



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 4

- Protocolo para evaluación de concha de abanico
- Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales
 - Sanidad en estanques de cultivo y en poblaciones silvestres de langostinos en Tumbes
- Estudios sobre el calamar gigante en primavera 2010 y verano 2011. Crucero B/P Hakurei Maru N° 8
- Experiencias en el sistema controlado para obtención de semillas de concha de abanico en Ilo, Moguequa
 - Diagnóstico y estado de la macroalga *Lessonia nigrescens* en el litoral de Arequipa



Octubre - Diciembre 2011
Callao, Perú

PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* (LAMARCK, 1819)

PROTOCOL FOR THE ASSESSMENT OF PERUVIAN SCALLOP *Argopecten purpuratus* (LAMARCK, 1819)

Juan Argüelles, Silvia Aguilar, Santos Alfaro, Pedro Berrú, Jaime de la Cruz, Susan Donayre, Daniel Flores, Oscar Galindo, Percy Hostia, Adrián Ramírez, Anatolio Taipe, Alex Tejada, María Sanjinez, Elky Torres, Elmer Ordinola, Carmen Yamashiro.

RESUMEN

ARGÜELLES J, AGUILAR S, ALFARO S, BERRÚ P, DE LA CRUZ J, DONAYRE S, FLORES D, GALINDO O, HOSTIA P, RAMÍREZ A, TAIPE A, TEJADA A, SANJINEZ M, TORRES E, ORDINOLA E, YAMASHIRO C. 2011. Protocolo para la evaluación de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L.). *Inf Inst Mar Perú*. 38(4) 359-371.- La Unidad de Investigaciones de Invertebrados Marinos en conjunto con las sedes descentralizadas del Instituto del Mar del Perú, IMARPE, con fines de establecer y estandarizar los procedimientos para la estimación de la población y biomasa de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en áreas silvestres, elaboró este protocolo que describe los pasos a seguir desde la planificación en escritorio, la ejecución a bordo de embarcaciones, pasando por los cálculos estadísticos, hasta la elaboración del informe ejecutivo. La estimación de la población y biomasa de concha de abanico, en áreas silvestres se realiza dentro del contexto de evaluación poblacional, que involucra este primer aspecto e incorpora: estructura poblacional por tallas y madurez gonadal, relaciones biométricas y biológicas, y las condiciones ambientales predominantes del ambiente marino. La correcta aplicación de estos procedimientos conducirá a la obtención de información confiable.

PALABRAS CLAVE: *Argopecten purpuratus*, concha de abanico, evaluación, invertebrados bentónicos.

ABSTRACT

ARGÜELLES J, AGUILAR S, ALFARO S, BERRÚ P, DE LA CRUZ J, DONAYRE S, FLORES D, GALINDO O, HOSTIA P, RAMÍREZ A, TAIPE A, TEJADA A, SANJINEZ M, TORRES E, ORDINOLA E, YAMASHIRO C. 2011 Protocol for the assessment of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (L.). *Inf Inst Mar Perú*. 38(4) 359-371.- The Marine Invertebrates Research Unit in conjunction with decentralized offices of the Institute del Mar del Peru (IMARPE), for purposes of establishing and standardizing procedures for estimating the population and biomass of scallops (*Argopecten purpuratus*) in the wild, developed this protocol describes the steps from planning desktop, running on boats, through statistical calculations, to the development of the executive report. The estimate of the population and biomass scallop in wilderness areas is done within the context of population assessment, which involves incorporating this first aspect: population structures by size and gonadal maturity, biometric and biological relationships, and environmental conditions prevalent the marine environment. Proper application of these procedures will lead to obtaining reliable information.

KEYWORDS: *Argopecten purpuratus*, Peruvian scallop, assessment, benthic invertebrates,

1. INTRODUCCIÓN

La concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) se distribuye desde Paita (Perú) hasta Coquimbo (Chile) y se encuentra en el infralitoral areno-pedregoso y algoso (ÁLAMO y VALDIVIESO 1987). En el Perú esta especie es localizada principalmente en importantes concentraciones desde la bahía Independencia hasta la bahía de Sechura. Su capacidad de soportar aumentos de temperatura y aprovecharlos para un desarrollo más rápido y una mayor producción, ha conllevado a que las poblaciones muestren fuertes incrementos después de eventos El Niño, como los observados durante 1983 en la bahía Independencia. En otras áreas, la concha de abanico también ha presentado un crecimiento rápido de sus poblaciones, como ocurrió

después de El Niño 1997-98, en el Callao (ARGÜELLES y CASTILLO 2001). El aumento poblacional de la especie después de eventos cálidos en diferentes áreas del litoral peruano, ocasiona un incremento en el esfuerzo de pesca y por consiguiente del desembarque, lo que produce una mejora temporal de las condiciones socioeconómicas de los pescadores dedicados a esta actividad.

