



FUNDACION  
PATAGONIA  
NATURAL

**CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS PARA  
EL RELEVAMIENTO AÉREO DE POBLACIONES DE  
DELFINES**

**Adrián Schiavini y Susana Noemí Pedraza**

ISSN N° 0328 – 462X

1996

Permitida la reproducción total o parcial citando a la fuente

*Plan de Manejo  
Integrado de la  
Zona Costera  
Patagónica*

GEF / PNUD  
WCS / FPN

“ Los Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica implementado por Fundación Patagónica Natural (F.P.N.) y Wildlife Conservation International (W.C.S.) constituyen una herramienta de difusión de información no publicada que estas instituciones consideran de utilidad para la protección de la naturaleza de la región. La misma podrá ser utilizada con fines de enseñanza, divulgación y entretenimiento, y como material de referencia para el manejo de los recursos, citando la fuente. Las opiniones expresadas en estos Informes Técnicos son las de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de las

CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS PARA EL RELEVAMIENTO AÉREO DE POBLACIONES DE DELFINES .....	4
RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN.....	4
MÉTODOS DE EVALUACIÓN .....	4
SUPUESTOS DE LA METODOLOGÍA .....	5
LOS DELFINES COMO OBJETO DE ESTUDIO .....	5
RELEVAMIENTO DE DATOS .....	6
Observador de la burbuja o ventanilla .....	7
Procedimiento .....	7
- Avistaje de los animales .....	7
- Toma del ángulo.....	7
- Identificación de especies y estimación del tamaño de grupo .....	7
- Cansancio.....	8
- Registro en cinta magnética .....	8
Anotador .....	8
Procedimiento .....	8
- La posición geográfica de los avistajes.....	9
Fotógrafo.....	9
Personal adicional.....	9
DISEÑO DEL MUESTREO .....	9
MUESTREO PILOTO .....	10
CONSIDERACIONES ANALITICAS .....	11
AGRADECIMIENTOS .....	12
REFERENCIAS .....	15

# CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS PARA EL RELEVAMIENTO AÉREO DE POBLACIONES DE DELFINES

**Adrián Schiavini (1, 2,3) Y Susana Noemí Pedraza (4, 5)**

(1) Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET); (2) Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de la Patagonia; (3) Fundación Patagonia Natural; (4) Centro Nacional Patagónico (CONICET); (5) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar y explicar los fundamentos de la metodología a emplear en el estudio de la abundancia de delfines en el mar argentino, mediante transectos lineales ejecutados desde aviones. Se da un detalle ordenado de los pasos a seguir en la toma de información en el campo, para aplicar el método de muestreos de distancias. Los supuestos del método incluyen: a) que todos los animales de interés se detectan sobre la línea de transecta con probabilidad igual a uno, b) los animales se detectan en su localización inicial suponiendo que no hay atracción o repulsión hacia el observador, e) las distancias perpendiculares a la línea de transecta se miden con precisión. Se indican asimismo, el tipo de dificultades que surgen al realizar estimaciones de abundancia de delfines, sugiriendo las formas de corregirlas o evitarlas.

## INTRODUCCIÓN

Este protocolo tiene como objetivos presentar y explicar los fundamentos de la metodología a emplear en el estudio de la distribución y abundancia de delfines en el mar argentino y dar un detalle ordenado de los pasos a seguir en la toma de datos en el campo.

Los relevamientos aéreos de poblaciones de delfines han sido realizados de modo relativamente rutinario en los últimos años (Leatherwood. 1979 y 1982; Leatherwood and Reeves, 1982; Leatherwood et al, 1984; Hammond and Laake, 1983; Barlow, 1988; Barlow et al, 1988; Miyashita and Kasuya, 1988; Hibby and Hammond, 1989). Hoy está ampliamente aceptado que las metodologías conocidas normalmente como de "transectos lineales" proveen estimaciones robustas y permiten evaluar la varianza asociada a la variabilidad natural y a los procesos de toma de datos. En el caso del mar argentino, existen algunos antecedentes sobre estudios de abundancia de cetáceos en el mar. Sin embargo, la metodología empleada en aquellos trabajos no se considera hoy adecuada, ya que no cuentan con medidas del error cometido en la estimación. El único antecedente disponible para Latinoamérica es el de Leatherwood et al. (1988), quien realizó la estimación de la abundancia de toninas overas (*Cephalorhynchus commersonii*) en la porción oriental del Estrecho de Magallanes (Chile) utilizando transectos lineales. La metodología a seguir en nuestro caso asegura poder estimar la varianza de la densidad de animales como un punto importante, lo que permite evaluar la precisión de los estimadores obtenidos. Además permite evaluar los sesgos o variaciones asociadas a factores de diferente control por parte de los observadores (distintos observadores, áreas de relevamiento, etc.).

Se han desarrollado diversas técnicas, en otros países, para la evaluación de la abundancia y tendencias poblacionales de cetáceos. Existen revisiones sobre diversas técnicas utilizadas en mamíferos marinos, como las de Eberhardt et al. (1979) y Hibby Y Hammond (1989). A ellas puede el lector remitirse para evaluar las diferentes técnicas y contar con diversas referencias allí citadas.

