

S.I.C./SUBSECRETARIA DE PESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA



RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EVALUACION
HIDROACUSTICA REALIZADA EN EL CRUCERO AA-73-01

60

SERIE
INFORMACION

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EVALUACION
HIDROACUSTICA REALIZADA EN EL CRUCERO

AA/73/01

Eva Mondragón C.

y

Joaquín Arvizu M.

Origen de esta publicación

Este informe fue elaborado dentro del Programa Exploración Pesquera, en el Laboratorio Central del Instituto Nacional de Pesca. El trabajo fue presentado en el V Congreso Nacional de Oceanografía efectuado del 22 al 25 de octubre de 1974 en el Puerto de Guaymas, Sonora.

Distribución

Autoridades pesqueras de México, Cooperativas e Industria sardinera de Baja California, técnicos y personas interesadas en este trabajo.

Cita bibliográfica

Mondragón C., E. y Arvizu M., J.
1976 Resultados preliminares de la evaluación hidroacústica realizada en el crucero AA/73/01.
Instituto Nacional de Pesca.
INP/SI:i60

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo, en especial al T. P. Narciso Corona Palos, al Personal de la Estación de Investigación Pesquera de Mazatlán, Sinaloa, participante en el Crucero AA/73/01 y a la tripulación del B/I "Antonio Alzate".

CONTENIDO

	<i>Página.</i>
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	1
ANTECEDENTES	1
MATERIAL Y METODOS	3
RESULTADOS	5
DISCUSIONES	8
CONCLUSIONES	8
BIBLIOGRAFIA	10
TABLAS	11
FIGURAS	16

INTRODUCCION

Uno de los problemas más serios con los que se ha tropezado el hombre en la evaluación de las existencias de peces y de otras especies marinas, es la de poder realizar en poco tiempo y a bajo costo prospecciones que le permitan efectuar dichos cálculos, los más exactos posibles; para la realización de estas actividades, se emplean en la mayoría de los casos métodos indirectos como esfuerzo pesquero, abundancia de huevos, etc.

Es hasta hace relativamente poco tiempo que se ha empleado el equipo hidroacústico para realizar evaluaciones, y diferentes autores como *Smith, Truskanov, Craig, etc.*, han propuesto distintos métodos para este tipo de prospección; sin embargo, estos trabajos se han hecho en altas latitudes, donde el número de especies que forman cardúmenes es relativamente menor al de aguas tropicales, con el incremento consiguiente de la dificultad para identificar cada uno de los cardúmenes detectados con este tipo de equipo.

El presente trabajo es resultado de los primeros intentos hechos en este campo por personal técnico que labora en el Instituto Nacional de Pesca.

Se espera que con la experiencia adquirida y la eliminación de los errores cometidos se puedan realizar evaluaciones en aguas mexicanas en períodos de tiempo muy cortos.

OBJETIVOS

Los objetivos que se tuvieron al iniciar el presente trabajo fueron primordialmente efectuar un cálculo aproximado de biomasa por medio de los registros de ecosonda obtenidos en la Costa Oriental del Golfo de California y, conocer de esta manera, la abundancia relativa de cardúmenes en la zona comprendida entre Mazatlán y Guaymas.

En base a estos antecedentes, el segundo objetivo será calcular posteriormente el número de peces por metro cúbico; asimismo se pretende, por medio de lances de pesca de control, cámaras submarinas, etc., conocer con certeza la composición específica de los cardúmenes registrados.

ANTECEDENTES

En la Sección de Especies de Fondo y Media Agua, del antiguo Programa de Exploración Pesquera del Instituto Nacional de Pesca, se decidió realizar actividades que permitiesen el cálculo de biomasa de peces por medio de equipo hidroacústico, tomando en cuenta trabajos anteriores de investigaciones sistemáticas para localizar cardúmenes mediante equipos de ecosonda y sonar.

Durante el desarrollo evolutivo de las especies, se forman mecanismos que tienden a favorecer su sobrevivencia, tres de las causas que muy probablemente han llevado a la formación de cardúmenes son: aumentar las posibilidades de alimentación, disminución de la depredación, y aumento en el éxito reproductor; ello los hace más vulnerables al hombre, al mismo tiempo que son de gran utilidad en los trabajos de investigación y búsqueda; por medio de ellos se puede conocer la distribución de las especies, determinar el área total,

estudiar las variaciones estacionales, así como efectuar estudios cuantitativos y cualitativos de la distribución.

Los levantamientos ecosónicos estacionales nos permiten estudiar las rutas migratorias de los peces. Estos, acompañados de cálculos de magnitud y densidad de los cardúmenes, permiten obtener los elementos necesarios para el conocimiento de la magnitud absoluta de las poblaciones de peces en área y tiempo dados.

En su trabajo "Métodos de cálculo directo de las concentraciones de peces por medio de aparatos hidroacústicos", M. D. Truskanov y M. N. Scherbino (1969) presentan el esquema general de la secuencia de operaciones del método hidroacústico densas y dispersas en los mares de Barents y Noruega, así como algunos resultados de su aplicación.

Tomando en cuenta los pronósticos de este trabajo, revelados como fidedignos, sobre la abundancia de los stocks y eficiencia de pesca, basados en los datos de los reconocimientos ecométricos, se deduce que hasta cierto punto en México, en condiciones semejantes a las de Barents y Noruega, se podría aplicar este método con éxito para determinar la potencialidad numérica de peces pelágicos y demersales, en diferentes áreas de pesca comercial; pero como se mencionó anteriormente, las aguas tropicales de México no permiten la aplicación directa de estos métodos.

En el "Manual de Utilización Cuantitativa de Ecosonda" R. E. Craig (1973) da a conocer una ecuación por medio de la cual se puede obtener, para una distancia cualquiera de viaje, el valor promedio de la biomasa por unidad de área.

En el reporte "Dimensión Horizontal y Abundancia de Cardúmenes de Peces en la Capa Superior de Mezcla y cómo medirlos con Sonar", Paul E. Smith (1970) efectúa estudio para desarrollar un método acústico en aguas adyacentes a la línea costera entre San Francisco y Cabo San Lázaro, B. C., que consiste en contar y medir las dimensiones horizontales, estimar la biomasa, la composición por tamaño e identificar las especies de los cardúmenes en la capa superior de mezcla, desde un barco en movimiento.

