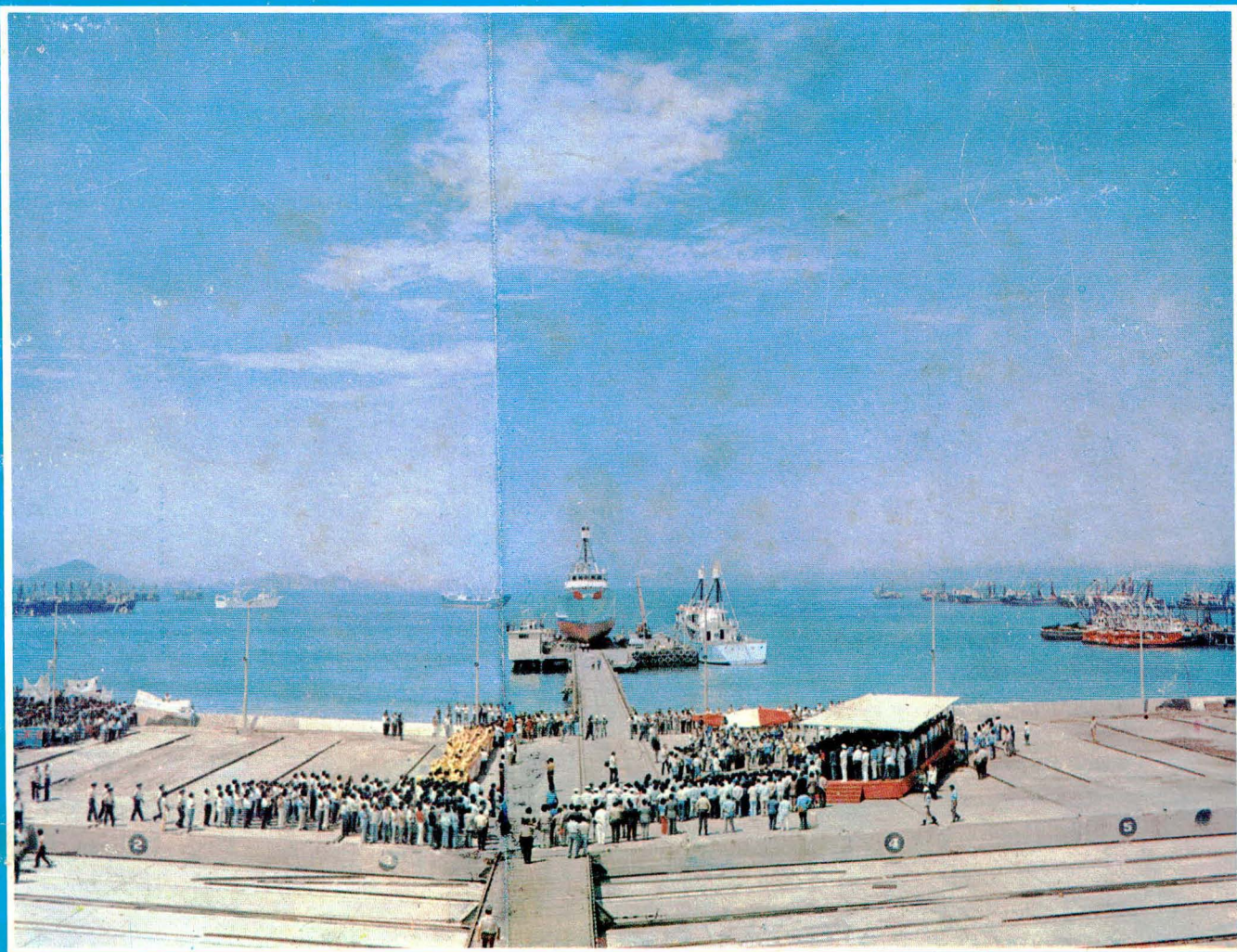


MINISTERIO DE PESQUERIA

DOCUMENTA

AÑO IV No. 37 ENERO DE 1974

ORGANO INFORMATIVO
TÉCNICO – CIENTÍFICO
EDITADO POR LA
OFICINA DE TRAMITE
DOCUMENTARIO



LIMA



PERU

PUBLICACION
MENSUAL



MINISTERIO DE PESQUERIA

DOCUMENTA

AÑO IV No. 37 ENERO DE 1974

Jefe de Redacción—Diagramación:
Sr. Samuel Bermeo Arce

Director:
Dr. José Linares Málaga

Asesor:
Dr. Lorenzo Palagi T.

CONTENIDO

- 2 Nuevo estímulo para "DOCUMENTA"
- 3 Editorial
- 4 Ocupación Plena de las 200 Millas
- 6 Huancayo tiene ya su moderno Frigorífico Pesquero Zonal.
- 8 XII Reunión de la Comisión Permanente del Pacífico Sur.
- 10 La Riqueza territorial de las 200 Millas
- 40 La Fibra se impone.
- 42 La industria y la técnica naval de la República Popular de Polonia.