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Cuando se plantea la necesidad de conocer la abundancia o la densidad de una población de seres vivos, se cuenta con dos opciones. En la primera, simplemente se releva todos y cada uno de los animales que la componen. Este método es conocido como el "censo" de la población. en donde se cuenta a cada individuo de ella. En el segundo caso, se releva sólo una porción o fracción de la población. la que se considera representativa, y los resultados

se extrapolan al total. Esto es lo que se llama el "muestreo" de la población. El muestreo es particularmente apto para el caso de poblaciones animales que se distribuyen ampliamente.

En el caso de transectos lineales, el observador recorre trayectos en línea recta, tomando las distancias perpendiculares del objeto de interés a la línea. Los métodos de transectos lineales, así como los de transectos por banda, pertenecen a la familia de métodos conocidos como "muestreos de distancias". En estos métodos, el observador toma una serie de datos de distancias entre el objeto de interés y el observador o la plataforma que está usando para observar (plataforma es un término genérico; puede tratarse de un barco, un avión, un vehículo terrestre, o aún uno mismo si el relevamiento se hace a pie). Con ese conjunto de distancias se calcula luego la densidad de animales en el área de estudio. Intuitivamente, cuanto mayor sea la distancia medida a los animales u objetos de interés, menor será la densidad, y viceversa. Existe una extensa literatura referida a los fundamentos de la metodología de transectos lineales y sus derivaciones. La revisión más reciente corresponde a Buckland et al. (1993) y a esa puede el lector referirse para encontrar más detalles así como una extensa serie de referencias anteriores.

La ventaja de estos métodos es que el observador no está obligado a detectar absolutamente todos los animales que se encuentran en el área de estudio. El método asume que el observador detecta proporcionalmente menos animales a medida que se aleja de la línea, pero que la probabilidad de detectar animales cerca o en la línea es igual a uno (v.g. que todos los animales cercanos a la línea son detectados).

El caso de transectos por banda es un caso especial del transecto lineal, en el que se define una banda de ancho fijo al costado de la línea y se cuentan todos los animales al costado de la plataforma (línea). Se obtiene así una estimación de la densidad de animales en la banda, la que puede ser extrapolada luego al total del área.

De todas las alternativas existentes para la evaluación de delfines, en este trabajo se ha planteado la estimación de abundancia mediante transectos lineales ejecutados con aviones.

La metodología empleada para analizar los datos considera que se han observado la mayor parte de los animales que están más cerca de la línea que transita el avión. Esto quiere decir que uno debe sopesar cuánto tiempo pasa observando el mar lejos de la transecta y cuánto tiempo cerca de la misma. En el análisis de los datos, las observaciones más cercanas a la línea son las que más pesan en el momento de estimar densidades; las observaciones más lejanas aportan poca información a la precisión de las estimaciones que se harán, por lo que no tiene sentido derivar mucho esfuerzo en buscar lejos de la línea

## **SUPUESTOS DE LA METODOLOGÍA**

Existen tres supuestos fundamentales en el proceso de toma de datos para el análisis de datos obtenidos mediante muestreos de distancia.

1.- Los objetos directamente presentes en la línea son siempre detectados. Se supone que la habilidad de los observadores de detectar animales en la línea es máxima. Caso contrario, se subestima la densidad de animales en el área.

2.- Los objetos se detectan en su localización inicial, previo a cualquier reacción al observador. Supone que no hay reacción de atracción o repulsión de los animales a causa de la actividad del observador o plataforma. En el caso de haber atracción puede sobreestimarse la densidad, mientras que en el caso de haber repulsión, la densidad se subestima.

3.- Las distancias a la línea se miden con precisión. Debe evitarse el redondeo en la determinación de distancias, así como las medidas subjetivas de la misma.

## **LOS DELFINES COMO OBJETO DE ESTUDIO**

Diversas dificultades se plantean, en general, en la estimación de abundancia de delfines. En primer lugar, los animales se distribuyen de modo relativamente amplio en su medio de modo tal que es difícil definir los límites de su hábitat y, en consecuencia, hasta donde colocar esfuerzo de estimación y relevamiento. Por otro lado, para muchas especies de delfines del mar argentino, el conocimiento sobre el área en la cual se distribuyen es fragmentario. Además, estas especies tienen una alta movilidad, y en muchos casos su comportamiento no es independiente del observador, evitando o sintiéndose atraídos por las plataformas de observación (barcos, botes). Más aún hay especies mucho más evidentes por su tamaño, comportamiento y/o coloración; y otros que resultan sumamente difíciles de ver.

Durante el relevamiento mediante transectos lineales en el mar, el observador trabaja sobre una "franja" de agua en la que efectivamente tiene una alta probabilidad de hallar animales. Asimismo, dirige sus observaciones hacia la proa del avión (plataforma), anticipando avistajes que todavía no se han colocado perpendiculares al avión. Esta pauta de búsqueda y detección plantea un área efectiva de búsqueda, aquella área en la que existen más posibilidades de detectar animales.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que diferentes especies de cetáceos presentan diferentes ritmos de respiración, es decir, se debería tener una idea de cuántas veces por hora o minuto un observador puede esperar ver salir a la superficie a los animales.