Los resultados de las pruebas realizadas en los cruceros del barco "Alaska" durante el año de 1973 (Department of Fish and Game, Marine Resources Region, State of California), dieron la pauta para iniciar el presente trabajo, considerando los objetivos logrados: "Práctica de mediciones visuales y acústicas de cardúmenes en áreas donde se efectuaron los lances de pesca comercial, determinación de la biomasa de los cardúmenes por registros acústicos, cálculo del número de peces por metro cúbico y estudio del comportamiento de los cardúmenes de anchoveta".

Además, llevaron a cabo investigaciones intensivas en las áreas de pesca comercial, efectuando una estimación de biomasa y comparando cantidades de peces por cardúmenes capturados con la distribución de tamaños de cardúmenes medidos acústicamente.

MATERIAL Y METODOS

Los registros de ecosonda empleados para realizar el presente trabajo fueron obtenidos durante el primer crucero del año 1973 efectuado con el barco de investigaciones "Antonio Alzate" del 18 al 30 de enero; en este crucero se efectuó un levantamiento ecosónico y pesca de control en la zona comprendida entre Mazatlán y Guaymas.

Los primeros días se navegó en transectos perpendiculares a la costa, llevándose a cabo 16 transectos entre Mazatlán y San Ignacio, Sin., con variaciones en la profundidad; posteriormente, debido al mal tiempo, se navegó cerca de la costa a una profundidad promedio de 10 brazas (18 m.).

Los trabajos realizados a bordo del barco con la ecosonda, se ejecutaron de la siguiente manera:

- A. Anotaciones en la bitácora de los cambios en el valor de las escalas durante el funcionamiento de la ecosonda en la navegación diurna.
- B. Trazado de una línea perpendicular al papel cada 15 minutos, anotando sobre ésta: hora, profundidad y velocidad del barco.
- C. Registro de fecha, crucero y número respectivo en cada uno de los rollos de papel para su posterior estudio.
- D. En los sitios en los cuales la ecosonda registró las concentraciones más grandes, se efectuaron los lances para llevar a cabo la pesca de control con red de cerco.
- E. Se elaboró un mapa general de toda la zona, señalando con flechas la posible dirección de desplazamiento de los cardúmenes; este mapa fue de gran utilidad porque ayudó a fijar la existencia de los cardúmenes en los diferentes sitios de distribución y su profundidad.

Características generales de los aparatos hidroacústicos y red empleados durante el crucero:

Ecosonda científica marca Simrad 38 kHz. papel húmedo.

Radio máximo de alcance: 920 bz. (1,656 m.).

La mayor parte del tiempo la ecosonda funcionó en la escala A₁, T V G - GAIN en 20 Log R.

Sonar Simrad. Radio máximo de alcance: 1,500 m. operó ocasionalmente durante el crucero.

Red de cerco. 170 x 28 bz. (306 x 50 m.) con malla de 3/4 de pulgada.

En el Laboratorio se llevó a cabo estudio de los ecogramas insertos en los rollos de papel de la ecosonda de la siguiente manera: se catalogaron los registros de los cardúmenes de acuerdo a su forma en rectangulares, elipsoides y cilíndricos.

CARDUMENES RECTANGULARES

- a. Se midió longitud, ancho y altura de cada uno de los cardúmenes.

La longitud se obtuvo midiendo directamente en el papel la marca del cardumen con una escala en cm., y multiplicando este valor por los metros recorridos por el barco en un tiempo equivalente a 1 cm. de papel de la ecosonda.

Este valor fue calculado a la velocidad correspondiente en que se registró el cardumen, obteniéndose así la longitud "real" del mismo.

- b. La altura se calculó efectuando la medición directa sobre la marca del cardumen en el papel, con la escala adecuada en metros, o sea un duplicado de la escala de la ecosonda en que funcionó en el momento en que fue detectado el cardumen.
- c. El ancho se calculó obteniendo una relación entre la longitud del cardumen y un factor constante relacionado con su tamaño, resultando un valor en centímetros, el cual fue también multiplicado por el equivalente de 1 cm. de papel expresado en metros recorridos por el barco, a la velocidad vigente en el momento del registro, obteniéndose la anchura "real" aproximada del cardumen. Posteriormente sustituyendo los tres valores anteriores en la fórmula para encontrar el volumen del rectángulo ($V = abc$), se calculó el volumen aproximado en m^3 del espacio ocupado por cada uno de los cardúmenes rectangulares.

CARDUMENES ELIPSOIDES

En los cardúmenes de forma elipsoidal, el valor de la altura se calculó también directamente sobre el registro del cardumen, con la escala correspondiente de la ecosonda en metros.

El valor de los dos semiejes se calculó obteniendo la medida en centímetros de uno de los semiejes del cardumen registrado, y multiplicando esta medida por el número de metros recorridos por el barco en un centímetro de papel, a la velocidad correspondiente en que se registró un cardumen. Este valor elevado al cuadrado fue sustituido con el de la altura en la fórmula para encontrar el volumen de la elipse ($V = 4/3 \pi ab^2$), resultando así el volumen aproximado en metros cúbicos en cada uno de los cardúmenes elipsoides.

CARDUMENES CILINDRICOS

En este tipo de cardúmenes, el valor de la altura está calculado en igual forma, directamente sobre el registro en el papel y con la escala de la ecosonda.

El valor del radio se calculó considerando la mitad de la medida del diámetro del registro del cardumen en centímetros. Esta medida se multiplicó por el número de metros recorridos por el barco en el tiempo equivalente a 1 cm. de papel de ecosonda, para obtener el valor real del radio.

Ambos valores, la altura y el radio elevado al cuadrado, fueron sustituidos en la fórmula para obtener el volumen del cilindro ($V = \pi r^2 h$) pudiendo calcularse el volumen aproximado de los cardúmenes cilíndricos en metros cúbicos.

Una vez obtenidas las cifras en metros cúbicos de los diferentes tipos de cardúmenes, se agruparon de acuerdo a su volumen y posteriormente se procedió a respresentarlos en los mapas, situándolos dentro de las áreas en las cuales fueron localizados (Veáanse mapas anejos).