MISCELANEA

- 46 Océano de problemas.
- 48 Navas nacidas a orillas del Volga.
- 49 ¿Qué puede contar el fondo del océano?
- 50 NOTICIERO

NUESTRA CARATULA

Momento histórico de la gran ceremonia de Ocupación Plena de las 200 Millas de nuestro Mar Territorial o la "Marcha hacia el Oeste" que tuvo lugar en Chimbote ante millares de pescadores. (Ver amplia información en la pág. 4)

FOTO: CORTESIA DEL DIARIO "EL COMERCIO".

MINISTERIO DE PESQUERIA



TOQUEPALA Y SUS RELAVES

Resumen de un interesante trabajo preparado por la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica sobre la constitución química de los relaves procedentes de la Concentradora de la Mina de Southern Peru Cooper Corporation.

12



LA PISCICULTURA COMO PROFESION Y SU TERMINOLOGIA

El autor señala que muy poco se ha avanzado en materia de piscicultura propiamente dicha en el Perú, habiéndose dado tan sólo impulso a la piscicultura de repoblamiento por parte del Gobierno.

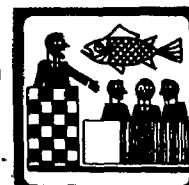
24



EL MEDIO AMBIENTE MARINO Y ALGUNOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION

Un estudio presentado por el Ing. Oscar Guillén en el Simposio sobre contaminación ambiental efectuado el año pasado.

30



LA DESALINIZACION RESUELVE EL PROBLEMA DE LA ESCASEZ DE AGUA, PERO A UN COSTO ELE-VADO

Aunque la desalación no es decididamente la solución universal del problema de la escasez de agua, juega, sin embargo, un papel importante donde el suministro de agua potable es problemático.

38



Redacción:
Lord Cochrane N° 351
Miraflores — Telf. 40-6995

Impresores:
Imprenta del Ministerio de Guerra — Jr. Ancash N° 671,
Lima

SUSCRIPCION ANUAL:
En el país S/. 500.00
En el extranjero . . . US\$ 15.00

1.- INTRODUCCION.

El océano en su parte más ancha, cerca del Ecuador, tiene una extensión de 12,000 millas y corresponde al Pacífico, mientras que de norte a sur, incluyendo las extensiones del Pacífico Artico y Antártico, el océano alcanza casi de polo a polo, es decir cubre casi la mitad del globo y si sumamos a esto los océanos Indico y Atlántico, y sus mares contiguos se tiene un total de 71%. Es decir que las tres cuartas partes de la superficie del globo están cubiertas por agua, quedando una cuarta parte de tierra . . .

Por otra parte sabemos que solamente una mitad del área terrestre es habitable y que además solamente un décimo es cultivable, por consiguiente tenemos que aceptar que la tierra en que habitamos, lejos de ser infinito en tamaño o en capacidad, es en realidad muy limitado.

El aumento progresivo de la población en el espacio terrestre y de sus riquezas hace que las gentes comiencen a mirar hacia el mar.

Anticipadamente, los mares han sido usados como un buen medio para navegar los barcos y para capturar algunos peces si estos se hallaban cerca de la playa, es decir, que a los océanos no se les prestó interés, a tal extremo que nadie se molestó en reclamar su jurisdicción.

Recientemente, debido al gran interés de los mares los países han reclamado su jurisdicción sobre ellos.

El Japón y los Estados Unidos de América tienen tres millas como límite territorial; otros cuarenta o cincuenta países: doce millas y otros países han llegado a doscientas millas del mar frente a sus costas como límite territorial.

Como sabemos, los recursos naturales más importantes en el mundo son aquellos destinados a la alimentación. El mar a través de la historia ha sido una fuente importante de alimento, sin embargo la cantidad de alimentos tomados del mar, comparada con la producida por la tierra, es insignificante. De allí la posibilidad de obtener más alimento del mar, tema que nos interesa a todos.

La captura de peces en el mundo durante los últimos años ha incrementado grandemente de 21 millones en 1950 a 46 millones de toneladas métricas en 1963, sobrepasando los 55 millones en los últimos años, ocupando el Japón el primer puesto con un quince a veinte por ciento del total mundial.

