



# informe progresivo

nº  
82

Mayo  
1998

**Condiciones oceanográficas frente a la costa norte y  
centro del Perú durante setiembre y octubre 1997  
(Operación MOPFEN 9709-10)**

*Luis Pizarro, Walter García, Flor Chang, Margarita Girón* . . . 3

DGIO - 40

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

*Asesora científica*  
*Dra. Norma Chirichigno Fonseca*

*Editor científico*  
*Dr. Pedro Aguilar Fernández*

© 1998. Instituto del Mar del Perú  
Esquina Gamarra y General Valle  
Apartado Postal 22  
Callao, PERU  
Teléfono 429.7630 / 420.2000  
Fax (511) 465 6023  
E-mail:imarpe+@imarpe.gob.pe

*Hecho el depósito de ley.*  
*Reservados todos los derechos de reproducción total*  
*o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*  
*ISSN: 0378-7702 (International Center for the Registration of Serials, Paris).*

*Impresión: VISUAL SERVICE SRL.*  
*Se terminó de imprimir en Agosto de 1998.*  
*José de la Torre Ugarte 433 - Lince.*  
*Teléfono 442.4423*

---

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleadas en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

# CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA NORTE Y CENTRO DEL PERÚ DURANTE SETIEMBRE Y OCTUBRE 1997. (OPERACIÓN MOPFEN 9709-10)

*Luis Pizarro*                      *Walter García*  
Dirección de Oceanografía Física. DGIO. IMARPE

*Flor Chang*                                      *Margarita Girón*  
Area de Fitoplancton y Producción              Area de Zooplancton y Producción  
Primaria. DOB. DGIO. IMARPE                      Secundaria. DOB. DGIO. IMARPE

## CONTENIDO

Resumen .....	3
1. Introducción .....	4
2. Material y métodos .....	5
2.1 Análisis del fitoplancton .....	5
2.2 Análisis del zooplancton .....	12
3. Resultados .....	12
3.1 Condiciones oceanográficas superficiales .....	12
3.2 Masas de aguas .....	13
3.3 Topografía de la isoterma de 15°C (m) .....	14
3.4 Distribución oxígeno disuelto en la superficie del mar .....	14
3.5 Aspectos meteorológicos superficiales .....	14
3.6 Estructura vertical de temperatura, salinidad y oxígeno contenidos en el agua de mar .....	16
3.7 Distribución superficial del plancton .....	21
3.8 Distribución latitudinal de los volúmenes promedio del plancton .....	21
3.9 Indicadores biológicos .....	25
4. Conclusiones .....	30
5. Agradecimientos .....	31
6. Referencias .....	31

## RESUMEN

Se trabajó en las secciones: Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco, del 17 de Setiembre al 08 de Octubre 1997

Las condiciones térmicas del mar peruano en setiembre y octubre de 1997, mostraron la continuación de las condiciones cálidas de El Niño observadas desde marzo de 1997, con anomalías térmicas que alcanzaron valores de +6,1 °C a +3,1 °C, con sus valores más altos ubicados al norte de los 12° S.

Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de 35,1 ‰ y temperaturas entre 20-24 °C. se registraron desde los 04° S (Talara) hasta los 15° S (sur de Pisco), fuera de las 60 mn y con una fuerte advección hacia la zona costera entre Paita y Pisco (S>35,2 ‰). De acuerdo a su estructura vertical halina estas aguas tuvieron espesor aproximado de 80 m de profundidad frente a Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote.

La estructura vertical durante este período en la sección Puerto Pizarro mostró una termoclina ubicada entre 50-150 m de profundidad, con presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) dentro de la 60 mn y hasta los 30 m de profundidad. Las secciones de Paita a Pisco estuvieron cubiertas por ASS hasta los 150 m de profundidad.

Las secciones Chicama, Chimbote y Callao, se caracterizaron por presentar Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en su estructura vertical, observándose una advección hacia las zonas costeras de estas masas de agua oceánicas.

La distribución de oxígeno superficial contenido en el agua de mar se presentó con valores que fluctuaron entre 2,30 y 6,10 mL/L, las áreas con concentraciones mayores de 5,0 mL/L se encontraron fuera de las 60 mn de la costa en promedio en toda el área prospectada.

En el área costera el fitoplancton estuvo caracterizado por diatomeas de Aguas Costeras Frías como *Chaetoceros socialis*, *Ch. curvisetus* y *Thalassionema nitzschioides* entre otras, asociadas a diatomeas oceánicas: *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia styliformis*, *Heli-cotheca thamensis*.

En el área oceánica predominaron los dinoflagelados, conformados por especies oceánicas, mostrando una gran diversidad. Los indicadores de AES estuvieron distribuidos de Puerto Pizarro a Chimbote por fuera de las 60 mn.

## 1. INTRODUCCION

Desde marzo de 1997, la información proveniente de la Red de Estaciones Costeras Fijas del IMARPE, la de cruceros y otras prospecciones en el mar, registraron el inicio de un calentamiento anómalo tipo El Niño, el cual continuó evolucionando durante los meses siguientes hasta llegar a su máxima intensidad en el mes de agosto, es a partir de setiembre que se registra una ligera disminución de las anomalías térmicas positivas observadas en los meses anteriores. (Boletín Semanal de TSM 1996, PIZARRO *et al.* 1997, VÁSQUEZ 1997).

A nivel de macro escala, estas condiciones ambientales fueron consistentes con la evolución de los indicadores oceánicos y atmosféricos en el Océano Pacífico Tropical, registrando tanto en el Pacífico Ecuatorial y Occidental un incremento de las TSMA. Si bien los modelos estadísticos y acoplados de entidades internacionales sugieren la continuación de condiciones El Niño en el Pacífico Central y Oriental, no se descarta la posibilidad que a nivel local y por cortos períodos de tiempo, ocurran incursiones de aguas cálidas principalmente en el norte del Perú, propios del período de verano y que según su intensidad estén repercutiendo en la distribución y concentración de los recursos vivos del mar.

La Operación MOPFEN 9709-10, se ejecutó del 17 de setiembre al 08 de octubre de 1997, a bordo de la E/E Huamanga, tuvo la finalidad de obtener información oceanográfica que permita conocer la variación que han tenido los parámetros ambientales durante la primavera de 1997 y tener así elementos de juicio, para conocer la tendencia de las condiciones del mar peruano para el mes de diciembre de 1997 e inicio del verano de 1998.

Para cumplir estos objetivos, la Operación MOPFEN 9709-10 cubrió las zonas marítimas desde la costa hasta las 150 millas náuticas, realizando siete secciones oceanográficas ubicadas frente a: Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

La operación MOPFEN 9709-10 se inició el 17 de setiembre a las 16:00 horas con el zarpe de la E/E Huamanga de la bahía de Callao. Durante la prospección se ejecutaron siete secciones oceanográficas, con estaciones hidrográficas y lanzamiento de BT hasta la profundidad de 280 m.

El personal que participó en el trabajo de campo de la operación estuvo conformado por: Ing. LUIS PIZARRO P. (Jefe de la Operación), Bach. WALTER GARCÍA, Bach. CÉSAR FERNÁNDEZ O., Bach. LUIS BELTRÁN, Téc. JULIO HURTADO y Téc. JORGE VELAOCHAGA.

En el monitoreo se realizaron 75 estaciones oceanográficas (Fig. 1 y Tabla 1); de éstas, 43 estaciones fueron hidrográficas, hasta 300 m de profundidad, en donde se tomaron muestras de agua de mar con el uso de botella Niskin para los análisis de oxígeno disuelto, y salinidad, además en estas estaciones se realizaron lanzamientos de BT hasta la profundidad de 280 m, y se tomaron muestras superficiales de plancton para los análisis de indicadores biológicos.

En todas las estaciones oceanográficas se hicieron observaciones meteorológicas y oceanográficas superficiales (Tabla 1 y Fig. 1). Los análisis de salinidad se realizaron por el método de inducción, utilizando un salinómetro de inducción portátil Kahlsico Modelo RS-10 y los valores obtenidos han sido calibrados de acuerdo a UNESCO 1981 y Lewis 1980.

### 2.1 Análisis del fitoplancton

Se colectaron 56 muestras, correspondientes a las secciones hidrográficas de Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco, tomadas con red estándar de fitoplancton de 75 micras de abertura de malla, mediante arrastres superficiales por 5 minutos y una velocidad mínima de 3 nudos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada hasta una concentración final de 2%.

Los volúmenes de plancton superficial (V) fueron obtenidos por centrifugación a 2400 RPM durante 5 minutos.

$$V = \text{vol. centrifugado}/K$$

$$K = 6,6273 \text{ m}^3$$

Los resultados son expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada ( $\text{mL}/\text{m}^3$ ).

Las muestras posteriormente fueron analizadas cualitativamente, teniendo en cuenta la proporción de los principales grupos del plancton, así como de las especies más abundantes, otorgándoles valores convencionales según metodología aplicada en el IMARPE como sigue:

Ausencia	:	0	Presencia	:	1
Poco abundante	:	2	Abundante	:	3
Muy abundante	:	4			





TABLA 1. (Continuación) INFORMACION BASICA DE PARAMETROS OCEANOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS  
OPERACION MOPFEN 9709-10 (Del 17 de setiembre al 08 octubre 1997)