La concha de abanico es uno de los principales invertebrados de interés comercial en nuestro litoral, más aún en los últimos años, en los que se observa el incremento de la actividad de "engorde" en las bahías de Sechura e Independencia además de otras localidades. Especialmente en la bahía de Sechura, esta actividad compite con la extracción de semillas y juveniles de áreas silvestres,

ocasionando problemas en las estimaciones poblacionales y de biomasa, por lo que los lineamientos de este manual serán de utilidad al momento de estimar el estado biológico y poblacional, como elementos técnicos de manejo pesquero y acuícola a fin de permitir una renovación natural de la especie.

Las evaluaciones de la concha de abanico se realizan periódicamente, en todos los bancos naturales del litoral peruano, por personal de las diferentes sedes descentralizadas del Instituto del Mar del Perú. Este protocolo se presenta como una guía básica para los investigadores del IMARPE. Este documento es el resultado del trabajo efectuado por los profesionales participantes en el Taller de Invertebrados Marinos realizado en la ciudad de Pisco del 12 al 14 de agosto del 2011.

2. PLANIFICACIÓN

La planificación es una actividad importante para alcanzar los objetivos trazados, la misma que se intensifica cuando se muestrean poblaciones submareales y las muestras son tomadas con la ayuda de buzos artesanales y/o científicos. Las normas de seguridad vigentes son respetadas por el IMARPE.

2.1 TRABAJOS DE GABINETE

2.1.1 Trámites administrativos y logísticos (embarcación IMARPE y/o particulares): Los siguientes trámites administrativos se deben realizar antes del trabajo a bordo de embarcaciones:

Seguro de Vida.- Se debe gestionar para cada participante en las actividades de toma de muestras biológicas y oceanográficas a bordo de embarcaciones.

Zarpe.- Este trámite se realiza en la Capitanía de puerto de la localidad en la que se embarcará el personal. Para el caso del IMARPE, el listado de personal participante se remitirá a la Oficina de Flota, la que efectuará los trámites correspondientes.

Permiso SERNAMP.- Este trámite se debe cumplir cuando se requiera trabajar en islas y puntas.

Permiso Marina de Guerra del Perú.- Cuando se trabaje en los alrededores de áreas cercanas a zonas navales, se debe pedir permiso a la capitanía del puerto respectivo.

Permiso Unidad de Personal.- En el caso de IMARPE, se deberá comunicar a la Unidad de Personal la lista de participantes en las actividades a bordo de embarcaciones marinas para el control de permanencia.

Embarcación con equipos de seguridad a bordo.- Según documento de seguridad a bordo elaborado por la Unidad de Flota de la Sede Central, las embarcaciones que presten servicios al IMARPE deben contar con los siguientes equipos de seguridad: radio trasmisor, botiquín, chalecos salvavidas (1 por persona), linternas, brújula, extintor, remos, agua para consumo humano etc. Además, debe contar con equipos de buceo y compresora de baja presión.

Materiales para toma de muestras.- Se debe listar de antemano todos los

materiales que se utilizarán para la toma de muestras.

2.1.2 Método de muestreo

La Metodología utilizada es la de Área Barrida (BAZIGOS 1981), que emplea como tipo de muestreo el método estratificado al azar. La estratificación se realiza de acuerdo a la profundidad, trabajándose en no más de cinco estratos:

Estrato I	(0-5 m)
Estrato II	(5-10 m)
Estrato III	(10-20 m)
Estrato IV	(20-30 m)
Estrato V	(más de 30 m)

2.1.3 Determinación del área de muestreo a evaluar

La evaluación de un área debe basarse en el conocimiento de la distribución de la especie, que se obtuvo en base a evaluaciones previas (Anexo 1). Si este conocimiento no existiera, es importante efectuar una prospección preliminar en el área, utilizando las cartas de navegación de la Marina de Guerra del Perú.

2.1.4 Número de muestras

El número de muestras (N) a tomar dependerá de la media, varianza y los niveles de confianza. Los valores de media y varianza deben ser tomados de últimas informaciones del área. La fórmula que relaciona estas variables bajo el supuesto de una distribución normal es según COCHRAN (1977):

$$N = \frac{t^2 \cdot sd^2}{(D * \bar{x})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:
 t = t valor de Student;
 sd² = varianza;
 x = densidad media;
 D = error.

Sin embargo, en ciertas ocasiones este número de muestras puede ser alto considerando la disponibilidad presupuestaria, por lo que deberá disminuirse el tamaño de muestras (Anexo 2).

