

**36ª REUNIÓN DE LAS PARTES**

LA JOLLA, CALIFORNIA (EE.UU.)  
24 DE OCTUBRE DE 2017

**DOCUMENTO MOP-36-06**

**PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN POR EL PERSONAL DE LA CIAT**

Introducción..... 1

1. Separación de madres y crías durante los lances cerqueros ..... 1

2. Velocidad de natación, zambullidas, y movimientos de delfines, y pérdida de marcas..... 3

3. Muestreo por observadores del ciclo vital de los delfines..... 5

4. Evaluación de poblaciones de delfine ..... 7

5. Evaluación de prueba de concepto del uso de drones en estudios de delfines en el POT ..... 8

**INTRODUCCIÓN**

El APICD cuenta actualmente con un excedente de presupuesto de US\$ 1.4 millones, debido principalmente a que en los últimos años varios buques pagaron por servicios (por ejemplo, observadores a bordo) que no fueron plenamente utilizados (Documento [MOP-35-06](#)). Este superávit debe ser gastado en proyectos de interés para el APICD, y en apoyo del mismo. Con este propósito, se pidió al personal de la CIAT preparar propuestas de investigación apropiadas, para consideración por las Partes.

Tres de las cinco propuestas son de estudios de alternativas (o suplementos) a estudios de transectos lineales basados en buques para dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines (Propuestas 2-3, 5); las otras dos están relacionadas con mortalidad potencial de delfines no observada (Propuesta 1) y a mejorar el modelado de la dinámica poblacional de los delfines (Propuesta 4). Los proyectos que sean financiados serán integrados en el programa de investigación del personal.

El financiamiento que se busca para cada una de las cinco propuestas es como sigue:

	<b>Costo (US\$)</b>
1. Separación madre-cría	90,000*
2. Movimientos y pérdida de marcas	282,000*
3. Muestreo del ciclo vital	1,195,000 <sup>§</sup>
4. Evaluación de poblaciones	238,000
5. Estudio con drones	137,600*

\* Los costos de estas propuestas suponen que se proporcionará tiempo de buque sin costo. Ver propuestas específicas para detalles.

<sup>§</sup> Cubre cinco años de muestreo.

No se incluye en las propuestas el costo de apoyo administrativo, en términos de tiempo del personal.

**1. SEPARACIÓN DE MADRES Y CRÍAS DURANTE LOS LANCES CERQUEROS**

**1.1. Antecedentes**

La cuestión de si las crías de delfín se separan de sus madres durante la fase inicial de los lances cerqueros

ha sido motivo de debate. Un estudio estimó que podría estar ocurriendo un 14% de mortalidad adicional debido a mortalidad no observada de crías que resulta de esa separación, y un análisis relacionado argumentó que serían de esperar de dos a cinco mortalidades no observadas por lance, mientras que otros consideran que, en los mamíferos, la renuencia de las madres de abandonar sus crías hace poco probable dicha separación. Sin embargo, se dispone de pocas observaciones de campo para apoyar o refutar la hipótesis que ocurre separación de madres y crías.

## 1.2. Descripción del problema

Es difícil para los observadores a bordo dar seguimiento a la separación de crías de sus madres, y los observadores no toman datos específicos sobre parejas de madres y crías. Cualquier mortalidad que pudiera resultar de dicha separación no estaría incluida en las estimaciones actuales de mortalidad total de delfines. Si es que ocurre separación de madres y crías, y si resulta en mortalidad de crías, la mortalidad total de delfines asociada a la flota cerquera sería subestimada.

## 1.3. Objetivos del estudio

Los objetivos del proyecto son:

1. determinar si las madres y crías de delfines se separan durante la fase inicial de un lance cerquero y/o durante la maniobra de retroceso; y
2. obtener una estimación preliminar de la mortalidad asociada a dichas separaciones, si es que ocurren.