N° EST.	FECHA (aammdd)	HORA Local	LAT. (S)	LONG. (W)	PROF (m)	TSM (°C)	SSM ‰	O2 (mL/L)	HR %	DIR. VIENTO	VEL. VIENTO	T-S (°C)	T-H (°C)	NUBES		VIS	TP	MAR															
														T	C																		
35	97-09-25	8:25	08°38,7	81°11,1	0	23.6	35.292	4.90	92	170	7.5	22.5	21.5	Sc	8	6	2	3															
					10	23.8	35.231	5.00																									
					25	23.7	35.250	4.74																									
					49	23.6	35.267	4.67																									
					74	19.8	35.236	1.86																									
					86	19.1	35.232	1.74																									
					129	18.1	35.029	1.71																									
					173	15.5	34.949	0.95																									
					259	13.6	35.312	0.24																									
					36	97-09-25	13:20	08°24,9											80°46,1	0	24.2	35.312	4.99	85	170	7.5	24.0	22.0	Sc	8	6		3
9	24.2	35.266	5.24																														
24	24.0	35.238	4.92																														
48	23.6	35.280	4.90																														
72	21.2	35.204	2.24																														
87	20.1	35.205	1.98																														
130	17.6	35.157	1.61																														
173	15.8	35.176	0.95																														
259		34.954	0.48																														
37	97-09-25	18:12	08°10,6	80°19,7					0	22.8	35.256	4.99	81	170	6.0	23.5	21.0	Sc		8	6	2	2										
					9	22.8	35.220	5.10																									
					22	22.5	35.218	4.78																									
					45	21.9	35.188	4.35																									
					67	18.7	35.180	1.90																									
					64	19.5	35.186	1.83																									
					96	19.0	35.083																										
					128	16.2	35.317	1.32																									
					193	14.2	35.210																										
					38	97-09-25	22:45	08°01,9	80°01,9	0	22.8	35.317							4.86					88	160	7.0	22.5	21	Sc	8	4	2	3
9	23.0	35.210	5.15																														
24	22.4	35.228	4.83																														
48	18.0	35.161	1.66																														
72	16.5	35.117	1.67																														
96	16.0	35.146	1.18																														
145	14.8	35.036	0.24																														
39	97-09-26	2:30	07°53,0	79°44,0						0	21.1	35.208	5.35	87	150	5.0	21.7	20.1	Sc	8	5	2	2										
										9	20.5	35.204	5.49																				
										24	18.8	35.200	1.95																				
					48	17.6	35.222	1.66																									
					72	16.8	35.148	1.33																									
					96	16.2	35.112	0.75																									
					40	97-09-26	5:35	07°48,2	79°31,4	0	19.6	35.670	3.73											82	130		20.0	18.0	Sc	8	4	2	1
										10	19.1	35.223	2.70																				
										25	18.2	35.179	1.02																				
										41	97-09-28	0:15	08°18,5																				
42	19.8	35.177	4.12																														
43	20.5	35.586	4.88																														
44	21.9	35.260	4.90																														
45	21.9	35.273	4.24																														
46	21.4	35.186	5.22																														
47	20.7	35.297	3.55																														
10	20.8	35.264	3.23																														
25	20.6	35.268	2.97																														
49	20.6	35.351	2.22																														
74	19.1	35.273	2.29																														
100	17.8	35.156	1.83																														
150	16.1	35.113	1.38																														
48	97-09-29	3:20	06°05,9	81°26,7	0	21.6	35.270	4.63	80	150	3.1	21.5	19.0			4	0	1															
					10	21.8	35.206	4.75																									
					25	21.6	35.219	4.32																									
					50	19.5	35.291	2.13																									
					75	18.3	35.238	2.14																									
					100	16.8	35.238	1.93																									
					149	15.5	35.082	1.52																									
					199	14.5	35.091	0.76																									
					298	12.8	34.893	0.33																									
					49	97-09-29	7:06	06°14,1											81°43,1	0	22.9	35.203	5.04	90	140	4.0	22.8	21.3	Sc	8	7	2	2
10	23.1	35.187	5.05																														
25	21.9	35.236	3.48																														
50	18.4	35.278	2.08																														
75	17.4	35.214	1.90																														
99	16.6	35.090	1.51																														
149	14.7	35.034	1.00																														
199	14.0	35.026	0.66																														
298	12.5	34.897	0.38																														
50	97-09-29	11:05	06°22,8	81°58,9					0	23.6	35.325	4.90	88	130	5.0	24.5	22.5	Cu		8	8	2	2										
					9	21.7	35.246	4.61																									
					24	21.1	35.197	2.32																									
					48	17.2	35.197	1.62																									
					72	16.4	35.148	1.57																									
					81	16.0	35.173	1.51																									
					123	15.3	35.091	1.38																									

TABLA 1 (Continuación) INFORMACION BASICA DE PARAMETROS OCEANOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS  
OPERACION MOPFEN 9709-10 (Del 17 de setiembre al 08 octubre 1997)

N° EST.	FECHA (aammdd)	HORA Local	LAT. (S)	LONG. (W)	PROF (m)	TSM (°C)	SSM %	O2 (mL/L)	HR %	DIR. VIENTO	VEL. VIENTO	T-S (°C)	T-H (°C)	NUBES		VIS	TP	MAR															
														T	C																		
51	97-09-29	16:45	06°36,9	82°24,9	164	14.8	35.029	0.95	82	170	12.0	24.0	21.5	Cl	2	7	0	4															
					246	13.2	35.020	0.43																									
					0	23.5	35.342	4.99																									
					9	24.2	35.252	4.90																									
					22	24.3	35.246	4.55																									
					43	21.2	35.174	2.40																									
					65	16.9	35.178	1.62																									
					64	17.0	35.148	1.88																									
					96	15.5	35.109	1.66																									
					128	14.6	35.034	1.51																									
52	97-09-29	22:35	06°51,1	82°51,2	192	13.6	34.975	0.48	82	150	9.5	24.0	21.5	Cl	8	4	2	4															
					0	24.7	35.339	4.68																									
					9	24.9	35.285	4.85																									
					24	25.0	35.407	4.69																									
					48	2.7	35.235	3.33																									
					72	17.8	35.190	1.43																									
					86	16.0	35.150	1.32																									
					129	14.9	35.070	0.85																									
					173	14.0	35.005	0.52																									
					259	12.6	34.961	0.19																									
53	97-09-30	4:05	07°04,0	83°13,3	0	24.1	35.336	5.04	81	160	9.5	23.0	20.5	Sc	8	4	2	4															
					9	24.9	35.278	4.95																									
					24	24.7	35.330	4.65																									
					48	20.8	35.171	2.31																									
					72	16.8	35.166	1.48																									
					90	15.5	35.066	0.94																									
					135	13.8	34.992	0.62																									
					181	13.2	34.953	0.28																									
					272	12.2	34.906	0.24																									
					54	97-09-30	8:45	06°45,2											82°56,2	0	24.9	35.279	5.75	89	150	7.5	23.0	21.5	Cl	3	8	0	4
55	25.1	35.349	5.25																														
55	97-09-30	12:00	06°25,2	82°35,3	0	25.1	35.349	5.25	86	130	7.5	24.0	22.0	Cl	3	8	0	2															
56	97-09-30	15:15	06°05,0	82°14,2	0	24.4	35.420	5.60	79	170	8.0	24.5	21.4	As	6	8	1	3															
57	97-09-30	18:50	05°44,8	81°53,4	0	23.5	35.247	5.65	89	170	10.0	23.0	21.5	Sc	6	6	1	3															
58	97-09-30	22:22	05°25,4	81°33,4	0	22.0	35.253	6.00	88	170	10.0	22.5	21.0	Sc	6	5	0	3															
59	97-10-01	0:42	05°13,3	81°21,2	0	20.3	35.180	3.50	88	60	9.0	21.0	19.5	Sc	6	5	1	3															
60	97-10-04	17:36	05°00,8	81°07,9	0	21.2	35.223	4.77	91	270	4.0	21.0	20.0	Sc	7	6	0	1															
					10	21.0	35.258	4.80																									
					20	19.6	35.306	2.93																									
					0	20.4	35.265	3.73																									
					9	20.3	35.182	3.48																									
					22	20.1	35.278	3.21																									
					43	18.5	35.104	2.22																									
					65	17.9	35.142	2.00																									
					71	17.2	35.103	1.74																									
					106	16.7	35.182	1.66																									
61	97-10-04	19:57	05°00,0	81°23,9	141	15.5	35.110	1.56	99	240	7.5	20.0	20.0					0	2														
					212	14.5	35.013	1.05																									
					0	21.4	35.238	4.32																									
					7	21.4	35.188	4.33																									
					18	21.3	35.218	3.87																									
					35	19.9	35.170	2.28																									
					53	18.3	35.133	1.99																									
					57	17.9	35.106	1.88																									
					86	17.5	35.119	1.90																									
					115	16.5	35.156	1.70																									
62	97-10-05	12:34	04°59,8	81°44,4	172	14.8	35.019	1.14	91	160	8.0	21.0	20.0		6	2	0	2															
					0	21.4	35.238	4.32																									
					7	21.4	35.188	4.33																									
					18	21.3	35.218	3.87																									
					35	19.9	35.170	2.28																									
					53	18.3	35.133	1.99																									
					57	17.9	35.106	1.88																									
					86	17.5	35.119	1.90																									
					115	16.5	35.156	1.70																									
					172	14.8	35.019	1.14																									
63	97-10-05	5:34	05°00,0	82°05,6	0	23.0	35.359	4.41	89	140	7.5	21.5	20.0	Sc	5	6	1	2															
					9	23.0	35.286	4.46																									
					22	22.9	35.274	4.23																									
					43	22.5	35.313	3.67																									
					65	20.0	35.317	3.38																									
					71	19.6	35.164	1.88																									
					106	18.2	35.246	1.90																									
					141	17.7	35.311	2.37																									
					64	97-10-05	10:56	05°00,0											82°35,9	0	24.6	35.324	5.00	87	140	8.0	24.0	22.0	Sc	7	6	1	2
																				9	24.8	35.359	4.75										
24	24.8	35.339	4.27																														
47	23.9	35.364	3.98																														
71	20.9	35.239	2.00																														
71	20.8	35.247	1.93																														
106	18.9	35.273	1.94																														
141	18.4	35.238	1.99																														
212	16.0	35.193	1.57																														
65	97-10-05	16:53	04°54,5	83°06,8					0	25.2	35.404	4.72	85	140	7.5	23.5	21.5	Sc		8	6	0	2										
					9	25.3	35.300	4.80																									
					24	25.3	35.351	4.64																									
					47	25.0	35.319	4.58																									
					71	23.9	35.276	3.76																									
					71	23.8	35.275	3.58																									
					106	18.4	35.178	2.04																									
					141	15.3	35.138	0.95																									

TABLA 1. (Continuación) INFORMACION BASICA DE PARAMETROS OCEANOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS  
OPERACION MOPFEN 9709-10 (Del 17 de setiembre al 08 octubre 1997)

N° EST.	FECHA (aammdd)	HORA Local	LAT. (S)	LONG. (W)	PROF (m)	TSM (°C)	SSM ‰	O2 (mL/L)	HR %	DIR. VIENTO	VEL. VIENTO	T-S (°C)	T-H (°C)	NUBES			TP	MAR																	
														T	C	VIS																			
66	97-10-05	22:02	04°54,8	83°33,2	212	13.4	34.991	0.57	85	140	9.5	23.0	21.0				1	3																	
					0	25.3	35.381	4.83																											
					9	25.3	35.358	4.90																											
					22	25.2	35.343	4.55																											
					43	25.2	35.340	3.98																											
					65	22.6	35.393	2.43																											
					82	22.5	35.355	2.26																											
					123	16.0	35.154	1.94																											
					164	13.9	34.994	1.89																											
					246	12.5	34.989	1.77																											
67	97-10-06	3:09	04°33,7	83°23,7	0	25.0	35.323	4.63	87	140	9.0	24.0	22.0				1	3																	
68	97-10-06	7:28	04°05,1	83°14,6	0	23.8	35.339	5.15	92	120	10.0	24.0	23.0	Sc	7	6	1	3																	
69	97-10-06	12:46	03°30,4	82°58,9	0	23.7	35.281	4.99	87	130	8.9	24.0	22.0				7	6	1	3															
					8	23.4	35.211	5.00																											
					20	23.2	35.198	4.64																											
					41	21.4	35.262	2.54																											
					61	19.8	35.364	2.38																											
					64	0.0	35.338	2.45																											
					96	19.0	35.222	2.00																											
					129	17.6	35.205	1.89																											
					193	15.2	35.106	1.90																											
					0	22.4	35.175	5.17																											
70	97-10-06	19:40	03°31,1	82°29,3	9	22.4	35.111	5.19	93	130	8.0	23.0	22.0				4		1	3															
					24	22.0	35.120	5.11																											
					47	21.8	35.170	4.35																											
					71		35.366	2.14																											
					71		35.240	3.29																											
					106	19.2	35.297	2.32																											
					141	17.4	35.135	1.99																											
					212	14.8	35.141	1.90																											
					0	23.6	35.042	4.72																											
					9	23.8	35.003	4.66																											
71	97-10-07	2:20	03°30,3	82°00,1	22	23.6	35.032	4.64	93	130	9.0	23.0	22.0						2	3															
					43	20.0	35.212	2.36																											
					65	19.0	35.296	2.33																											
					56	19.3	35.241	2.21																											
					84	18.0	35.247	2.18																											
					111	18.5	35.105	1.99																											
					167	14.6	35.030	1.38																											
					0	25.9	34.339	5.00																											
					7	25.9	34.238	5.15																											
					18	25.9	34.935	4.88																											
72	97-10-07	9:12	03°30,8	81°30,3	35	21.3	35.158	2.87	89	130	10.0	24.0	22.5	Cl	4	7	0	0	3																
					53	19.2	35.204	2.62																											
					57	20.0	35.234	2.12																											
					86	17.5	35.201	2.04																											
					115	16.0	35.082	1.99																											
					172	14.5	35.006	1.43																											
					0	25.8	34.393	5.55																											
					73	97-10-07	15:00	03°48,2												81°17,5	0	25.8	34.393	5.55	85	140	5.0	25.0	23.0			7		3	
					74	97-10-07	18:32	04°01,3												81°09,5	0	24.5	34.536	4.80	92	130	7.5	24.0	23.0	Sc	5				3
					75	97-10-07	23:10	04°24,2												81°20,5	0	22.2	34.939	3.95	85	140	5.0	23.0	21.0				2	1	