2. EL AMBIENTE MARINO

2.1. Sistema de circulación

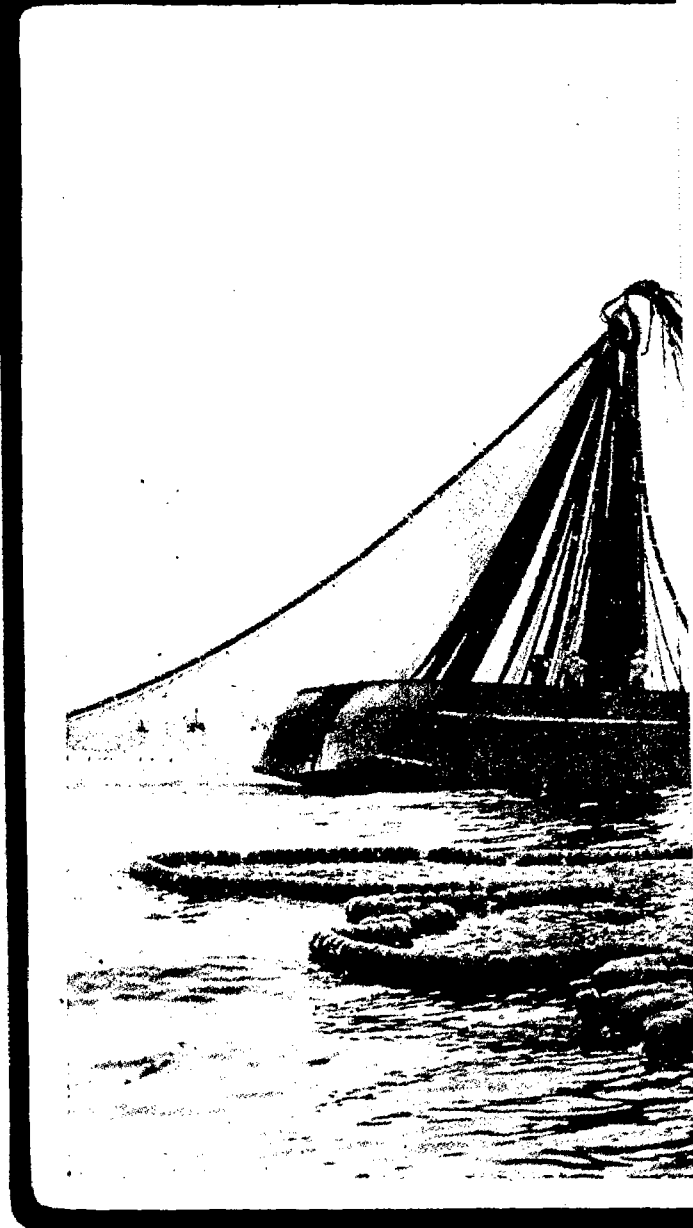
La circulación frente a las aguas de la costa peruana varía de acuerdo al espacio y tiempo, La Fig. 1 muestra la circulación en el Pacífico Sur, la cual comprende las siguientes corrientes:

La Contracorriente Ecuatorial, la cual fluye de oeste a este entre los 5° 10° N. con velocidades de 25 — 100 cm/seg. y un transporte de 25×10^6 m³/seg; siendo más intensa en Setiembre y más débil en Abril.

La corriente Sur Ecuatorial, la cual fluye de este a oeste, siendo más intensa entre los 30° N — 80° S, con velocidades de 20 — 100 cm/seg. y un

EL MEDIO AMBIENTE Y ALGUNOS EFECTOS DE LA CONTAMINACION

Simposium sobre Contaminación
Ambiental del 12 — 16 — 2 — 73



ENTE MARINO BLEMAS DE ON

POR: Ing. Oscar Guillén



transporte de $35 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}$; siendo más intensa en Setiembre y más débil en Marzo.

La corriente Cromwell, que fluye de oeste a este, entre los $2^\circ \text{ N} - 2^\circ \text{ S}$, entre los 50 — 300 m. de profundidad, con velocidades alrededor de 130 cm/seg. en el eje y un transporte de $4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}$.

La contracorriente Sur Ecuatorial, fluye de oeste a este, alrededor de aproximadamente 9° S , entre los 100 — 500 m. de profundidad.

La corriente Chilena, que fluye hacia el N y NW, entre los 50 — 150 m. de profundidad en la parte costera, del Perú.

Como parte del sistema general de circulación se presenta el afloramiento costero, que es un movimiento vertical, mediante el cual se renuevan las aguas superficiales por aguas sub-superficiales ricas en nutrientes.

Las áreas de afloramientos costeros más intensos a lo largo de la costa peruana son frente a Paita, Salaverry, Callao y San Juan.

Frente a la costa peruana, fluye hacia el nor-este la Corriente Costera Peruana y más lejos de la costa la Corriente Océánica Peruana que también se dirige hacia el noroeste como parte de la circulación anticiclónica del Océano Pacífico Sur.

Estas dos corrientes están generalmente separadas por un flujo débil e irregular hacia el Sur, que es la Contracorriente Peruana, la cual es sub-superficial y que ocasionalmente llega a la superficie (Wyrtyk, 1963).

Stevenson, et al (1970) hallaron que el flujo de la Corriente Costera Peruana puede seguirse desde cerca de Arica hasta los 5° S con velocidades de 4 a 15 cm/seg. alcanzando algunas veces cerca de los 7° S velocidad de 40 a 80 cm/seg.

El flujo de la Corriente Costera del Perú varía estacionalmente y es más intenso durante los meses de Abril a Setiembre, con un transporte generalmente confinado a los primeros 200 m. de profundidad (Stevenson, et al, 1970). La Contracorriente en la superficie del mar está ausente durante los meses de Julio a Octubre, mostrando su mayor intensidad en los meses de Noviembre a Febrero. La Corriente Costera del Perú y la Corriente Océánica del Perú en los meses de Julio a Octubre forman un sólo flujo uniforme hacia el nor-oeste para luego integrarse a la Corriente Surecuatorial.