## 1.4. Métodos

Se realizará el estudio durante faenas de pesca regulares a bordo de un buque cerquero atunero que lleve helicóptero, cuente con un Límite de Mortalidad de Delfines (LMD), y pueda acomodar dos científicos además del observador. Durante la fase inicial del lance, el helicóptero, con una cámara de vídeo fija montada debajo y el científico a bordo, seguirá una manada de delfines de detrás, para observar el comportamiento de las madres y crías y detectar delfines que abandonen la manada. Aparatos de GPS en el helicóptero y el buque grabarán los movimientos de los delfines y del buque. Se usarán los datos registrados para determinar la distancia que se persigue a los delfines, su velocidad, y su comportamiento en relación con las operaciones del buque, y estimar la probabilidad de separación de madres y crías. Se usará un hexacóptero (un tipo de dron pequeño) con una cámara de vídeo, controlado desde el buque, para determinar si ocurre separación de madres y crías durante el retroceso. No se esperan efectos sobre las capturas o las faenas de pesca. Con base en estimaciones de la probabilidad de separación, y supuestos sobre el reagrupamiento de madres y crías, se calcularán las estimaciones de mortalidad de crías no observada.

## 1.5. Plan de trabajo y presupuesto

Se planificará esta investigación para fines de 2018-principios de 2019, dependiendo de la disponibilidad de un buque cerquero y la obtención de los permisos necesarios. El presupuesto supone ningún costo para el proyecto por la colaboración del buque cerquero, que podría pescar normalmente.

Concepto	Detalle	Costo (US\$)
Equipo	Cámaras de video de alta resolución, hexacópteros, computadoras portátiles, aparatos de GPS	77,000
Personal y viajes		13,000
<b>Total (excluye tiempo del personal)</b>		<b>90,000</b>

Tiempo del personal	Preparación logística para el viaje; análisis de datos, escribir informe (0.4 ETC) Apoyo administrativo y de oficinas de campo (0.1 ETC). El trabajo ocupará dos años.	0.5 ETC <sup>1</sup>
---------------------	---	----------------------

### 1.6. Productos

En 2020, se presentarán los resultados del proyecto al Comité Científico Asesor de la CIAT, y se presentará un informe del proyecto a la Reunión de las Partes.

### 1.7. Retos esperados

Encontrar un buque cerquero dispuesto a colaborar en el estudio es crítico, pero podría ser difícil. Reglamentos aduaneros, la obtención de permisos de investigación, y el calendario de descarga y pesca del buque podrían causar demoras. Al igual que cualquier estudio en el mar, se podría perder tiempo de investigación debido al tiempo y/o averías.

### 1.8. Beneficio de ordenación

Los datos obtenidos durante este proyecto permitirán evaluar de forma cuantitativa las dudas acerca de mortalidad no observada causada por separación de madres y crías. Si se observa un número significativo de separaciones, análisis adicionales podrían estimar los efectos sobre la población de la mortalidad potencial de crías. Sin embargo, en el caso que no se observen separaciones, o que sean eventos infrecuentes, es probable que la mortalidad debida a separación de madres y crías sea insignificante.

## 2. VELOCIDAD DE NATACIÓN, ZAMBULLIDAS, Y MOVIMIENTOS DE DELFINES, Y PÉRDIDA DE MARCAS

### 2.1. Antecedentes

Se pueden usar métodos de marcado y recaptura para estimar la abundancia, y el potencial de un esfuerzo de marcado a gran escala para análisis de marcado y recaptura fue discutido en octubre de 2016 en el [taller de la CIAT sobre métodos para dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines del POT](#), donde se propuso un estudio preliminar de un año para evaluar la practicidad del marcado a gran escala y para estimar la tasa de pérdida de marcas. Se sugirió que se podría colocar marcas satelitales en delfines durante 1 o 2 viajes en buques cerqueros, y que se podría monitorear entonces estas marcas y detectar pérdidas prematuras de las mismas.

Se han realizado previamente estudios de marcado en el OPO, pero con éxito limitado. El Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. intentó marcado a gran escala de delfines del POT en los años 1970, pero estos esfuerzos tempranos fueron obstaculizados por números pequeños en las marcas, que no se podían leer a distancia, alta pérdida de marcas, y tasas de devolución bajas. Más recientemente, se han realizado con éxito experimentos de marcado y rastreo en estudios de la asociación atún-delfín, movimientos de delfines, patrones de zambullida, asociaciones sociales, estrés, y abundancia. Algunas marcas fueron avistadas al cabo de un año, otras fueron perdidas probablemente en poco tiempo. Sin embargo, desde entonces las marcas han sido rediseñadas y tienen una longevidad mayor en el ambiente pelágico.

