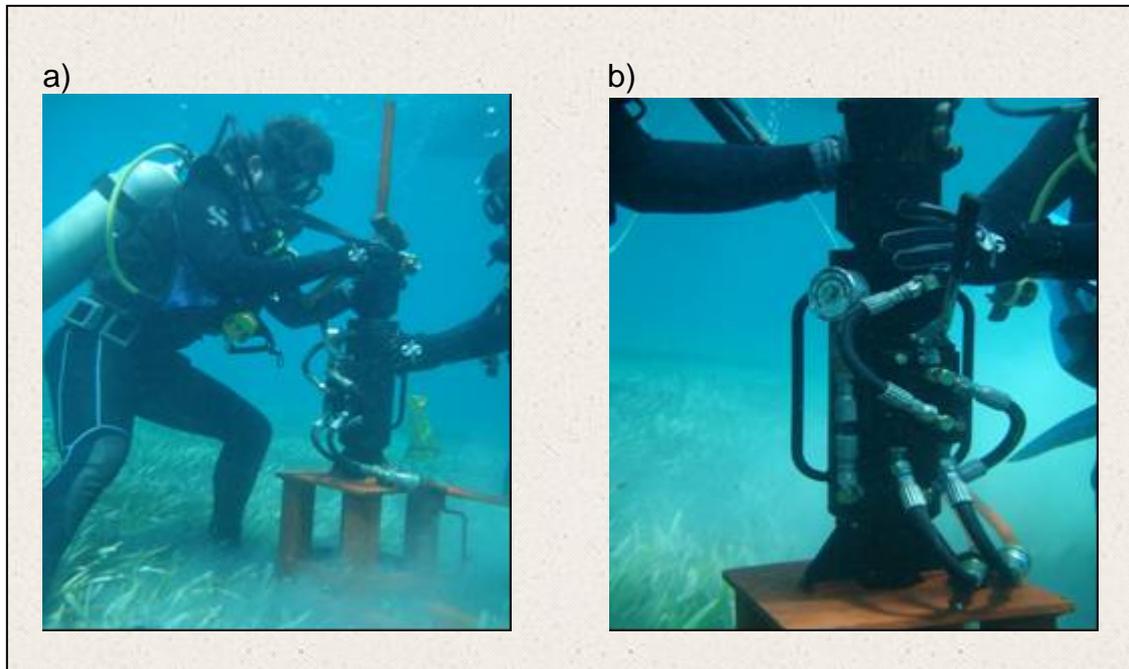


FIGURA 7. Instalación del banco de fijación (a) y funcionamiento del “gato” hidráulico (b) durante la preparación del sustrato arenoso para colocar las anclas “Manta Raya”.

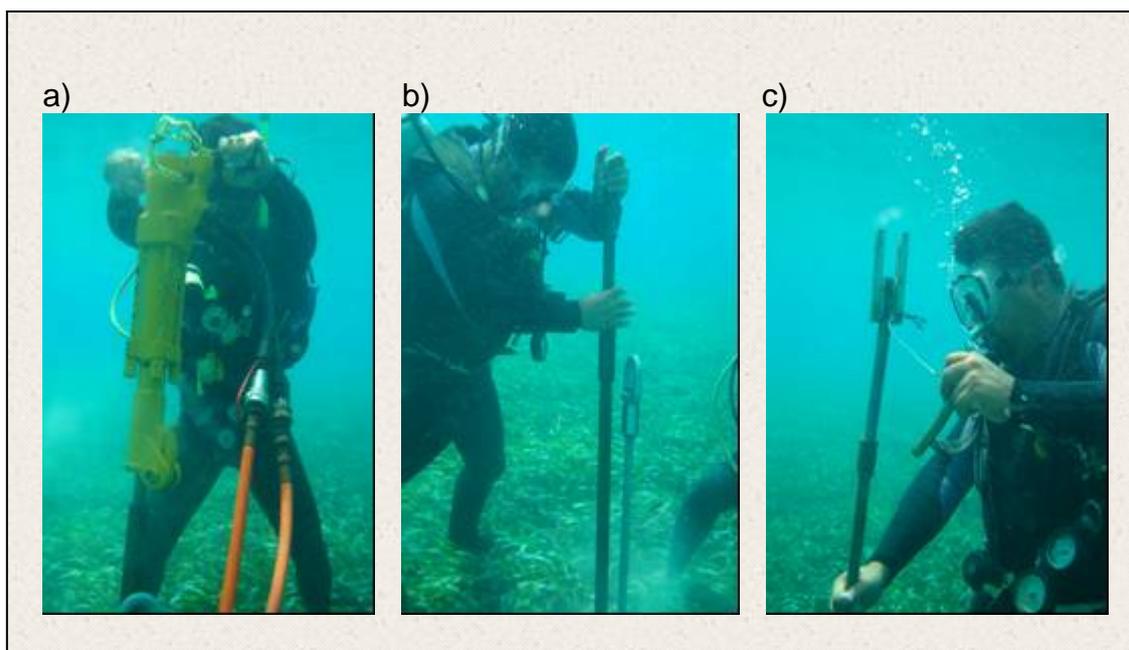


FIGURA 8. Funcionamiento del martillo hidráulico BR-67 (a) e introducción del barreno dentado para extracción de sedimento (b) y empleo de los extensores, para alcanzar la profundidad adecuada de colocación de las anclas “Manta Raya”.