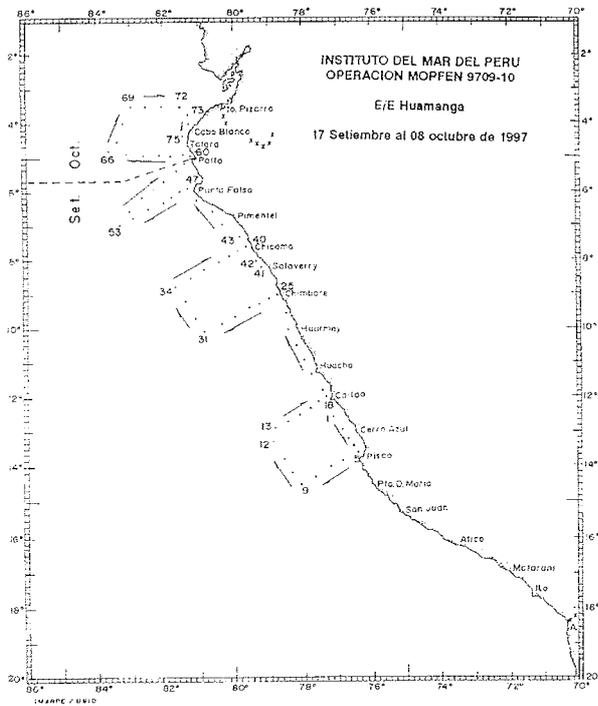


FIGURA 1. Carta de localización de estaciones oceanográficas. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

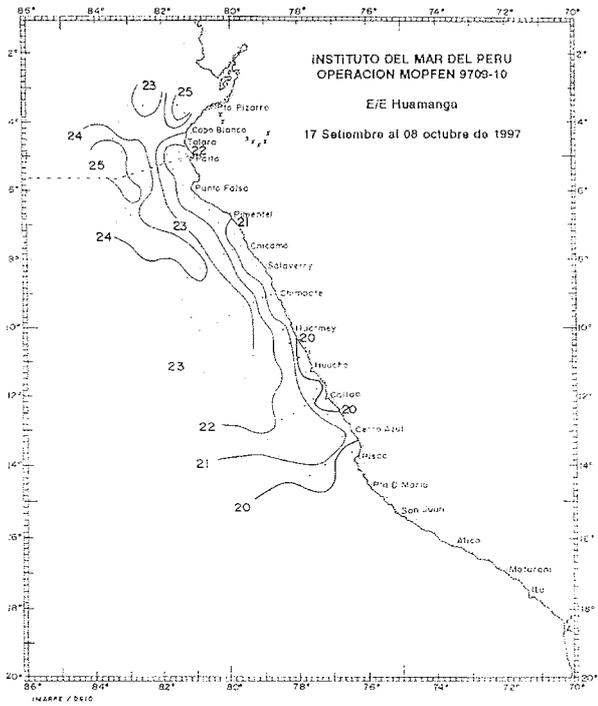


FIGURA 2. Distribución de la temperatura superficial del agua de mar (°C) TSM. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

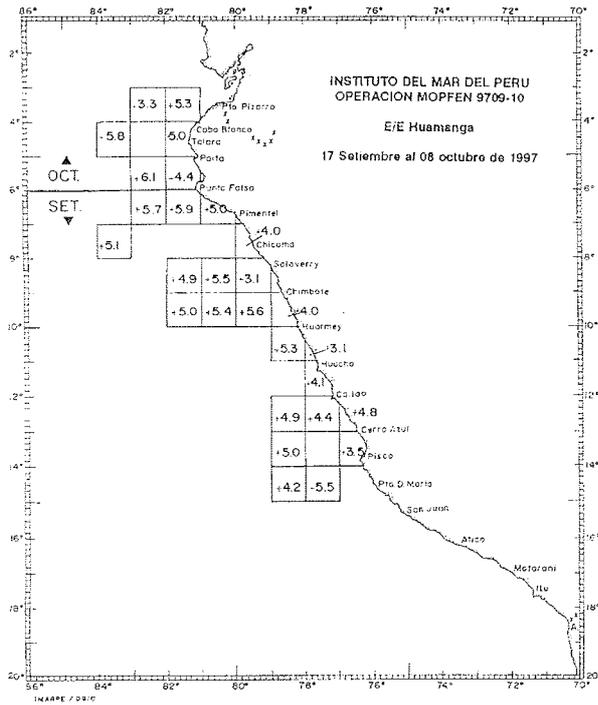


FIGURA 3. Distribución de las anomalías térmicas (°C) ATSM. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

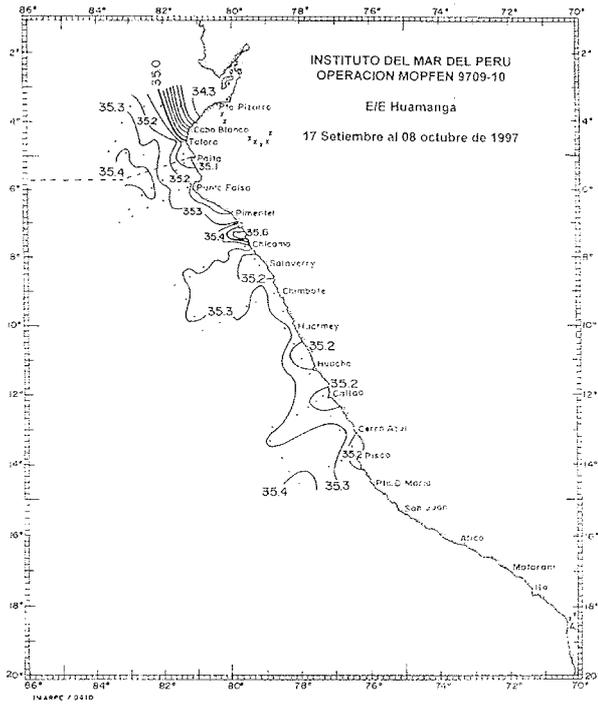


FIGURA 4. Distribución de la salinidad superficial del agua de mar (‰) SSM. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

Para la identificación de los diferentes organismos se consultaron los trabajos de CUPP (1943), HENDEY (1964), HUSTED (1971), SCHILLER (1971 a y b), SOURNIA (1967), y SUNDSTROM (1986), BALECH (1988) y CARMELO (1996).

Para los análisis se tuvo en consideración la abundancia relativa de cada muestra con respecto a fitoplancton y zooplancton. Asimismo se determinó la abundancia relativa de las especies.

## 2.2 Análisis del zooplancton

Para los análisis de zooplancton se tomaron 43 muestras en las secciones hidrográficas de Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco.

Las muestras fueron tomadas con una red estándar, con malla de 330 micras de abertura de malla, provista de un flujómetro marca General Oceanic modelo 2030R. Se colectaron en arrastres superficiales durante 5 minutos y a una velocidad de 3 nudos. Finalmente, fueron fijadas con formol al 2%.

Se obtuvieron los volúmenes de las muestras, empleando el método por desplazamiento; se calcularon los volúmenes del zooplancton utilizando los datos proporcionados por el medidor de flujo y fueron expresados en mL/100 m<sup>3</sup>.

El ictioplancton y el zooplancton se determinaron hasta nivel de especie; sólo se cuantificó el ictioplancton y las especies indicadoras de masas de agua.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Condiciones oceanográficas superficiales

El valor más bajo en la temperatura superficial del mar fue de 19,0 °C y se registró en la zona costera frente a Huacho, mientras que el valor más alto fue de 25,8 °C, registrado a 10 mn frente a Puerto Pizarro. La zona costera de Pisco a Paita dentro de las 20 mn se caracterizó por presentar temperaturas con valores menores de 22 °C. La distribución de las isotermas fue paralela a la costa, con gradiente térmico al norte de Cabo Blanco y Puerto Pizarro, como producto de la influencia del Frente Ecuatorial en esas zonas; y al efecto de calentamiento ocasionado por el Fenómeno El Niño (Fig. 2).

La distribución de la TSM durante setiembre y octubre de 1997 fue muy similar a la distribución de TSM propia de años El Niño. Durante el mes de setiembre e inicio de octubre de 1997, la región del Pacífico ecuatorial central y occidental se caracterizó por tener TSM más cálidas que el promedio patrón lo cual coincidió con los valores de TSM observados durante esta operación.

La distribución de la anomalías térmicas obtenidas en base al promedio patrón de ZUTA y URQUIZO 1972, y de REYNOLDS 1985, mostró para setiembre

1997 (Fig. 3) una fluctuación de  $+3,1^{\circ}$  a  $+5,9^{\circ}\text{C}$ , mientras que para los primeros días de octubre de 1997 las anomalías térmicas registraron una fluctuación de  $+3,3$  a  $+6,1^{\circ}\text{C}$ , en toda el área prospectada se registró un fuerte calentamiento superficial como producto de la continuación del evento El Niño iniciado en marzo de 1997.

La distribución de la salinidad superficial del agua de mar (SSM) presentó una fluctuación de 34,393 a 35,670‰. Las salinidades más bajas se registraron a 10 mn frente a Puerto Pizarro, con valores de 34,393 ‰, propias de las Aguas Ecuatoriales Superficiales ubicadas en esas zonas; el valor más alto de salinidad se registró en la zona costera frente a Eten (Fig. 4).

### 3.2 Masas de agua

#### *Frente ecuatorial*

De acuerdo a la distribución de la salinidad superficial y de TSM se pudo ubicar al frente ecuatorial en la zona costera al norte de los  $03^{\circ}30'$  S, con un gradiente térmico horizontal de  $22^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  y un gradiente halino de 34,2-34,9 ‰, conformado por Aguas Ecuatoriales Superficiales, con un núcleo de alta temperatura muy pegado a la costa entre la frontera norte y Puerto Pizarro. La estructura térmica y halina en la sección Puerto Pizarro, muestra en esta zona la influencia de las AES y del frente ecuatorial (Figs. 2 y 4).

#### *Aguas ecuatoriales superficiales*

Estas aguas se registraron desde la sección Puerto Pizarro hasta las  $4^{\circ}$  S (Cabo Blanco) y desde la superficie hasta una profundidad de 20 m, con tendencia a una progresión hacia el sur conforme incrementa la TSM por el cambio estacional (Fig. 2).