### 2.2. Descripción del problema

El primer paso hacia cualquier programa de marcado en el POT para estimar la abundancia es demostrar

---

<sup>1</sup> Equivalente a tiempo completo

la practicidad de un estudio de marcado a gran escala en el POT. Todavía queda por emprender un proyecto de prueba de concepto usando tecnología de marcado actual, y hasta la fecha no se ha dispuesto de los fondos para un proyecto de este tipo.

### 2.3. Objetivos del estudio

Se realizarán pruebas para:

1. evaluar nuevos protocolos de marcado para estudios de marcado futuros;
2. estimar la pérdida de marcas, para evaluar la practicidad de estudios de marcado y recaptura;
3. obtener datos sobre el comportamiento de zambullida de los delfines, que se puedan usar para ayudar a estimar la probabilidad de no detectar una manada de delfines en estudios aéreos (con drones, por ejemplo); y
4. obtener más datos de movimientos que se puedan incorporar en nuevos métodos de estimación de abundancia.

### 2.4. Métodos

Se realizará este estudio durante dos viajes a bordo de un buque cerquero atunero que lleve helicóptero, cuente con un LMD, y pueda acomodar dos científicos además del observador. Se realizará el marcado durante las faenas normales de pesca. Se podría demorar el retroceso hasta 30 minutos para permitir sujetar las marcas en los delfines, y posiblemente se necesiten las balsas del buque y ayuda de los tripulantes para capturar y marcar los delfines.

El objetivo es capturar 40 delfines manchados o tornillo y sujetarles marcas satelitales que transmiten datos de posición y profundidad de zambullida para permitir estimar tasas de pérdida de marcas. En caso posible, se sujetarán también radiomarcas y grabadoras de tiempo-profundidad-velocidad a 20 delfines manchados o tornillo, a los que se dará seguimiento desde el buque durante 2 a 4 días, para luego recapturarlos y recuperar los datos sobre el comportamiento de natación y zambullida, y reemplazar las marcas con marcas satelitales.

Se dará seguimiento a los movimientos y comportamiento de zambullida de los delfines hasta que las marcas satelitales cesen de funcionar. Se inferirá pérdida prematura de señal satelital como pérdida de marca, y la tasa de pérdida de marcas puede ayudar a evaluar la utilidad potencial del marcado para las estimaciones de abundancia basadas en marcado y recaptura. Con esta tasa de pérdida de marcas se puede calcular el tamaño de muestra necesario para dichas estimaciones, y la factibilidad del marcado a gran escala.

### 2.5. Plan de trabajo y presupuesto

Se planificará esta investigación para fines de 2018-fines de 2020, dependiendo de si se financia la propuesta 1<sup>1</sup>, la disponibilidad de un buque cerquero, y la obtención de los permisos necesarios. El presupuesto supone ningún costo para el proyecto por la colaboración del buque cerquero, que pescaría normalmente.

Concepto	Detalle	Costo (US\$)
Personal y viajes	Científico contratado (1 año), sueldo de mar, viajes	46,000
Marcas satelitales	40 marcas	144,000
Tiempo en satélite ARGOS	US\$ 150/delfín/mes	36,000

---

<sup>1</sup> Las propuestas 1 y 2 no pueden ser realizadas simultáneamente por el personal debido al requisito de tiempo del personal.

Radiomarcas	20 marcas	6,000
Grabadoras de tiempo-profundidad-velocidad	20 grabadoras	30,000
Receptores de rastreo y equipo		18,000
El equipo de muestreo	Muestreo del ciclo vital	2,000
<b>Total (excluye tiempo del personal)</b>		<b>282,000</b>
Tiempo del personal	Preparación logística para el viaje; análisis de datos, escribir informe (0.4 ETC) Apoyo administrativo y de oficinas de campo (0.25 ETC). El trabajo ocupará dos años.	0.65 ETC

## 2.6. Productos

En 2021, se presentarán los resultados del proyecto al Comité Científico Asesor de la CIAT, y se remitirá un informe del proyecto a la Reunión de las Partes.