2.1.5 Afijación

Se da el nombre de afijación a la estimación del número de muestras en cada estrato. La afijación que utiliza IMARPE es la de mínima varianza o de Neyman. En este tipo de afijación se elige un número de muestras por

estrato, de forma que la varianza sea mínima para un valor fijo de muestras en toda el área de muestreo. El número de muestras a tomar en cada estrato (n_h) será:

$$n_h = \frac{A_h s_h}{\sum A_h s_h} N \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

- n_h = Número de muestras en el estrato h
- A_h = Tamaño del estrato h (en m², km²,...)
- S_h = Desviación estándar de la densidad en el estrato h
- N = Tamaño de la muestra total a ser usada en el muestreo estratificado

El número total de muestras (N), se explica en 2.1.4

El tamaño de cada estrato (A_h) debe ser estimado utilizando software como SURFER, MAPINFO, ARCGIS, etc.

La desviación estándar de la densidad en cada estrato (S_h) debe ser tomada de información previa (Anexo 3).

2.1.6 Unidad de muestreo

La unidad de muestreo a utilizarse será un marco cuadrado metálico de 1 m de lado, dividido en cuatro cuadrantes de 0,5 m de lado, cubierto con una malla anchovetera.

2.1.7 Distribución de estaciones en el área de muestreo

Una vez determinado el número total de muestras, y el número de muestras por estrato (secciones 2.1.4, 2.1.5), el área a evaluar debe ser dividida en cuadrados de 3" x 3" (en las cartas de hidrografía de la Marina de Guerra del Perú, 100 x 100 m). Posteriormente, cada cuadrado en cada estrato debe ser numerado correlativamente. Enseguida, se generan números aleatorios (usar tablas o Excel), y los cuadrados de cada estrato a muestrearse deben ser elegidos conforme se generen los números aleatorios. Repetir esto para los demás estratos (Anexo 4).

2.1.8 Estimación de la densidad

Cada uno de los parámetros se desarrollará de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Densidad media en cada estrato:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Varianza de la densidad media en cada estrato:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Límites de confianza de la densidad media en cada estrato:

$$\bar{x} \pm t \cdot s_{\bar{x}}$$

Densidad por estrato: $D_i = A_i * \bar{x}_i$

Densidad media estratificada:

$$\bar{D}_{est} = \frac{1}{A} * \sum A_i * \bar{x}_i$$

Varianza de la densidad media estratificada:

$$s^2(\bar{D}_{est}) = \frac{1}{A^2} \sum A_i^2 * s_i^2$$

Límites de confianza de la densidad media estratificada:

$$\pm t * \frac{\sqrt{s^2(\bar{D}_{est})}}{n}$$

Dónde:

\bar{x} = densidad media por estrato

x_i = densidad observada (i=1, 2, 3,...) en cada estrato

n = tamaño de la muestra en el estrato

s^2 = varianza de la densidad media en el estrato

$s_{\bar{x}}$ = desviación estándar

\bar{D}_{est} = Densidad media estratificada

A = Área total

A_i = Área del estrato

$s^2(\bar{D}_{est})$ = Varianza de la densidad media estratificada

t = Valor de t de Student (95%) para $\sum n-1$ grados de libertad.

2.2 TRABAJOS DE CAMPO

2.2.1 Toma de información a bordo

La toma de información biológica, pesquera, oceanográfica y del ambiente debe ser realizada de acuerdo

a la bitácora establecida para este caso (Anexo 5).

Se recomienda seguir los siguientes pasos para toma de muestras biológicas:

- Una vez todo el personal y material esté embarcado, destinar un lugar de la embarcación para realizar la toma de muestras.
- Dirigirse a las estaciones predefinidas en gabinete.
- Ubicar la estación con la ayuda del GPS, anotar la posición en la bitácora
- Una vez ubicada la estación, determinar la profundidad con la ecosonda para verificar el estrato de profundidad.
- Ordenar al buzo la inmersión, para lo cual debe llevar dos cachos, un frasco para sedimento, y cámara fotográfica o filmadora.
- Anotar la hora de inmersión
- Anotar la hora de emersión
- Guardar la muestra colectada por el buzo en las bolsas previamente rotuladas.
- Anotar el número de bolsa en la bitácora
- Anotar las características del mar observados por el buzo como son visibilidad, cualificación de las corrientes, área de muestreo (debido a que a veces coleccionar todo la macrofauna dentro del marco cuadrado es excesivo, puede coleccionarse solo una parte de este cuadrado, para lo cual el buzo debe decir al encargado de anotar en la bitácora, la porción colectada).
- Paralelamente deben coleccionarse las muestras de agua para análisis de larvas, para estudios de temperatura, salinidad, nutrientes y oxígeno a nivel superficial y de fondo del mar. Es preferible que los datos de colecta se detallen en la bitácora.

