



informe progresivo

nº
67

Octubre
1997

Informe ambiental en la zona industrial pesquera de la bahía de Paracas, Pisco, Perú. 25 al 27 de Abril 1997

Guadalupe Sánchez, José Córdova, Jesús Ledesma 3

Aplicación de software de interpolación en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa y distribución de recursos pelágicos

Mariano Gutiérrez Torero 21

DGI0 - 32
DGIP - 09

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. El INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

APLICACIÓN DE SOFTWARE DE INTERPOLACION EN LAS EVALUACIONES HIDROACUSTICAS DE LA BIOMASA Y DISTRIBUCION DE RECURSOS PELAGICOS

Mariano Gutiérrez Torero

Dirección de Tecnología de Detección. DGIP. IMARPE

CONTENIDO

| | | |
|--------------------------------|-------|----|
| Resumen | ..... | 21 |
| Abstract | ..... | 21 |
| 1. Introducción | ..... | 22 |
| 2. Material y métodos | ..... | 22 |
| 2.1 Teoría de interpolación | ..... | 22 |
| 2.2 Método de interpolación | ..... | 23 |
| 2.3 Estratificación de valores | ..... | 23 |
| 2.4 Contorneo | ..... | 24 |
| 2.5 Cálculo de áreas | ..... | 24 |
| 2.6 Cálculo de biomasa | ..... | 24 |
| 3. Resultados | ..... | 24 |
| 4. Discusión | ..... | 25 |
| 5. Conclusiones | ..... | 26 |
| 6. Referencias | ..... | 26 |
| Figuras | ..... | 27 |

RESUMEN

Se ha utilizado un software Surfer 6,04 para realizar un contorneo de la distribución del recurso anchoveta en base a datos de ecointegración del Crucero 9704 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos efectuado a bordo del BIC Humboldt. A partir de dicho contorneo efectuado por interpolación de valores y trazado de curvas de nivel, se han calculado las áreas por grados de latitud y categorías de abundancia relativa. Con dicha información se efectuaron cálculos de la biomasa de anchoveta en base a los promedios de S_a (sección transversal de retrodispersión), en hoja de cálculo.

El estimado de biomasa arrojó 6 703 889 t ($\pm 11,77$ % L.C.), valor muy similar al obtenido por GUTIÉRREZ *et al.* (1997) usando datos por áreas isoparalitorales (6 590 363 t $\pm 18,49$ L.C.).

ABSTRACT

It has been used a software Surfer 6,04 to accomplish a contour of the distribution of anchovy based in data of echointegration of Cruise 9704 of Hydroacoustical Assessment of Pelagic Resources effected on aboard of RV Humboldt. Such contour were effected by interpolation of values and tracing of levels, and they have been calculated the areas by degrees of latitude and categories of relative abundance. With such information were effected calculations of biomass of anchovy in base to averages of S_a (backscattering section area), in worsheet.

Biomass estimate threw 6 703 889 t $\pm 11,77$ % C.L.), a very similar value to that obtained by GUTIÉRREZ ET AL. (1997) using data by isoparalitoral areas (6 590 363 t $\pm 18,49$ % C.L.).

1. INTRODUCCION

El desarrollo de nuevos procesadores matemáticos con los que se equipa a las modernas computadoras personales, ha permitido aplicar programas de cómputo o software que anteriormente resultaba dificultoso utilizar debido a dos inconvenientes principales: limitaciones para el manejo de grandes cantidades de memoria, y la lentitud en el procesamiento de la información.

Los procedimientos anteriores se realizaban con la finalidad de cartografiar diversas variables, tales como los valores obtenidos de la ecointegración resultante de aplicar las técnicas hidroacústicas para la cuantificación de biomasa, han quedado reducidos al empleo de programas informáticos de interpolación, los cuales permiten graficar la distribución de valores por medio de criterios de estratificación. Es así como se obtienen curvas de nivel o contornos con valores de similar o próxima magnitud.

Estas características, sumadas a otras inherentes a este tipo de software, permiten efectuar cálculos de áreas/volúmenes y obtener una de las variables que con mayor dificultad se conseguía en el pasado. En el caso de las evaluaciones acústicas tendientes a la determinación de la distribución de recursos y a la cuantificación de la biomasa de éstos, el uso de este tipo de herramientas constituye un apoyo útil y preciso, permitiendo además la construcción de imágenes tipo raster con miras a la posterior aplicación de Sistemas de Información Geográfica.