## 2.7. Retos esperados

Encontrar un buque cerquero dispuesto a colaborar en el estudio es crítico, pero podría ser difícil. Reglamentos aduaneros, la obtención de permisos de investigación, y el calendario de descarga y pesca del buque podrían causar demoras. Al igual que cualquier estudio en el mar, se podría perder tiempo de investigación debido al tiempo y/o averías.

## 2.8. Beneficio de ordenación

El [taller de la CIAT sobre métodos para dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines del POT](#) recomendó que un estudio de marcado podría producir información útil que podría llevar al desarrollo de un método alternativo para dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines en el caso que no se pudiesen realizar estudios en barcos. Este estudio de prueba de concepto podría ayudar en el desarrollo de nuevos protocolos de marcado a gran escala para estimar la abundancia.

## 3. MUESTREO POR OBSERVADORES DEL CICLO VITAL DE LOS DELFINES

### 3.1. Antecedentes

Observadores del NMFS y la CIAT tomaron datos del ciclo vital de los delfines de animales muertos desde el comienzo de sus programas respectivos en los años 1970 hasta 1994. Tomaron órganos reproductores para evaluaciones de condición de población, contenido de estómagos para estudios de hábitos alimenticios, dientes para la estimación de edad y estudios poblacionales basados en edad, y a veces cadáveres enteros, de más de 43,000 delfines. Los observadores siguen registrando la longitud, circunferencia, sexo, y (en el caso del delfín manchado) fase de color, pero toman muestras de ciclo vital tan sólo ocasionalmente, para proyectos específicos. La reiniciación del muestreo de ciclo vital por los observadores fue figura en los términos de referencia del Consejo Científico Asesor (CCA) ([IRP-33-11a](#), [IRP-33-11b](#)). El Comité recomendó que se reiniciara el programa, y desarrolló un plan logístico para implementar la recomendación ([SAB-02-04](#)), que fue aprobado en 2005 por la Reunión de las Partes del APICD ([MOP-14 Acta Oct 2005](#)).

### 3.2. Descripción del problema

Los parámetros reproductores estimados a partir de datos de muestreos biológicos son un elemento importante en los modelos de dinámica poblacional. No obstante, hasta la fecha, no se ha dispuesto de los fondos necesarios para implementar el plan de recolección de datos de 2005.

### 3.3. Objetivos del estudio

El estudio tiene dos objetivos:

- 1) Obtener dientes y órganos reproductores de delfines muertos incidentalmente en las faenas de pesca. Se usarán los datos resultantes para examinar tendencias en la condición de la población mediante comparaciones de las distribuciones por edad y los parámetros reproductores con aquellos de los años 1980 y 1990, e integrando estos datos en los modelos de dinámica poblacional.
- 2) Obtener el contenido del estómago de delfines muertos incidentalmente en las faenas de pesca, para examinar por potenciales cambios decadales en la dieta inducidos por el clima, descubiertos en el atún aleta amarilla.

Ya que la mortalidad actual de delfines en la pesquería de cerco es tan baja, la recolección de datos necesitará ser de largo plazo (5 años) y continuo para reunir una muestra de tamaño suficiente para comparar con datos viejos, y para un seguimiento continuo de la población en el futuro.

### 3.4. Métodos

Se implementará el proyecto en dos etapas. En 2018, Un muestreo preliminar de un subconjunto de la pesquería desarrollará la logística para tomar, almacenar, enviar, y analizar las muestras. Se obtendrán los permisos procedentes de CITES y otros para la investigación. Se extenderá entonces el programa al resto del programa de observadores de la CIAT y a los programas nacionales colaboradores. Se trasladarán las muestras a laboratorios expertos en la estimación de la edad a partir de dientes, la condición reproductora a partir de gónadas, y los hábitos alimenticios a partir del contenido de estómagos. Los resultados relacionados con el ciclo vital serán incorporados en los modelos de dinámica poblacional, y los datos de hábitos alimenticios serán usados en modelos tróficos.