¿Que tipo de conflicto crea esto con la metodología de los transectos lineales? Uno de los supuestos del método es que uno ve a todos los animales que están cerca de la línea. Si los animales bucean durante un tiempo mayor que el que la plataforma tarda en pasar a través del área efectiva de búsqueda, parte de los animales sobre la línea se perderán, provocando la subestimación de la densidad. Si se trabaja con grupos de cetáceos, normalmente el observador puede estar seguro de que va a observar a varios animales del grupo dentro de su área efectiva de búsqueda, ya que los animales no salen a la superficie de modo sincrónico. Su problema pasa a ser ahora cómo calcular el tamaño de grupo.

Este problema de los animales que bucean no es relevante para los trabajos hechos desde barcos, pero puede tener efectos para trabajos hechos desde aviones, debido a su velocidad superior.

Existen dos soluciones al problema de los animales sumergidos. En primera instancia se puede hacer una corrección cruda, utilizando el porcentaje del tiempo que un delfín pasa en superficie, y corrigiendo la estimación final de densidad. Esta aproximación presenta problemas originados en la variación individual del tiempo de inmersión y del tiempo en superficie. Estos datos deben ser tomados en forma independiente (mediante observaciones desde la costa por ejemplo) y extrapolados a las observaciones hechas en el mar, asumiendo que no hay diferencias significativas entre los ritmos observados en la costa y aquellos que suceden mar adentro.

La segunda solución consiste en trabajar con "conteo de señales" ("cue counting"), una técnica desarrollada fundamentalmente para relevar ballenas de barba en el Ártico y en la Antártida. La señal se define normalmente como el soplado de la ballena, aunque se pueden considerar otras señales como el inicio del próximo buceo o el momento en que se muestra la aleta dorsal durante la salida del animal a superficie. Una vez elegida una señal, ésta debe ser mantenida durante todo el relevamiento. Con esta metodología se registran las señales que las ballenas producen, y se toma la distancia desde el observador a cada una de las señales registradas, estén estas señales o no perpendiculares a la plataforma. De modo independiente, se toman datos sobre el ritmo de presencia de esas señales, ya sea con experimentos independientes (como en el caso anterior) o tomando esos datos sobre animales seleccionados durante el relevamiento. Se evalúa entonces la densidad de señales y luego se corrige con la

información sobre la cantidad de señales producida por un individuo durante una hora. lo que da la información sobre la densidad de individuos.

## **RELEVAMIENTO DE DATOS**

Los relevamientos aéreos de cetáceos son operaciones sencillas en cuanto al tipo de datos que se toman, pero complicadas en lo que se refiere a las operaciones a realizar.

La idea básica del relevamiento es recorrer trayectos en línea recta y registrar las distancias perpendiculares al avión de los animales observados a ambos lados de la aeronave. Como es difícil registrar distancias, se registran ángulos de declinación entre el horizonte y los animales. Estos ángulos son luego convertidos a distancias, conociendo la altura de vuelo, por cálculos trigonométricos. Es importante tratar de conservar la misma altura de vuelo y velocidad durante todo el relevamiento, a los fines de facilitar el análisis de los datos y evitar problemas en el modelado posterior de las probabilidades de detección, ya que al variar la altura o la velocidad, varía la habilidad de detectar animales. Una altura muy baja o una mayor velocidad puede afectar la capacidad de detectar e identificar los animales. Grandes alturas amplían el campo visual, pero afectan la probabilidad de identificar las especies. Normalmente se trabaja con unos 500 pies ( $\cong 180\text{m}$ ) de altura, y volando a 90 nudos ( $\cong 180\text{ Km./h}$ ) de velocidad.

El avión para realizar el relevamiento debe ser bimotor, por razones de seguridad.

El equipo mínimo de gente que debe intervenir es tres personas: dos observan y registran los avistajes, ángulos e identifican especies -una a cada lado del avión-, mientras que la tercera toma notas y registra los datos. Este equipo mínimo de gente depende del tiempo dedicado al relevamiento ( a mayor cantidad de tiempo mayor cantidad de gente). Sin embargo se puede llevar a más personas a fin de facilitar el recambio de personal por fatiga o mareo. Estas personas a su vez podrán colaborar en diversas tareas como tomar fotografías de grupos de animales o ayudar en la identificación de especies. Por otro lado se debe tener en cuenta que si una persona se indispone durante el vuelo y no hay personal de recambio, se corre el riesgo de tener que suspender el relevamiento.

En el avión se encontrarán dos posiciones de máxima importancia, las dos burbujas, ventanillas desde donde se realizarán las observaciones y mediciones. Están ubicadas una a cada lado el avión y permiten "sacar" la cabeza fuera de la línea del fuselaje, de modo tal que puede observarse directamente debajo del avión. Si el avión no contara con tal burbuja tratar de observar lo más directamente debajo del avión como se pueda, ya que la falta de burbuja implica la existencia de un callejón ciego debajo del avión que quedaría sin relevar. Esto no es vital siempre y cuando dicho callejón no sea muy grande y se lo pueda evaluar, tomando la declinación del horizonte al punto de máxima cercanía posible de las observaciones a la línea.