El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa para el procesamiento de datos de ecointegración acústica cuando se pretenda obtener la distribución y el nivel de biomasa de recursos marinos, mediante la aplicación de un software de interpolación de datos.

2. MATERIAL Y METODOS

Para el presente trabajo se han utilizado los datos de ecointegración de anchoveta obtenidos durante el Crucero 9704 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, efectuado a bordo del BIC Humboldt durante el mes de abril de 1997.

Dichos datos han sido sometidos a pruebas de interpolación, estratificación, contorno y de determinación de áreas utilizando el software Surfer 6,04. Posteriormente se realizaron los cálculos para la determinación de biomasa en hoja de cálculo.

2.1 Teoría de interpolación

Un software de interpolación produce, en base a los datos disponibles, una grilla que representa el área evaluada a escala, y que está conformada por filas y columnas cuyo número depende de la resolución deseada para el producto final, es decir, el usuario determina el número de intersecciones o nodos que conformarán la data resultante, en la cual se podrá apreciar la variación espacial de la magnitud de nuestros datos proyectados a toda la superficie de la grilla o rejilla.

En Surfer 6,04, los métodos de producción de los nodos utilizan algoritmos de interpolación geoestadística en base a promedios ponderados de los valores ubicados entre los nodos (Golden Software Inc. 1995). Dichos valores son tres, en realidad, para cada punto de muestreo: latitud, longitud y el atributo. Así, en este caso, los valores ecointegrados (atributos) son promediados considerando su magnitud. Existen varios métodos de interpolación, pero la diferencia entre ellos radica en la forma de realizar la ponderación.

Para una mejor comprensión, analicemos matemáticamente el proceso de interpolación. Siendo dados N valores de ecointegración (Z_1, Z_2, \dots, Z_N) se pretende conocer el valor que tendrá el nodo G_j . El límite radial de la interpolación está dado por la distancia existente entre G_j y sus nodos vecinos cuyo número depende de la ubicación de cada nodo en la grilla, pudiendo ser 3, 5 u 8.

$$G_j = \sum_{i=1}^N w_{ij} Z_i$$

donde:

- G_j es el valor del nodo en la grilla j ;
- N es el número de valores ubicados entre el nodo G_j y sus vecinos;
- Z_i es el valor ecointegrado en el i -ésimo punto; y
- w_{ij} es el factor de ponderación asociado con el i -ésimo valor.

El factor de ponderación w_{ij} varía entre 0 y 1. La magnitud de w_{ij} depende del método de interpolación y/o de la manipulación que el usuario realice sobre este factor. La suma de todos los factores w_{ij} utilizados para el cálculo de G_j es igual a 1.

2.2 Método de interpolación

El método de Triangulación con Interpolación Lineal o Método de Delaunay funciona creando triángulos entre puntos de datos. Los puntos originales de datos se conectan de tal suerte que ningún borde se cruza con los de otros triángulos (Guibas y Stolfi 1985). El resultado es un conjunto de caras triangulares sobre la grilla de trabajo. Sin embargo, es posible manipular la anisotropía de la interpolación, es decir, el factor w_{ij} puede tener mayor magnitud en una determinada dirección en detrimento de la dirección opuesta. Sin embargo, en el caso de datos de ecointegración, la anisotropía es innecesaria ya que las coordenadas latitud/longitud son ploteadas en la misma escala y, por ello, el valor w_{ij} será similar para todos los valores que intervienen en la estimación del valor de cada nodo.

2.3 Estratificación de valores

La estratificación de valores permite agrupar los datos de acuerdo a su magnitud obteniendo de esa manera la distribución geográfica del recurso en función de sus niveles de concentración. En hidroacústica, el criterio de estratificación que se suele emplear es aquel que considera a cada estrato o categoría como diez veces más amplio que el anterior:

| Categoría de abundancia relativa | Ecointegración Sa (m ² /mn ²) | Color asignado |
|----------------------------------|--|----------------|
| 1 | 1 a 10 | Gris 25% |
| 2 | 11 a 100 | Gris 50% |
| 3 | 101 a 1000 | Gris 75% |
| 4 | > 1000 | Negro |

2.4 Contorneo

Una vez que el usuario ha definido sus estratos o categorías, se puede graficar o contornear la distribución obtenida. Se aplican algoritmos de trazado de curvas de nivel que delimitan las áreas de distribución (Figura 1).