### 3.5. Plan de trabajo y presupuesto

El costo total de este proyecto es US\$ 1,195,000 durante cinco años, distribuido como sigue:

Concepto	Costo anual (US\$)		
	Año 1	Año 2	Años 3-5
Personal contratado	60,000	60,000	60,000
Capacitación y viajes de observadores	60,000	30,000	5,000
Equipo y logística	145,000	30,000	5,000
Contratos con laboratorios	-	150,000	150,000
<b>Total (excluye tiempo del personal)</b>	<b>265,000</b>	<b>270,000</b>	<b>220,000</b>
Tiempo del personal	0.1 ETC	0.1 ETC	0.1 ETC

### 3.6. Productos

Se incluirán resúmenes anuales de los datos obtenidos en el informe anual sobre el PICD. Una vez se haya reunido un tamaño de muestra adecuado para una población o más, se analizarán los datos; el informe resultante contribuirá al modelado de dinámica poblacional, y comparará los parámetros reproductores actuales con aquellos de los años 1980 y 1990.

### 3.7. Retos esperados

Debido a la baja mortalidad actual de delfines en la pesquería de cerco, el programa de muestreo será necesariamente a largo plazo. El proceso preparatorio, capacitación, obtención de permisos, y organización logística ocuparán tiempo, y acumular suficientes muestras para analizar será lento, particularmente porque hay múltiples poblaciones de delfines involucradas en la pesquería.

### **3.8. Beneficios para la ordenación**

Tal como reconocieron previamente el Panel Internacional de Revisión (PIR), el CCA, y las Partes, un programa de muestreo biológico por observadores produciría los datos necesarios para estimar los parámetros reproductores y la composición de dietas, contribuiría al modelado de dinámica poblacional, y proporcionaría datos continuos para el seguimiento de la condición de las poblaciones de delfines en el POT.

## **4. EVALUACIÓN DE POBLACIONES DE DELFINES**

### **4.1. Antecedentes**

Los modelos de dinámica poblacional han formado la base preferida para el asesoramiento de ordenación con respecto a los delfines en el Océano Pacífico oriental tropical (POT). Poseen tres ventajas claras: pueden ser usados para 1) evaluar si las poblaciones se han recuperado de los niveles reducidos causados por altas mortalidades históricas, 2) determinar si los niveles actuales de mortalidad son sostenibles, y 3) definir puntos de referencia u objetivos de restablecimiento. Para alcanzar esos objetivos, se ajusta un modelo de dinámica poblacional e índices de abundancia, condicionadas en las mortalidades históricas, pero reconstruir la trayectoria de la población. Sin embargo, la pausa en los estudios del NMFS desde 2006 ha reducido mucho la fiabilidad de las estimaciones de la abundancia de las poblaciones de delfines, porque los datos son de hace 11 años. Se ha propuesto un nuevo estudio para un futuro cercano, y la estimación resultante de la abundancia ayudará a mejorar esta situación.

No obstante, las estimaciones de abundancia son solamente un componente del modelado de dinámica poblacional. Los modelos de dinámica poblacional se basan en muchos supuestos que son inciertos, y por lo tanto la condición de la población puede ser incierta, aún si se dispone de estimaciones exactas de abundancia absoluta. Por lo tanto, es importante intentar usar todos los datos disponibles para mejorar el modelo. Existe desacuerdo acerca de si las poblaciones de delfines se están recuperando al paso esperado y, si no, por qué no, pero hasta la fecha no se ha realizado ningún análisis exhaustivo para resolver la cuestión.

### **4.2. Descripción del problema**

La actual formulación cuantitativa de los modelos de evaluación de poblaciones de delfines no puede utilizar todos los datos disponibles, y como consecuencia, podría no representar la mejor ciencia disponible. Por lo tanto, necesita ser desarrollado un modelo mejorado. La información sobre delfines que actualmente no se usa en los modelos incluye datos sobre avistamientos por observadores en buques atuneros, la edad y fase de color de las mortalidades, y las tasas de preñez. Incluir toda la información disponible en la evaluación de las poblaciones implicará cambiar de un sencillo modelo de producción excesiva a uno con más estructura (por ejemplo, estructura por edad y etapa de vida). El modelo puede ser entonces usado para evaluar la condición de la población, las tasas de restablecimiento, y los límites de mortalidad por stock, y para probar hipótesis acerca de la recuperación de la población. Otros análisis que podrían también mejorar la evaluación (incluyendo, por ejemplo, los que se identifiquen en el taller de CAPAM de 2018 sobre el modelado espaciotemporal) serán también considerados.