El aporte de la corriente peruana a la corriente surecuatorial es de $14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}$.

En la Subsuperficial fluye una corriente hacia el sur, más profunda y más débil que la Contracorriente, la Corriente Subsuperficial Peruano-Chilena, con velocidad de 4 a 10 cm/seg. (Wooster y Gilmartin, 1961) frente al Perú, excepto frente a Punta Falsa donde hallaron velocidades de 20 cm/seg.

2.2. Masas de agua

Las aguas a lo largo de la Costa Peruana se hallan influenciadas por las Aguas Subtropicales Superficiales al oeste, al norte por las Aguas Ecuatoriales Superficiales y al sur por las Aguas Subantárticas. Además se encuentra influenciado por las aguas de afloramiento y por los procesos de circulación y de mezcla.

En la capa de 0 - 300 m de profundidad se distinguen los siguientes tipos y masas de agua:

EN LA SUPERFICIE.

Aguas Tropicales Superficiales, que se caracterizan por su alta temperatura y baja salinidad. Se presentan al norte de los 4°S, con salinidades menores de 33.8‰.

Aguas Subtropicales Superficiales, de alta salinidad, las cuales son generalmente calientes pero con un rango variable en temperatura, con salinidad mayores de 35.1‰.

Aguas Ecuatoriales Superficiales, cuyas propiedades son determinadas por la advección estacional de las aguas más frías de la Corriente Peruana y por el afloramiento Ecuatorial. Se presenta generalmente al norte de los 6° S, con salinidad menores de 35.8‰ (Wyrtki, 1967 y Zuta y Guillén 1970). **Aguas Costeras Frías**, la cual es fría y se caracteriza por salinidades de 35.1 — 34.8‰ (Zuta y Guillén 1970). Los límites entre estas masas de aguas están sujetas a las fluctuaciones estacionales y en la mayoría de los casos, son zonas de límites más que frentes.

En la subsuperficie Zuta y Guillén (1970) distinguen las siguientes masas de agua:

Las aguas ecuatoriales subsuperficiales, con salinidades de 35.1 — 34.9‰ y temperaturas de 15 — 13°C y se encuentran entre los 50 — 300 m. de profundidad.

Las aguas templadas de la subantártica, que se caracterizan por su mínima salinidad y se hallan generalmente encima de los 100 m., con salinidades de 34.8 — 34.6‰ y temperaturas de 15 — 13°C frente a las costas del Perú.

2.3. Nutrientes y Productividad.

La temperatura es el parámetro más fácil de obtener en el mar, y su distribución y variación depende fundamentalmente las variaciones de la radiación solar y está ligada a las corrientes oceánicas.

La salinidad es un parámetro conservativo que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación.

Los nutrientes en el agua juegan un rol importante en los procesos de fotosíntesis, en el cual los elementos son extraídos del agua de mar en cantidades requeridas para el crecimiento del fitoplancton. Los nutrientes son retornados al agua de mar en la fase regenerativa como producto de descomposición y excreción de los productores primarios y de los subsiguientes miembros de la cadena alimenticia.

La producción de las aguas es un fenómeno complejo en el cual no solamente intervienen los procesos biológicos, sino también los procesos físicos y químicos del ambiente.

Los organismos marinos que conforman el plancton están subdivididos en plantas y animales denominados fitoplancton y zooplancton, respectivamente. El fitoplancton marino constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia en el mar, como alimento del zooplancton, y está sujeto a los siguientes factores: Energía solar, Temperatura, Sales nutritivas, Mezcla vertical, Gravedad específica, Alimentación del zooplancton, etc.

Los pigmentos fitoplanctónicos desempeñan un rol clave en la bioquímica de la fotosíntesis. La luz solar provee la energía necesaria para que las algas planctónicas transformen la materia inorgánica (CO₂, agua nitrato, fosfato, etc.) en materia orgánica, y es solamente la luz absorbida por los pigmentos activos en la fotosíntesis la que es usada en esta transformación.