### **Observador de la burbuja o ventanilla**

La responsabilidad primaria de este observador es definir a qué especie pertenecen los animales observados. contar el tamaño de grupo si corresponde. y tomar el ángulo con el clinómetro.

Dado que la existencia de una burbuja en el avión permite observar directamente debajo de la línea. existe el riesgo de duplicar registros. incluyendo observaciones del otro lado de la línea que no correspondieran al observador que las registra. Hay que tener cuidado con este punto. En este caso. será el anotador quien verificará. en función del momento de hechos los avistajes y de los valores de la declinación indicados por ambos observadores. si esas observaciones son duplicadas y descartar entonces una de ellas.

Para la elección de los observadores deben tenerse en cuenta los siguientes criterios: experiencia. capacidad visual. entrenamiento. resistencia a la fatiga e interés en el tema.

### **Procedimiento**

#### **- Avistaje de los animales**

Probablemente se avisten los animales antes de que éstos estén perpendiculares al avión. Tratar de no perder de vista a los animales hasta que se pueda tomar el ángulo. Buscar la ayuda del personal de relevo (en caso de tenerlo) para que siga el camino de los animales avistados así se puede seguir buscando otros animales. No comunicar aún el avistaje al Anotador.

#### **- Toma del ángulo**

Cuando los animales estén perpendiculares al avión, sostener firmemente el clinómetro y observar con ambos ojos abiertos. uno para observar a los animales y otro para tomar el ángulo. Esperar unos minutos para compensar el movimiento del avión y finalmente hacer la lectura. Evitar redondear los ángulos. por ejemplo. de cinco en cinco. a pesar de que el avión se mueva. Si el avión se mueve mucho probablemente no se pueda seguir haciendo el relevamiento. Indicar que se tiene un avistaje y el ángulo al Anotador.

#### **- Identificación de especies y estimación del tamaño de grupo**

Tratar de identificar la especie los animales observados. Buscar ayuda del personal de relevo, en caso de contar con él y de ser necesario. Contar el tamaño de grupo. Los delfines salen a la superficie para respirar por pocos segundos, por lo que estimar el tamaño de un grupo de 30 animales, por ejemplo, puede ser difícil si éstos salen a la superficie en forma no coordinada. Si el conteo es difícil, por la cantidad de animales, hacer o pedir que se hagan fotografías del grupo para un posterior conteo. A pesar de las fotos, hacer un conteo de seguridad del grupo, aunque sea estimativo. Si el grupo está muy lejos de la línea como para poder identificarlo o contarlo, pedir al responsable del vuelo o al comandante de la nave que ésta deje la línea para así ir hacia el grupo y cumplir los pasos anteriores. El avión regresará a la línea (retomar en el mismo punto donde se interrumpió el relevamiento) una vez cumplida la

identificación, conteo y fotografías. Tomar el ángulo de declinación a lo que se considere que es el centro del grupo.

Indicar además al Anotador el estado del mar según la escala Beaufort. Normalmente, los relevamientos deben suspenderse si el estado del mar debido al efecto del viento se transforman en superiores a Beaufort 3. De todos modos puede seguir registrándose la información; posteriormente, en el análisis de los datos, se puede estratificar el análisis para diferentes condiciones del mar, o aún descartar datos.

#### **- Cansancio**

Periódicamente, y cuando se este bastante seguro de que no aparecerán animales en su campo de relevamiento, fijar la mirada en el horizonte y cambiar el foco alternativamente desde el horizonte a distancias más cercanas al avión (punta del ala, motores). De este modo se descansará la vista.

Una persona puede estar aproximadamente entre 1.5 y 2 horas atendiendo a la transecta y al avistaje de cetáceos (Caughley recomienda 45' como máximo, con un descanso equivalente). Al sentir fatiga, pedir cambio de función y/o posición, pasando a anotar los avistajes por ejemplo, o colocándose al lado del que 10 reemplace en la burbuja para avistar y ayudar a reconocer especies.

#### **- Registro en cinta magnética**

Se tratará de que el Anotador registre en cintas magnéticas todo el vuelo, de modo tal de verificar los datos o corregir posibles errores. Recordar hablar alto y claro al Anotador, y recordarle al Anotador que a su vez, él repita la información que se le va pasando, de modo tal que quede registrada en la cinta del Anotador.

Si se cuenta con micrófonos interconectados a un solo grabador, se asegurará de que todo el vuelo quede registrado al mismo tiempo en cinta magnética. De lo contrario, sería conveniente que el Observador de cada burbuja cuente con un micrograbador, en el que registrará todas las observaciones hechas desde la ventanilla.