### **4.3. Objetivos del estudio**

Los objetivos del estudio incluyen:

1. Desarrollar un nuevo modelo de dinámica poblacional para los delfines del POT;
2. Aplicar el modelo a las poblaciones de delfines manchado y tornillo;
3. Evaluar los supuestos del modelo;
4. Estimar la condición, tasa de restablecimiento, y límites de mortalidad por stock actuales;
5. Evaluar hipótesis alternativas sobre factores que afectan la tasa de restablecimiento;

6. Evaluar los datos necesarios para proveer asesoramiento de ordenación adecuado y para diferenciar entre las hipótesis.

#### 4.4. Métodos

Se desarrollaría el modelo de dinámica poblacional en el marco de análisis integrado usado típicamente para los modelos de evaluación de poblaciones en pesquerías, y que se usa también para muchas poblaciones de mamíferos y que fue recomendado por la [revisión independiente de las evaluaciones de poblaciones de delfines en el POT](#). Este enfoque es flexible, permite la inclusión de conjuntos de datos alternativos, y toma plenamente en cuenta las incertidumbres. Se usará el análisis integrado aplicado previamente a la población del delfín manchado nororiental en el POT para guiar el desarrollo inicial del modelo, y se revisarán todos los estudios de modelado poblacional previos en el POT y datos disponibles para ayudar a guiar el desarrollo del modelo.

#### 4.5. Plan de trabajo y presupuesto

Se llevará a cabo la investigación entre junio de 2018 y mayo de 2020.

Concepto	Detalle	Anual	Total
Investigador a tiempo completo		104,000	208,000
Viajes		5,000	10,000
Equipo de informática		-	5,000
Reclutamiento y otros gastos administrativos	Anuncios, entrevistas, mudanza	-	15,000
<b>Total (excluye tiempo del personal)</b>		<b>109,000</b>	<b>238,000</b>
Tiempo del personal	Orientación sobre datos, análisis; escribir informe	0.2 ETC	0.4 ETC

#### 4.6. Productos

El proyecto producirá código informático para un modelo de dinámica poblacional para uso en evaluaciones futuras. Se presentará un informe de avances en la reunión del Comité Científico Asesor de la CIAT en 2019, con una presentación de los resultados finales del proyecto en la reunión del Comité en 2020. Se presentará a la Reunión de las Partes en 2020 un informe sumario de la investigación.

#### 4.7. Retos esperados

Podría ser difícil encontrar un investigador cualificado para realizar el trabajo, y esto podría demorar el proyecto. Además, es posible que las nuevas estimaciones de abundancia no estén disponibles para la fecha de terminación del proyecto, en cual caso se presentará la evaluación sin los nuevos datos, y será actualizada en cuanto se disponga de las nuevas estimaciones de abundancia.

#### 4.8. Beneficios para la ordenación

Este proyecto generará estimaciones mejoradas de los límites de mortalidad por stock que se usan para la ordenación de la pesquería de atún aleta amarilla asociada a delfines. Contribuirá también a una mejor comprensión de la condición de las poblaciones de delfines.