2.2.2 Materiales

Los materiales que deben llevarse a bordo de la embarcación son los siguientes:

- 2 Cachos, una con malla mosquitera (1 mm) para evitar el escape de ejemplares juveniles de concha de abanico y otras especies, y otra con malla anchovettera para el raleo o muestreo intensivo de concha de abanico

alrededor del marco cuadrado.

- Baldes plásticos
- Bitácora
- Bolsas plásticas numeradas
- Cabos de nylon
- Cámara fotográfica y/o video cámara
- Carta de navegación con las estaciones a muestreo
- Cuadrado metálico de 1 m de lado cubierto con paño anchovettero
- Ecosonda portátil
- Frasco plástico para obtención de muestra de sedimento
- GPS con pilas
- Materiales de escritorio (lápiz, lapicero, plumón indeleble, etc.)
- Red de larvas, la colecta de larvas debe realizarse con un arrastre vertical. La muestra debe ser fijada y rotulada a bordo.
- Tablero de acrílico
- Tinas o bandejas

La tipología (descripción cualitativa) de los sedimentos será catalogada de acuerdo a la escala de Wentworth (ver anexo 6). Para la determinación de oxidación o reducción de los sedimentos se tendrá en cuenta la siguiente calificación:

- Oxidado: cuando el sedimento carece de olor a gas sulfhídrico.
- Semi-oxidado: cuando el sedimento presenta un ligero olor a gas sulfhídrico
- Reducido: cuando el sedimento presenta un fuerte olor a gas sulfhídrico.

3. EJECUCIÓN

3.1 ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LABORATORIO

Materiales de laboratorio

- Balanza electrónica digital con 0,01 g de precisión
- Bandejas plásticas
- Ficha de muestreo (Anexos 7, 8, 9)
- Malacómetro (1 mm de precisión)
- Pinzas
- Tablero de acrílico
- Tijeras
- Vernier

Las muestras obtenidas en el campo serán separadas en bandejas de plástico previamente rotuladas y se procederá a separar las especies que la conforman, con especial énfasis en el recurso objetivo.

Para el recurso objetivo, concha de abanico, se registrarán los siguientes datos:

- N° de individuos y peso por estación, registrarse en la respectiva ficha (Anexo 5).
- Medir la altura de todos los ejemplares de concha de abanico, empleando el malacómetro. La frecuencia debe registrarse en el formulario respectivo (Anexo 7).
- Realizar el muestreo biológico, para lo cual debe escogerse del muestreo biométrico 10 ejemplares por rango de tamaños (Anexo 8). El muestreo biológico comprenderá:
 - Registro de la altura al mm inferior
 - Registro del peso total en gramos (previamente limpiar las valvas de epibiontes)
 - Registro del peso del cuerpo en gramos
 - Registro del peso de la gónada
 - Determinación del estadio de madurez gonadal según la escala propuesta por VALDIVIESO y ALARCÓN (1985) (Anexo 10).
 - Registro del peso del talo o músculo en gramos

El registro del peso del cuerpo, de la gónada y del talo debe realizarse posterior al secado de éstos con papel toalla, tratando de extraer toda el agua posible.

La fauna asociada al recurso concha de abanico debe ser separada e identificada al mínimo taxón posible, para lo cual debe emplearse las guías de identificación para moluscos, crustáceos, equinodermos, peces y otros.

Debe registrarse en el formulario correspondiente (Anexo 8) el número y peso de las especies identificadas.

3.2 ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA, BIOLÓGICAS Y OCEANOGRÁFICAS

La determinación de la temperatura, salinidad, oxígeno, larvas, fitoplan-

ton, corrientes y nutrientes de las muestras de agua tomadas a nivel superficial y de fondo del mar deben seguir los procedimientos establecidos por la Dirección de Oceanografía del Instituto del Mar del Perú.

4. DIGITACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

La digitación de la información obtenida debe realizarse de acuerdo al formato establecido en un solo libro (archivo) en Excel, con cuatro hojas de trabajo (bitácora/oceanografía, biométricos, biológicos y fauna asociada), de acuerdo a los formatos de las fichas oficiales y estandarizadas en talleres anteriores.

5. ELABORACIÓN DE INFORME

Se realizarán 2 informes (1 informe ejecutivo y 1 informe para publicación). El resumen ejecutivo debe ser presentado en un plazo máximo de 15 días calendarios, mientras que el informe para publicación en los medios de divulgación del IMARPE puede ser alcanzado posteriormente a los 15 días. Estos dos informes difieren en su contenido, siendo el segundo más extenso.

REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar del Perú. Vol. Extraordinario.
- ARGÜELLES J, CASTILLO G. 2001. Talla, densidad y distribución de *Argopecten purpuratus* durante 1998 en la isla San Lorenzo, Callao, Perú. En J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Marruenda (eds.). El Niño en América Latina: impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp.163-167
- BAKUS G J. 2007. Quantitative Analysis of Marine Biological Communities: Field biological and Environment. Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 435 p.
- BAZIGOS G P. 1981. El diseño de reconocimiento de pesca con redes de arrastre. FAO. Com. Coord. Invest. Cient. (COCIC-CPPS). 24-28 noviembre 1980. Lima, CPPS. Series Seminarios y Estudios, 3:1-17.

LESSIOS H A. 1996. Methods for quantifying abundance of marine organisms. In: Methods and Techniques of Underwater Research: Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences 1996 Scientific Diving Symposium. Washington D.C.

VALDIVIESO V, ALARCÓN V. 1985. Comportamiento del ciclo sexual y cambios en la abundancia relativa de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L), en el área del Callao durante el fenómeno El Niño 1982-1983. CONCYTEC 1985. Ciencia, tecnología y agresión ambiental: Fenómeno El Niño 455-482 pp.

WENTWORTH C K. 1922. A scale of grade and class terms for classic sediments. J. Geol., 30: 377-392.

INFORME EJECUTIVO

Este informe no debe ser mayor de dos páginas, y debe contener:

1. Lugar y fecha de la evaluación
2. Objetivo
3. Material y métodos (número de estaciones, método de muestreo)
4. Resultados (estructura por tallas, población y biomasa)
5. Conclusiones y recomendaciones

INFORME FINAL (para publicación)

CONTENIDO

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 MATERIAL Y MÉTODOS
- 3 RESULTADOS
 - 3.1 Estructura de tallas
 - 3.2 Madurez gonadal
 - 3.3 Distribución y concentración
 - 3.4 Densidad y biomasa media
 - 3.5 Aspectos comunitarios
 - 3.6 Aspectos ambientales
 - 3.7 Población y biomasa
 - 3.8 Indicadores biológico poblacionales
- 4 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE EXPLOTACION
- 5 REFERENCIAS

En general debe seguir las Indicaciones para autores que se detallan en los Boletines e Informes del IMARPE.

ANEXO 1

EL PROBLEMA DE LA DEFINICIÓN DE HÁBITAT

La abundancia de especies en un área determinada es uno de los datos básicos en la ecología. El buceo ha hecho posible a los ecólogos determinar la densidad de poblaciones de los organismos marinos sésiles por los mismos métodos utilizados en los terrestres, sujetos solo a las restricciones logísticas impuestas por el ambiente marino hostil. Aunque el buceo ha removido el potencial sesgo inherente a las técnicas de muestreo indirecto, determinar la abundancia de una especie todavía es un proceso inexacto, requiriendo atención a varios problemas posibles. La primera decisión que enfrenta un ecólogo es la definición de hábitat para las especies estudiadas. El hábitat no puede ser definido sólo por la observación de donde los individuos están presentes, ni puede incluir todo el universo; una decisión arbitraria, basada en la opinión del investigador de las capacidades del organismo, tiene que hacerse de manera que la densidad de población puede ser determinada (LESSIOS 1996).

En ecología, **hábitat** es el ambiente que ocupa una población biológica. Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

Lo más importante que se debe hacer cuando se planifica un estudio de campo es efectuar un estudio preliminar del sitio de estudio. Esto indicará si los organismos están presentes y proporcionará alguna información sobre su densidad, distribución y, posiblemente, su papel en la estructura de la comunidad. Este paso preliminar automáticamente sesga el procedimiento de muestreo ya que el muestreo más a menudo se llevará a cabo cuando los organismos son relativamente abundantes, pero ahorra mucho tiempo, esfuerzo y costos para el estudio definitivo (BAKUS 2007).

ANEXO 2

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Tabla 1.- Datos simulados de densidad por m² de individuos de concha de abanico en 14 muestras tomadas previamente en el área de estudio, y estimación del tamaño de muestra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
48												
49		Cala	N° ej		D	n						
50		1	3		0.01	32595						
51		2	19		0.02	8149						
52		3	56		0.03	3622						
53		4	36		0.04	2037						
54		5	35		0.05	1304						
55		6	40		0.06	905						
56		7	5		0.07	665						
57		8	53		0.08	509						
58		9	3		0.09	402						
59		10	0		0.1	326						
60		11	34		0.11	269						
61		12	14		0.12	226						
62		13	0		0.13	193						
63		14	29		0.14	166						
64		Total	327		0.15	145						
65		Media	23.4		0.16	127						
66		varianza	386.6		0.17	113						
67		t (n=14)	2.1448		0.18	101						
68					0.19	90						
69					0.2	81						
70												

