

# MANUAL DE PESCA POR EL METODO DE AREA BARRIDA

Por: CC. RICARDO QUINTERO SERPA\*

El presente Manual es una recopilación de los informes de Espino M. y Claudia Wosnitza (1984), de Yáñez A. y Gil Sanchez, 1986 así como de la experiencia adquirida por el autor durante el el Crucero de Demersales a bordo del buque de Investigación SNP-1 del Instituto del Mar del Perú en marzo de 1991.

## INTRODUCCION

Las capturas realizadas con redes de arrastre sobre peces demersales son muy variables, debido a que los peces no están distribuidos uniformemente sobre el fondo, además de que varían a través del año de acuerdo a su hábitat, reproducción, disponibilidad de alimento, densidad diurna y nocturna, etc, por lo cual se hace necesario una estratificación detallada de la zona o zonas de estudio con el fin de reducir las varianzas en las capturas. El método de área barrida para la evaluación de peces demersales es un método para calcular la cantidad en peso de peces, presentes en una determinada área. Para evitar errores se hace necesario que cuando se haga una evaluación por este método tanto los tiempos como las velocidades del arrastre se deben estandarizar.

### 1. DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS

La distribución de los peces sobre el fondo no es uniforme, ni constante, ya que estos dependen de muchos factores como son la profundidad, temperatura, tipo de fondo, disponibilidad de alimento, macrofauna béntica acompañante, así como también por otros factores físico-químicos; por ello

\*Capitán de Corbeta. Biólogo Marino.  
Jefe División Técnica CIOH.

Bazigos (1980) en Espino-Wosnitza (1984), describe la distribución de los recursos demersales en tres categorías que de acuerdo al investigador, a sus antecedentes y dependiendo del recurso problema deberá situarla en el grupo que le corresponde de la forma siguiente:

a) Distribución uniforme

Este tipo de distribución se presenta cuando la separación entre los organismos es regular o más o menos constante, dando por resultado que la densidad en todos los puntos de observación sea constante. Esta es una situación que en la naturaleza es muy poco común, es más que todo teórica, pero que puede ser identificada cuando la varianza es menor que la media ( $\sigma^2 < \mu$ ).

b) Distribución al azar

Este tipo de distribución se presenta cuando no existe ningún tipo de atracción o de repulsión entre los peces. Para el presente caso el número de individuos por unidad de área o volúmen sigue una distribución de Poisson; pero cuando el tamaño de la unidad de área se hace suficientemente grande, el número esperado de peces en cada área también aumenta y por lo tanto la distribución se aproxima a una distribución normal, lo cual es identificable por cuanto la varianza es igual a la media ( $\sigma^2 = \mu$ ).

c) Distribución por contagio

Este tipo de distribución existe cuando la probabilidad de ocurrencia de un individuo o pez en un determinado espacio está influenciada por la presencia o ausencia de individuos en un espacio vecino. Este es el caso más común que se aprecia en la naturaleza, en donde la presencia de un pez en un determinado lugar aumenta la probabilidad de que en un espacio adyacente sea ocupado por otro individuo por diferentes razones y factores ambientales, lo que hace que el área total muestreada tendrá algunos espacios con una fuerte agregación de peces, mientras que otros espacios se encontrarán medianamente vacíos y otros completamente vacíos. En la distribución por contagio la varianza es mayor que la media ( $\sigma^2 > \mu$ ).

Como se puede apreciar, antes de iniciar un crucero de evaluación de recursos demersales, es recomendable hacer reconocimientos previos del área a evaluarse con la finalidad de delimitar zonas de mayor y menor abundancia; conocer muy bien el tipo de fondo para así evitar el menor número de trabas y tratar de que la red sufra lo menos posible; asimismo establecer previamente las estratificaciones acordes con la misma, conocer previamente el área de cada uno de los estratos por latitudes y así obtener estimaciones que se acerquen a la realidad. También es importante tener un conocimiento previo de las especies presentes en el área y sus hábitos.