RESULTADOS

Figura No. 1. Comprende los siete primeros transectos efectuados del Puerto de Mazatlán, Sin., a la parte Norte de El Dorado, Sin. ($23^{\circ}38'N$; $106^{\circ}51' W$; $24^{\circ}14' N$; $107^{\circ}47' W$).

En este trayecto, todos los cardúmenes que registró la ecosonda presentaron forma rectangular, la mayor parte pequeños; al 60.4% con volúmenes calculados que oscilaron de 1 a 4,000 m³, el 12.9% de 4,001 a 8,000m³ y el 7.2% de 25,001 a 50,000 m³. Las profundidades a que se localizaron los cardúmenes durante el recorrido de esta zona oscilaron de 6 a 29 bz. (10.80 a 52.20 m.), variando paulativamente según la dirección de los transectos.

La concentración más grande registrada en toda el área se localizó a milla y media de Piaxtla, a una profundidad de 14 a 27 bz. (25.20 a 48.60 m). En este sitio se efectuó un lance a 15 bz, de profundidad con la red de cerco para conocer la composición de la concentración.

Sphyræna ensis (picuda o barracuda) fue la especie predominante con un 97.5% del volumen total de la captura. Sin embargo, la mayor parte de la concentración dispersa se integraba de (sardina crinuda) Opisthonema libertate.

Figura No. 2. Abarca del 8°al 16°transectos efectuados de la parte norte de el Dorado, Sin. al sur de la Bahía de Topolobampo, Sin. ($24^{\circ}14'N$; $107^{\circ}47' W$; $25^{\circ}11' N$; $108^{\circ}55.5' W$).

Durante el recorrido de esta zona, casi la totalidad de los cardúmenes registrados por la ecosonda se observaron de forma rectangular, con excepción de un cardumen con volumen aproximado de 15,310 m³ que presentó forma cilíndrica y fue detectado frente a Punta San Ignacio, Sin.

Un 25% de los cardúmenes presentó dimensiones más o menos pequeñas, ocupando cada uno de ellos volúmenes de 1 a 4,000 m³ ; otro 25% correspondió a los grupos de cardúmenes más grandes, los cuales tuvieron volúmenes aproximados de 1'000,000 de m³ a 5'000,000 de m³.

El tercer lugar en proporción estuvo representado por cardúmenes con volúmenes de 12,001 a 16,000m³ y de 100,001 a 250,000 m³ representando ambos grupos de cardumenes el 6% de la totalidad.

La profundidad mínima en los sitios de localización de cardúmenes fue de 7.5 bz. (13.50 m) y la máxima de 32 bz. (57.60 m).

En el recorrido del octavo transecto, con dirección a Altata, Sin. la ecosonda regis-

tró durante 10 minutos a una profundidad de 14 Bz. (25.20 m), una concentración densa integrada por 6 cardúmenes grandes de (sardina crinuda) Opisthonema libertate, cuyos volúmenes oscilaron de 1'000,000 a 3'000,000 de m³ cada uno.

Otra concentración grande en esta zona fue localizada en el transcurso del 16° transecto, frente a la Bahía de San Ignacio, Sin. La ecosonda registró, entre las 20.30 y las 22.45 h. del día 20 de enero, varios cardúmenes a una profundidad de 8 a 10 bz. (14.40 m a 18 m). El volumen calculado a este grupo de cardúmenes fue alrededor de 15'000,000 de m³ aproximadamente.

Figura No. 3. Incluye de la parte media de la Bahía de Topolobampo, Sin. a la Bahía de Tobarí, Son. En esta zona se navegó siempre cerca de la costa, a un promedio de profundidad de 10 bz. (18 m).

El 65.6% de los cardúmenes en esta área tuvieron forma rectangular y el 34.4 % forma elipsoide.

Los cardúmenes localizados por la ecosonda se presentaron a diferentes profundidades, comprendidas entre las 6 y las 40 bz. (9 a 72 m).

A través de todo el recorrido de Punta Ahome, Sin. a la boca de Agiabampo, Son. la ecosonda fue registrando cardúmenes aislados y de tamaño mediano, con volúmenes comprendidos entre 16,001 y 50,000 m³, en su mayoría a una profundidad promedio de 10.5 bz. (18.9 m).

Algunos de los cardúmenes detectados cerca del estero de Agiabampo fueron de Anchoa sp.

La ecosonda registró cardúmenes densos en la Bahía Sta. Bárbara y desembocadura del río Mayo, Son. a 11 bz. (19.80 m) de profundidad; frente al río Mayo se efectuó un lance con la siguiente ubicación; 26°41' N; 109°48' W. Opisthonema libertate (sardina crinuda) fue la especie predominante con un 79.3% del volumen total de la captura.

Las sardinias muestreadas tuvieron una longitud total promedio de 20 a 21 cm. y un peso total promedio de 70.3 gr.

La mayor parte de los cardúmenes registrados en la zona comprendida entre Bahía Sta. Bárbara y Bahía Tobarí, Son. fueron grandes y densos, con volúmenes calculados de 1'000,000 a 1'500,000 m³ aproximadamente; otros cardúmenes también frecuentes presentaron volúmenes comprendidos entre 750,000 y 1'000,000 m³.

En el sitio donde se llevó a cabo el lance, fue detectado un cardumen bastante grande, con un volumen calculado de 7'000,000 m³.

Se cambió el rumbo y en el trayecto de Punta Ahome a El Farallón de San Ignacio, Sin. fue localizada una concentración alta; la ecosonda registró cardúmenes continuos, grandes y densos de sardina crinuda, de 5 a 40 bz. (9 a 72 m) de profundidad.

Los volúmenes calculados a estos cardúmenes correspondieron a rangos diferentes, oscilando de 4.001 m³ a más de 5'000.000 m³.

Figura No. 4. Comprende de la Bahía de Tobarí a Tastiota, Son. la navegación a través de todo el trayecto se efectuó a diferentes profundidades desde las 5 a las 39 bz. (9 m a 70.20 m).