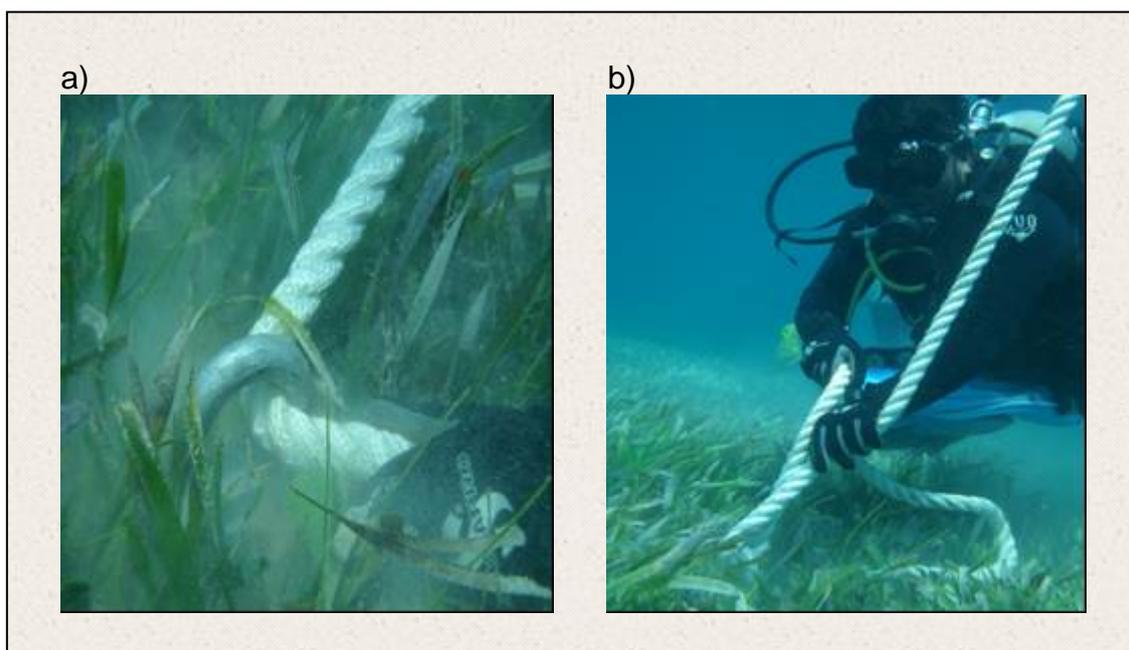


FIGURA 9. Ojal del ancla “Manta Raya” (a) y aseguramiento de los cabos al sistema (b).

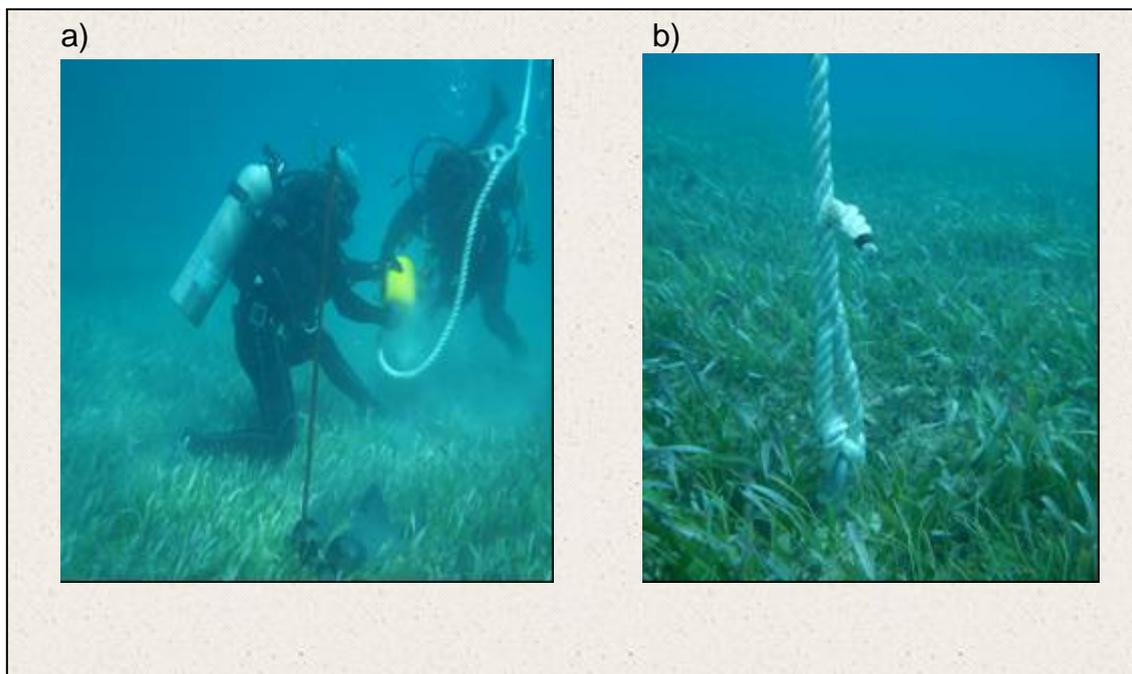


FIGURA 10. Boya de media agua BM-67 Tipo “Jim Buoy” (a) y sistema terminado de amarre con ancla tipo “Manta Raya” (b).