## 2. METODOLOGIA DE MUESTREO

Las capturas realizadas con redes de arrastre son altamente variables debido a la distribución poco uniforme de los peces en el espacio muestral. Esto ocasiona que al hacerse muestreos al azar siempre se obtengan capturas con una distribución cuya varianza es mucho mayor que la media, trayendo como consecuencia que las estimaciones basadas en estos valores sean muy imprecisas.

Esto implica la necesidad de estratificar el área a evaluarse en partes o estratos de alta y baja densidad, para después muestrearse al azar individualmente en cada uno de ellos, lo cual reduce el error muestral. Esto quiere decir que un muestreo estratificado diseñado debe tener menor error aleatorio que un muestreo similar al azar simple. Pero existe el inconveniente de que el muestreo estratificado es muy sensible al diseño utilizado.

Para construir los estratos hay que fijar sus límites tratando de maximizar las diferencias en la abundancia de peces entre estratos adyacentes.

Uno de los criterios más efectivos para estratificar son los que se basan en la profundidad, debido principalmente a que la profundidad es un factor estático bien conocido que tiene relación con el patrón de las especies demersales. Existen otros criterios para estratificar como son la temperatura, el tipo de fauna bentónica o el tipo de sedimento.

Estos sin lugar a dudas son más importantes que la profundidad en el control de la distribución de especies demersales, pero la temperatura no es estática, y los tipos de sedimento y fauna bentónica no siempre son conocidos con tanta precisión. Sin embargo, cualquiera que sea el significado de cada uno de estos factores ambientales, es evidente que la estratificación por profundidad resulta indirectamente en una estratificación por temperatura (en la medida en que la columna de agua tiene estratificación térmica), la que en la mayoría de los casos suele corresponder en forma general a una estratificación por sedimentos y fauna bentónica.

En general el proceso para hacer una estratificación será el siguiente:

- Definir el tiempo del crucero. Definir el número de lances a realizarse, lo que es dependiente del tamaño del área a evaluarse y de los recursos económicos disponibles.
- Según los resultados de anteriores reconocimientos pesqueros, eco-rastreo o informaciones de flotas comerciales, se delimitan los estratos usando grados de latitud o longitud según el caso y profundidad ya que éstos son parámetros estáticos en un sistema. En el caso de Colombia, es recomendable usar grados de latitud y profundidad. Por ejemplo si se trabaja en el Pacífico estudiar entre los 3 y 4 grados norte a estratos de 0 a 20 metros; de 21 a 50 metros; de 51 a 100 metros y mayores de 100 metros. Sobre cada uno de estos estratos se debe conocer con precisión el área que ocupan cada uno de estos, en cada grado de latitud.
- La cantidad de lances se repartirá en los estratos en número proporcional al área y a la densidad relativa, según la siguiente ecuación:

$$n_h = \frac{A_h \cdot P_h}{L} \cdot n$$

$$\sum_{h=1} A_h \cdot P_h$$

En donde:

$n_h$  = número de lances en el estrato h

$n$  = número total de lances posibles

$A_h$  = área del estrato h

$P_h$  = factor de ponderación de densidad o abundancia para cada estrato

$L$  = número de estratos

El muestreo en cada estrato es al azar simple, en donde todos los miembros de la comunidad tienen igual oportunidad de aparecer en la muestra. Esto es igualmente válido para todos los miembros, tanto para las especies raras como para las típicas.

Una vez definidos los estratos y el número de lances en cada uno de ellos se debe proceder a:

- Definir el tiempo de cada lance. Este tiempo deberá ser constante a través de todo el crucero, puesto que la capturabilidad de las especies dependen de esto. Para el caso de Colombia la duración de cada lance puede ser de una hora.