### 5. EVALUACIÓN DE PRUEBA DE CONCEPTO DEL USO DE DRONES EN ESTUDIOS DE DELFINES EN EL POT

#### 5.1. Antecedentes

Como consecuencia de la cesión desde 2006 de los estudios a bordo de buques de abundancia de delfines realizados por el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS), de Estados Unidos, actualmente no existe ningún indicador fiable con el cual dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines en

el Océano Pacífico oriental tropical (POT). Esta falta de información plantea problemas obvios para la ordenación. Por ejemplo, la Convención de Antigua de la CIAT requiere que se de seguimiento a la condición de todas las especies potencialmente afectadas por las pesquerías atuneras en el Océano Pacífico oriental. Además, son necesarias estimaciones de abundancia para asegurar que las mortalidades incidentales de delfines en las pesquerías atuneras sean tanto sostenibles como insignificantes, porque los límites de mortalidad por stock especificados en el APICD se basan en estimaciones de abundancia. Estas necesidades impulsan el monitoreo periódico de la condición de las poblaciones de delfines en el POT. Sin embargo, los estudios con barcos independientes de la pesca son caros (US\$10 millones para un estudio de un año, si lo realizara NMFS en 2017). Es por lo tanto claramente deseable desarrollar una forma eficaz en cuanto a costos de dar seguimiento a la condición de las poblaciones de delfines.

En un taller patrocinado por la CIAT en octubre de 2016, se identificaron varias opciones que podrían producir índices de abundancia a costo menor que los estudios en barcos, incluyendo el uso de aeronaves no tripuladas (*unmanned aerial systems*, UAS) (“drones”). El uso de drones ha proliferado en el sector de estudios ecológicos en la última década, incluyendo para el muestreo por transectos o parcelas de la distribución y abundancia de mamíferos marinos. Además del evidente beneficio financiero, un costo más bajo permite flexibilidad en el diseño y frecuencia de los estudios, lo cual podría conducir a una ordenación mejor. Las imágenes aéreas formarían también un archivo permanente del estudio para revisión futura.

## **5.2. Descripción del problema**

A pesar del claro potencial de los estudios con drones, desde una perspectiva científica, hay varios problemas importantes que necesitan ser abordados. En primer lugar, queda por determinar el grado de fiabilidad de las identificaciones de especies de delfines y tamaño de manada basadas en imágenes de alta resolución tomadas por drones, y cómo dicha fiabilidad es afectada por distintas condiciones ambientales y por los perfiles de zambullida de los delfines. En segundo lugar, es necesario desarrollar buenos métodos de detección automática a fin de reducir los altos costos asociados al procesamiento posterior de imágenes aéreas. El estudio en buque previsto no incluye fondos para esta investigación, y es por lo tanto necesario financiamiento adicional para comenzar la investigación para desarrollar métodos menos caros para monitorear las poblaciones de delfines del POT.

## **5.3. Objetivos del estudio**

El estudio tiene cuatro objetivos:

1. Probar la utilidad de las imágenes aéreas para identificar especies clave de delfines con la resolución propuesta de 4 cm;
2. Investigar la eficacia de usar imágenes aéreas para una estimación exacta y precisa del tamaño de las manadas de delfines;
3. Probar regímenes potenciales para estudios con drones que se podrían realizar en el futuro; y
4. Probar y desarrollar métodos de “aprendizaje profundo” para el reconocimiento automático de manadas de delfines en imágenes (construyendo sobre pruebas muy prometedoras de métodos nuevos desarrollados en Alemania).

## **5.4. Métodos**

Para lograr los objetivos 1 a 3 es necesario realizar investigaciones con drones simultáneamente con un estudio en barco, durante el estudio mismo o durante las pruebas de calibración antes de comenzar el estudio. En el estudio de NMFS en 2006, el crucero de calibración duró dos semanas, y fue realizado relativamente cerca de la costa.

Los estudios con drones y el desarrollo de algoritmos de detección automatizada serán realizados por la compañía consultora multidisciplinaria de evaluación ambiental [HiDef/BioConsult SH](#). El proyecto usará

drones de tamaño mediano (lanzados desde el buque del estudio) con una autonomía de aproximadamente dos horas, tomando fotografías o video con la resolución propuesta de 4 cm. Los drones volarán en transectos perpendiculares al rumbo del buque y filmarán la superficie del mar. Los videos serán almacenados en los drones y descargados después de volver al buque. El ancho propuesto de la banda es 200 m, lo cual debería ser suficiente para una cobertura completa de las manadas de delfines registradas en el centro de los transectos o permitir un régimen de muestreo de alta densidad de las manadas de delfines más grandes dispersadas por una zona amplia. Se podría variar el ancho de la banda mediante un ajuste de la altitud de vuelo de los drones, con cambios consecuentes de la resolución de las imágenes y la capacidad de discriminar entre especies de delfines. Los videos serán analizados por operadores capacitados y se determinará la especie de los mamíferos detectados con el apoyo de expertos en la identificación de delfines. Parte de este análisis de las imágenes tendrá lugar a bordo del buque. [HiDef/BioConsult SH](#) desarrollará un algoritmo de clasificación automática basado en métodos de “aprendizaje profundo” y se probará en paralelo con el análisis por expertos de los videos tomados por los drones.