2.5 Cálculo de áreas

La magnitud de las áreas ocupadas por cada Categoría de Abundancia Relativa es obtenida por medio de algoritmos basados en la Regla de SIMPSON (Golden Sftware Inc., 1995). Para ello es necesario no considerar los valores ubicados sucesivamente entre uno y otro grado de latitud; para ello se utiliza un algoritmo denominado "blanqueo". En la figura 2 se muestra el procedimiento de blanqueo, que implica ir prescindiendo de las áreas, latitudinalmente, a medida de que en éstas se haya calculado las áreas de distribución.

2.6 Cálculo de biomasa

Este paso es realizado en Hoja de Cálculo. Se realiza de acuerdo al procedimiento convencional, es decir, previo conocimiento de la magnitud de las constantes de ecointegración y de los promedios de Sa (ecointegración de la sección de retrodispersión acústica) para cada grado latitudinal. Dichas constantes son obtenidas en base a la longitud media de los especímenes capturados, por grados de latitud. Los valores de ecointegración fueron analizados estadísticamente, para la obtención de los límites de confianza (L.C.), de acuerdo a lo descrito por BAZIGOS (1974).

3. RESULTADOS

El área positiva, o área en la cual se ha tenido la presencia de anchoveta durante el Crucero 9704 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos fue de 11 053 mn², a diferencia de las 16 147 mn² estimadas utilizando el método de estratificación por áreas isoparalitorales (GUTIÉRREZ *et al.* 1997), (Tabla 1)

La distribución del recurso, de acuerdo a la categorización asignada, se aprecia en la Figura 3. La figura 4 muestra la distribución relativa de la anchoveta, en base al mismo juego de datos, pero agrupándolos por áreas isoparalitorales. La figura 5 muestra la figura 3, pero superpuesta sobre una representación tridimensional de sí misma.

Los valores de la ecointegración media Sa por grados de latitud y categorías de abundancia se presentan en la Tabla 2.

La biomasa calculada por el método descrito en este documento fue 6 703 889 t, a diferencia de las 6 590 363 t obtenidas utilizando el método de estratificación por áreas isoparalitorales (GUTIÉRREZ *et al.* 1997), es decir, una diferencia de 1,69% entre uno y otro. En la Tabla 3 se consignan dichos estimados además de una columna conteniendo la variación porcentual de la biomasa calculada por este método y la obtenida por áreas isoparalitorales. Allí se tiene que se han notado variaciones extremas de -83,85% en el área comprendida entre los 03° y 04° S a + 103,63% entre los 05° y 06° S.

El límite de confianza del tratamiento estadístico de los datos alcanzó un 11,77% a diferencia de 18,49% obtenido con el método de áreas isoparalitorales. En ambos casos es utilizado el método estadístico descrito por BAZIGOS (1974).

4. DISCUSION

Para el presente trabajo se utilizó el método de interpolación por triangulación, porque fue el que mejor resultado arrojó cuando se le comparó con un contorno efectuado manualmente. En usos distintos al de evaluaciones acústicas, en las cuales se suele utilizar una gran resolución de muestreo (usualmente 1 mn), se ha intentado utilizar, entre otros, el método de interpolación denominado Krigging, que se supone es el más sofisticado desde un punto de vista estadístico. Sin embargo, MACLENNAN Y SIMMONDS (1992) opinan que ese método está aún en desarrollo y que no está claro qué tan útil puede ser para las evaluaciones acústicas.

Respecto a la magnitud de las áreas calculadas por el método de SIMPSON (Golden Software Inc. 1995), éstas difieren grandemente con las obtenidas por medio de las áreas isoparalitorales debido a que estas últimas son fijas, es decir, no varían sea cual sea el valor alcanzado por los valores de ecointegración dentro de ellas. La metodología de áreas isoparalitorales se originó en la necesidad de estandarizar los estimados acústicos con los de otras áreas de investigación de IMARPE, aunque implique visualizar no muy claramente la distribución ni las tendencias de concentración del recurso. El contorno efectuado por el software utilizado para este trabajo permite, en cambio, una visión más clara de la ubicación de las áreas con presencia de recursos y de sus niveles de concentración; la distribución mostrada en la Figura 3 tiene, de todos modos, cierta similitud con la obtenida por el método isoparalitoral (Fig. 4). Además, el producto final obtenido (un gráfico con formato estándar) constituye la información básica para la aplicación de SIGs (Sistemas de Información Geográfica), que son herramientas muy poderosas para la confrontación de informaciones de diversa índole. También es posible obtener gráficas que facilitan la interpretación, tal como la que se muestra en la Figura 5.