- Definir si los lances se van a realizar en el día o en la noche. Es importante uniformar esto dependiendo del tipo de investigación, pero hay que tener en cuenta que para la evaluación de recursos demersales es recomendable hacerlo en el día, ya que los peces en las noches se encuentran un poco dispersos y no muy cerca del fondo. Durante el crucero a bordo del SNP-1 se trabajaba de 0600 a las 1800 horas. Sea cual fuere el caso no se deben mezclar datos de capturas diurnas y nocturnas porque los datos nos darían errados.

## 2.1. MUESTREO EN CUBIERTA Y PROCEDIMIENTO DE REGISTRO DE CAPTURA

Procedimiento de Pauly 1980, adaptado por Losse y Dwiponggo, 1977, tomado del manual de la FAO, 1990:

Primeramente se debe instruir a la tripulación para que no remueva ninguna parte de la captura antes de que el personal de biólogos hayan terminado el

- muestreo.
- PASO 1: Extraiga todas las serpientes de mar y otros animales venenosos o peligrosos. También remueva las tortugas y si están vivas devuelvalas al mar. Registre el número y tipo de animales extraídos.
- PASO 2: Extraiga los desechos inorgánicos y el material vegetal. Registre el tipo de material extraído.
- PASO 3: Extraiga los peces grandes que son fácilmente visibles y póngalos en una caja.
- PASO 4: Lave el resto de la captura (de peces pequeños) si es necesario y mezclela con palas.
- PASO 5: Coloque la captura mezclada en cajas. Estas deberán contener el mismo peso en peces.
- PASO 6: Cuente el número de cajas de peces pequeños y regístrelo.
- PASO 7: Un método práctico es sacar una de cinco cajas al azar para submuestreo. Registre el número de cajas separadas para el submuestreo como B1, B2, B3, etc.
- PASO 8: La(s) caja(s) tomada para submuestreo es (son) tratada de la siguiente manera:
- Pese la captura total de la caja B1 y regístrela.
  - Coloque los peces de la caja B1 en una mesa y sepárelos a nivel de especie según corresponda a peces comestibles o a crustáceos o en agrupaciones lo más definidas posibles (por ejemplo género, familia, etc.)
  - Repita el procedimiento, si es apropiado para las otras cajas, B2, B3 ....etc.
- PASO 9: Si se separa más de una caja, registre
- para cada especie (o categoría taxonómica superior), el peso total y el número de individuos en todas las cajas separadas.
- PASO 10: Multiplique el número de individuos y el peso de peces e invertebrados por especie (o categoría taxonómica superior) por la razón entre el número de cajas separadas y no separadas.
- PASO 11: Pese y cuente por especie los peces más grandes mencionados en el paso 3. Los peces muy grandes se deberán pesar y medir en forma individual.
- PASO 12: Sume, cuando haya una superposición (cuando los peces de una determinada especie aparecen tanto en las cajas de peces pequeños como en las cajas de peces grandes) los pesos y los números de individuos obtenidos en el paso 11 a los pesos y números obtenidos en el paso 10.
- PASO 13: El paso 12 (así como el paso 11, cuando no hay superposición) proporciona estimados de la captura total, tanto en peso como en número, por especies o categorías taxonómicas superiores. Registre el total, tanto en peso como en número de individuos, en una bitácora de pesca apropiada y convierta a captura por unidad si el tiempo de pesca fué menor o mayor de una hora. Durante los estudios exploratorios este paso debe efectuarse después de cada pesca, o todas las tardes a lo menos para evitar la pérdida de información.
- PASO 14: Además del muestreo, identificación y registro de la captura, el trabajo de un Biólogo Pesquero incluye generalmente entre otras cosas:
- Recolección de los datos de frecuencias de longitud.
  - Recolección miscelánea de la información biológica sobre los peces

capturados, por ejemplo concerniente a su peso, edad, madurez.

-Recolección y preservación de los especímenes para estudios posteriores en tierra.

- Recolección de datos oceanográficos (principalmente la temperatura y el oxígeno disuelto) tanto en la superficie como en el fondo en cada uno de los lances.