#### **Anotador**

Su responsabilidad es registrar todo el vuelo, incluyendo no sólo las observaciones de los que están en las burbujas, sino información adicional como hora y posición del comienzo y fin de cada transecta, posición de los avistajes, información sobre las fotografías tomadas y toda otra información relevante que le sea suministrada.

#### **Procedimiento**

Debe iniciarse una planilla nueva (Ver Anexo) para cada transecta, anotando la hora y la posición tanto de inicio como la de finalización de la pierna (transecta). Si el recorrido global es un zigzag entre la costa y el mar (Fig. 3), la posición de finalización de una transecta será la posición de inicio de la siguiente.

A continuación se anota la posición del sol respecto a la dirección del relevamiento (salvo que el cielo esté cubierto y no se pueda ubicar al sol). Anotar la proyección horizontal del sol teniendo en cuenta que la parte delantera del avión corresponda a las 12:00 hs (Fig. 1). Luego anotar la posición del sol en un círculo que atraviesa el avión, ubicando a las 12:00 hs por encima del avión (Fig. 2). Por ejemplo, si el sol se encuentra a la izquierda del avión y por encima a más de 45°, puede anotar la posición del sol como 09:00 hs horizontal y 11:00 vertical. Esta información puede servir para descartar posteriormente información obtenida en presencia de mucho reflejo para uno de los observadores.

Cada avistaje deberá contar con un número consecutivo. A continuación se indicará el lado desde el cual se avistó. Posteriormente se ingresará la hora del avistaje. Esto es muy importante para reconstruir el mapeo de las observaciones y para estratificar a posteriori el muestreo si correspondiera.

Anotar luego el resto de los datos consignados en la planilla: tamaño de grupo, identificación de especies y ángulo de declinación.

Si se toman fotografías anotar en el casillero de notas el número de la foto.

Es importante registrar en cinta magnética todos los datos a medida que se ingresan.

Repetir los datos que los Observadores van indicando, precedidos del nombre del Observador, a los fines de no mezclar las observaciones y los datos en la grabación. Indicar

también los recambios de Observadores a medida que van sucediendo, registrando la hora en que se producen, o entre dos avistajes mencionados.

Recordar que registrar información en exceso no es grave. Para descartar información hay tiempo.

### **- La posición geográfica de los avistajes**

El registro de la posición de los avistajes no resulta útil para la estimación de la abundancia. Sin embargo, con esa información es posible volcar esos registros a cartas náuticas, lo que permitirá evaluar la posible relación entre la cantidad y distribución de avistajes con factores ambientales como áreas de productividad, profundidad del mar, cercanía a desembocadura de ríos, lugares de fuertes corrientes, etc.

La manera más sencilla de registrar los avistajes es a través de los sistemas de posicionamiento geográfico (GPS), que dan una lectura prácticamente continua de la posición geográfica de la plataforma. Existen aparatos de mano del tamaño de una calculadora de bolsillo, lo que los hace versátiles para su uso en diferentes plataformas.

Si no se tiene acceso a estos sistemas, la alternativa es trabajar registrando el rumbo, velocidad y tiempo que le lleva a la plataforma la realización de cada transecto, para luego reconstruir los trayectos realizados. En este caso debe tenerse cuidado con las modificaciones en el rumbo y velocidad que pueden producirse en el avión o barco por causa del viento y/o corriente. La alternativa es trabajar siempre con determinados puntos notables de la costa, tomando estos como inicio y/o fin de transectas, lo que puede reducir el error en la posterior transcripción de la información a un mapa o carta.

### **Fotógrafo**

Su responsabilidad es estar disponible para el llamado de los Observadores, quienes solicitarán que tome fotografías de grupos para conteo o identificación de especies.

La secuencia de fotografías debe quedar bien registrada, a los fines de reconstruir los diferentes grupos en el laboratorio. Para ello debe asegurarse, que luego de tomar fotografías de un avistaje, indicar el número de las fotografías implicadas en él.

El equipo fotográfico conveniente debe incluir cámaras con motor de avance, de modo de no perder tiempo en correr la película entre toma y toma. Además es conveniente la utilización de lentes zoom 80 - 200 mm, ya que se puede variar la aproximación al objetivo a fotografiar. En cuanto al tipo de película, la velocidad de la plataforma y el compromiso de cantidad de luz derivado del uso de zoom llevan a utilizar películas de alta sensibilidad (ASA 400 por lo menos).

### **Personal adicional**

Las personas que no estén ocupando ninguna de las posiciones antes mencionadas deberán estar disponibles para:

- a) asistir a los Observadores en el reconocimiento de especies de los avistajes,
- b) contar tamaño de grupos,
- e) repetir al Anotador las observaciones del Observador,

Al menos una de estas personas servirá de nexo entre el grupo de relevamiento y el comando de la aeronave. Cuando un Observador se lo indique, pedirá al comando que el avión se aparte de la línea para dirigirse a un grupo de identificación o conteo difícil. A su vez, solicitará el retorno a la línea. En caso de no haber personal adicional será el Observador quien indique al comando de la aeronave la necesidad de desviarse de la línea.