### 5.5. Plan de trabajo y presupuesto

Fecha	Actividad	Costo (US\$)	
		Crucero de calibración	Estudio
<b>2019</b>			
Ene-Jul	Preparación de equipo/requisitos logísticos/preparación de sitios de campo	29,200	31,500
Jul-Ago	Operar vuelos de drones desde el sitio de campo durante el crucero de calibración y obtener imágenes simultáneas	18,800	34,000
Sep-Dic	Procesar imágenes, crear base de datos	54,800	72,100
<b>2020<sup>b</sup></b>			
Ene-Abr	Comparación de datos de avistamientos de los drones y del buque; escribir informe del proyecto	-	-
Mayo	Presentación del informe del proyecto en la reunión del CCA de la CIAT	-	-
<b>Total (excluye tiempo del personal)</b>		<b>US\$ 102,800<sup>c</sup></b>	<b>US\$ 137,600<sup>c</sup></b>
Tiempo del personal	Comparación de datos de avistamientos de los drones y del buque; escribir informe del proyecto	0.3 ETC	0.3 ETC

- No se han seleccionado drones específicos en este momento porque en 2019 el mercado de drones medianos será muy diferente.
- Las actividades en 2020 implican tiempo del personal de la CIAT, pero ningún gasto adicional.
- Supone que se proporcionará alojamiento para el operador de los drones en el barco de estudio sin costo al proyecto.

### 5.6. Productos

Este proyecto producirá: 1) (por HiDef/BioConsult SH) una base de datos de avistamientos de manadas de delfines (fecha, hora, posición, especie, y tamaño del grupo) de las imágenes de los drones, para comparación con los datos del estudio en barco; y 2) (por el personal de la CIAT) un informe con una comparación estadística de los datos de avistamientos por drones con los datos de avistamientos del buque y (por HiDef/BioConsult SH) una evaluación de la rutina de detección automática. El informe del proyecto será una colaboración entre HiDef/BioConsult SH y el personal de la CIAT

### **5.7. Retos esperados**

La meta final de este proyecto sería usar UAS por toda la zona de estudio del POT desde tierra. Sin embargo, existen preocupaciones de seguridad considerables y actualmente insuperables, por lo que se propone un método basado en lanza y recuperar los UAS desde el buque de investigación. Esto evitará los principales problemas de espacio aéreo, pero serán necesarias buenas comunicaciones para evitar conflictos con tráfico de helicópteros relacionado con la pesca y el estudio.

Presupuesto se basa en poder obtener un promedio de dos horas de video cada día. Sin embargo, debido este límite de tiempo de estudio por drones y del corto período de tiempo este proyecto, podría no ser posible realizar pruebas durante todas las condiciones ambientales que se encuentran en la zona de estudio del POT durante el período entero del estudio a bordo del barco. Retos técnicos incluyen el balance entre ancho de la banda, resolución de las imágenes, y la capacidad de identificar especies de delfines clave (tornillo oriental y manchado de altamar), y el desarrollo de un patrón de búsqueda adecuado para la evaluación precisa del tamaño de las manadas grandes de delfines.

No se sabe cuánto espacio habrá disponible a bordo del buque de estudio.

### **5.8. Beneficio para la ordenación**

Este proyecto de prueba de concepto producirá los primeros datos de estudio con UAS para los delfines del POT, de los cuales se podrá planificar trabajo de UAS futuro, contribuyendo al desarrollo de métodos más eficaces en cuanto a costos para el seguimiento de la condición de las poblaciones de delfines en el POT.