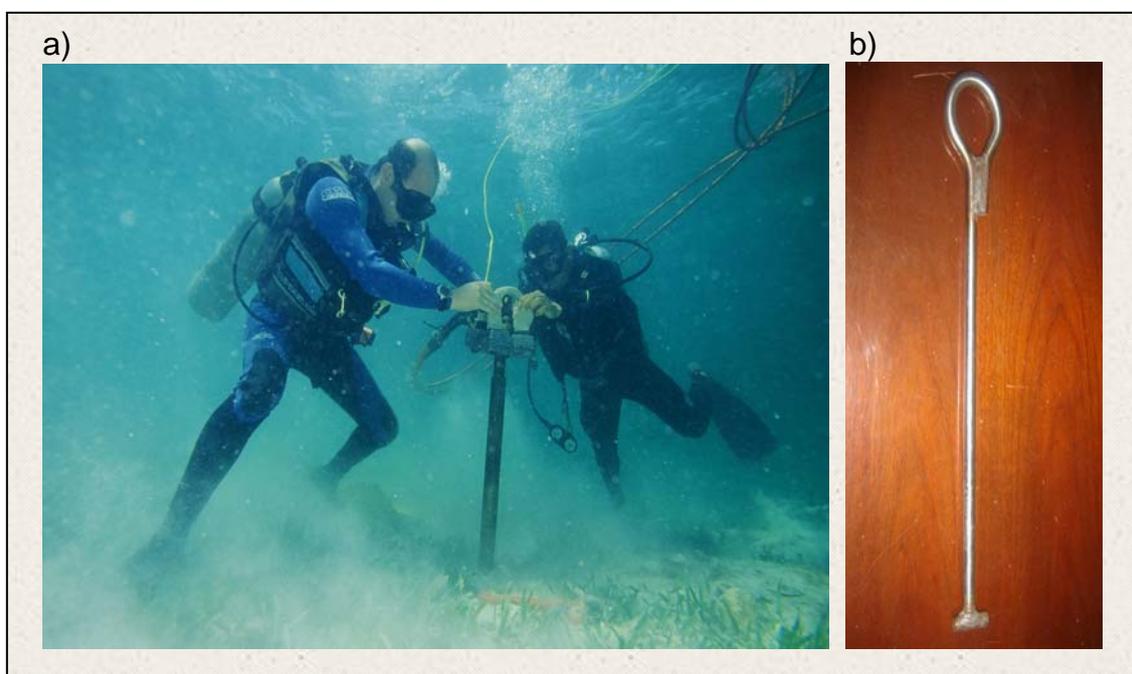


FIGURA 11. Perforación en sustrato duro o “laja” (a) para colocar anclas tipo “Alcayata” (b).



FIGURA 12. Maniobras de aseguramiento de las boyas de superficie para la instalación definitiva del SSBZR en diversas ANP de Quintana Roo.

### C. Zonas señaladas con boyas

En la Tabla 1, se muestran los sitios dentro del Área Natural Protegida de Isla Contoy en que se colocan 12 anclas “Manta Raya”, 2 “Alcayatas” y boyas de señalización para evitar daños a los arrecifes. En la Figura 13 se representan cartográficamente los lugares con anclajes de amarre (Proyección UTM: Zona 16 Norte; Datum: WGS 1984; Meridiano Central: -87).

La Tabla 2, indica los lugares con boyas dentro de los polígonos de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, asegurados con diferentes tipos de anclas. Las Figuras 14, 15 y 16 respectivamente, muestran los puntos precisos en que se colocan los anclajes de amarre (8 “Manta Rayas” y 33 “Alcayatas”) (Proyección UTM: Zona 16 Norte; Datum: WGS 1984; Meridiano Central: -87).

TABLA 1. Identificación de sitios con anclas tipo “Manta Raya” en el Área Natural Protegida de Isla Contoy y porción marina (Proyección en UTM y Unidades Cartesianas con referencia a la descripción limítrofe de Polígonos del Decreto del 2 de febrero de 1998; SEMARNAP).

No	Sitio	Fecha	UTM		Grados, minutos, segundos		Prof (pies)	Actividad
			Lat	Lon	Lat	Lon		
1	Campamento	18-04-07	2379944	520056	21° 31' 19.6"	86° 48' 22.8"	10	Instalación Manta Raya
2	Puerto Viejo Norte	18-04-07	2376340	521058	21° 29' 22.3"	86° 47' 48.2"	10	Instalación Manta Raya
3	Puerto Viejo Sur	18-04-07	2376223	521119	21° 29' 18.5"	86° 47' 46.1"	10	Instalación Manta Raya
4	Zona de Fondeadero Norte	18-04-07	2374777	521488	21° 28' 31.5"	86° 47' 33.3"	13	Instalación Manta Raya
5	Zona de Fondeadero Sur	18-04-07	2374706	521531	21° 28' 29.1"	86° 47' 31.8"	13	Instalación Manta Raya
6	Estación Norte *	17-04-07	2374678	521724	21° 28' 28.2"	86° 47' 25.1"	7	Instalación Manta Raya
7	Estación Norte	19-04-07	2374611	521737	21° 28' 26.0"	86° 47' 24.7"	10	Instalación Alcayata
8	Estación Centro *	19-04-07	2374611	521737	21° 28' 26.0"	86° 47' 24.7"	10	Instalación Manta Raya
9	Estación Centro	19-04-07	2374611	521737	21° 28' 26.0"	86° 47' 24.7"	10	Instalación Alcayata
10	Estación Sur *	19-04-07	2374552	521767	21° 28' 24.1"	86° 47' 23.6"	10	Instalación Manta Raya
11	Xlache Centro	17-04-07	2370355	522457	21° 26' 07.5"	86° 46' 58.4"	9	Instalación Manta Raya
12	Ixlache Norte	19-04-07	2370496	522511	21° 26' 12.1"	86° 46' 57.9"	10	Instalación Manta Raya
13	Xlache Sur	17-04-07	2370158	522524	21° 26' 01.1"	86° 46' 57.5"	8	Instalación Manta Raya
14	Xlache Sur 2	17-04-07	2370203	522570	21° 26' 02.6"	86° 46' 55.9"	8	Instalación Manta Raya

\* Sustitución del sistema completo por pérdida o daño reciente.