#### *Aguas subtropicales superficiales*

Las aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de 35,1 ‰ y temperatura entre  $21^{\circ}$  -  $25^{\circ}\text{C}$  se presentaron desde Paita hasta Pisco, con una fuerte advección hacia la zona costera entre Chicama y Callao ( $S < 35,2$  ‰), con un espesor aproximado de 60 m de profundidad frente a Chicama hasta 100 m de profundidad frente a Chimbote (Figs. 2 y 4).

#### *Afloramiento costero*

Las zonas con un débil afloramiento costero se presentaron dentro de las 10 mn de la costa y estuvieron ubicadas entre Huarmey y sur de Callao, con temperaturas y salinidades menores de  $21^{\circ}\text{C}$  y 35,1 ‰ respectivamente. La persistencia de los vientos en superficie, con dirección S y SE y velocidades de hasta 10 m/s favorecieron los afloramientos costeros en estas zonas, así como la intensidad y persistencia de las anomalías térmicas .

### *Extensión sur de la corriente de Cromwell*

La extensión sur de la Corriente de Cromwell identificada a través de la capa homotérmica de 15° a 13°, pudo ser observada desde la sección Puerto Pizarro hasta la sección Pisco con una profundidad promedio entre los 80 a 150 m de profundidad y por fuera de las 80 m de la costa (Figs. 10 y 16).

### **3.3 Topografía de la isoterma de 15°(m)**

La distribución topográfica de la isoterma de 15 °C (Fig. 9), mostró profundidades entre 180 - 200 m, con un flujo predominante del norte, paralelo a la línea costera, propio de un avance de las AES hacia el sur del mar peruano, apreciándose entre Huacho y Pisco zonas de mezcla donde los flujos se han presentado variados.

### **3.4 Distribución de oxígeno disuelto en la superficie del mar**

La distribución de oxígeno superficial contenido en el agua de mar se presentó con valores que fluctuaron entre 4,05 y 5,70 mL/L, las áreas con concentraciones mayores de 5,0 mL/L se encontraron fuera de las 100 mn de la costa frente a Pisco, asociadas a las ASS, con temperatura de 23 °C y salinidades de 35,2 ‰, mientras que los valores más bajos se ubicaron en las zonas de afloramiento costero frente al Callao y frente a Punta Falsa.

Los valores de 5,5 mL/L estuvieron asociados a ASS con temperaturas de 23 °C y salinidades de 35,2 ‰, teniendo esta característica el área de estudio entre Pimentel y Chimbote y fuera de las 40 mn de la costa (Fig. 5).

### **3.5 Aspectos meteorológicos superficiales**

#### *Temperatura del aire (°C)*

La temperatura del aire registró sus valores más altos en la zona costera frente a Puerto Pizarro y a 150 mn frente a Paita, muy relacionado a la distribución de la TSM que registró también valores altos en esas mismas zonas. Las temperaturas más bajas del aire se registraron en las zonas costeras, especialmente frente a Huarmey y Pisco con valores de 19 °C.

Las isotermas presentaron una distribución regular paralela a la línea costera y las que pueden haberse debido a la variación diaria de la temperatura del aire (Fig. N° 6).

#### *Humedad relativa*

La distribución de la humedad atmosférica en la zona prospectada mostró que las zonas más húmedas se registraron cerca de las zonas costeras, con valores mayores de 90 % de humedad relativa (Fig. 7); mientras que fuera de las 100 mn se observó 80 a 85 % de humedad relativa.

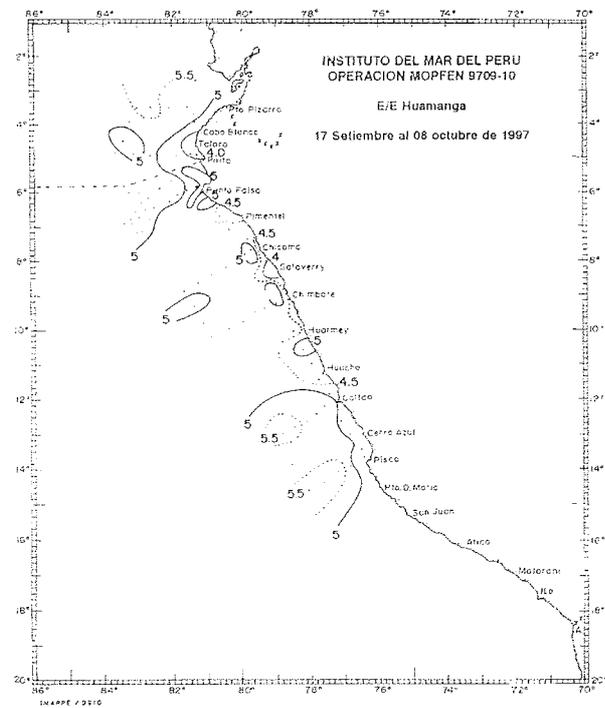


FIGURA 5. Distribución superficial del contenido de oxígeno disuelto en agua de mar (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

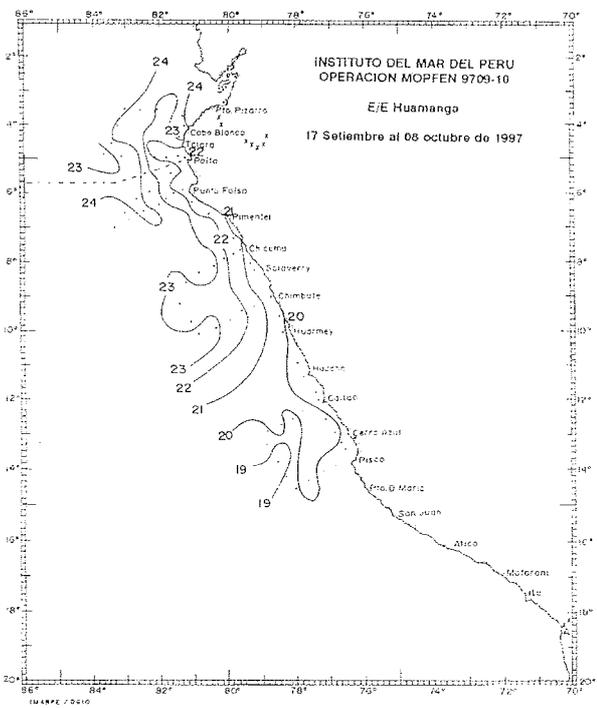


FIGURA 6. Distribución de la temperatura del aire (°C). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

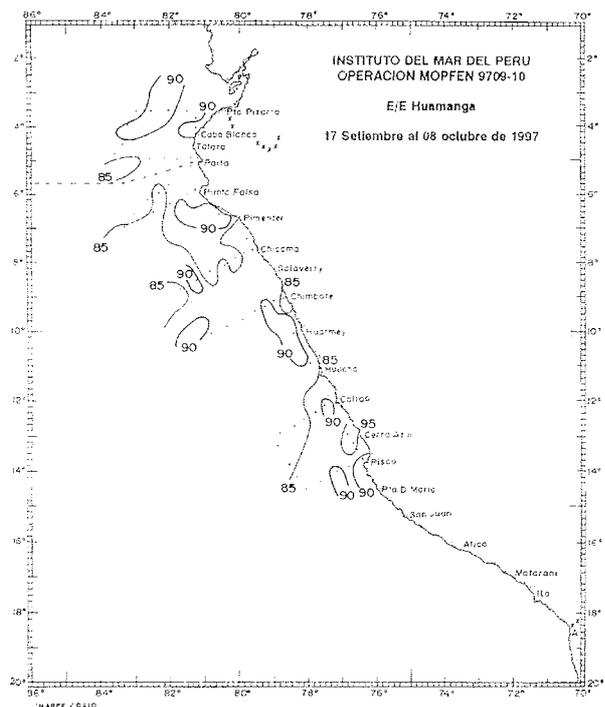


FIGURA 7. Distribución de la humedad relativa (%). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

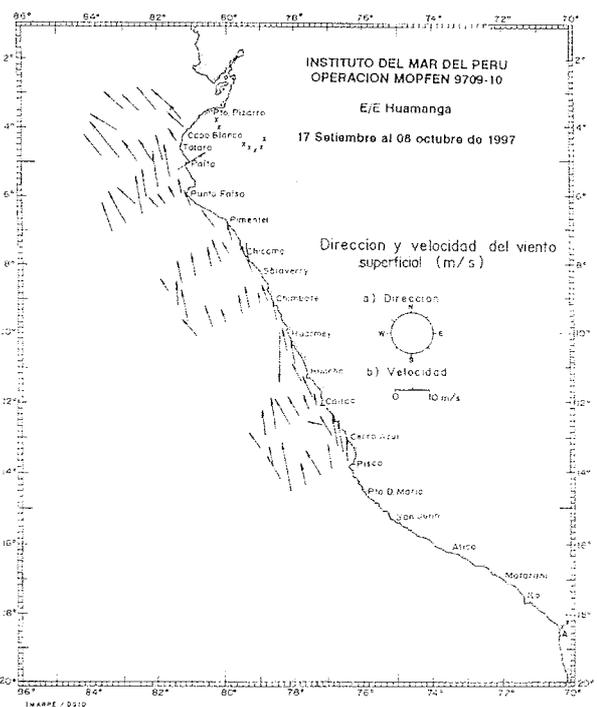


FIGURA 8. Velocidad y dirección del viento superficial (m/s). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

### *Viento superficial*

El viento superficial registró una velocidad que fluctuó de 0,6 m/s (a 20 mn frente a Chimbote) a 9,7 m/s (a 120 mn frente a Talara), la dirección predominante del viento fue del sur a sureste. Durante todo el tiempo que duró la prospección el viento superficial fue persistente tanto en intensidad como en dirección, alcanzando sus velocidades más altas frente a la sección Paita, y no se registró persistencia en vientos con velocidades bajas o próximas a calma.

La zona costera también se caracterizó por registrar altas velocidades del viento comparable con los vientos registrados en áreas alejadas de la costa, lo que motivó que el afloramiento costero fuera intenso (Fig. 8).

## **3.6 Estructura vertical de temperatura, salinidad y oxígeno contenido en el agua de mar**

### *Sección Puerto Pizarro*

La distribución vertical de temperatura en la sección Puerto Pizarro, presentó una termoclina relajada y ubicada en promedio entre los 40 y 50 m de profundidad y estuvo conformada por 5 isotermas (23°-20 °C), la capa de mezcla se ubicó por encima de los 30 m. La distribución vertical de salinidad mostró a las aguas ecuatoriales superficiales AES con salinidades menores de 34,8 ‰, por encima de los 30 m de profundidad en la zona costera de la sección y aguas de mezcla entre 50 mn y 100 mn, hasta una profundidad de 50 m y fuera de las 100 mn se observó ASS (Fig. 10).

La oxiclina estuvo conformada por las iso-oxígena de 4 -3 mL/L y ocuparon la capa superficial de 30-45 m; por debajo de ésta se encontraron valores menores de 2 mL/L. La capa mínima de oxígeno estuvo por debajo de 200 m de profundidad (Fig. 10).