Una vez seleccionado el producto por especies, se deben comenzar a medir las frecuencias de longitud, estado de madurez sexual, análisis estomacal, lectura de otolitos (aún cuando éste no es aplicable casi en Colombia por encontrarnos en el trópico), de acuerdo al Anexo 1 el cual nos puede servir de guía.

## 2.2. LONGITUD TOTAL - LONGITUD ESTANDAR

Estas son las clases más frecuentes utilizadas para la medición de los peces. La longitud total es la que se emplea con mayor frecuencia, por ser rápida y fácil de medir, pero ambas son utilizadas además que estas guardan relación con otros factores como el peso, la edad, la madurez, de modo que cualquiera de ellos, puede determinarse fácilmente a partir de la talla con una pequeña muestra, que la relaciona con el factor de que se trate.

La longitud total se mide desde la parte más saliente de la boca hasta el final de la aleta caudal, y la longitud estandar se mide desde la boca hasta la horquilla caudal; en general ninguno de los dos métodos tiene ventajas suficientes sobre el otro, no obstante, conviene que los que miden el pescado de la misma población empleen siempre la misma medida.

Cualquiera que sea la medida de la talla que se emplee, se debe expresar siempre en el sistema métrico.

## 2.3 PESADO

Los pesos son tan útiles como las medidas de la talla, pero normalmente no se emplean por ser

dilatarios de recoger y estar expuestos a grandes errores. No obstante, es esencial fijar la relación talla-peso de todas las especies porque puede ocurrir en un momento de la evaluación de poblaciones que las tallas se tengan que convertir en peso.

Para los estudios biológicos se pueden necesitar los pesos de las diversas partes del pescado: estómagos para determinar el alimento ingerido, gónadas para calcular el número de huevos e hígados para ver en que condiciones están.

## 2.4. EVISCERACION DEL PRODUCTO

Una vez el producto haya sido medido, pesado y sexado se procede a la evisceración de este lo más pronto posible. Por lo general debido a la cantidad de peces que salen en la red, se procede a eviscerar a los de mayor tamaño (de 25 cms en adelante), y los de tamaños menores a este se procede a lavarlos y a colocarlos en las diferentes cajas para su congelación. La evisceración comprende sacar todas las partes internas (hígado, estómago, intestinos, corazón, branquias, etc) que dependiendo de la duración del crucero podrían estas afectar el sabor y textura de la carne. Posterior a la evisceración se procederá a lavar muy bien el producto para su congelación inmediata. Este paso es de gran importancia ya que de esto dependerá su precio en el mercado.

## 2.5. SEXO Y MADUREZ SEXUAL

Las determinaciones de los sexos y de las fases de madurez sexual nos proporcionan conocimientos fundamentales de la biología de la reproducción de una población.

Los dos principales grupos de peces, los teleósteos y los elasmobranquios, son muy diferentes en la biología de su reproducción.

a) TELEOSTEOS: La determinación del sexo en este grupo normalmente no presenta ninguna dificultad grave; generalmente la cavidad abdominal de la hembra es más larga que la del macho; en otros ejemplares que han pasado la fase inmadura virgen, la distinción entre los sexos se puede hacer a simple vista; en general los ovarios son tubulares, rosados y granulares,

en tanto que los testículos son planos, blancos y presentan sus bordes en forma ondulada.

principio del desove a su terminación.

- b) **ELASMOBRANQUIOS:** El sexo en los elasmobranquios es más fácil de reconocer a simple vista observando las características externas, ya que los machos tienen un par de mixopterigios (órganos copuladores, de acoplamiento) visibles desde las primeras fases del desarrollo en el borde interior de las aletas pélvicas. Las hembras no poseen mixopterigios.

**FASE VI DESOVADOS:** Los productos sexuales han sido desovados. Las aberturas genitales están inflamadas, las gónadas tienen apariencia de saco desinflado. Los ovarios generalmente contienen unos cuantos huevecillos residuales y los testículos algo de esperma residual.

Las siguientes fases de madurez sexual son tomadas de Yañez A. y Sanchez, 1986.