El 60.2% de los cardúmenes de toda la zona presentaron forma rectangular, el 34.4% forma elipsoide y el 5.4% forma cilíndrica.

En el viaje por todo este litoral, se localizaron por medio del equipo ecosónico cuatro concentraciones grandes en los siguientes lugares:

- 1a. De la parte norte de la Bahía Tobarí al S. E. de Isla Lobos Son. a una profundidad de 8 a 10 bz. (14.40 m a 18 m) se registraron varios cardúmenes densos de sardina crinuda; los volúmenes que ocuparon pertenecen a los rangos comprendidos entre 1 a 4,000 m³ y 250,001 a 500,000 m³.
- 2a. A través de todo el oeste de Isla Lobos hasta Boca de las Piedras, Son. la ecosonda registró numerosos cardúmenes continuos, de concentración media y a profundidades de 5 a 10 bz. (9 a 18 m).

De Boca de las Piedras al estero de La Luna, Son. se continuaron detectando varios cardúmenes; el volumen calculado a cada uno de estos fue de 14,000 m³, 45,000 m³, 88,000 m³, 116,000 m³, 290,000 m³, 560,000 m³, 700,000 m³ y 3 grandes que midieron 1'900,000 m³, 2'470,000 m³ y 3'600,000 m³ aproximadamente.

Frente al estero de La Luna, la ecosonda registró durante 15 minutos un cardumen grande y denso con un volumen de 7'754,000 m³ aproximadamente, de las 6 a las 7.5 bz. (10.80 a 13.50 m) de profundidad. En este lugar se efectuaron maniobras y se practicó el lance en posición 27°31'N; 110°39'W. El 97.5% de la captura total correspondió a (sardina crinuda), *Opisthonema libertate*, con una longitud total promedio de 21 a 22 cm. y un peso total promedio de 77.4 gr.

- 3a. En la Bahía de Guaymas y frente a las Guásimas, Son. entre 5 y 6 bz. de profundidad, la ecosonda registró cardúmenes grandes y de concentración media; 5 de ellos con dimensiones bastante considerables, ocuparon volúmenes de 1'116,000 m³, 1'931,000 m³, 4'491,000 m³, 4'473,000 m³ y 5'289,000 m³ aproximadamente.

Se situó el barco frente a Las Guásimas y se lanzó la red de cerco en posición 27°36' N, 110°40.5' W con 8 a 9 bz. de profundidad *Sardinops caerulea* (sardina monterrey) fue la especie predominante en la captura total, con una longitud patrón promedio de 17 cm y un peso total promedio de 66 gr. En este lance, la captura fue muy reducida debido a las malas condiciones del tiempo y dificultades con la red.

- 4a. En la zona comprendida frente a los esteros El Tecolote y Los Algodones, la ecosonda registró entre 4 a 5 bz. de profundidad, cardúmenes grandes, densos y concentración media.

El volumen calculado a cada uno de los principales cardúmenes fue: 2'210,000 m³, 1'890,000 m³, 3'676,000 m³, 4'084,000 m³ y 4'720,000 m³ aproximadamente.

En esta área se efectuaron dos lances con la siguiente ubicación: Primero, 27°39' N; 110°28' W; Segundo, 27°53' N, 110°52' W, de 4 a 5 bz. de profundidad. *Opisthonema*

libertate (sardina crinuda) constituyó en ambos lances el 98.5% de la captura total; su longitud total promedio fue de 21 a 22 cm. y peso total promedio de 90 gr. encontrándose en este lugar los individuos con mayor peso.

DISCUSIONES

Como se pudo apreciar en lo antes expuesto, el cálculo de volúmenes ocupados por cardúmenes proporciona únicamente una idea aproximada de la abundancia; sin embargo, si recordamos que en general los cardúmenes malos tienen un promedio de 700 gr. por m³ (Radakov, 1972) los cardúmenes de 10,000 m³ tendrán un peso aproximado de 7 toneladas, en tanto que los cardúmenes más grandes que se encontraron alcanzarían un peso aproximado de 10,500 toneladas.

Ahora bien, el hecho de haber tratado a los cardúmenes en base a tres figuras geométricas fue motivado por la dificultad que los registros de ecosonda traen consigo: si recordamos que la apariencia externa de un cardumen no es constante y que además una misma especie forma cardúmenes diferentes en tamaño, forma y densidad, entonces el uso de una figura para un cardumen en un momento dado es totalmente válida en particular para los cilíndricos y los elipsoidales; sin embargo, lo anterior no excluye la necesidad de afinar el manejo de la información, ya que diferentes autores y nosotros hemos encontrado que es indispensable utilizar factores de corrección de acuerdo a: hora del día, época del año, estado fisiológico de la especie, características ecológicas del área en que se está trabajando, etc.

Es importante aclarar que la mayor parte de los volúmenes calculados tienen un valor mayor al real (hasta en un 20%); la magnitud de este valor es mayor en los cardúmenes pequeños, en tanto que en los muy grandes se puede considerar despreciable.

El presente trabajo ha sido considerado como el primero de tres pasos a seguir en las evaluaciones hidroacústicas realizadas por los barcos de investigaciones "Alejandro de Humboldt" y "Antonio Alzate", sobre los cardúmenes que se encuentran en aguas del Pacífico.

CONCLUSIONES:

- a) Independientemente de las correcciones futuras, el número de cardúmenes encontrados a lo largo de la costa es reflejo de las condiciones hidrológicas de ésta.
- b) La frecuencia de cardúmenes fue mayor en aquellas áreas que, como frente a Piaxtla, Sin. se sabe que existen surgencias.
- c) Con excepción de la región situada cerca de Punta Piaxtla, Sin. el número y dimensiones de los cardúmenes fue mayor hacia el norte de Topolobampo, Sin. y al sur de Guaymas, Sin.
- d) Es necesario realizar con mayor frecuencia este tipo de prospecciones tanto para conocer la abundancia a lo largo del año, así como el movimiento de los cardúmenes.
- e) La realización de estudios de esta naturaleza en la temporada de máxima reproducción de especies de importancia económica como la sardina, nos permitirá conocer en forma aproximadamente el tamaño de la población reproductora, que con la información sobre abundan-

dancia de larvas nos permitirá en un futuro aprovechar el máximo rendimiento sostenible de esta especie.