Una limitación, por el momento insalvable, es la que tiene que ver con la estimación de los promedios de S_a por categorías y grados de latitud. El software no tiene la capacidad de entregar esta información, aunque se espera que en futuras versiones sea incorporada esta posibilidad. Como alternativa se recurrió al uso de una Hoja de Cálculo en la cual se separaron los valores latitudinalmente y se les agrupó por categorías o estratos. Se obtuvieron así valores promedios de S_a y se efectuaron los cálculos de biomasa y los referentes a límites de confianza.

Los estimados totales de biomasa, si bien muestran similitud, en cambio dejan notar variaciones importantes respecto a sus valores latitudinales. La Explicación

está en que el método isoparalitoral implica calcular la biomasa dentro de cada una de sus áreas sin considerar si son pocos o numerosos los valores ubicados dentro de ella. Esto puede llevar a obtener estimados muy pequeños o muy grandes de biomasa en función a un área de magnitud invariable.

5. CONCLUSIONES

1. El método del contorneo automatizado, basado en la interpolación de valores, da una visión clara de la distribución del recurso y de sus niveles de concentración.
2. El estimado total de biomasa (6 703 889 t con 11,77% L.C.) obtenido en base a la estimación de las áreas por categorías de abundancia y grados de latitud son casi coincidentes con el estimado por el método isoparalitoral (6 590 363 t, con 18,49% L.C.), es decir, una diferencia de 1,69%
3. Las variaciones latitudinales que se observan para las áreas y biomásas entre el métodos de interpolación e isoparalitoral obedecen a la concepción estadística inherente a este último.
4. Se habrá de utilizar ese método en el futuro, a manera de comprobar los estimados arrojados por el método esoparalitoral. Se debería siempre incluir las gráficas de distribución por contorneo acompañado a la obtenida por el método isoparalitoral.

Referencias

- BAZIGOS, G. 1974. Applied Fishery Statistics. FAO Fish. Tech. Pap. 164 p.p.
- GUIBAS, L. Y J. STOLFI. 1985. Primitives for the Manipulation of General Subdivisions and the Computations of Voronoi Diagrams, ACM Transactions on Graphics, 4(2):74-123.
- GOLDEN SOFTWARE INC. 1995. Version 6.04 User's Guide, Contouring and 3D Surface Mapping. p.5-48/5-49.
- GUTIÉRREZ, M., A. MORÓN Y A. ECHEVARRÍA. 1997 Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos a principios de Otoño 1997. Crucero 9704 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. Inf. Instituto del Mar del Perú 127.
- MACLENNAN, D., J. SIMMONDS, 1992. Fisheries Acoustics. Chapman & Hall. 1ª Edit. 262 pp.