**FASE I INMADUROS:** Individuos jóvenes que aún no han alcanzado la madurez sexual. Gónadas de tamaño muy pequeño.

**FASE VII DESCANSO:** Los productos sexuales han sido expulsados. La inflamación de la abertura genital ha disminuido hasta desaparecer. Las gónadas han vuelto a tener un tamaño muy pequeño y no se distinguen huevecillos.

**FASE II DESCANSO:** Los productos sexuales no han comenzado a desarrollarse. Gónadas de tamaño muy pequeño. Huevecillos no distinguibles a simple vista.

## 2.6 ANALISIS ESTOMACAL

**FASE III MADURANDO:** Huevecillos distinguibles a simple vista. Las gónadas de mayor tamaño, están sufriendo un incremento muy rápido en peso. Los testículos cambian de transparentes a un color rosado.

Generalmente en todos los estudios de peces tanto de demersales como pelágicos es recomendable hacer el análisis estomacal de los principales grupos de peces capturados con el fin de conocer aunque sea de manera cualitativa los alimentos ingeridos por estos; para ello se abre el estómago con un bisturí y se procede a estudiarlos *in-situ*, pero sino se dispone de suficiente tiempo a bordo del buque, se pueden guardar y conservar estos en formol al 4% y debidamente rotulados y amarrados en ambos extremos para no perder parte de su contenido, con el fin de analizarlos posteriormente en el laboratorio.

**FASE IV MADUROS :** Productos sexuales maduros. Las gónadas han alcanzado su máximo peso, pero los productos sexuales aún no salen al exterior cuando se aplica presión al vientre.

## 2.7 OTROS DATOS DE INTERES

**FASE V REPRODUCCION:** Los productos sexuales se expulsan en respuesta a una ligera presión de la región abdominal. El peso de las gónadas decrece rápidamente desde el

Es importante tener en cuenta la toma de otros datos dentro del crucero los cuales servirán para correlacionar el producto con otros factores como: macrofauna béntica acompañante, tipo de sedimentos, estructura trófica y estudio de larvas de peces; con el fin de correlacionar estos con los parámetros físico-químicos principalmente (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto tanto en

la superficie como en el fondo.

- a) **MACROFAUNA BENTICA:** Durante los arrastres es importante anotar todas aquellas especies que salen como fauna acompañante de la pesca demersal. Yañez y Gil (1986) le dan un valor numérico de 1 a 7 a diferentes tipos de organismos con el fin de simplificar la toma de datos durante el crucero así:

7 = Decapodos	4 = Estomatopodos	1 = Otros
6 = Moluscos	3 = Equinodermos	
5 = Ascideas	2 = Celenterados	

- b) **TIPO DE SEDIMENTOS:** Es importante saber el tipo de sedimento sobre el cual se está arrastrando, ya que los organismos varían de acuerdo a éste.

Se podría tomar por ejemplo

1 = Arcilla	3 = Limo
2 = Arena	4 = Guijarros coralinos

- c) **ESTRUCTURA TROFICA:** Una vez se haga el análisis estomacal se deberá catalogar el pez en:

- Consumidores de primer orden: organismos herbívoros, detritívoros y omnívoros, como son los peces planctófagos (fito y/o zoo), filtradores y consumidores de detritus vegetal y fauna de tamaño pequeño.
- Consumidores de segundo orden: peces carnívoros que consumen organismos del primer grupo incorporando en su dieta pequeñas cantidades de material vegetal y detritus.
- Consumidores de tercer orden: se incluyen los peces exclusivamente carnívoros que se alimentan de los dos grupos anteriores.

- d) **ESTUDIO DE LARVAS DE PECES:** Es de gran importancia realizar un análisis de las larvas de peces, con el fin de determinar sus áreas de desove, distribución y épocas de reproducción principalmente

### 3. EVALUACION POR AREA BARRIDA

Los siguientes cálculos y/o estimaciones son tomados del informe MANUALES DE EVALUACION DE PECES No. 1 Area Barrida por Marco Espino y Claudia Wosnitza-Mendo (1984).