Se presentan cuatro figuras que señalan los cardúmenes registrados en las diferentes áreas, cuatro tablas y una gráfica con el porcentaje de volumen de cardúmenes en las zonas de estudio.

10

LITERATURA CITADA

- Craig, R. E. Utilización Cuantitativa de Ecosondas. Manual de Introducción
1973 FAO/UNDP PER 008/72 Investigación y Desarrollo Pesquero. Pág. 1-24
- Mais, K. F. Cruise report 73-A-10 Fisheries Resources Sea Survey. State of Cali-
1973 fornia. The Resources Agency. Department of Fish and Game. Marine
Resources Region. Long Beach, California. Pag. 1-4.
- 1974 Cruise report 74-A-1 Fisheries Resources Sea Survey (M 63 R) State of
California. The Resources Agency. Department of Fish and Game Marine
Resources Region. Long Beach, California. Pag. 1-6.
- Radakov, D. V. Schooling in the ecology of Fish, Israel programa for Scientific trans.
1972 1973.
- Smith, Paul E. The horizontal dimensions and abundance of fish schools in the upper
1970 mixed layer as measured by sonar. In proceedings of an International
Symposium on Biological sound scattering in the Ocean. Warrenton,
Virginia. Pag. 563-591.
- Truskanov, M. D. y Scherbino, M. N.
1969 Métodos de cálculo directo de las concentraciones de peces por medio de
aparatos hidroacústicos (Traducción) INIBP Serie Trabajos de Divulga-
ción. Vol. XII, Núm. 120: 1-11, 7 figuras Tomado: del Programa amplia
do de Asistencia Técnica. FAO. No. 1937 - II.

%	VOLUMEN (m ³)
60.4	1 ————— 4000
12.9	4001 ————— 8000
4.8	8001 ————— 12000
2.4	12001 ————— 16 000
4.0	16001 ————— 25 000
7.2	25001 ————— 50 000
—	50 001 ————— 75 000
.8	75 001 ————— 100 000
3.2	100 001 ————— 250 000
2.4	250 001 ————— 500 000
—	500 001 ————— 750 000
—	750 001 ————— 1 000 000
.8	1 000 001 ————— 5 000 000
.8	5 000 001 ————— 15 000 000

TABLA No. 1. PORCENTAJE DE VOLUMEN DE
CARDUMENES EN LA ZONA I

%	VOLUMEN (m ³)
25.0	1 ————— 4 000
3.5	4001 ————— 8 000
—	8 001 ————— 12 000
10.7	12 001 ————— 16 000
3.5	16 001 ————— 25 000
3.5	25 001 ————— 50 000
7.1	50 001 ————— 75 000
3.5	75 001 ————— 100 000
10.7	100 001 ————— 250 000
3.5	250 001 ————— 500 000
—	500 001 ————— 750 000
—	750 001 ————— 1 000 000
25.0	1 000 001 ————— 5 000 000
3.5	5 000 001 ————— 15 000 000

TABLA No 2 * PORCENTAJE DE VOLUMEN DE
CARDUMENES EN LA ZONA 2

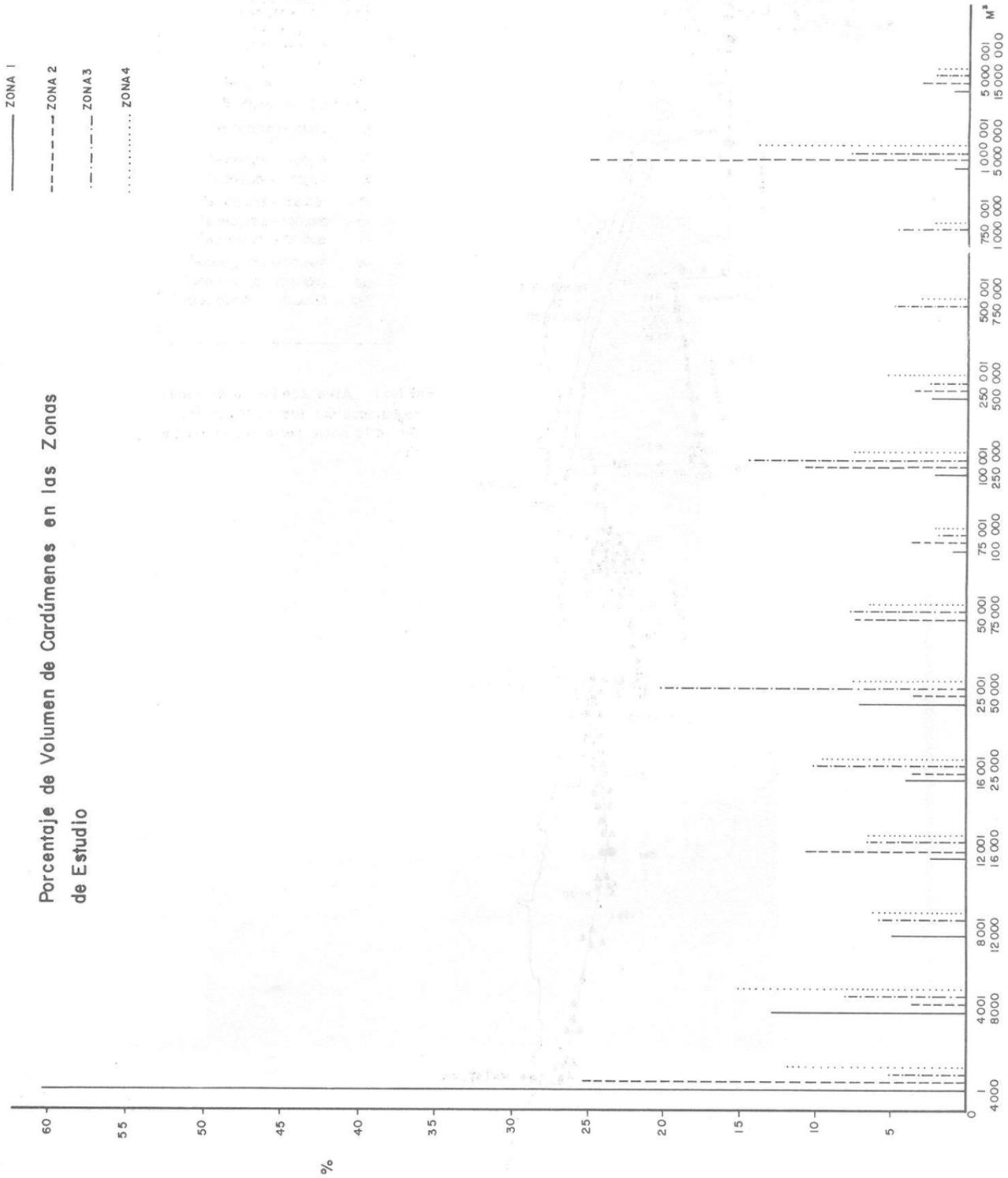
%	VOLUMEN (m ³)
4.9	1 ————— 4 000
7.8	4 001 ————— 8 000
5.8	8 001 ————— 12 000
5.8	12 001 ————— 16 000
9.8	16 001 ————— 25 000
19.6	25 001 ————— 50 000
7.8	50 001 ————— 75 000
1.9	75 001 ————— 100 000
14.7	100 001 ————— 250 000
1.9	250 001 ————— 500 000
4.9	500 001 ————— 750 000
4.9	750 001 ————— 1 000 000
7.8	1 000 001 ————— 5 000 000
1.9	5 000 001 ————— 15 000 000