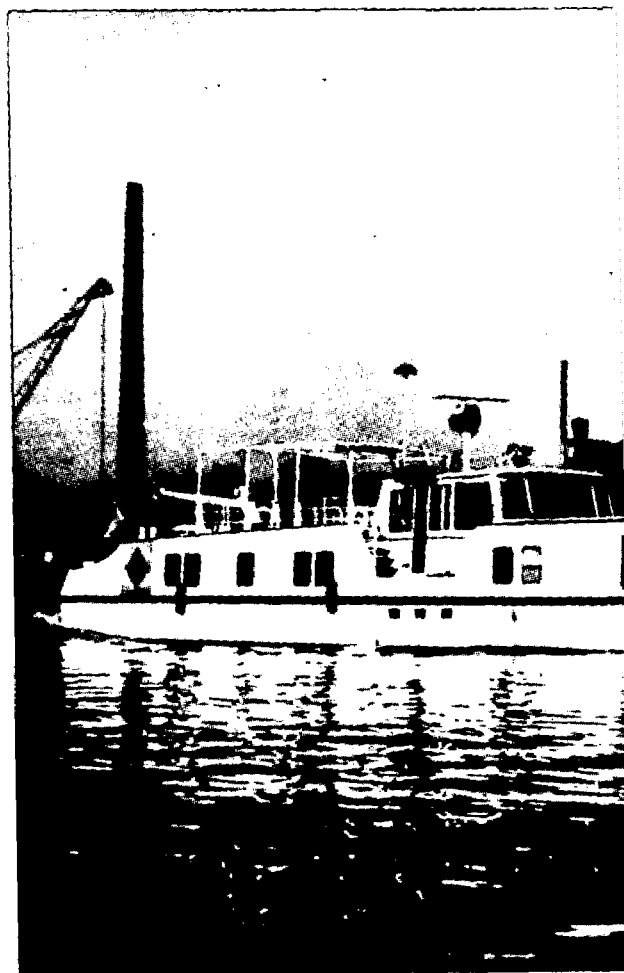
3. CONTAMINACION

3.1. Contaminación de las aguas marinas.

Contaminación del agua del mar puede ser definida como la introducción al ambiente marino de sustancias que perjudican los recursos vivos, constituyendo un peligro no sólo para la salud del hombre, sino también para las actividades marítimas, afectando por consiguiente a la pesca y a la calidad de los Productos Pesqueros.

Los contaminantes llegan al mar por diferentes medios, tales como el aire, los ríos, desagües y los desperdicios echados por los buques.

Ultimamente se están introduciendo al medio grandes cantidades de contaminantes industriales consistentes en metales pesados y otros productos tales como el petróleo, productos orgánicos y pesticidas, constituyendo una amenaza para los recursos pesqueros. Algunos de ellos se unen a las proteínas en los seres marinos y entran en la cadena

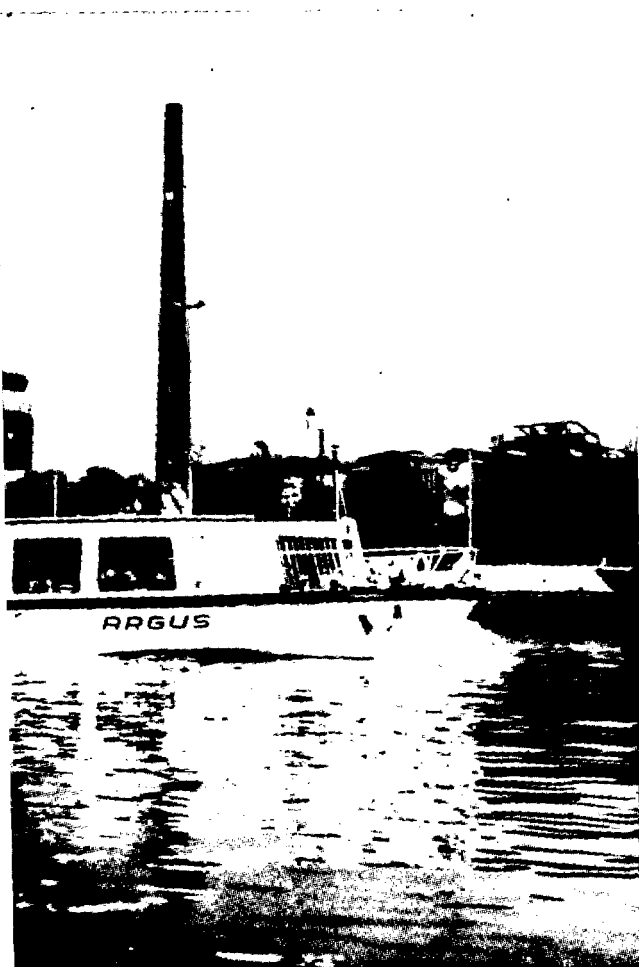


alimenticia La prueba de su toxicidad ha sido observada por varios investigadores en algunos peces, por el continuo aumento de tumores cancerosos, leucemia, ulceraciones de la piel, deformidades de las aletas, modificaciones genéticas, etc.

Entre los elementos inorgánicos contaminantes se encuentran: el aluminio, arsénico, fluor, sulfuro de hidrógeno, plomo, mercurio, zinc y otros. El grado de su toxicidad a igualdad de volumen varía de un organismo a otro. Tienen gran importancia, debido a su creciente acumulación y a su persistencia en el ambiente marino. Los más peligrosos de todos estos son el plomo y el mercurio. Por otra parte se ha comprobado por ejemplo que el cobre es causante de la coloración verde de las ostras y el hierro de la coloración verde de los filetes de bacalao.