#### 3.1. CALCULO DEL AREA BARRIDA

Acuerdo a la metodología de la FAO, el cálculo del área barrida para cada lance es:

$$a = f.v.b$$

en donde:

a = área barrida (Mn<sup>2</sup>).

f = Tiempo efectivo de arrastre o duración del lance (horas)

v = Velocidad durante el lance (Mn/h).

b = Abertura horizontal de la red (distancia entre las alas) (Mn).

NOTA: El tiempo de arrastre es aquel que transcurre entre el momento en que la red toca el fondo y que supuestamente comienza a pescar, hasta el momento en que se inicia la operación de recobrarla.

En la Figura 1 se aprecia como determinar el cálculo de las aberturas horizontales de las puertas, alas y boca para una red bentónica utilizando el método de triángulos semejantes.

#### 3.2. CALCULO DE LA BIOMASA POR AREA BARRIDA

La biomasa por unidad de área o densidad por especie se calcula según:

$$d_i = \frac{C_i}{a_i \cdot e_i}$$

en donde:

d<sub>i</sub> = Biomasa de una especie por unidad de área o densidad (peso/Mn<sup>2</sup>) en el lance i.

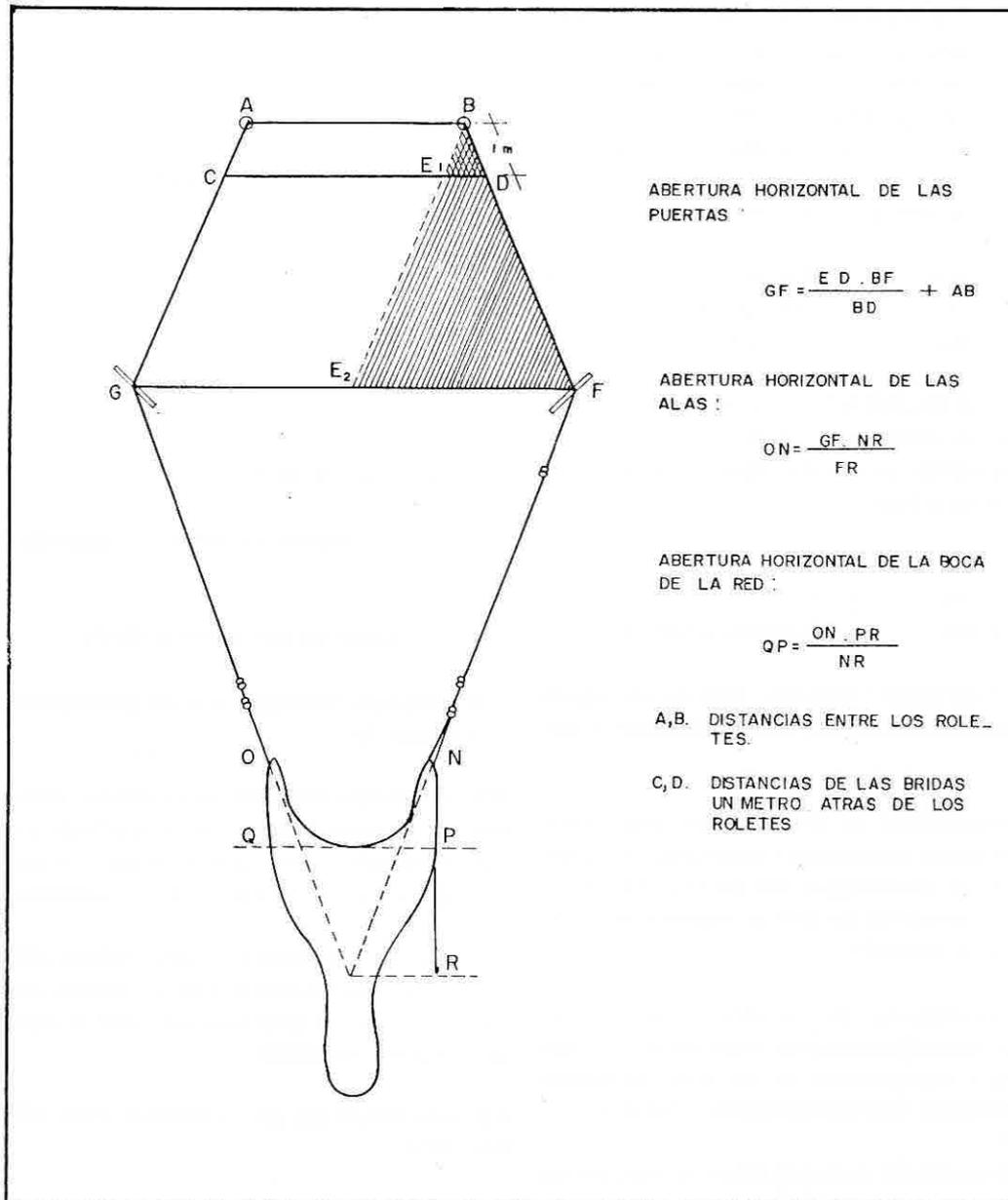


Figura 1.

Cálculo de las aberturas horinzotales de laspuertas, alas y boca para red bentónica, utilizando el Método de triángulos semejantes.

$C_i$  = Captura en peso de especie (tons) en el lance  $i$

$e_i$  = Factor de eficiencia total en el lance  $i$

$a_i$  = Area barrida ( $Mn^2$ ) en el lance  $i$ .

### 3.3. ESTIMACION DE LA EFICIENCIA TOTAL

La eficiencia puede fraccionarse en dos

componentes:

$$e = \alpha \beta$$

$\alpha$  = Factor de eficiencia vertical; proporción del recurso que está al alcance de la red.

$\beta$  = Factor de retención: proporción del recurso que está al alcance de la red y es efectivamente retenida por ella.