### *Sección Paita*

La sección Paita presentó una termoclina profundizada y con un débil gradiente vertical ubicado en promedio entre los 50 y 150 m, la napa se presentó fuera de las 90 mn de la costa con una profundización de 40 m. La distribución halina vertical presentó la presencia de las ASS en toda la sección desde la superficie hasta los 300 m de profundidad y hasta las 150 mn de la costa (Fig. 11).

La oxiclina se ubicó entre los 20-90 m, conformada por las isolíneas de 2-4 mL/L; valores de 5,0 mL/L no se hallaron en la sección, la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 150 m de profundidad (Fig. 11).

### *Sección Punta Falsa*

La sección Punta Falsa presentó una termoclina profunda y conformada por 8 isotermas (16°-23 °C.), ubicada en promedio entre 30-150 m; la capa de mezcla se ubicó por encima de 30 m de profundidad y fuera de las 100 mn de la costa.

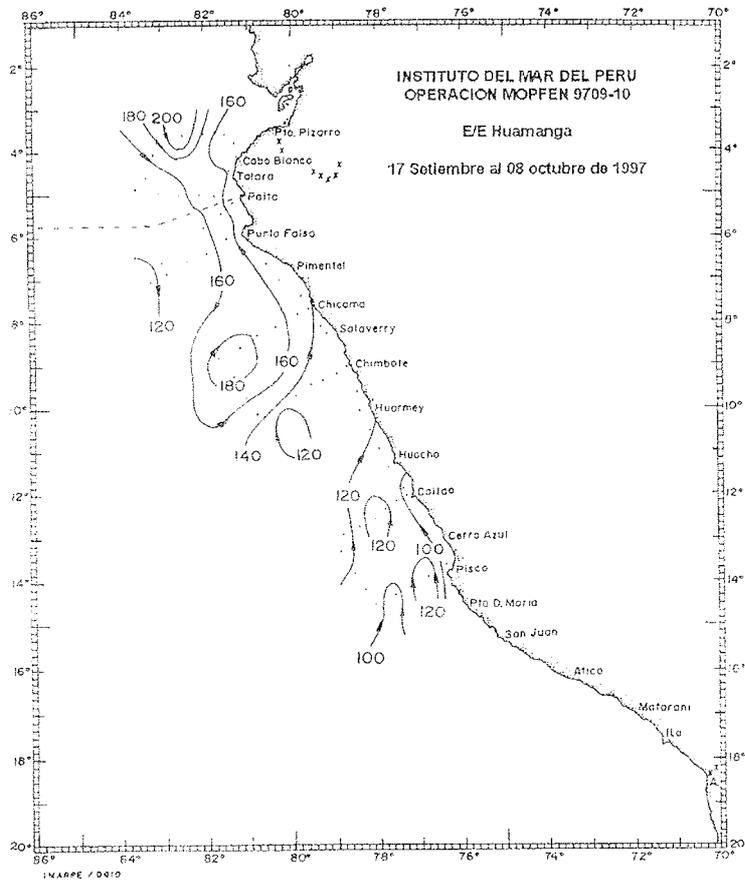


FIGURA 9. Topografía de la isoterma de 15 °C (m). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

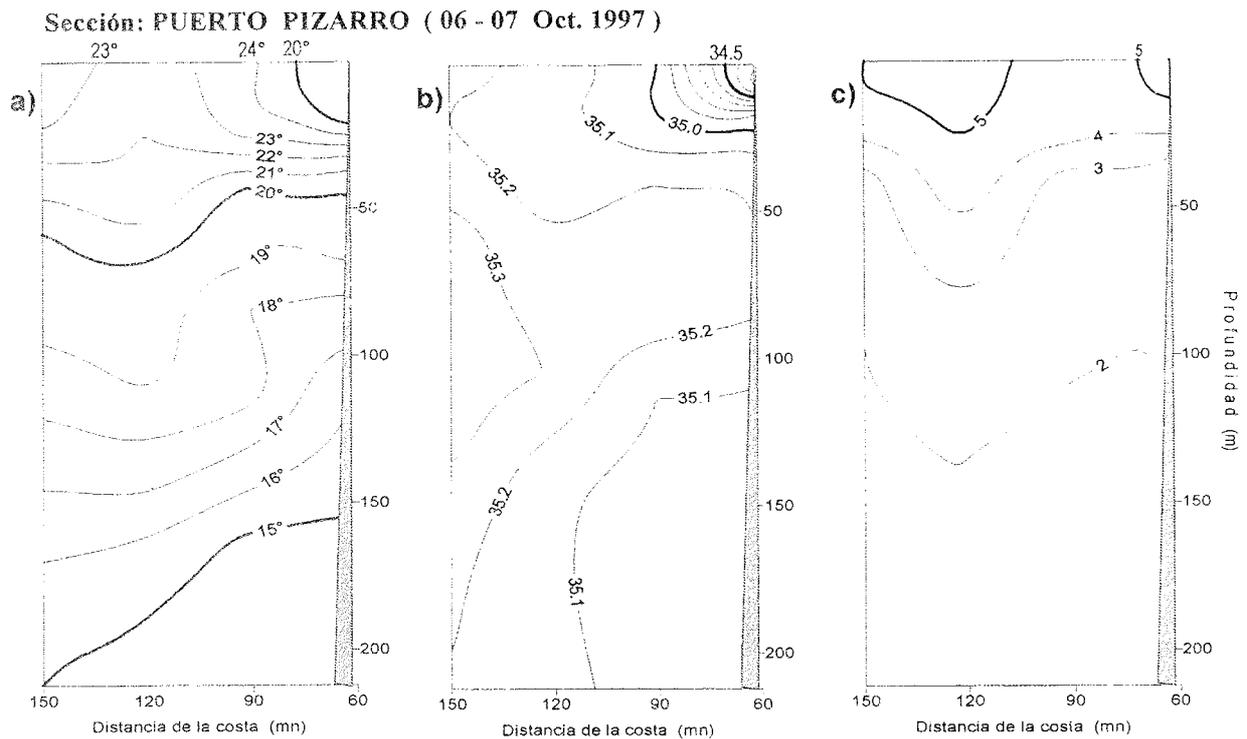


FIGURA 10. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

La distribución de la salinidad en esta sección mostró un predominio de las ASS en toda la sección hasta los 150 m de profundidad.

Las concentraciones de oxígeno presentaron a la oxiclina desde la superficie hasta los 70 m de profundidad, formada por las iso-oxígenas de 2-5 mL/L, la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 100 m en la zona costera y 200 m de profundidad fuera de las 60 mn (Fig. 12).

#### *Sección Chicama*

La sección frente a Chicama, realizada entre el 25 y 26 de setiembre, presentó una estructura térmica con una termoclina relajada y profundizada, formada por siete isotermas (16°-22 °C) y estuvo ubicada en promedio de 10 a 150 m de profundidad, presentando una mayor pendiente (afloramiento) con respecto a la sección Punta Falsa. La estructura halina mostró salinidades mayores de 35,1 ‰ en casi toda sección propia de las ASS. El oxígeno tuvo una distribución muy similar a la sección Punta Falsa. La oxiclina se ubicó desde la superficie hasta los 80 m de profundidad y estuvo formada por las iso-oxígenas de 2-4 mL/L. La capa mínima de oxígeno estuvo por debajo de los 130 m de profundidad, los valores de 5,0 mL/L se ubicaron en la capa de 0-20 m y entre las 20-120 mn de la costa (Fig. 13).

#### *Sección Chimbote*

En la sección Chimbote la estructura térmica vertical mostró una termoclina ligeramente más intensa que frente a Chicama con un gradiente vertical de 1 °C/8 m. La capa de mezcla se le ubicó fuera de las 50mn y hasta una profundidad de 40 m. La estructura halina se caracterizó por un predominio de las ASS desde la superficie hasta los 100 m de profundidad. El oxígeno disuelto en agua de mar frente a Chimbote presentó concentraciones de 5,0 de mL/L entre los 0-20 m fuera de las 70 mn; la capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 160 m de profundidad (Fig. 14).

#### *Sección Callao*

Frente al Callao la distribución vertical de temperatura mostró una termoclina relajada y ubicada entre los 10-100 m de profundidad con un gradiente vertical de 1 °C/23 m, conformado por las isotermas de 16-21 °C. La napa se ubicó fuera de las 30 mn de la costa y con una profundidad de 40 m.

La distribución vertical de salinidades mostró un predominio de las ASS hasta los 100 m de profundidad. El oxígeno contenido en el agua de mar presentó una distribución vertical homogénea, valores de 5,0 mL/L, se localizaron fuera de las 90 mn, mientras que la mínima de oxígeno de 0,5 mL/L se ubicó debajo de los 100 m de profundidad en la zona costera y 150 m fuera de las 100 mn de la costa (Fig. 15).

#### *Sección Pisco*

Frente a Pisco se apreció un ligero afloramiento costero conformado por las isotermas de 17-20 °C, abarcando hasta las 30 mn de la costa, la capa de