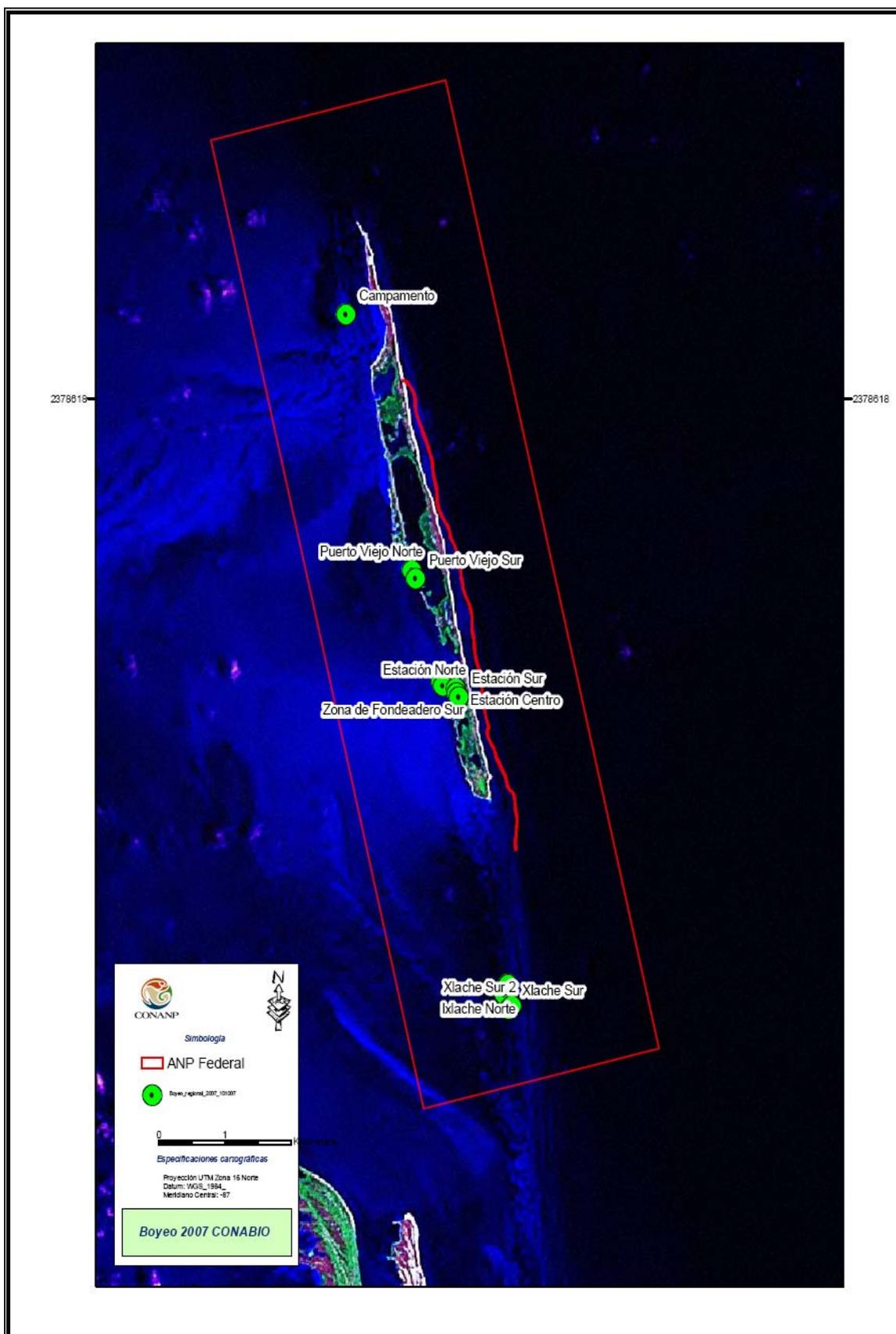


FIGURA 13. Puntos de señalización con boyas y anclas tipo “Manta Raya”, dentro del polígono del Parque Marino de Isla Contoy (Decreto del 2 de febrero de 1998; SEMARNAP).

TABLA 2. Colocación de anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya” en el Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (Proyección en UTM y Unidades Cartesianas con referencia a la descripción limitrofe de Polígonos del Decreto del 19 de julio de 1996 y acuerdo del 7 de julio de 2000; SEMARNAP).

No	Sitio	Fecha	UTM		Grados, minutos, segundos		Prof (pies)	Actividad
			Lat	Lon	Lat	Lon		
1	El Farito	13 de abril de 2007	2349626	525809	21° 14'53.2"	86° 45'04.5"	8	Instalación Manta Raya
2	Sac Bajo	13 de abril de 2007	2349131	526078	21° 14'37.0"	86° 44'55.2"	7	Instalación Manta Raya
3	Sac Bajo	13 de abril de 2007	2348887	526234	21° 14'29.1"	86° 44'49.8"	14	Instalación Manta Raya
4	Sac Bajo	12 de abril de 2007	2348742	526341	21° 14'24.4"	86° 44'46.1"	9	Instalación Manta Raya
5	Sac Bajo	12 de abril de 2007	2348492	526568	21° 14'16.2"	86° 44'38.2"	9	Instalación Manta Raya
6	Manchones Grande	28 de marzo de 2007	2344361	528160	21° 12'01.8"	86° 43'43.3"	29	Instalación Alcayata
7	Manchones Chico	28 de marzo de 2007	2344158	528023	21° 11'55.2"	86° 43'48.0"	29	Instalación Alcayata
8	Manchones Grande	28 de marzo de 2007	2344120	528519	21° 11'53.9"	86° 43'30.8"	30	Instalación Alcayata
9	Manchones Grande	28 de marzo de 2007	2344033	528551	21° 11'51.1"	86° 43'29.7"	30	Instalación Alcayata
10	Manchones Grande	28 de marzo de 2007	2344024	528399	21° 11'50.8"	86° 43'35.0"	30	Instalación Alcayata
11	Manchones Chico	28 de marzo de 2007	2343859	528327	21° 11'45.4"	86° 43'37.5"	29	Instalación Alcayata
12	La Bandera	27 de marzo de 2007	2341087	528015	21° 10'15.3"	86° 43'48.5"	28	Instalación Alcayata
13	La Bandera	27 de marzo de 2007	2340974	528077	21° 10'11.6"	86° 43'46.3"	27	Instalación Alcayata
14	Santo Remedio	27 de marzo de 2007	2339026	526942	21° 09'08.3"	86° 44'25.8"	23	Instalación Alcayata
15	Chitales	26 de marzo de 2007	2338622	526636	21° 08'55.2"	86° 44'36.4"	21	Instalación Alcayata
16	Chitales	26 de marzo de 2007	2338587	526281	21° 08'54.1"	86° 44'48.7"	17	Instalación Alcayata
17	Chitales	26 de marzo de 2007	2338491	526506	21° 08'50.9"	86° 44'41.0"	18	Instalación Alcayata
18	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325704	522985	21° 01'55.2"	86° 46'43.7"	7	Instalación Alcayata
19	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325685	522970	21° 01'54.5"	86° 46'44.2"	6	Instalación Alcayata
20	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325679	522958	21° 01'54.4"	86° 46'44.6"	5	Instalación Alcayata
21	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325665	522946	21° 01'53.9"	86° 46'45.0"	5	Instalación Alcayata
22	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325578	522934	21° 01'51.1"	86° 46'45.4"	6	Instalación Alcayata
23	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325563	522929	21° 01'50.6"	86° 46'45.6"	6	Instalación Alcayata
24	Primera Barrera Nizuc	11 de abril de 2007	2325325	522837	21° 01'42.8"	86° 46'48.8"	8	Instalación Alcayata
25	El Farito	3 de mayo de 2007	2349588	525840	21° 14'51.9"	86° 45'03.5"	9	Instalación Manta Raya
26	Sac Bajo	3 de mayo de 2007	2348600	526462	21° 14'19.7"	86° 44'41.9"	11	Instalación Manta Raya
27	Sac Bajo	3 de mayo de 2007	2349178	526034	21° 14'38.5"	86° 45'56.4"	8	Instalación Manta Raya
28	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344077	528498	21° 11'52.5"	87° 43'31.6"	30	Instalación Alcayata
29	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344340	528142	21° 12'01.1"	87° 43'43.9"	30	Instalación Alcayata
30	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344356	528216	21° 12'01.6"	87° 43'41.3"	30	Instalación Alcayata
31	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344245	528342	21° 11'58.0"	86° 43'36.9"	30	Instalación Alcayata