Si se tiene información previa de densidad de una especie en el área a estudiar (Tabla1), y se quiere determinar el tamaño de la muestra, se deben seguir los siguientes pasos:

1. La media será := promedio(c50:c63)
2. La varianza será := var(c50:c63)
3. t student ($\alpha=0.05$, $n=14$) = 2.1448 (ver tablas estadísticas).
4. En las celdas E50:E69 se escribe los niveles de precisión, esto son al 99%(0,01), al 95%(0,05), al 90% (0,1) y al 80% (0,2).
5. En F50, estimar el número de muestras, usar Ecuación 1;
($F50 = (\$C\$67^2 * \$C\$66) / (E50 * \$C\$65)^2$).

6. Copiar F50 hasta F69
7. Graficar F50:F69 vs E50:E69

En este caso, se tiene que el tamaño de muestra a un nivel de precisión del 95% ($D=0,05$) será de 1304 (celda F54). Pero si el costo de tomar 1304 muestras es mayor al presupuesto, se debe reducir la precisión (mayor error, mayor D) y por lo tanto el número de muestras a tomar será menor. Por ejemplo, se puede decidir tomar 145 muestras, por lo tanto el error será del 0,15 (precisión 85%). Según (HAYEK y BUZAS, 1997 en BAKUS, 2007) el nivel de precisión aceptable esta alrededor entre 20 y 50%.

ANEXO 3

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS EN CADA ESTRATO MEDIANTE LA ALOCACIÓN ÓPTIMA (Tomado de KREBS, 1989)

	A	B	C	D	E	F	G	H
4								
5		ALOCACION OPTIMA						
6		Costo de la evaluación =		10000				
7		Costo muestra estrato 1		10				
8		Costo muestra estrato 2		10				
9		Costo muestra estrato 3		10				
10		Costo muestra estrato 4		10				
11		Tamaño de muestra		216				
12								
13		ESTRATO	Tamaño del	Desviacion	Costo	NhSh/(Ch)^0.5	Fraccion	N °
14			estrato (Nh)	estandar (Sh)	Raiz Cuad		estimada	muestras por estrato
15								
16		A	5704	0.2608	3.162	470.36	0.1826	39
17		B	1270	0.2049	3.162	82.29	0.0320	7
18		C	1286	1.4649	3.162	595.91	0.2314	50
19		D	5064	0.8911	3.162	1426.96	0.5540	120
20			13324			2575.52	1.00	216
21								

En este caso, se determinará el número de muestras en cada estrato una vez determinado el tamaño de muestras con la ecuación 1.

Los datos que debemos tener son:

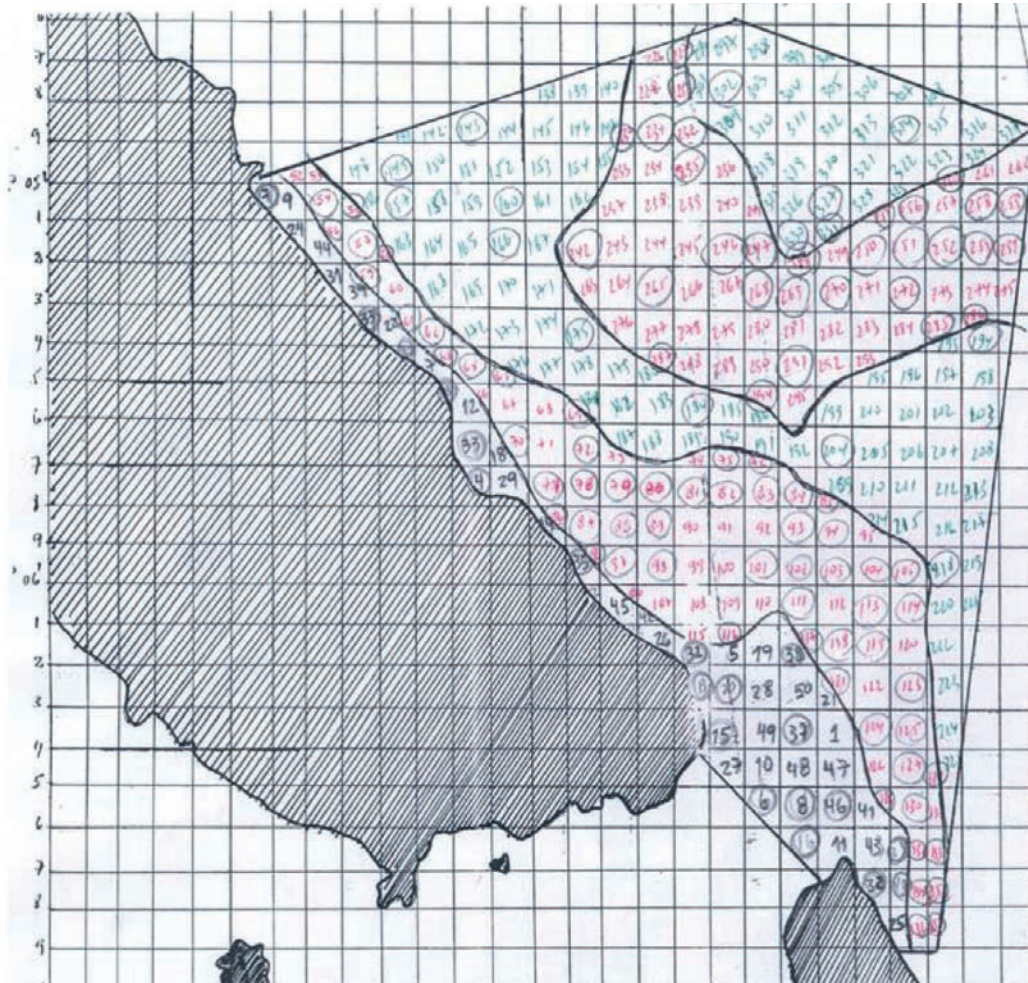
1. Tamaño de muestra (estimado usando ecuación 1)
2. Desviación estándar de la densidad en cada estrato (estos deben proceder de una previa evaluación o prospección).
3. El costo de tomar una muestra. En este caso este no tendrá importancia porque supondremos que el costo es igual.
4. El tamaño del estrato en m², km², etc. El tamaño del estrato debe ser estimado usando software como Surfer, Arcgis, Mapinfo, etc.