## **DISEÑO DEL MUESTREO**

El nivel de precisión con que se desea hacer la estimación de abundancia de una especie, está directamente asociado al tipo de pregunta que se desea responder con esa estimación. El eje del problema pasa entonces por los objetivos para los cuales se utilizará la mencionada estimación. Obtener una idea de la abundancia de una especie cualquiera, establecer una norma de manejo o control para la liebre europea, evaluar si la mortalidad incidental por pesca es significativa para un especie de delfín, son en sí mismas "preguntas" cuya respuesta requiere diferentes grados de precisión.

El nivel de precisión entonces, debe ser establecido a priori por quienes desean realizar la estimación. El grado de precisión deseado, tiene directa influencia sobre el esfuerzo requerido para lograr la estimación. La manera en que normalmente se evalúa la precisión es mediante medidas de dispersión como el coeficiente de variación. A modo ilustrativo, para objetivos relacionados a planes de manejo (control de plaga, uso consuntivo, o especies que enfrentan cierto riesgo), es aceptable un coeficiente de variación de entre el 10% y el 20%.

El diseño del muestreo tiene una implicancia fundamental en lo que concierne a optimizar el esfuerzo puesto en el relevamiento y en lograr un muestreo representativo, en donde podamos reducir el valor de los componentes de la varianza. Se refiere normalmente a cómo se reparte el esfuerzo de relevamiento y búsqueda en el área a relevar. Esto comprende

en el caso de los transectos lineales, el largo total de transectas a recorrer, así como la disposición de las mismas en el área de muestreo.

En el diseño del muestreo intervienen diversos factores:

- a) precisión deseada en la estimación de la densidad (como ya se mencionó),
- b) el conocimiento previo de la biología de la especie (zonas, profundidades o época del año que más frecuenten, en el caso que nos ocupa los delfines, presas, cambios estacionales, etc.),
- c) aspectos de índole económica (costo de operación de la plataforma de observación., así como del movimiento de personal hacia el área de muestreo).

Uno de los supuestos básicos de metodologías de muestreo como las utilizadas aquí, es que las líneas o transectas estén ubicadas al azar en el área de muestreo. Ello puede llevar a un diseño en el que las transectas se localizan en direcciones diversas, aún entrecruzándose en algunos casos. Otra alternativa es generar un conjunto de líneas paralelas o aún un recorrido en zigzag. Este último diseño optimiza el relevamiento ya que todo el tiempo de vuelo se destina prácticamente al relevamiento y la detección de animales, en contra del diseño en líneas paralelas, en el que la parte del recorrido en que la plataforma se traslada a otra transecta es "muerto" ( no utilizado para el relevamiento). En el muestreo en zigzag, el final de una transecta es el comienzo de la consecutiva (ver Figura 3).

En ocasiones en que se sospecha la existencia de un gradiente en la distribución y abundancia de los animales en el medio, como por ejemplo cuando los animales prefieren aguas de menor profundidad (ver Figura 4) se recomienda colocar las

transectas en forma perpendicular al pretendido gradiente. También puede darse el caso de hallar una distribución no homogénea (o en parches) de los animales a relevar. En este caso - y también en el caso de los gradientes - se puede "estratificar" ( a priori ) el diseño, es decir, aplicar un esfuerzo diferencial, con mayor esfuerzo aplicado en donde hay mayor densidad de animales (ver Figura 4). La estratificación permite reducir la varianza de la estimación total en relación a la varianza que uno obtendría si no estratificara el muestreo

## **MUESTREO PILOTO**

Los muestreos piloto son herramientas fundamentales en el diseño final de un muestreo, y se recomienda ampliamente su ejecución previa al relevamiento en sí mismo. Estos muestreos pueden proveer de información sobre diversos puntos importantes, como la violación de los supuestos, aspectos prácticos y logísticos, y permite encarar soluciones para estos problemas antes de concluir que se ha desperdiciado el dinero en un relevamiento inadecuado para los niveles de precisión deseados.

El muestreo piloto tiene diversos objetivos,

- 1.- Estimar de modo preliminar la tasa de encuentro para la o las diferentes especies de interés, entendiéndose por tasa de encuentro el número de animales o grupo de animales observados por unidad de recorrido.
- 2.- Determinar el coeficiente de variación del estimado de densidad, a fin de evaluar el esfuerzo requerido para el relevamiento.
- 3.- Poner a prueba hipótesis de distribución diferencial de los animales, a fin de estratificar el muestreo en el relevamiento.
- 4.- Planificar la distribución espacial del esfuerzo de muestreo en el relevamiento.