TABLA No 3.* PORCENTAJE DE VOLUMEN DE
CARDUMENES EN LA ZONA 3

%	VOLUMEN (m ³)
11.8	1 ————— 4000
15.0	4001 ————— 8000
6.4	8001 ————— 12000
6.4	12001 ————— 16000
9.6	16001 ————— 25 000
7.5	25 001 ————— 50 000
6.4	50 001 ————— 75000
2.1	75 001 ————— 100 000
7.5	100 001 ————— 250 000
5.3	250 001 ————— 500 000
3.2	500 001 ————— 750 000
2.1	750 001 ————— 1 000 000
13.9	1 000 001 ————— 5 000 000
2.1	5 000 001 ————— 15 000 000

TABLA No 4. PORCENTAJE DE VOLUMEN DE CARDUMENES
EN LA ZONA 4

Porcentaje de Volumen de Cardúmenes en las Zonas de Estudio



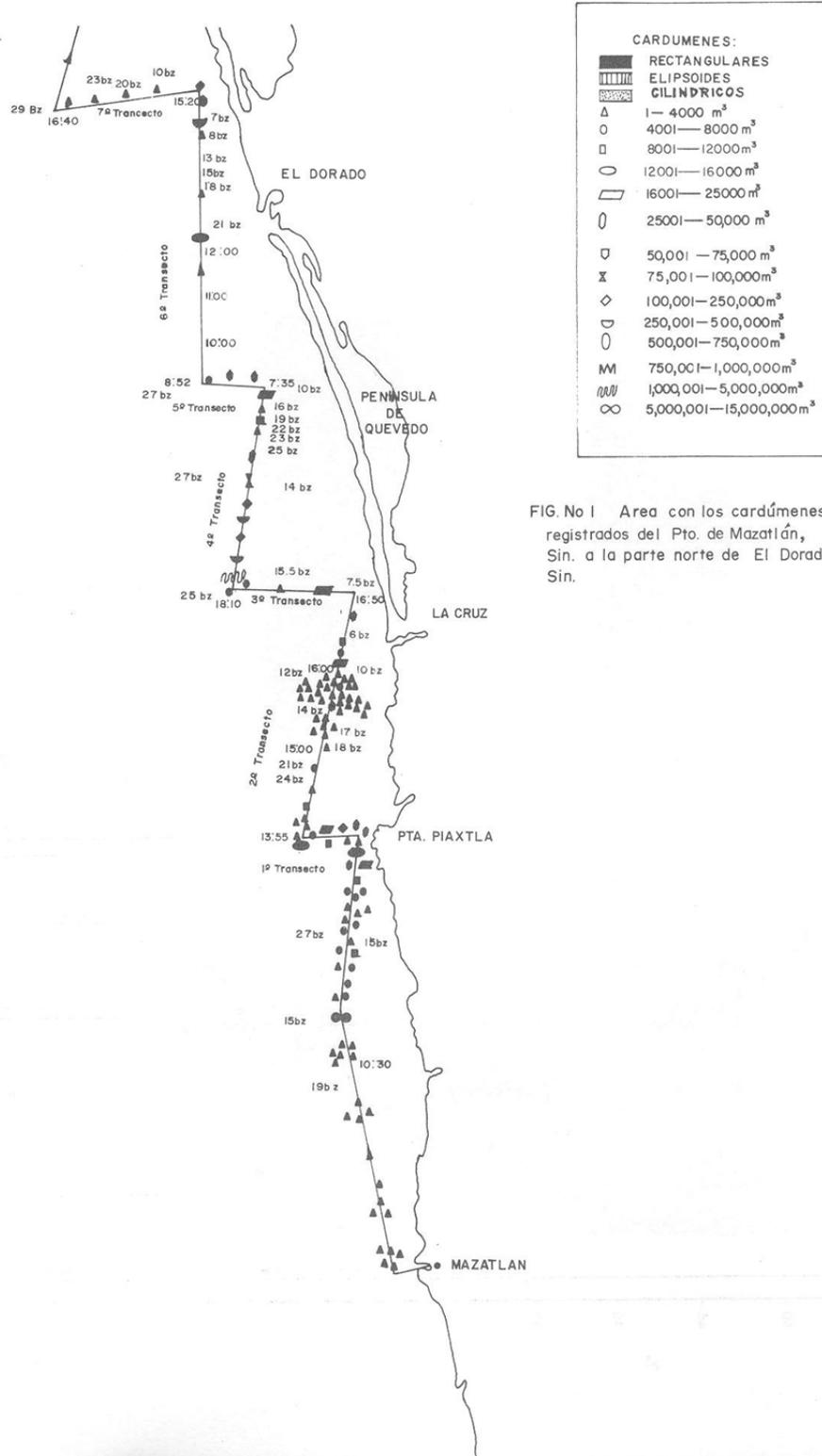


FIG. No 1 Area con los cardúmenes registrados del Pto. de Mazatlán, Sin. a la parte norte de El Dorado, Sin.