TABLA 2. Continuación...

No	Sitio	Fecha	UTM		Grados,minutos,segundos		Prof (pies)	Actividad
			Lat	Lon	Lat	Lon		
32	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344026	528462	21° 11'50.8"	86° 43'32.8"	30	Instalación Alcayata
33	Manchones Grande	29 de agosto de 2007	2344347	528291	21° 12'01.3"	86° 43'38.7"	30	Instalación Alcayata
34	El Farito	3 de septiembre de 2007	2349539	525906	21° 14'50.3"	86° 45'01.2"	8	Instalación Alcayata
34	El Farito	3 de septiembre de 2007	2349590	525881	21° 14'52.0"	86° 45'02.0"	8	Instalación Alcayata
36	El Farito	3 de septiembre de 2007	2349615	525874	21° 14'52.8"	86° 45'02.3"	8	Instalación Alcayata
37	El Farito	3 de septiembre de 2007	2349623	525856	21° 14'53.0"	86° 45'02.9"	8	Instalación Alcayata
38	El Farito	3 de septiembre de 2007	2349662	525845	21° 14'54.3"	86° 45'03.2"	8	Instalación Alcayata
39	El Farito	2 de agosto de 2007	2349395	525977	21° 14'45.6"	86° 44'58.7"	8	Instalación Alcayata
40	El Farito	2 de agosto de 2007	2349642	525836	21° 14'53.7"	86° 45'03.6"	8	Instalación Alcayata
41	Primera Barrera Nizuc	4 de septiembre de 2007	2325335	522816	21° 01'43.2"	86° 46'49.5"	7	Instalación Alcayata