## CONSIDERACIONES ANALITICAS

El análisis de los datos de distancias y la estimación de densidad de animales a partir de aquellos, se hace con el programa DISTANCE (Laake et al. 1994). El programa DISTANCE ha evolucionado a partir de programas TRANSECT (Laake et al. 1980) y LINETRAN (Gates, 1980), superándolos y ampliando las posibilidades de análisis

Explicado brevemente, el programa calcula la probabilidad de encontrar animales a diversas distancias, simulando el proceso de "detección" es decir, cómo el observador detecta menos animales a medida que se aleja de la línea de relevamiento. A partir de ello calcula la proporción de animales presentes en la línea y con ese dato calcula la densidad de animales por unidad de área. El programa permite calcular medidas de dispersión del estimador de densidad, así como construir intervalos de confianza. evaluar la tasas de encuentro (cantidad de observaciones o detecciones por unidad de recorrido) y estimar la contribución de diversos factores a la varianza del estimador (probabilidad de detección, tamaño de grupo si corresponde y tasa de encuentro). En el caso de transectos por banda el programa DIST ANCE calcula el Ancho Efectivo de Banda. una aproximación a este concepto, explicada en la sección **METODOS DE EV ALUACION.**

El programa y su manual es de distribución gratuita para instituciones de investigación (IL. Laake, National Marine Mammal Laboratory, 7600 Sand Point way N.E., Seattle, W A 98115, Estados Unidos de América).

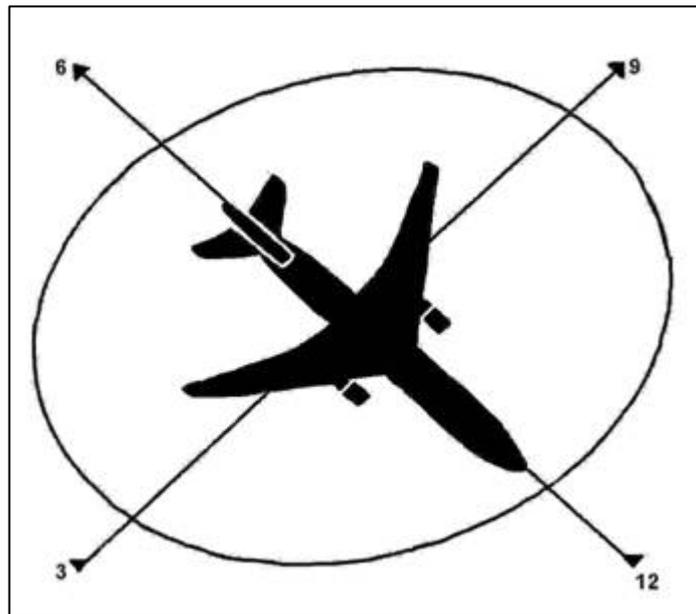
## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue realizado en parte con el apoyo del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (P.M.L.Z.C.P.) un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (G.E.F.) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ( U.N.D.P.) y ejecutado por la Oficina de las Naciones Unidas para el Servicio de Proyectos (U.N.O.P.S.)

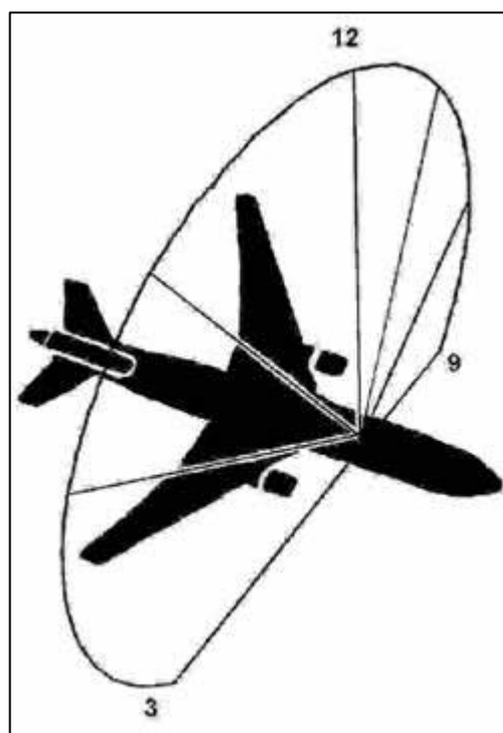
Los autores desean agradecer a la Prefectura Naval Argentina por el apoyo logístico que permitió adquirir parte de la experiencia de campo que se vuelca en estas páginas, en el avión CASA-212. A los Dres. Martín Hall, Steve Buckland y Alejandro Anganuzzi por la experiencia práctica y teórica transmitida en numerosas conversaciones sobre el tema. A los Dres. Pablo Yorio, Enrique A. Crespo, Guillermo Harris y Claudio Campagna por la lectura crítica del manuscrito y por el aporte de valiosas sugerencias. Al Sr. Mateo Cornejo y Centro de Cómputos del CENP A T por la realización de una de las figuras. En particular, los autores desean agradecer especialmente al P.M.I.Z.C.P., la oportunidad de apoyar el entrenamiento de ambos en el exterior, ACMS en el Taller de Trabajo "Design and Analysis of Distance Sampling Surveys" que tuvo lugar en la Universidad de Saint Andrews, Escocia ( 1994) Y SNP a través de una pasantía en el Programa Atún-Delfín, Comisión interamericana del Atún Tropical, La Jolla, California (1994).