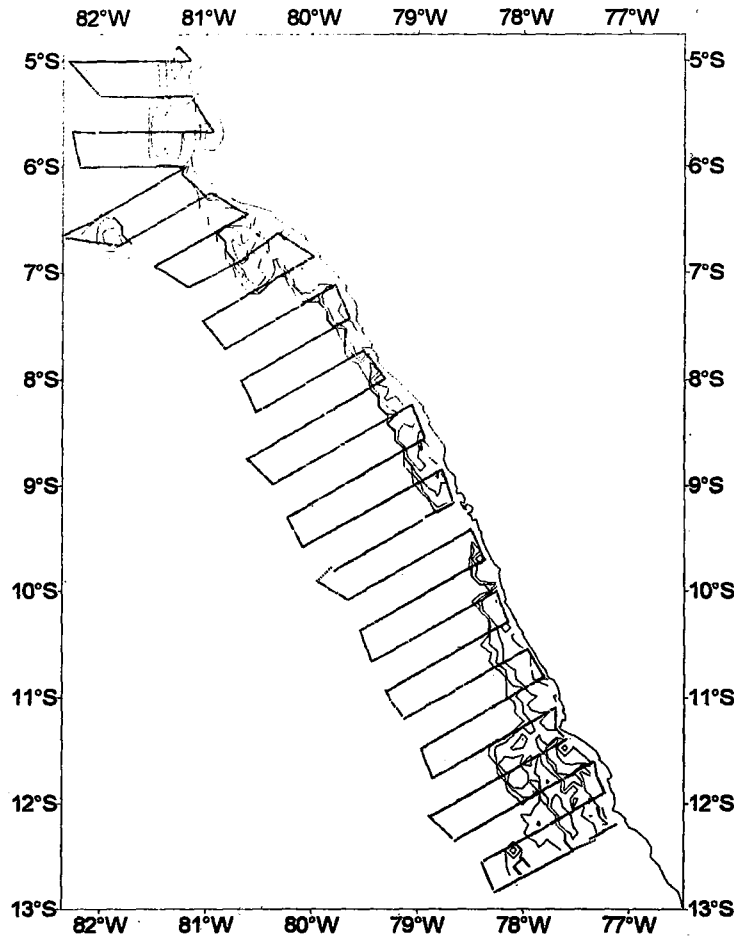


FIGURA 1.- Curvas de nivel o contorno de la distribución de valores eointegrados para anchoveta, con sobreposición de los puntos de muestreo. Crucero BIC Humboldt 9704.

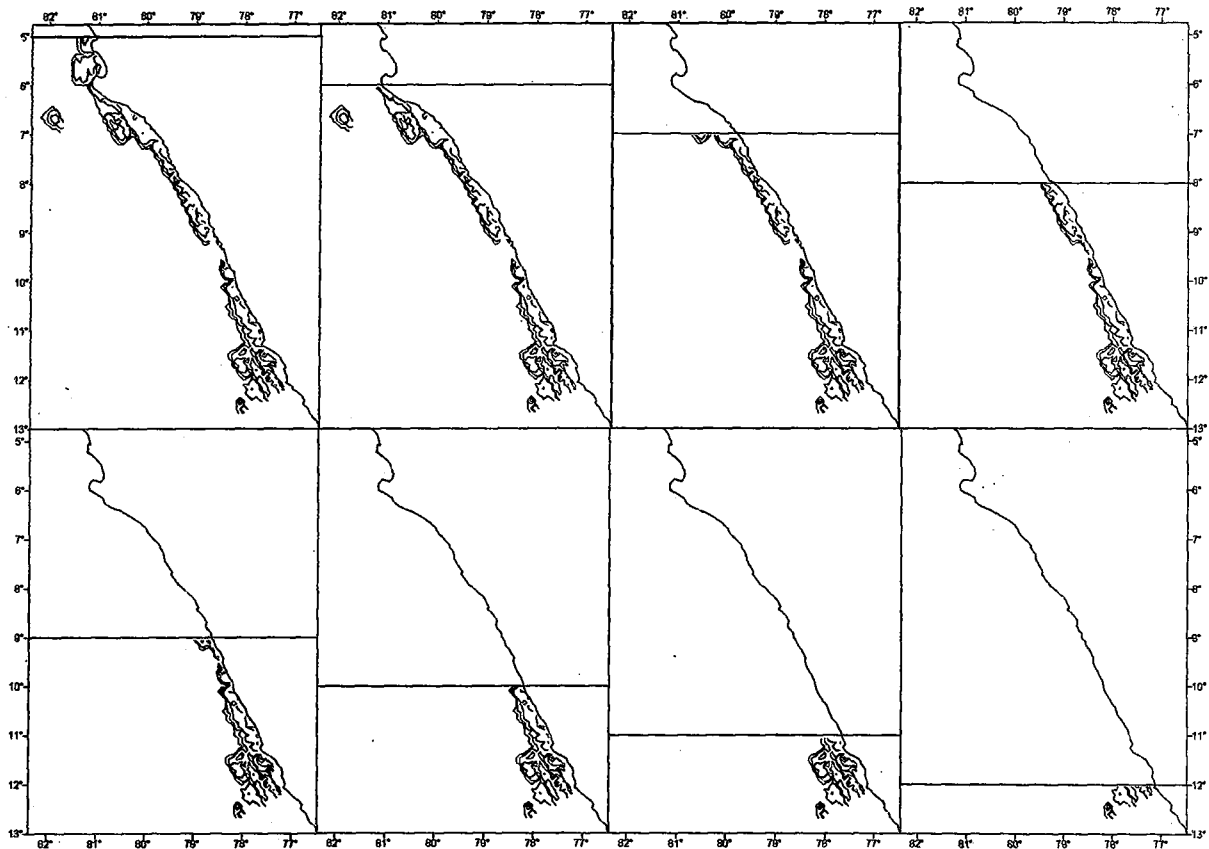


FIGURA 2.- Procedimiento de blanqueo progresivo por grados de latitud para el cálculo de áreas por categorías de abundancia relativa para anchoveta. Crucero BIC Humboldt 9704.