Para este ejemplo, tenemos cuatro estratos (A, B, C, D) y los pasos a seguir son:

- El área de cada estrato es ingresada en C16 a C19
- La desviación estándar de la densidad en cada estrato es ingresada en D16 a D19
- En F16 estimar: $C16 * D16 / (E16)^2$
- Copiar F16 hasta F19, sumar F16:F19 en F20
- En G16: $F16 / F20$, copiar G16 hasta G19, sumar G16:G19 en G20
- En H16: $F16 * D11$, copiar H16 hasta H19, sumar H16:H19 en H20.

ANEXO 4

UBICACIÓN DE ESTACIONES EN MAPA



- Una vez determinado el número de muestras en cada estrato, en el mapa delimitar el área de estudio con los estratos de profundidad.
- Dividir el área de muestreo en subáreas de 5"x5", numerar aleatoriamente los cuadrados de un estrato; por ejemplo, si el estrato 1 tiene 40 subáreas, numerar del 1 al 40.
- Posteriormente, si hemos calculado que en este estrato necesitamos solo 15 muestras, debemos escoger 15 subáreas de las 40.

Generar números aleatorios enteros sin repetición es algo complicado en Excel, y se requiere de un macro. Pero en

este ejemplo, generaremos en Excel números aleatorios entre 1 y 40 utilizando a la función "ALEATORIO.ENTRE()".

Así en una celda escribimos = ALEATORIO.ENTRE (1,40), copiamos hasta obtener los números del 1 al 40. Como veremos algunos números se repiten, en este caso debemos obviar los que se repiten y usar el siguiente hasta completar los 40 valores. Estos valores deben ser ingresados en cada subárea de modo sistemático. Posteriormente, volver a generar números aleatorios entre 1 y 40, y escoger los primeros 15 sin repetición. Estos 15 serán los que se muestrearán en el estudio. Proseguir de igual manera con las siguientes áreas.

ANEXO 5

FORMATO DE BITACORA ESTANDARIZADO PARA EVALUACIONES DE RECURSOS MARINOS EN FONDOS BLANDOS.

ÁREA:		ESTACIÓN:	
FECHA:		HORA INICIO:	
LATITUD:			
LONGITUD:		HORA FIN:	
TSM:			
BUZO BAJA:			
BUZO SUBE:		PROFUNDIDAD:	
		CONCHA DENTRO:	
		CONCHAS FUERA:	
CAPTURA:			
VISIBILIDAD:		CORRIENTES:	
MAR:			
CIELO:		SEDIMENTO:	
VIENTO:		Areno-fangoso	Oxi.
			Sem. Oxi.
			Redu.
OBSERVACIONES:			

ANEXO 6

El objeto del análisis de tamaño de partículas es la caracterización de los sedimentos como la frecuencia de distribución de tamaños de grano.