**FIGURAS**

**Figura 1**



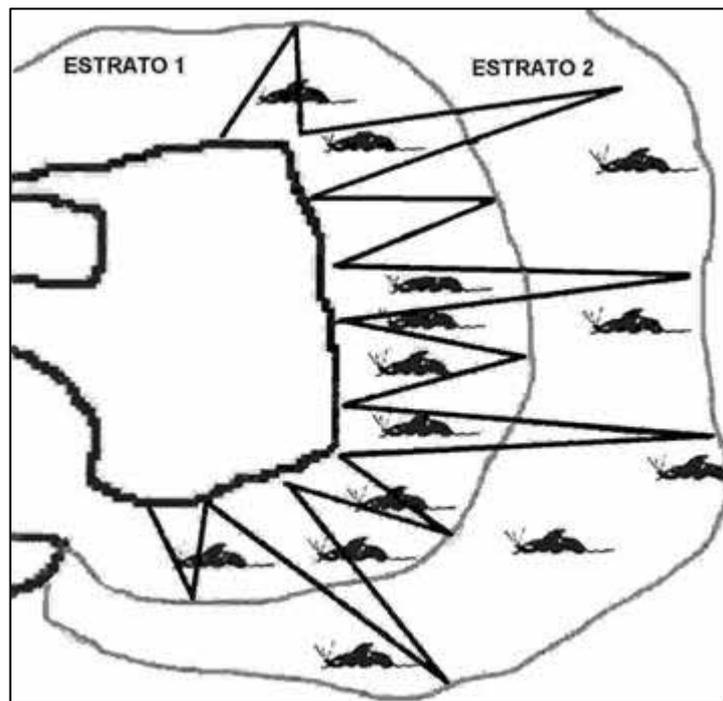
**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**



## REFERENCIAS

- Barlow, I. 1988. Harbor porpoise, *Phocoena phocoena*, abundance estimation for California, Oregon, and Washington: Line transect surveys. *Fishery Bull.* 86, 3: 417-32.
- Barlow, I., Oliver, C.W., Jackson, T.D. and Taylor, B.L. 1988. Harbor porpoise, *Phocoena phocoena*, abundance estimation for California, Oregon, and Washington: Line transect aerial surveys. *Fishery Bull.* 86, 3: 417-32.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham K.P. y Laake, J.L. 1993. Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman y Hall, 446 pp. Londres.
- Eberhardt, L.L., Chapman D.G. y Gilbert, J.R. 1979. A review of marine mammal census methods. *Wildlife Monographs* 63. 46 pp.
- Gates, C.E., 1980. LINETRAN, a general computer program for analyzing line transect data. *Journal of Wildlife Management* 44: 558-561.
- Hammond, P.S. and Laake, J.L. 1983. Trends in estimates of abundance of dolphins involved in the purse-seining fishery for tunas in the eastern tropical Pacific Ocean, 1977-81. *Rep. int. Whal. Commn.* 33: 565-88.
- Hiby, A.R. y Hammond, P.S. 1989. Survey Techniques for Estimating Abundance of Cetaceans. *Rep. Int. Whal. Commn.* (Special Issue 11).
- Laake J.L., Burnham, K.P. y Anderson, D.R. 1979. User's manual for program TRANSECT. Utah State University Press, Logan, UT, Estados Unidos de América.
- Laake J.L., Buckland, S.T. Anderson D.R. y Burnham, K.P. 1994. Distance user's guide. Version 2.1. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit Colorado State University. Fort Collins, Colorado. 84 pp.
- Leatherwood, S. 1979. Aerial survey of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, and the west Indian manatee, *Trichechus manatus*, in the Indian and Banana Rivers, Florida, *Fishery Bulletin*, vol. 77, 1: 47-59.
- Leatherwood, S. 1982. Size of Bottlenose dolphin populations in Indian River, Florida, *Rep. int. Whal. Commn.* 32: 567-8.
- Leatherwood, S., Kastelein, R.A. y Hammond, P.S. 1988. Estimate of Numbers of Common Noddy Dolphins in a Portion of the Northeastern Strait of Magellan, January-February 1984. *Rep. Int. Whal. Commn.* (Special Issue 9): 93-102.
- Leatherwood, S. and Reeves, R.R., 1982. Effects of varying altitude on aerial surveys of bottlenose dolphins. *Rep. int. Whal. Commn.* 32: 569-75.
- Leatherwood, S., Reeves, R.R., Bowles, A.E., Stewart, S.S. and Goodrich, K.R. 1984. Distribution, seasonal movements and abundance of Pacific white-sided dolphins in the eastern North Pacific. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 35: 129-57.
- Miyashita, T. and Kasuya, T. 1988. Distribution and abundance of Dall's porpoises off Japan. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 39: 121-50.
- LECTURAS RECOMENDADAS
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham K.P. y Laake, J.L. 1993. Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman y Hall 446 pp. Londres.
- Caughley, G. 1974. Bias in aerial survey. *J. Wildl. Manage.* 38 (4) : 921-33.
- Caughley, G. 1977. Sampling in aerial survey. *J. Wildl. Manage.* 41 (4): 605-15.
- Caughley, G. 1977. Analysis of Vertebrate Populations. John Wiley & Sons. New York.
- Thompson, S. K. 1992. Sampling. Wiley & Sons, 343 pp. New York.