También se sabe que entre los contaminantes, los metales, son fácilmente absorbidos por las macropartículas en suspensión, pudiéndose sedimentar en los fondos, causando alteraciones tanto en el medio como en el contaminante, así por ejemplo el mercurio, además de concentrarse en los organismos marinos, se ha observado que por alteraciones bioquímicas puede pasar a metil metílico el cual es un gran tóxico. La forma como el mercurio es ab-

(Continúa en la pág. siguiente)



EL DESARROLLO DEL PERU DEPENDE DE LA MEJOR ADMINISTRACION DE SUS RECURSOS



MILLONES DE TONELADAS DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO VENDIDAS A MAS DE CINCUENTA PAISES ACREDITAN LA EFICIENCIA DE EPCHAP RESPALDADA POR LA RECONOCIDA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS PERUANOS.

Agentes en todo el mundo

TERMINALES

Norteamérica:

Costa Oeste	Stockton,	California
Costa Este	Wilmington,	Carolina
	del Norte	

Europa

Dordrecht, Rotterdam	Holanda
Luca Kopper	Yugoslavia

OFICINAS

Norteamérica	New Jersey
Europa	Paris, Francia
Oficinas en Lima:	Av. 28 de Julio
715, 10º piso Lima-PERU Apartado 1373	
Teléfono 31 25 40 Télex 5601 RCA	
35 40 32 8 ITT	

EMPRESA PUBLICA DE COMERCIALIZACION
DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

Eficiencia al servicio del Perú

TABLA 1. TASAS MAXIMAS POSIBLES DE CAMBIOS DE CONCENTRACION DEBIDO A LA PRODUCCION INDUSTRIAL

ELEMENTO	Producción Anual Toneladas (miles)	Gramos	Cant. Presente en Concentración ug. kg ⁻¹	el Mar Cant. Total gramos	Producción Anual Divididos entre Cantidad Presente	Tasas relativas de cambios año ⁻¹
Cd	14.1	14.1 × 10 ⁹	0.1	0.137 × 10 ¹⁵	103 × 10 ⁻⁶	0.0001
Cu	4460	4460 × 10 ⁹	3.	4.11 × 10 ¹⁵	1080 × 10 ⁻⁶	0.001
Hg	08.1	8.8 × 10 ⁹	0.1	0.137 × 10 ¹⁵	73 × 10 ⁻⁶	0.00007
Pb	3000	3000 × 10 ⁹	0.08	0.109 × 10 ¹⁵	2.7 × 10 ⁴ × 10 ⁻⁶	0.027
Sb	40	40 × 10 ⁹	0.3	0.411 × 10 ¹⁵	97 × 10 ⁻⁶	0.0001
Zn	3930	3930 × 10 ⁹	5	6.85 × 10 ¹⁵	574 × 10 ⁻⁶	0.0006

Masa de agua en el mar: 1.37 × 10⁴² g.

sorbido por los peces, no es bien conocida, pero parece que es absorbido por las agallas y en el alimento.

Los contaminantes de los sedimentos pueden desprenderse hasta en un 750/o; sin embargo no se conoce muy bien la función de los sedimentos en relación a los contaminantes.

Los pesticidas sintéticos también ejercen efectos biológicos sobre todos los organismos y algunos tienen propiedades carcinógenas y pueden ser concentrados por los organismos marinos.

Entre otros contaminantes tenemos los detergentes no iónicos los cuales son más tóxicos que los hidrocarburos. También se ha observado que la salinidad de las aguas tiene un efecto sobre los contaminantes. La acción bacteriana también puede degradar a muchos contaminantes, así por ejemplo los productos de petróleo son degradados por los fermentos, siendo más lenta su degradación con la profundidad. Algunas formas de la contaminación orgánica también puede reducir la concentración del oxígeno.

El DDT es otro contaminante que influye grandemente en la fotosíntesis de plancton. La concentración de cada uno de los elementos contaminantes han sido medidas por lo menos algunas veces en el agua de mar, en los organismos y en los sedimentos marinos.

Sargent (1971) ha resumido las últimas investigaciones sobre contaminación marina:

Patterson, Tatsumoto y Chow han hallado en la Corriente de California una concentración de plomo promedio de 0.20 ug/L ó ppb arriba de los 500 m. y de 0.05 debajo de los 990 m.

La figura (2) muestra la distribución vertical del plomo en el agua de mar de acuerdo a Chow y Patterson (1966).

Windom, ha medido el mercurio en el agua de mar hallando frente a Georgia un promedio de 98 Est. de 0.064 ppb, con un rango de 0.01 a 0.30 ppb.

Robertson, en el Atlántico Tropical Oeste y en el Mediterráneo halló un promedio de 0.10 ppb, aproximadamente.

Windom en el área de Bermuda halló en el zooplancton una concentración (peso seco) promedio de 0.65 ppm de Hg en la plataforma y lejos de ella de 0.24 ppm. (los más altos valores fueron de 1.7, 1.8 y 5.3 ppm.), siendo el promedio de todos los valores de 0.46 ppm.