**Sección: PAITA (04 - 05 Oct. 1997)**

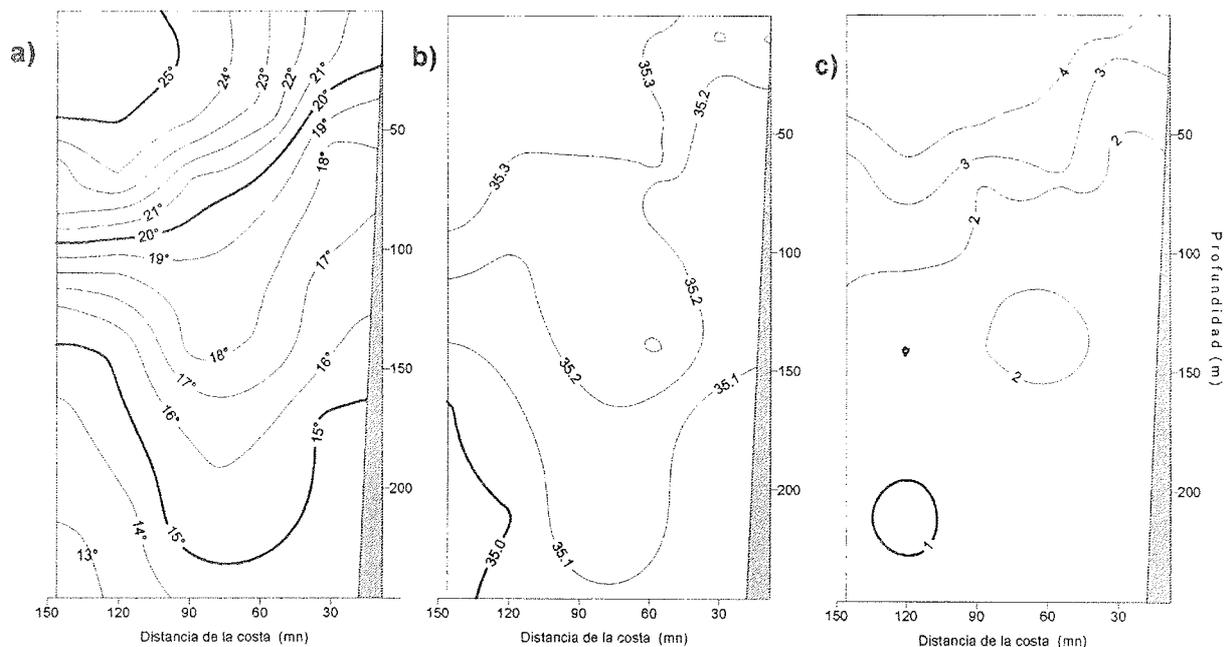


FIGURA 11. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

**Sección: PUNTA FALSA (29 - 30 Set. 1997)**

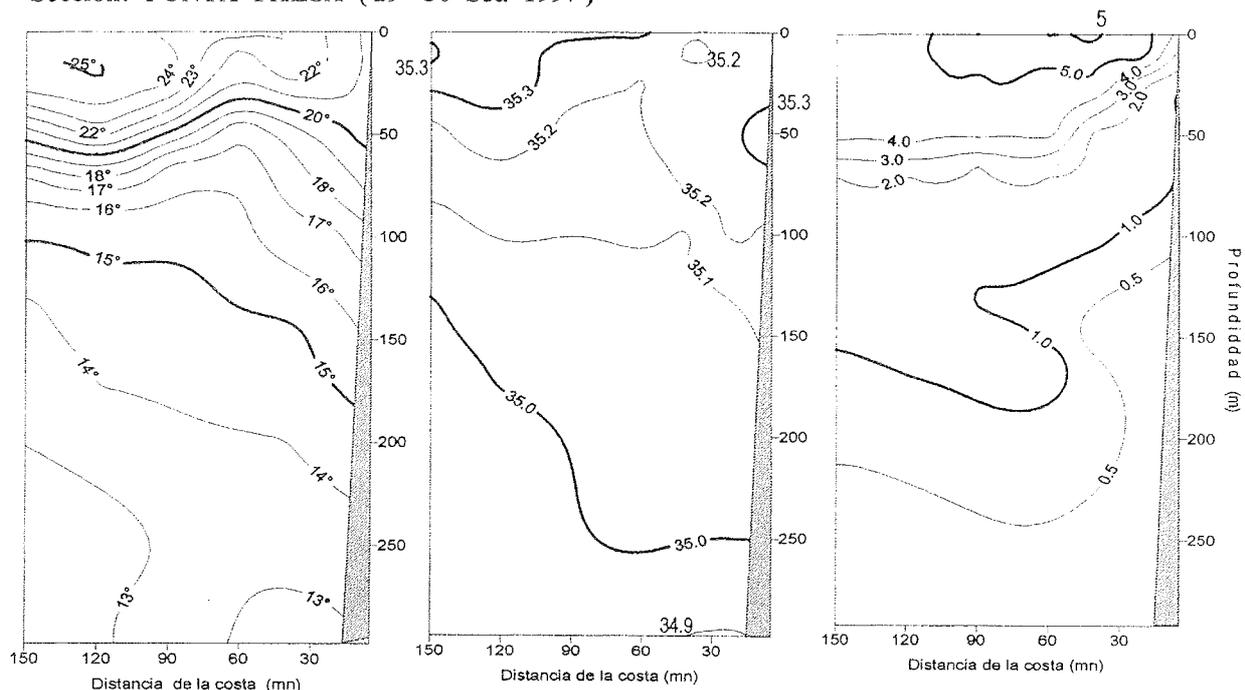


FIGURA 12. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

**Sección: CHICAMA ( 25 - 26 Set. 1997 )**

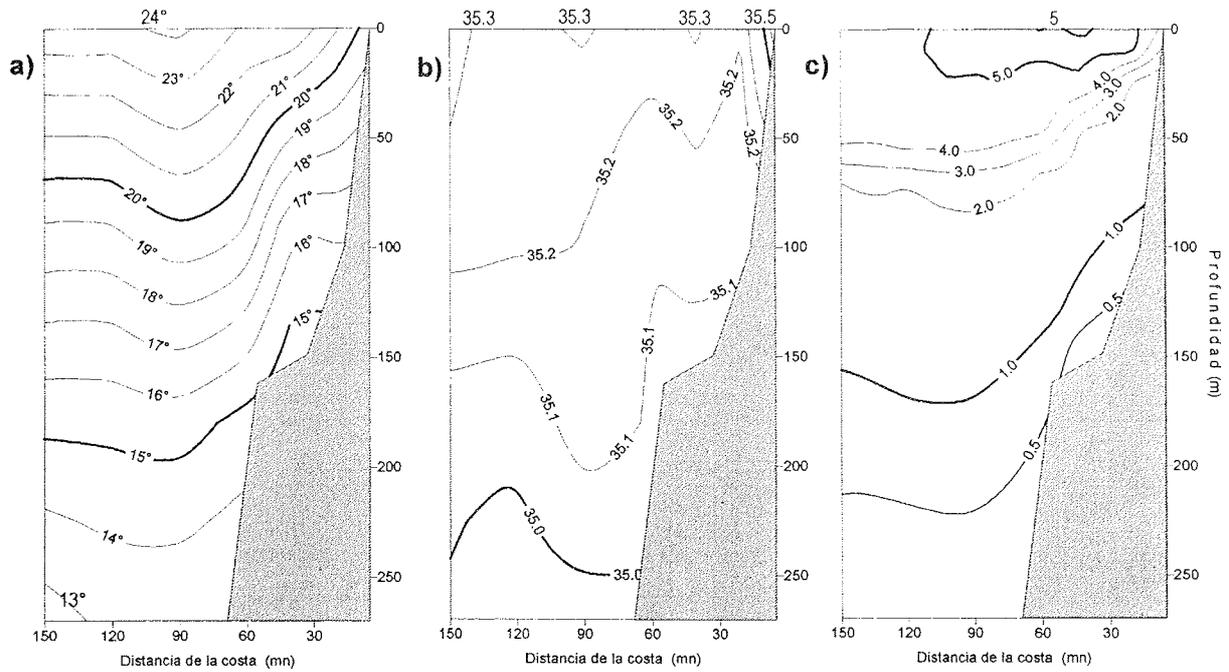


FIGURA 13. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

**Sección: CHIMBOTE ( 23 - 24 Set. 1997 )**

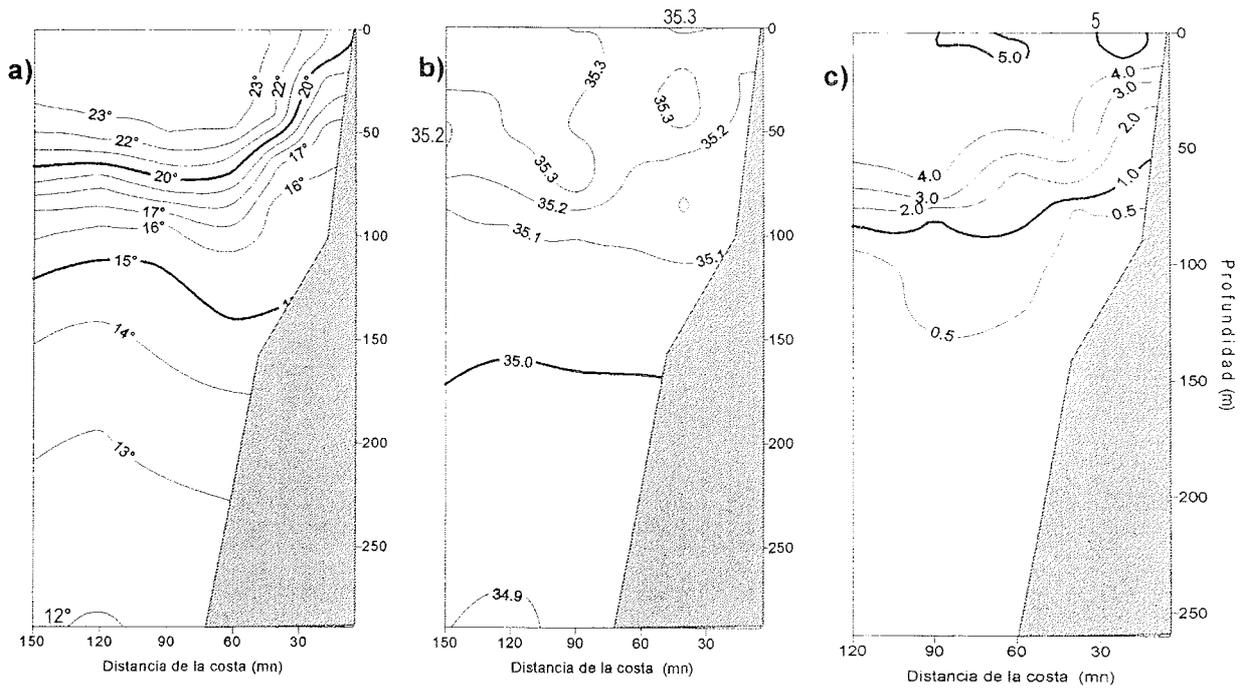


FIGURA 14. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

mezcla se presentó muy superficial y fuera de las 50 mn de la costa. La distribución vertical de la salinidad, muestra a las ASS ubicadas en toda la sección hasta una profundidad de 70 metros.

La distribución vertical del contenido de oxígeno mostró un ligero afloramiento en la zona costera y una oxiclina definida. La capa mínima de oxígeno se ubicó por debajo de los 120 m de profundidad (Fig. 16).

### 3.7 Distribución superficial del plancton

El plancton superficial registró volúmenes que fluctuaron entre 0,03 y 5,80 mL/m<sup>3</sup>, obteniéndose como volumen promedio un valor de 1,03 mL/m<sup>3</sup>. Los valores promedios más altos se encuentran entre los 12-13° S (3,36 mL/m<sup>3</sup>) dentro de las 0-30 mn.

En el 52% de las muestras predominó el zooplancton conformado principalmente por copépodos en todos sus estadios, apendicularias, gasterópodos, euphausiidos y quetognatos entre otros. En el 11% compartieron dominancia organismos del fito y zooplancton.

Por otra parte, el fitoplancton predominante en el 37% restante se presentó en el área costera, encontrándose el foco de mayor concentración frente a Punta Falsa (5,80 mL/m<sup>3</sup>) donde predominaron diatomeas de afloramiento costero como: *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Detonula pumila*, *Thalassionema nitzschioides* junto a especies grandes como *Pleurosigma*, *Gyrosigma*, *Pseudosolenia calcar-avis*. Los dinoflagelados *Ceratium furca*, *C. tripos* y *Protooperidinium depressum* estuvieron presentes asociados a temperaturas de 21,4 °C y salinidades de 35,19 ‰.

Otros dos focos de gran concentración de plancton con predominancia de fitoplancton (Fig. 17), estuvieron ubicados frente a Chicama (4,72 mL/m<sup>3</sup>) y Callao (4,45 mL/m<sup>3</sup>) ambos caracterizados por la abundancia de diatomeas de alta tasa de reproducción como: *Chaetoceros socialis*, *Ch. debilis*, *Ch. curvisetus* asociadas a las diatomeas: *Lithodesmium undulatum*, *Pseudonitzschia pungens*, *Eucampia zoodiacus* y a los dinoflagelados de distribución cosmopolita: *Ceratium tripos*, *Ceratium furca* y *Protooperidinium depressum*. Las temperaturas en estas zonas estuvieron entre 19,0 y 19,4 °C con salinidades de 35,17 ‰ y 35,2 ‰, respectivamente.

Los volúmenes del zooplancton fluctuaron entre 0,37 y 68,9 mL/100 m<sup>3</sup>, ubicándose los mayores valores frente a Chicama a 40 mn de distancia de la costa (Tabla 2). Dentro del zooplancton se presentaron copépodos, decápodos, euphausiidos, quetognatos, poliquetos, hidromedusas, apendicularias, taliáceos, cirrípedos, anfípodos y terópodos, entre otros.