En este proceso el tamaño de grano es la variable independiente en una distribución continua, es decir, partículas naturales tienen potencialmente un número infinito de tamaños que van desde sub micrones a milímetros.

Para ser capaz de definir una distribución y la generación de estadística descriptiva, un conjunto arbitrario de intervalos finitos se emplea generalmente para convertir la distribución continua de una discreta.

La escala de Udden/Wentworth (Wentworth, 1922) que combina intervalos numéricos con definiciones racionales (arena fina, arena gruesa, etc.) ha sido adoptado casi universalmente entre los ecólogos marinos y geólogos.

Escala de Wentworth

Descripción general	Descripción	Escala (mm)
Grava	Bloques	256
		128
		64
	Guijarro	32
		16
8		
	Grava	4
Arena	Arena muy gruesa	2
	Arena gruesa	1
	Arena media	0,5
	Arena fina	0,25
	Arena muy fina	0,125
Limo		0,062
		0,031
		0,0156
		0,0078
Arcilla		0,0039
		<0,0039

ANEXO 7

FORMATO DE MUESTREO BIOMÉTRICO

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ						F 01 - BM/IMP	
MUESTREO BIOMÉTRICO DE INVERTEBRADOS							
ESPECIE :							
EMBC							
FECHA							
OPER.							
P CAP							
P MTR							
ÁREA							
TSM °C							
LONG.		LONG.		LONG.		LONG.	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
TOTAL		TOTAL		TOTAL		TOTAL	

RESPONSABLE :

ANEXO 9

FORMATO DE EVALUACIÓN DE INVERTEBRADOS MARINOS

UNIDAD DE INVESTIGACIONES DE INVERTEBRADOS MARINOS
FICHA DE DATOS PARA EVALUACIÓN DE INVERTEBRADOS MARINOS

ESPECIE		Operación			Embarcación			Localidad			COMPOSICIÓN POR ESPECIES Fauna y Flora Acompañantes						
Día	Mes	Año	Sub - Área	Estrato	Estación	Captura Especie (N)			Especie	Nº ejem	Peso(g)						
Captura Total (Kg)		Captura Especie (Kg)			Conchas vivas			Valvas									
Ambiente		Superficie			Dobles			Simples									
Tº C Agua		Fondo			Densidad / m²			Conchas vivas			Conchas dobles						
Salinidad					Área del cuadrado												
Oxígeno					<table border="1" style="width: 100px; height: 30px;"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>												
Sulfuros																	
Nutrientes																	
Sedimentos																	
Profundidad				Composición Planktónica												
Tipo de fondo																
Tipo de Rastra		Características Operación Rastra			Prof. de Arrastre			Distancia Arrastre			Total						
Tiempo en el Arrastre		Área Boca Rastra			Rastra al agua			Fin arrastre			Rastra abordó						
Captura Total (kg)		Captura Especie (kg)			Conchas vivas			Captura Especie (Nº)			Valvas dobles						
											OBSERVACIONES						
											(viento, nubes, mar, otros, etc.)						

ANEXO 10

Escala de madurez gonadal de *Argopecten purpuratus* "oncha de abanico"

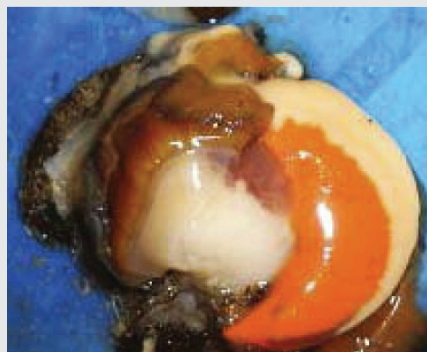
VALDIVIESO y ALARCÓN (1985)

I : Indefinido

La gónada se encuentra translúcida, opaca y pequeña. No se puede diferenciar la porción de la gónada masculina de la porción femenina.

II : Maduración

Se puede observar la diferencia de la porción masculina y femenina por la coloración que van adquiriendo y por el crecimiento de la gónada. La gónada es turgente y dura, muy desarrollada, que casi encierra el músculo aductor, la coloración es muy brillante sobre todo en la porción femenina que es el color rojo naranja.

**III : Desove**

La gónada se encuentra relativamente flácida y se observa una disminución del tamaño, sin embargo se distingue la separación de los sexos. La gónada aún presenta la coloración brillante pero el tamaño y la turgencia van disminuyendo. El extremo distal de la porción hembra muestra un vaciamiento.

**IV : Desovado o post desove**

La gónada se encuentra totalmente flácida, translúcida y su tamaño es menor, la coloración es muy opaca.

**V : Recuperación o reposo**

La gónada es pequeña y no flácida.