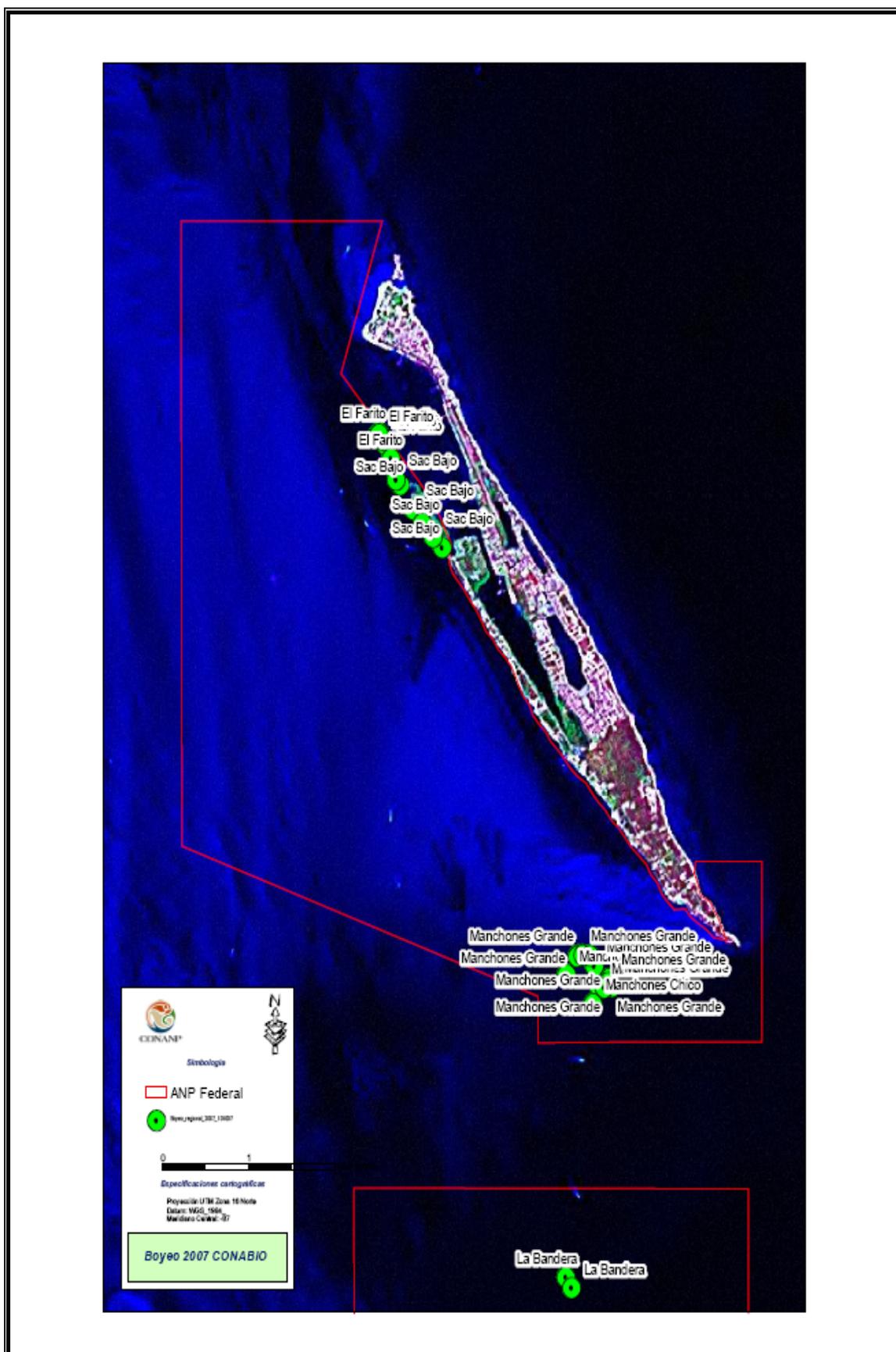


FIGURA 14. Puntos de señalización con boyas y anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya”, dentro del polígono correspondiente a Isla Mujeres (Decreto del 19 de julio de 1996 y acuerdo del 7 de julio de 2000; SEMARNAP).

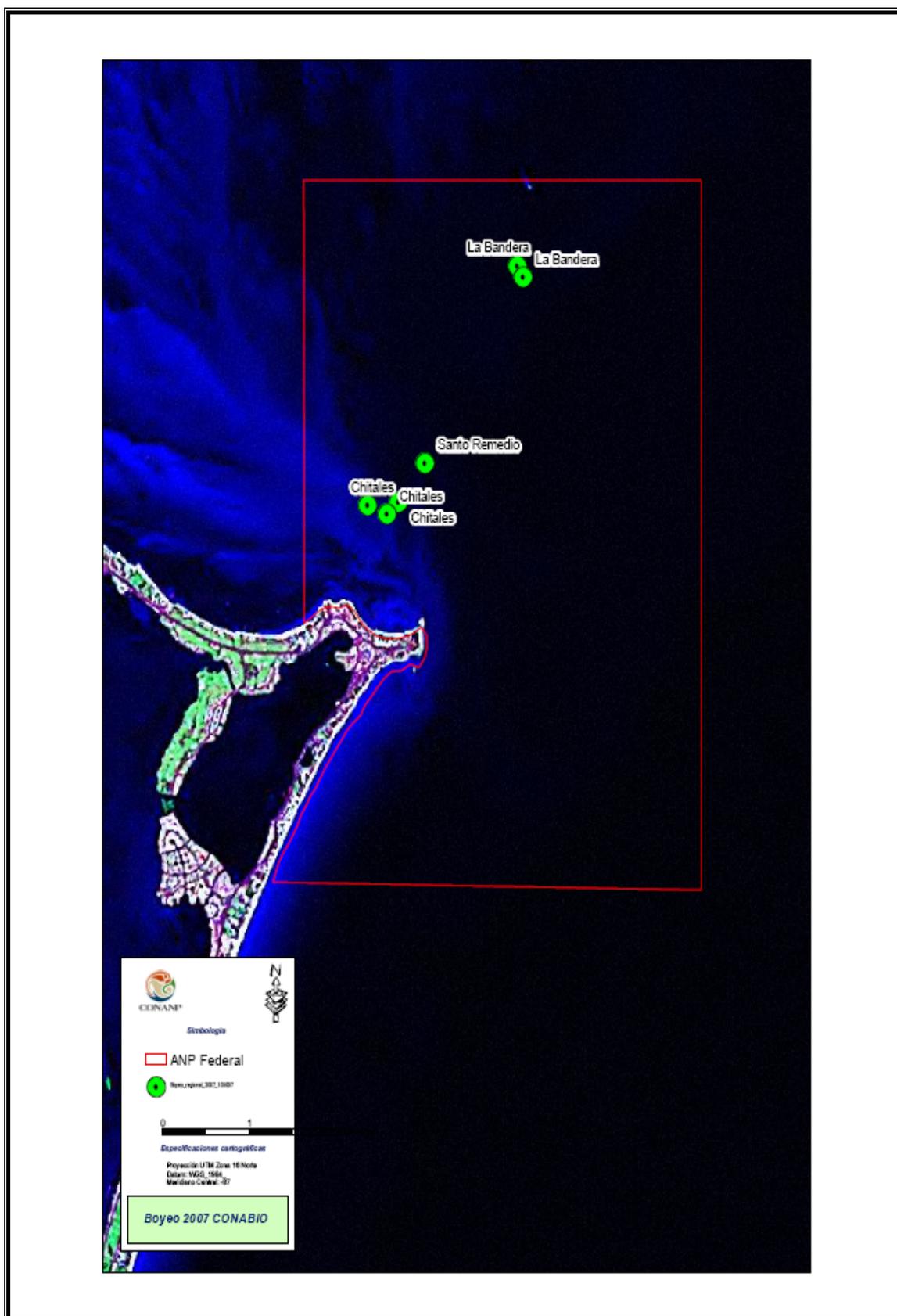


FIGURA 15. Puntos de señalización con boyas y anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya”, dentro del polígono correspondiente a Punta Cancún (Decreto del 19 de julio de 1996 y acuerdo del 7 de julio de 2000; SEMARNAP).