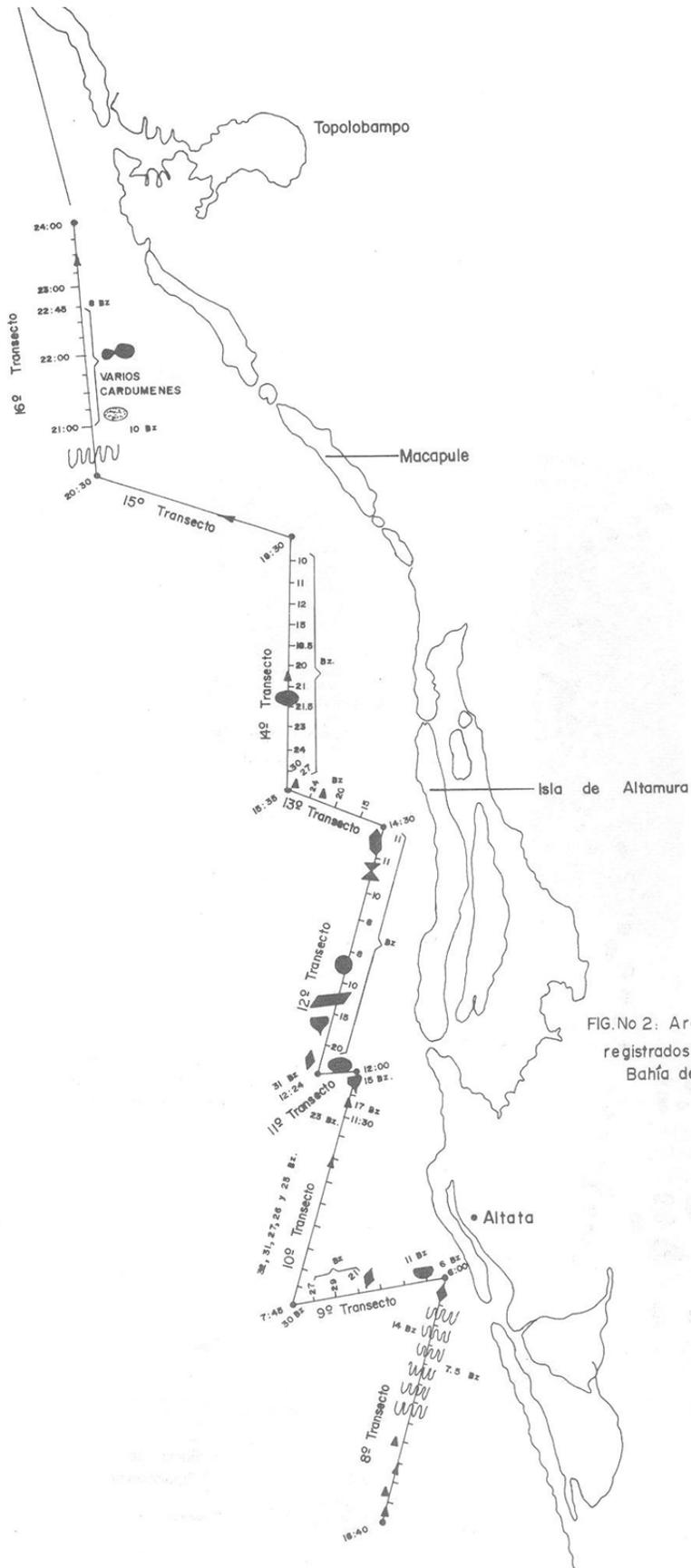


FIG.No 2: Area con los cardúmenes registrados de "Palma Sola", Sin. a Bahía de Topolobampo, Sin.