### 3.8 Distribución latitudinal de los volúmenes promedio del plancton

Observando la curva de variación latitudinal del promedio de volúmenes por distancia de la costa (Fig. 18) podemos decir:

MOPFEN 9709

Tabla 2. Indicadores de masas de agua del zooplancton (N° ind/100 m3)

Estación	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	34	35	36	
Volumen (mL/100m3)	9.25	47.80	36.60	9.24	6.49	17.00	0.37	22.80	18.90	30.10	20.50	67.40	31.50	30.00	23.50	19.00	6.61	12.70	59.90	22.40	27.50	
Copépodos																						
<i>Acartia danae</i> ASS							1		4	36					6				5			
<i>Acartia negligens</i> ASS							1	4							4							
<i>Calocalanus pavo</i> ASS							9	10		8				7	45	15			7	6	4	
<i>Centropages furcatus</i> AES					6	15	1	19	7	40			22	21	24	23			8		4	
<i>Eucalanus inermis</i> ACF		9	10			2				4												
<i>Ischnocalanus plumulosus</i> ASS				2					1	4				5	17	11						
<i>Mecynocera clausii</i> ASS					4																	
<i>Oncaea conifera</i> ASS	2																					
<i>Rhincalanus nasutus</i> AES																						
Decápodos																						
Larvas de Portunidae AES		9	6									22	4						5		4	
Quetognatos																						
<i>Krohnitta subtilis</i> Afl			2	2		2				8											4	
<i>Pterosagitta draco</i> Afl							1			4					4					5	4	4

MOPFEN 9709

Tabla 2 (Continuación) Indicadores de masas de agua del zooplancton (N° ind/100 m3)

Estación	37	38	39	40	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	69	70	71	72
Volumen (mL/100m3)	50.20	68.90	22.70	19.70	36.11	59.00	28.70	24.90	43.50	26.20	21.20	41.30	36.00	43.70	18.00	9.00	17.00	21.60	9.41	55.70	60.50	28.10
Copépodos																						
<i>Acartia danae</i> ASS		7			8				10			10	7								14	
<i>Acartia negligens</i> ASS																7		4			7	4
<i>Calocalanus pavo</i> ASS	5								10	3	4				4	23		7		7	7	5
<i>Centropages furcatus</i> AES	124	64					14		17	4	6				4	26	12	7	34	368	107	19
<i>Eucalanus inermis</i> ACF		7	4	25	3								7	46	13	26				30	21	
<i>Ischnocalanus plumulosus</i> ASS											19					7	2	4				
<i>Mecynocera clausii</i> ASS																						
<i>Oncaea conifera</i> ASS														5						6	4	2
<i>Rhincalanus nasutus</i> AES																				8	28	4
Decápodos																						
Larvas de Portunidae AES	4	48	4		14	9				175	25		54	55							25	
Quetognatos																						
<i>Krohnitta subtilis</i> Afl											4					3				4		
<i>Pterosagitta draco</i> Afl		2								4					3	3	6	2	2			4

**Sección : CALLAO ( 20 - 21 Set. 1997 )**

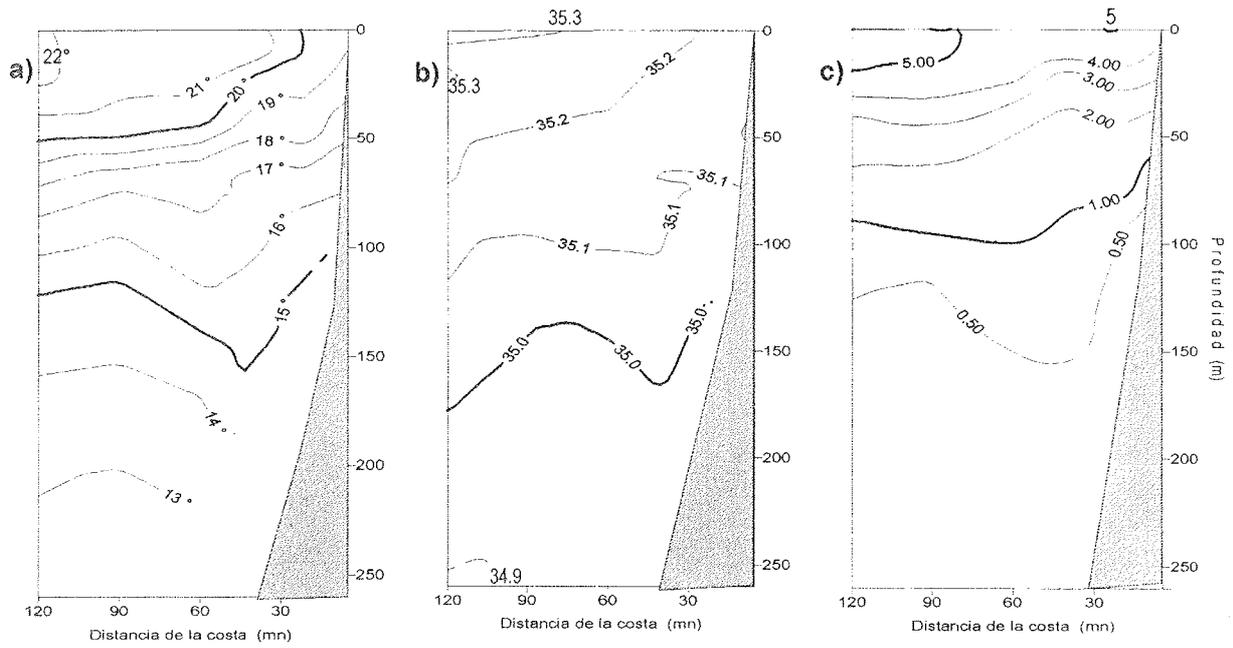


FIGURA 15. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

**Sección: PISCO ( 18 - 19 Set. 1997 )**

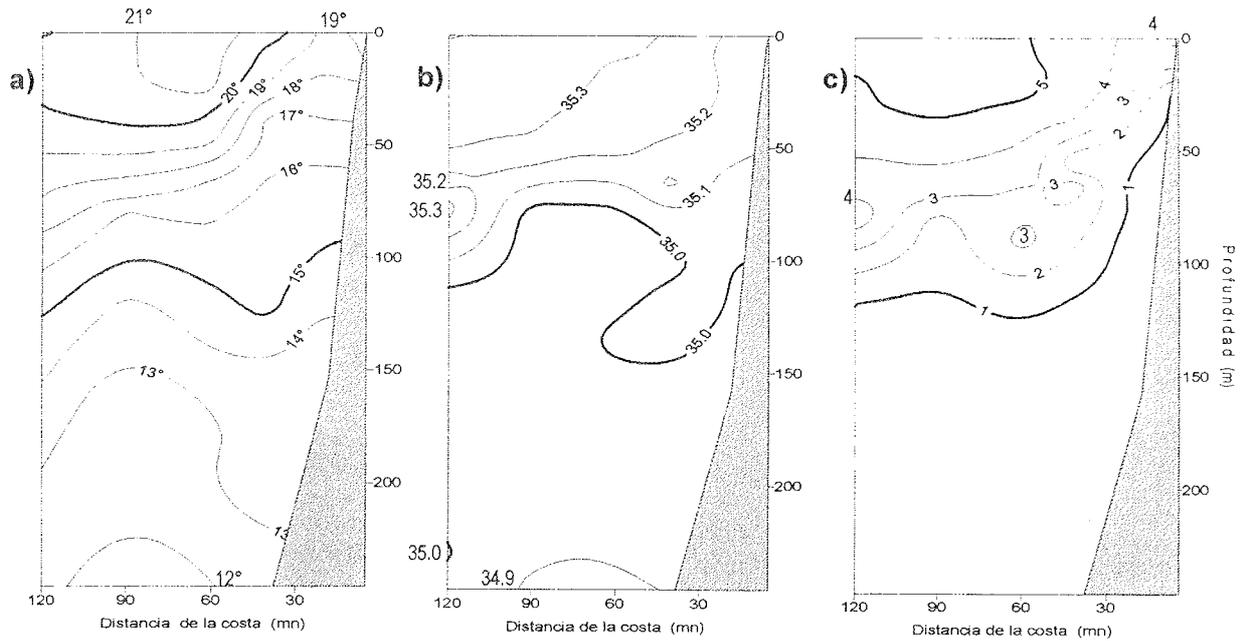


FIGURA 16. Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) salinidad (‰), c) oxígeno (mL/L). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

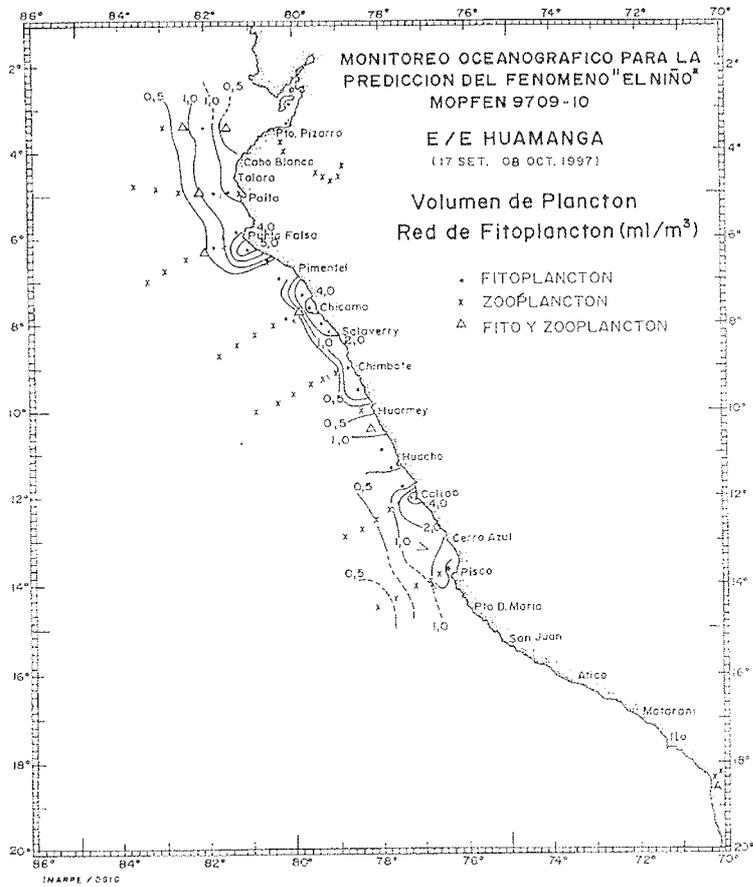


FIGURA 17. Distribución superficial del volumen de plancton, red de fitoplancton (mL/m<sup>3</sup>). Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