### 3.4. ESTIMACION DE LA EFICIENCIA VERTICAL ( $\alpha$ )

Es posible obtener estimaciones de  $\alpha$  mediante eco-integración, debiéndose realizar durante el lance una eco-integración simultánea en dos canales, obteniéndose:

$i_1$  = biomasa entre el fondo y la abertura vertical de la red.

$i_2$  = biomasa entre el fondo y la altura máxima de cardúmenes observados que pueden razonablemente considerarse como demersales.

Luego:

$$a = \frac{i_1}{i_2}$$

Otra alternativa es, obteniendo la altura media de los cardúmenes  $h_2$ , dividir la abertura vertical de la red  $h_1$ , describiéndose de la siguiente manera:

$$a = \frac{h_1}{h_2}$$

### 3.5. VERIFICACION DE LA ESTIMACION DE $\alpha$

El valor de alfa ( $\alpha$ ) obtenido como se describe anteriormente, será posible sesgado debido a que:

- Los peces que se encuentran muy pegados al fondo no dan ecotrazos pero aparecen en la red de

arrastre.

- No se puede esperar que la composición por especies, o por tamaños, sea igual en diferentes niveles encima del fondo, lo cual es igual tanto en el primero como segundo caso ( $h_1$  y  $h_2$ ).

De acuerdo a esto, es necesario realizar algunos lances con red de media agua en los mismos lugares en donde se han realizado con red de fondo para efectos de comprobación.

### 3.6. ESTIMACION DEL FACTOR DE RETENCION ( $\beta$ )

No es posible al momento calcular valores confiables de  $\beta$  con datos de los lances ni hay otras posibilidades de estimarle a corto plazo; de allí que es adecuado inferir arbitrariamente valores razonables para las diferentes especies (entre 0 y 1).