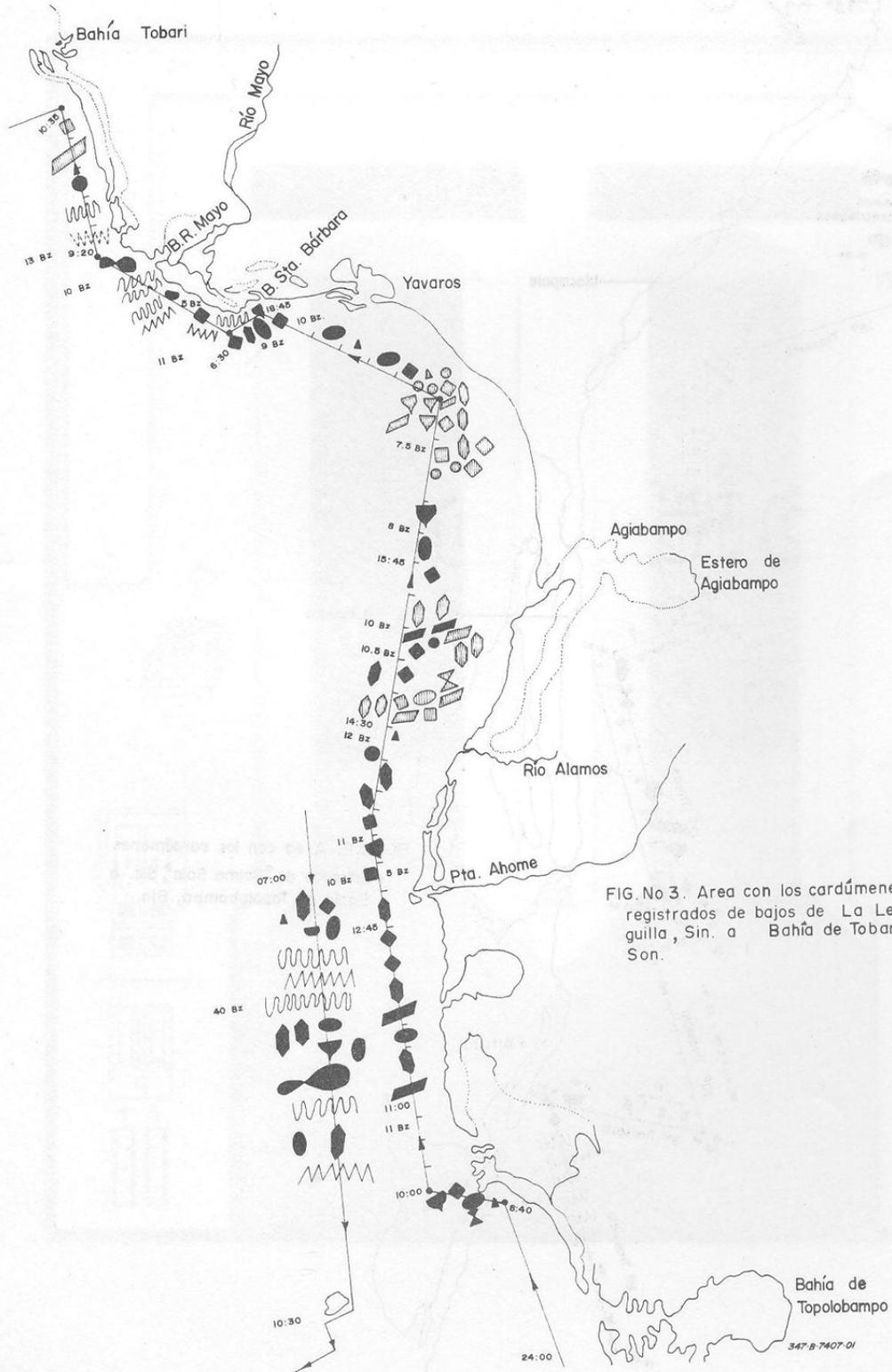


FIG. No 3. Area con los cardúmenes registrados de bajos de La Lechuquilla, Sin. a Bahía de Tobarí, Son.

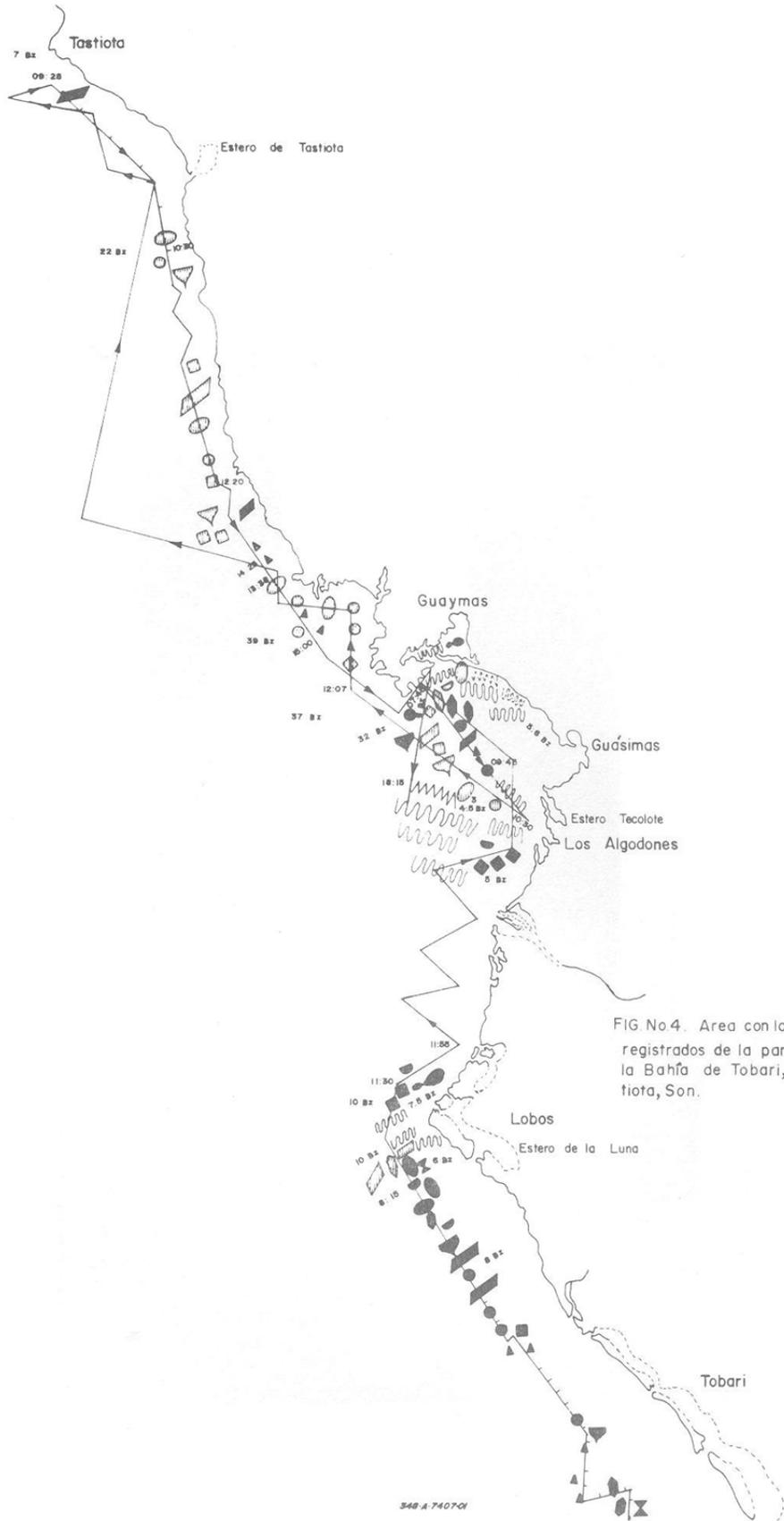


FIG No.4. Area con los cardúmenes registrados de la parte media de la Bahía de Tobarí, Son. a Tastiota, Son.

Esta publicación se terminó de imprimir el 10 de diciembre de 1976, en el Departamento de Offset de la Sección Editorial del Instituto Nacional de Pesca, sito en Chiapas No. 121, Col. Roma, México, D. F. Se tiraron 1,500 ejemplares, utilizándose papel Optical Bond de 50 kilos para el texto y papel Ameca Bond de 80 kilos para la elaboración de forros.