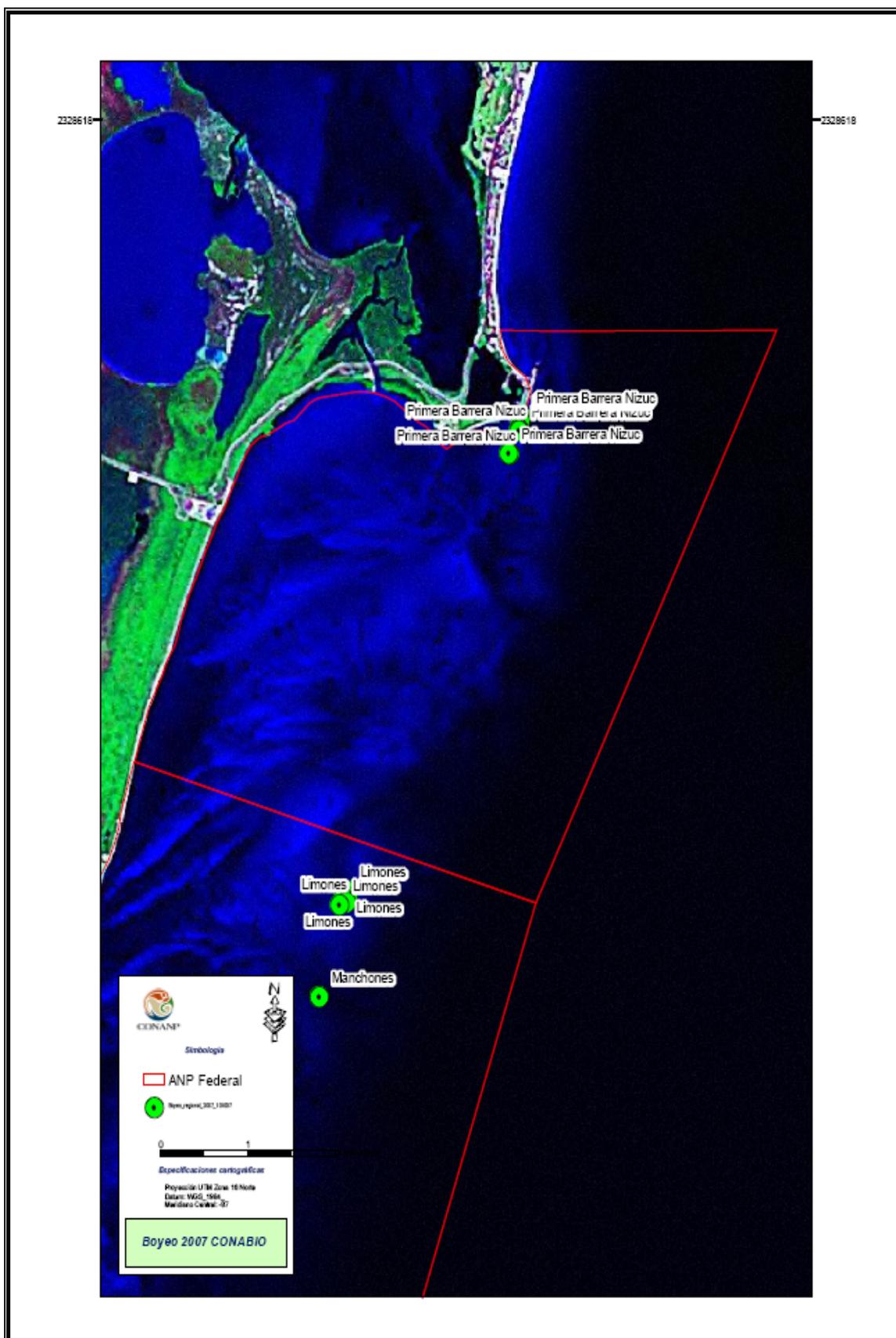


FIGURA 16. Puntos de señalización con boyas y anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya”, dentro del polígono correspondiente a Punta Nizuc (Decreto del 19 de julio de 1996 y acuerdo del 7 de julio de 2000; SEMARNAP).

En la Tabla 3, se registran los lugares dentro del Área Natural Protegida de Puerto Morelos en que se colocan boyas y 15 anclas “Manta Rayas” y 8 “Alcayatas” para señalar zonas de arrecifes. La Figura 17 representa cartográficamente los lugares con anclajes de amarre en dicha ANP (Proyección UTM: Zona 16 Norte; Datum: WGS 1984; Meridiano Central: -87).

**TABLA 3. Colocación de anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya” en el Parque Marino Nacional Arrecife de Puerto Morelos (Proyección en UTM y Unidades Cartesianas con referencia a la descripción limítrofe de Polígonos del Decreto del 2 de febrero de 1998; SEMARNAP).**