Risebrough, halló concentraciones de menos de 0.1 a 0.6 ppm. (peso húmedo) de DDT en los músculos e hígado del atún. También halló concentraciones de 0.2 a 1.0 ppm de DDT en la anchoveta, merluza, caballa y otros.

Avila (1971) en harina de anchoveta realizó dosajes de contaminación radioactiva, hallando que los niveles de radioactividad no eran nocivos para el hombre, correspondiendo las mayores concentraciones al Zn⁶⁵ y Mn⁵⁴. Los resultados promedios obtenidos, referidos a la anchoveta fresca fueron de 6.8 X 10⁻⁴ curies/gr. para el Zn⁶⁵ y de 5.5 x 10⁻³ para el Mn⁵⁴ curies/gr.

La tabla (1) muestra las tasas máximas posibles de cambios en la concentración de algunos elementos en el agua de mar debido a la producción industrial (Sargent, 1971).

La contaminación radioactiva en el ambiente marino puede ser debido a las siguientes fuentes de contaminación:

Plantas nucleares sobre la tierra, barcos impulsados con energía nuclear y prueba de armas nucleares.

Cuando los materiales radioactivos ingresan al mar, su concentración y su distribución son controlados por los factores físicos, químicos y biológicos.

Entre los factores físicos tenemos:

La advección por las corrientes y mareas; la difusión horizontal y vertical; la estratificación vertical; los floramientos y la discontinuidad de las masas de agua.

Entre los factores químicos tenemos:

La precipitación, coagulación y sedimenta-

ción; la absorción e intercambio iónico; la disolución y estabilización; y las diversas formas químicas.

Entre los factores biológicos tenemos:

El enriquecimiento y el transporte.

Entre todos estos factores los biológicos son los más importantes en relación con el alimento del hombre, debido a que la mayoría de los organismos concentran algunos de los elementos químicos en sus cuerpos.

Los elementos radioactivos en el mar difieren de los elementos no radioactivos debido a que ellos están sujetos a decaimiento de la radioactividad.

La tabla (2) presenta la concentración de los radionúclidos en el océano. Picciotto, 1961.

Las concentraciones promedio de uranio, radio, radio-carbón, torio y ionio en los ríos, agua de mar y sedimentos son mostrados en la tabla 3.

3.2 Efectos de la contaminación sobre el medio ambiente.

El efecto de los materiales radioactivos introducidos en el océano dependen:

1. De las características del agente radioactivo que es introducido.
 - a) El radionúclido, sus propiedades radioactivas (edad media, reacción nuclear, clase y energía de radiación).
 - b) Su estado físico en el agua de mar (ya sea en partículas, coloides o en forma iónica).

c) Sus propiedades químicas (incluyendo su rol en los procesos biológicos).

2. Dónde es introducido.

La posición y profundidad con respecto a las masas de aguas y a los procesos de circulación y mezcla.

Así por ejemplo: la distribución de uranio en el océano no es uniforme, generalmente incrementa con la profundidad y varía en la dirección horizontal.

Muchos de los productos presentes en una mezcla de productos de fisión son insolubles en el agua de mar y por consiguiente se acentúan en el fondo.

La contaminación de la cadena alimenticia del mar es muy importante: El primer eslabón es el fitoplancton y el segundo el zooplancton, los cuales constituyen el plancton, cuyas poblaciones son de fundamental importancia en el mar, ya que sirven de alimento a las especies pelágicas comestibles, los cuales pueden transportar isótopos. Algunas especies tanto Herbívoros como Carnívoros pueden ingerir elementos radioactivos por grandes períodos y algunos durante todo su ciclo de vida. La tasa de acumulación de los elementos del agua depende directamente de la tasa de crecimiento de las diversas poblaciones.

Las aguas más nutritivas soportan por lo general grandes poblaciones, en cambio las aguas más pobres soportan un menor número de especies. Los agentes contaminantes reducen la productividad y