### 3.7. CALCULO DE LA BIOMASA POR ESTRATO

La biomasa media por unidad de área o densidad media estándar por:

$$\bar{d}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} d_i$$

$$\bar{d}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{c_i}{a_i \cdot e_i}$$

En donde:

$d_h$  = Densidad media de una especie en el estrato

$n_h$  = número de lances en el estrato  $h$

$c_i$  = captura de la especie en el lance  $i$

$a_i$  = área barrida en el lance  $i$

$e_i$  = factor de eficiencia total en el lance  $i$

$d_i$  = densidad en el lance  $i$

La varianza de la muestra:

$$V(d_h) = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (d_i)^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n_h} d_i)^2}{n_h}}{n_h - 1}$$

y la varianza de la media:

$$V(\bar{d}_h) = \frac{V(d_h)}{n_h}$$

Entonces la biomasa en el estrato será:

$$B_h = A_h \bar{d}_h$$

con:

$B_h$  = biomasa de la especie (peso) en el estrato h

$A$  = área del estrato h ( $Mn^2$ ).

$\bar{d}_h$  = densidad media de la especie en el estrato (peso/ $Mn^2$ ).

y la biomasa media estratificada por unidad de área o densidad media estratificada será:

$$\bar{d}(\text{est}) = \frac{1}{A} \sum_{h=1}^L A_h \bar{d}_h$$

Luego la biomasa total de la especie en el área de investigación será:

$$B = \sum_{h=1}^L B_h = \sum_{h=1}^L A_h \bar{d}_h = A \bar{d}(\text{est})$$

en donde:

$B$  = biomasa total de la especie

$L$  = número de estratos

$B_h$  = biomasa de la especie en el estrato h

$A$  = área total de investigación ( $Mn^2$ )

$\bar{d}_h$  = densidad media en el estrato h.

Entonces tendremos que la varianza de la biomasa media estratificada será:

$$V(\bar{d}(\text{est})) = \frac{1}{A^2} \sum_{h=1}^L A_h^2 \frac{V(d_h)}{n_h}$$

### 3.8. CALCULO DE LIMITES DE CONFIANZA DE LA EVALUACION

Los límites de confianza para  $d(\text{est})$ :

$$\pm t(\alpha, G.L.) \sqrt{V(\bar{d}(\text{est}))}$$

en donde:

$t$  = valor de t Student

$\alpha$  = probabilidad de error aceptable (es diferente que la eficiencia)

G.L. = grados de libertad

Para el cálculo de los grados de libertad:

$$G.L. = (\sum n_h) - 1 \quad (\text{Mackett, 1973})$$

$$G.L. = \frac{\sum_{h=1}^L A_h^2 V(\bar{d}_h)}{\sum_{h=1}^L \frac{A_h^4 V(\bar{d}_h)}{N_h - 1}} \quad (\text{Cochran, 1977})$$

Finalmente los límites de confianza para la estimación de la biomasa total sera:

$B \pm$  el valor porcentual de los límites referidos a la densidad media estratificada.

**NOTA:**

- 1- El tiempo en minutos se debe dar en unidades decimales ejemplo:  
20 minutos =  $20/60 = 0.333$
- 2- Hay que transformar la abertura horizontal de las alas de la red dada en metros a Mn (millas náuticas)  
ejemplo: 17 metros =  $17/1952 = 0.0087$  Mn  
17 metros = 0.0087 millas náuticas
- 3- Para calcular el área barrida usaremos:  
tiempo = decimas de hora (t. decimal)  
abertura = en millas náuticas  
velocidad = en millas náuticas/hora = nudo  
Area barrida =  $V \times t \times h$   
V = velocidad (nudos)  
t = tiempo  
h = abertura alas.

**BIBLIOGRAFIA**

- ESPINO, M. y C. WOSNITZA-MENDO. 1984. Manuales de Evaluación de Peces No. 1 Area Barrida. Instituto del Mar del Perú. Informe No. 86. 31 p.
- FAO. 1990. Introducción a la Evaluación de Stocks de Peces Tropicales. Parte 1 Manual.
- YAÑEZ, A. A. y P. SANCHEZ. 1986. Los Peces Demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de Mexico. Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