No	Sitio	Fecha	UTM		Grados, minutos, segundos		Prof (pies)	Actividad
			Lat	Lon	Lat	Lon		
1	Manchones	14-05-07	2319754	520639	20° 58' 41.7"	86° 48' 05.2"	30	Instalación Manta Raya
2	Bonanza	9-05-07	2318361	519118	20° 57' 56.5"	86° 48' 57.9"	8	Instalación Manta Raya
3	Bonanza	9-05-07	2318344	519178	20° 57' 55.9"	86° 48' 55.8"	8	Instalación Manta Raya
4	Bonanza	9-05-07	2318322	519222	20° 57' 55.2"	86° 48' 54.3"	8	Instalación Manta Raya
5	Bonanza	9-05-07	2318252	519254	20° 57' 52.9"	86° 48' 53.2"	8	Instalación Manta Raya
6	Bonanza	9-05-07	2318236	519183	20° 57' 52.4"	86° 48' 55.7"	8	Instalación Manta Raya
7	Bonanza	9-05-07	2318197	519156	20° 57' 51.1"	86° 48' 56.6"	8	Instalación Manta Raya
8	Bonanza	9-05-07	2318188	519196	20° 57' 50.8"	86° 48' 55.2"	8	Instalación Manta Raya
9	La Bocana	11-05-07	2308241	515387	20° 52' 27.4"	86° 51' 07.4"	10	Instalación Manta Raya
10	Muelle de pescadores	8-05-07	2305725	513430	20° 51' 05.6"	86° 52' 15.3"	30	Instalación Alcayata
11	Muelle de pescadores	14-05-07	2305250	513229	20° 50' 50.2"	86° 52' 22.2"	23	Instalación Alcayata
12	Muelle de pescadores	8-05-07	2305009	513074	20° 50' 42.3"	86° 52' 27.6"	30	Instalación Alcayata
13	Muelle de pescadores	14-05-07	2305226	513251	20° 50' 49.4"	86° 52' 21.5"	23	Instalación Alcayata
14	Jardines Posterior	11-05-07	2303554	512485	20° 49' 55.0"	86° 52' 48.0"	7	Instalación Manta Raya
15	Jardines Frontal	11-05-07	2303474	513091	20° 49' 52.4"	86° 52' 27.0"	7	Instalación Alcayata
16	La Pared	11-05-07	2302653	512721	20° 49' 25.7"	86° 52' 39.9"	30	Instalación Alcayata
17	Limonas	10-05-07	2320840	520961	20° 59' 17.0"	86° 47' 54.0"	13	Instalación Manta Raya
18	Limonas	10-05-07	2320776	520970	20° 59' 14.9"	86° 47' 53.7"	13	Instalación Manta Raya
19	Limonas	10-05-07	2320775	520914	20° 59' 14.9"	86° 47' 55.6"	13	Instalación Manta Raya
20	Limonas	10-05-07	2320724	520953	20° 59' 13.3"	86° 47' 54.3"	13	Instalación Manta Raya
21	Limonas	10-05-07	2320699	520873	20° 59' 12.4"	86° 47' 57.0"	13	Instalación Manta Raya
22	Tanchacté Norte	10-05-07	2312244	517018	20° 54' 39.3"	86° 50' 09.5"	10	Instalación Alcayata
23	Tanchacté Norte	10-05-07	2312298	517057	20° 54' 37.6"	86° 50' 10.9"	10	Instalación Alcayata

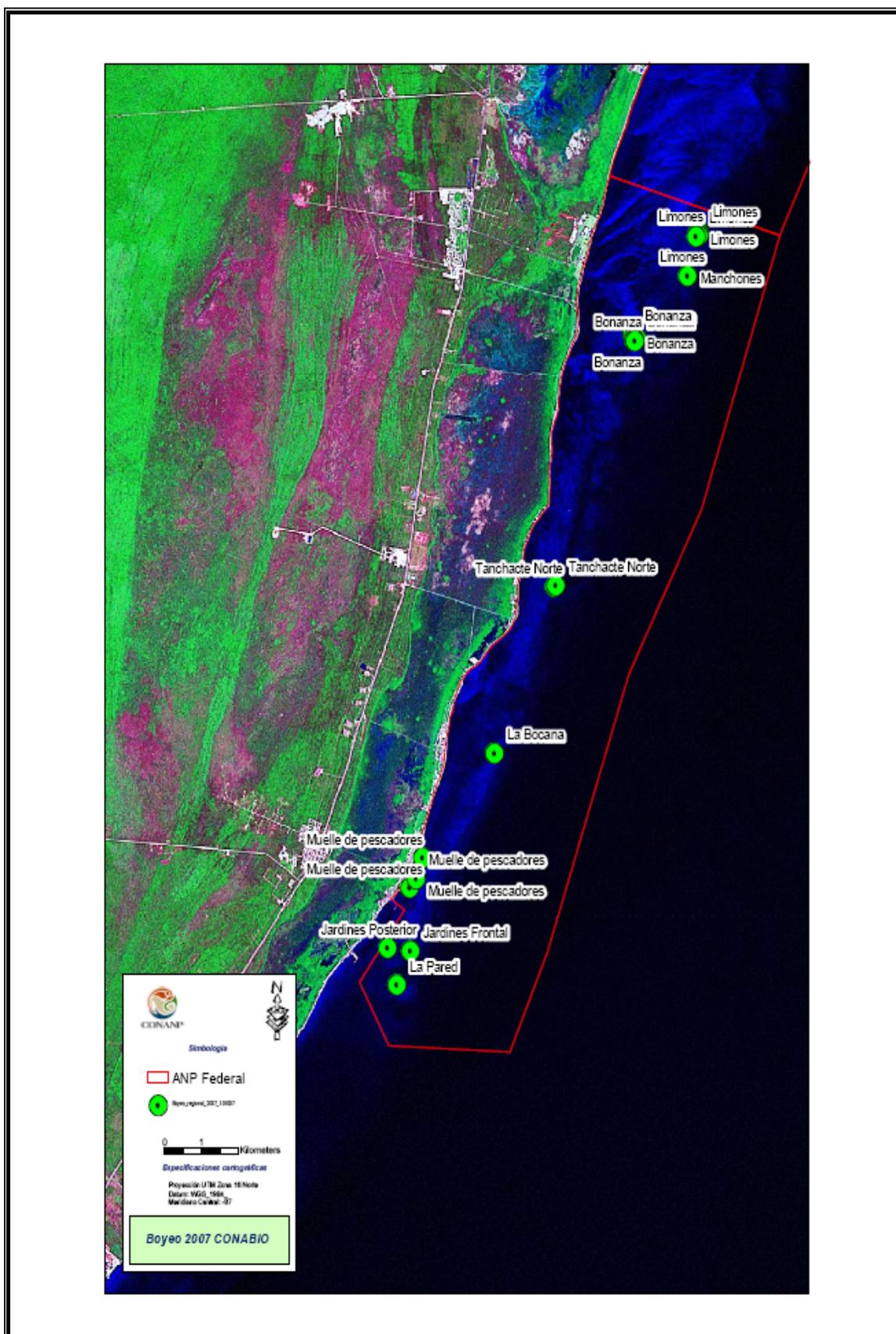


FIGURA 17. Puntos de señalización con boyas y anclas tipo “Alcayata” y “Manta Raya”, dentro de los polígonos correspondientes en Puerto Morelos (Decreto del 2 de febrero de 1998; SEMARNAP).