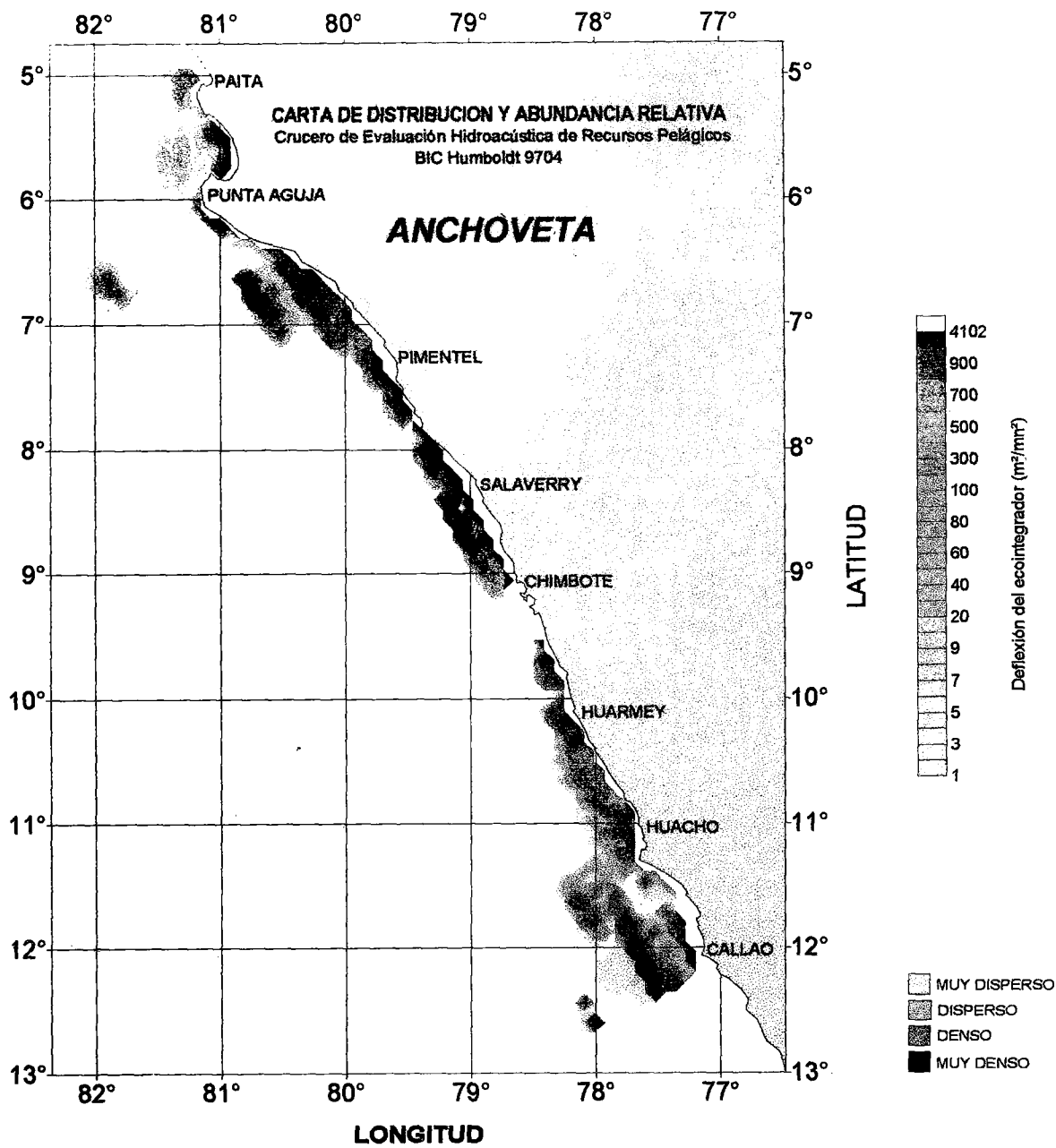


FIGURA 3.- Distribución de anchoveta según categorías de abundancia relativa. Crucero BIC Humboldt 9704.