TABLA 2. CONCENTRACION DE RADIONUCLIDOS EN EL OCEANO

Radionúclidos	Vida media años	Concentración g/ml.	Abundancia Isotópica, %	Desintegraciones por seg. y por ml.
H ³	1.2 × 10 ¹	3.2 × 10 ⁻²¹	1.0 × 10 ⁻¹⁶	1.1 × 10 ⁻⁶ β
C ¹⁴	5.5 × 10 ³	3.1 × 10 ⁻¹⁷	1.3 × 10 ⁻¹⁰	5.2 × 10 ⁻⁶ β
Be ¹⁰	2.7 × 10 ⁶	1 × 10 ⁻¹⁶		7 × 10 ⁻⁸ β
K ⁴⁰	1.3 × 10 ⁹	4.5 × 10 ⁻⁸	1.2 × 10 ⁻²	1.1 × 10 ⁻² β + α
Rb ⁸⁷	5.0 × 10 ¹⁰	3.4 × 10 ⁻⁸	27.8	1.0 × 10 ⁻⁴ β
U ²³⁸	4.5 × 10 ⁹	2 × 10 ⁻⁹	99.3	2.5 × 10 ⁻⁵ α
Th ²³⁰ (Io)	8.0 × 10 ⁴	6 × 10 ⁻¹⁶	> 3 × 10 ⁻³	4 × 10 ⁻⁷ α
Ra ²²⁶	1.6 × 10 ³	8 × 10 ⁻¹⁷	100	2.9 × 10 ⁻⁶ α
U ²³⁵	7.1 × 10 ⁸	1.4 × 10 ⁻¹¹	0.7	1.1 × 10 ⁻⁶ α
Pa ²³¹	3.4 × 10 ⁴	5 × 10 ⁻¹⁷	~ 100	8 × 10 ⁻⁸ α
Th ²²⁷ (RdAc)		7 × 10 ⁻²³		8 × 10 ⁻⁸ α
Th ²³²	1.4 × 10 ¹⁰	2 × 10 ⁻¹¹	~ 100	8 × 10 ⁻⁸ α
Th ²²⁸ (RdTh)	1.9	4.0 × 10 ⁻²¹		1.2 × 10 ⁻⁷ α
Ra ²²⁸ (MsTh)	6.7	1.4 × 10 ⁻²⁰	~ 1 × 10 ⁻²	1.2 × 10 ⁻⁷ β

TABLA 3. CONCENTRACION PROMEDIO DE ELEMENTOS RADIOACTIVOS EN EL AGUA DE MAR

Elementos	Agua de Río μg/l	Agua de Mar μg/l	Organismos Marinos μg/g	Sedimentos μg/g
U	1	3	0.1 - 1	1
Io (*)	$1-2 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-8} - 6 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-8} - 5 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-4} - 12 \times 10^{-4}$
Ra	0.7×10^{-7}	1.2×10^{-7}	1×10^{-9}	1×10^{-6}
Th (*)	0.2 - 0.4	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-2}$	5 - 10
14.C	2.5×10^{-8}	3.5×10^{-8}	0.8×10^{-6}	2×10^{-7}

(*) Asumiendo que la relación de actividad Io/Th en el mar es 20.

tienen efectos negativos sobre las pesquerías.

El ambiente pelágico es un ecosistema estable de gran diversidad. Las comunidades bentónicas también tienen gran diversidad y estabilidad.

Los organismos en el agua pueden acumular varios elementos contaminantes, cuya concentración dependerá del elemento y de las especies de los organismos.

La tabla 4 muestra los factores de concentración de algunos organismos marinos (Ketchum y Corwin, 1958).

Debido al movimiento de los organismos, las plantas y animales en el océano pueden modificar la distribución de los contaminantes.

Los organismos debido a sus migraciones verticales y horizontales pueden transportar contaminantes, ya sea hacia arriba o debajo y de regiones de alta o regiones de baja concentración.

Los organismos sedentarios que viven en una corriente pueden acumular elementos contaminantes en mucho mayor volumen que aquellos que sólo están por algún tiempo.

Muchas especies de peces migran horizontalmente sobre grandes áreas del océano. Ejemplo: el salmón del Pacífico, el atún, la caballa y otros.

Los contaminantes actúan sobre los peces modificando sus mecanismos sensoriales, disminuyendo su apetito, produciendo trastornos en

su metabolismo, y en su aparato respiratorio, reduciendo sus glóbulos rojos, produciendo modificaciones en sus mecanismos de como-regulación, etc. El DDT reduce la concentración de proteínas en la sangre.

También se ha comprobado que algunos contaminantes afectan las actividades enzimáticas.

TABLA 4. FACTORES DE CONCENTRACION EN ALGUNOS ORGANISMOS MARINOS

(Peso húmedo : volumen)

Elementos	Cesio	Estroncio	Hierro	Cobalto	Zinc	Cadmio	Iodo
Agua de Mar g/cc	$5 \cdot 10^{-10}$	$9 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-9}$	$2.5 \cdot 10^{-10}$	$1.4 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-8}$
Organismos							
Limacina	(0.2) ±	—	($5 \cdot 10^4$)	10^4	($3 \cdot 10^{-4}$)	($7 \cdot 10^{-5}$)	($5 \cdot 10^{-4}$)
Centropages	0.1-1	—	—	600	—	—	($6 \cdot 10^{-3}$)
Calanus	0.1-1	0.28*	$2.5 \cdot 10^4$	200	—	—	100
Ommastrephes	(0.1) ±	(0.3)*	10^4	200	($2 \cdot 10^{-4}$)	$2 \cdot 10^{-5}$	(10^{-4})
Sagitta	—	70	($5 \cdot 10^4$)	10^4	—	—	—
Euphausia	—	(0.3)*	—	800	—	—	—
Salpa	—	—	—	60	—	—	—

* Derivado de análisis de Ca y de la Sr/Ca dados por Chow y Thompson (1956).

± Basado en los análisis de potasio, asumiendo que la relación Cs/K en los organismos es igual que en el agua de mar.