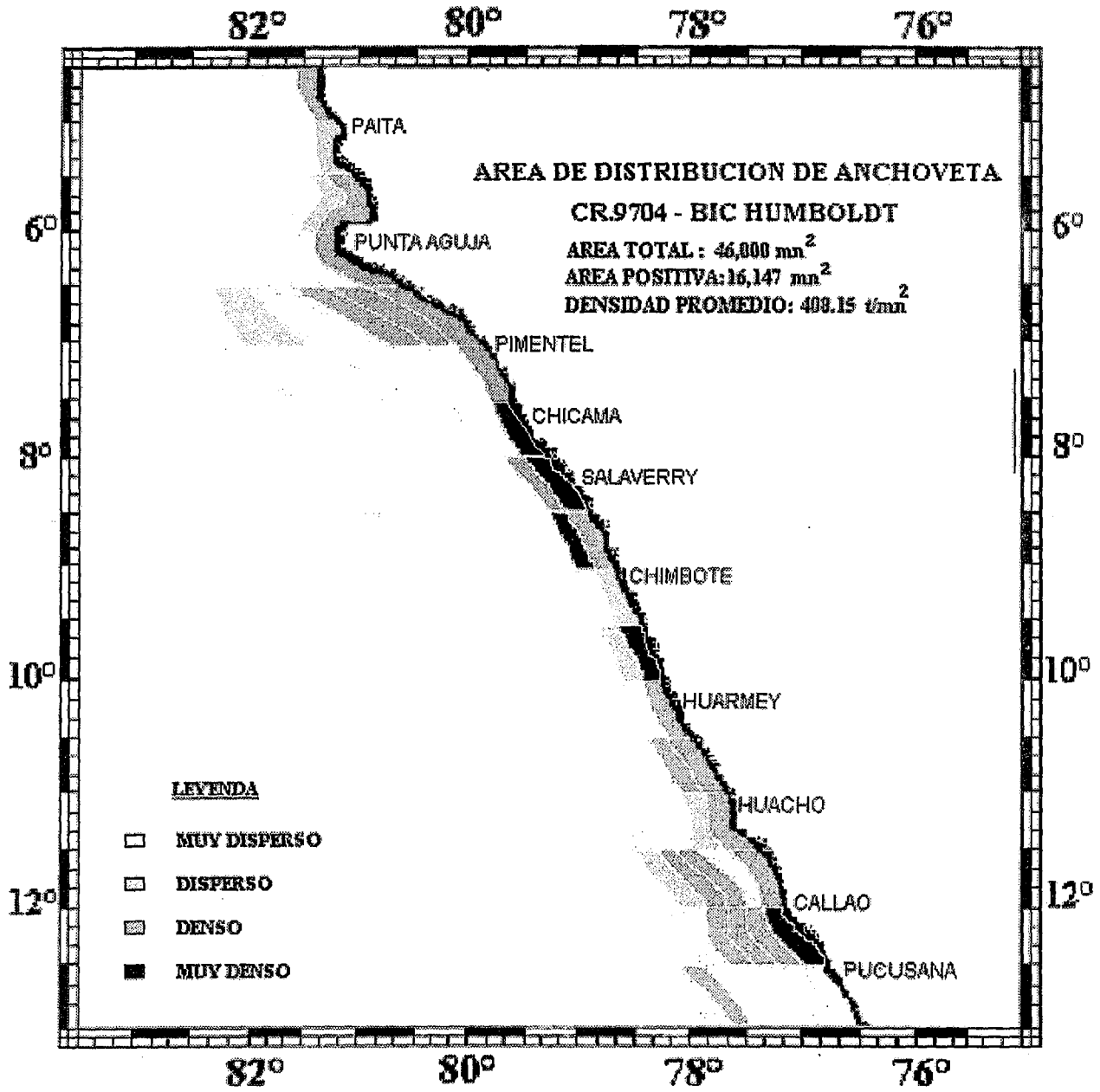


FIGURA 4.- Distribución de anchoveta por áreas isoparalitorales. Crucero BIC Humboldt 9704. Tomado de Gutiérrez et al. (1997)

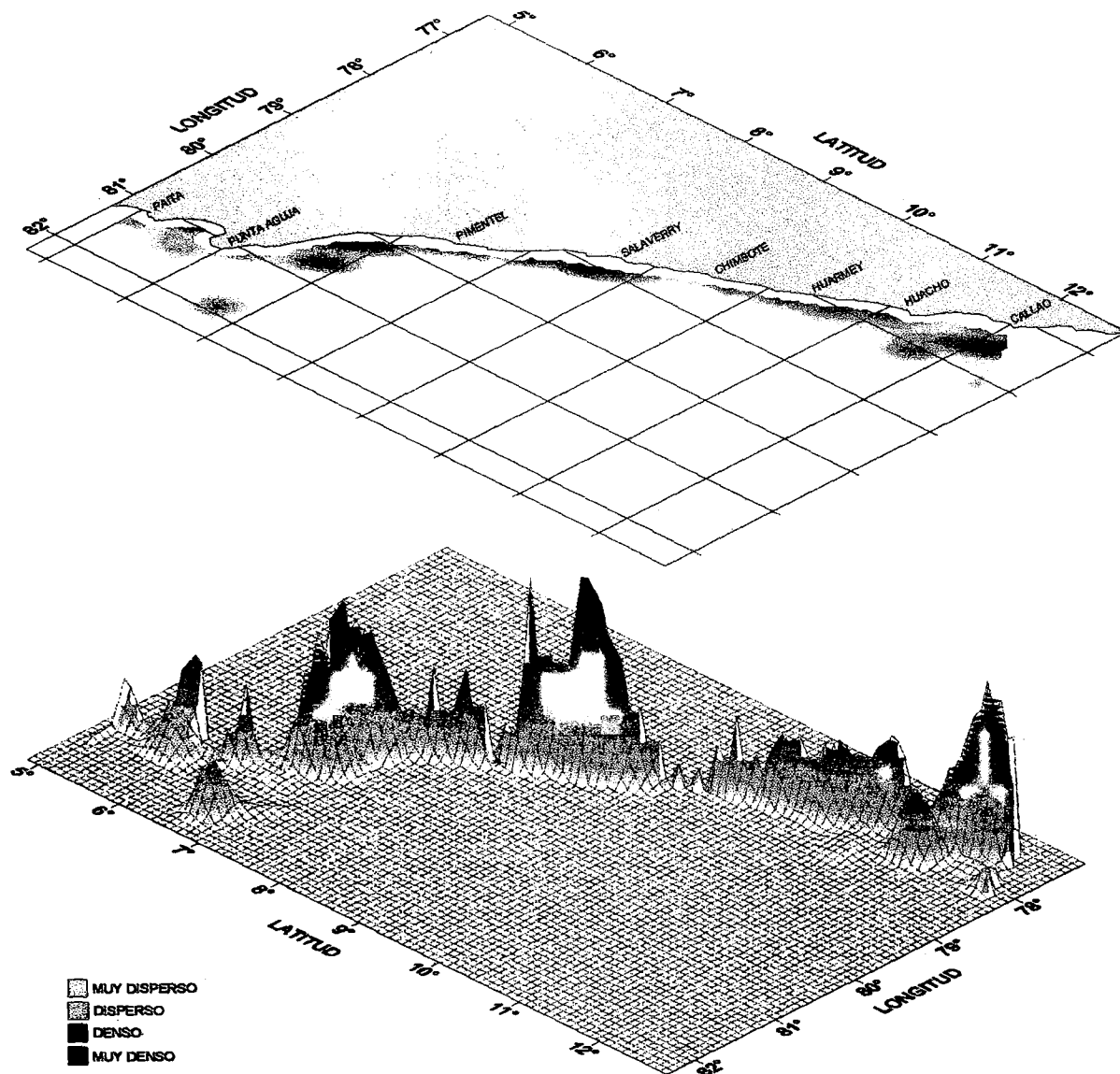


FIGURA 5.- Presentación tridimensional de la distribución y abundancia de anchoveta. Crucero BIC Humboldt 9704.

*Impreso en VISUAL SERVICE. SRL.
José de la Torre Ugarte # 433
Telf. 442-4423 Lince
Lima-Perú*