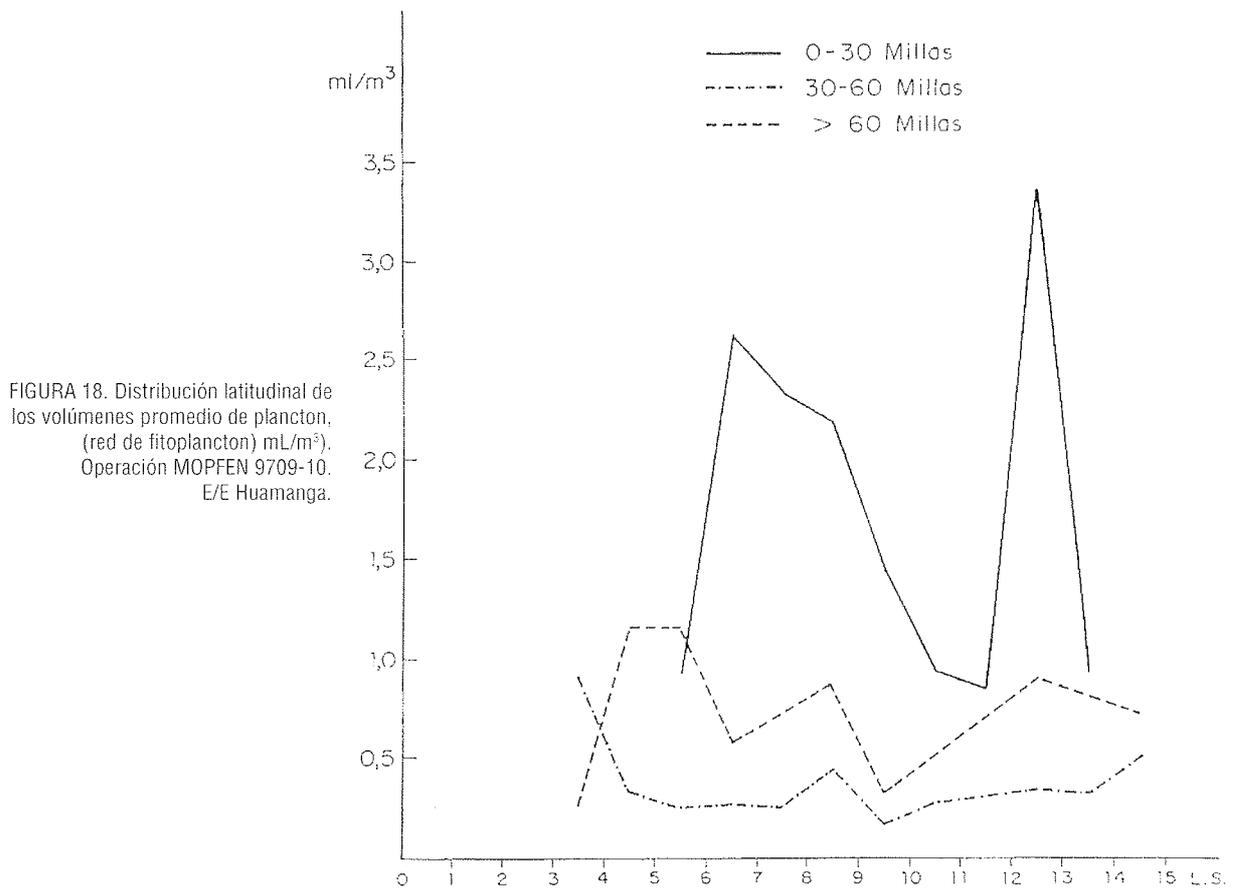


FIGURA 18. Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton, (red de fitoplancton) mL/m<sup>3</sup>. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

Dentro de las 0-30 mn se observaron dos picos, el primero entre los 12° y 13° S con 3,36 mL/m<sup>3</sup>, el segundo entre los 6° y 9° S con valores mayores de 2,19 mL/m<sup>3</sup>.

En esta área predominó el fitoplancton, representado por especies de diatomeas pequeñas de alta tasa de reproducción como: *Thalassiosira* sp., *Chaetoceros socialis*, *Chaetoceros debilis* asociadas a diatomeas oceánicas: *Guinardia flaccida* y *Planktoniella sol* y a los dinoflagelados de distribución cosmopolita: *Protoperidinium depressum*, *Ceratium furca* y *Ceratium tripos*.

Entre los 30 y 60 mn se observaron tres picos, el primero entre los 3° y 4° S con 0,27 mL/m<sup>3</sup>, el segundo entre los 8° y 9° S con 0,87 mL/m<sup>3</sup> y el tercero de 14° a 15° S con 0,74 mL/m<sup>3</sup>. En esta área generalmente el grupo de los dinoflagelados alcanzó gran representatividad, estando constituido principalmente por una gran diversidad de organismos que tipifican las diferentes masas de agua, (éstos se mencionan en la parte de indicadores biológicos), asociados a organismos de distribución cosmopolita, *Protoperidinium depressum*, *P. crasipes* y *Ceratium fusus* v. *fuscus*. El grupo de las diatomeas no alcanzó gran importancia, estando conformado por especies de aguas oceánicas como: *Rhizosolenia styliformis*, *Proboscia alata* v. *indica* y *Planktoniella sol*.

Por fuera de las 60 mn se localizaron dos picos el primero entre los 3° y 4° S con 0,87 mL/m<sup>3</sup> y el segundo entre los 14° y 15° S con 0,54 mL/m<sup>3</sup>. En esta zona se observó una semejanza en relación con la composición fitoplanctónica en el área de 30-60 mn.

### 3.9 Indicadores biológicos

#### *Indicadores del fitoplancton*

Los indicadores biológicos del fitoplancton (Fig. 19) presentaron la siguiente distribución:

El dinoflagelado *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), se distribuyó cerca de la costa, dentro de la 20 mn de Punta Falsa a Salaverry y desde Huacho hasta el Callao.

*Ceratium breve*, indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) fue localizado en la parte norte desde Puerto Pizarro hasta Chimbote afuera de las 60 mn.

El indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) *Ceratium praelongum* fue observado en la parte norte desde Puerto Pizarro hasta Punta Falsa por fuera de las 120 mn. Sin embargo, en la parte sur se localizó desde Callao hasta Pisco a partir de las 60 mn mar adentro.

Asociados a estas masas de agua encontramos organismos termófilos como: *Goniodoma polyedricum*, *Ceratocorys horrida*, *Ornithocercus quadratus* y *Amphisolenia bidentata*, los que presentaron una amplia distribu-

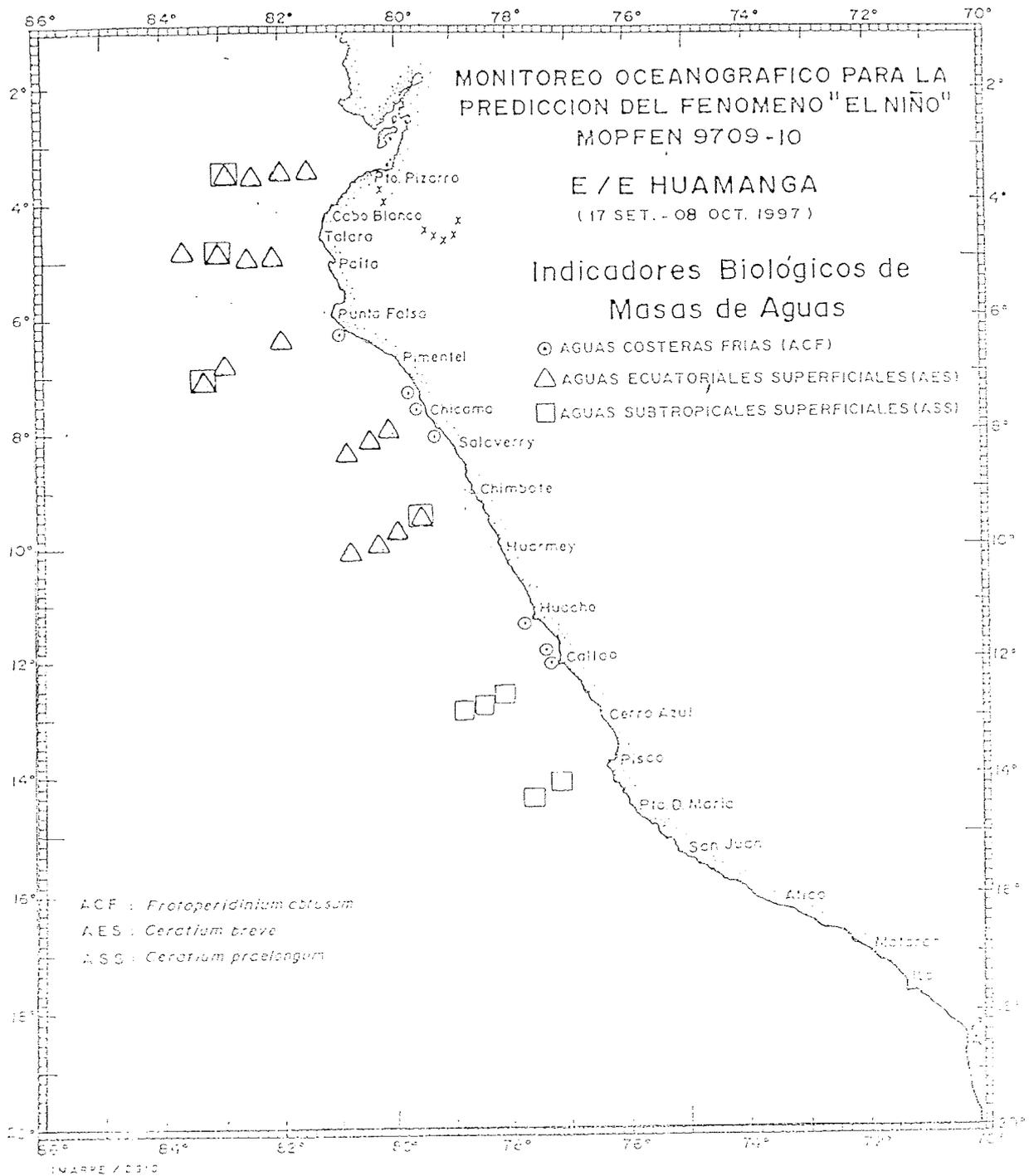


FIGURA 19. Indicadores biológicos de fitoplancton. Operación MOPFEN 9709-10. E/E Huamanga.

ción. En la región norte, estos fueron localizados entre Puerto Pizarro y Huarmey, por fuera de las 10 mn; y en el sur entre Callao y Pisco se ubicaron por fuera de las 30 mn y a 60 mn frente a Chimbote.

#### *Indicadores del zooplancton*

Los indicadores biológicos estuvieron presentes a lo largo de toda el área de muestreo observándose en la mayoría de estaciones una mezcla de Aguas Ecuatoriales Superficiales, Aguas Subtropicales Superficiales, Aguas Costeras Frías y Aguas de Afloramiento.

El copépodo *Centropages furcatus* indicador de las Aguas Ecuatoriales Superficiales se distribuyó en toda el área muestreada. También se determinaron decápodos de la familia Portunidae, ubicados en la mayoría de los perfiles excepto frente al Callao y al copépodo *Rhincalanus nasutus* que solamente se localizó en Puerto Pizarro.

Los copépodos indicadores de ASS se presentaron en todos los perfiles, siendo las especies más frecuentes *Acartia danae* y *Calocalanus pavo*, que se distribuyeron de Puerto Pizarro al Callao; *Acartia negligens* frente a Puerto Pizarro, Paita, Chimbote y Callao; *Oncaea conifera* frente a Puerto Pizarro, Paita y Pisco y *Mecynocera clausii*, sólo frente a Pisco.

La especie *Eucalanus inermis*, indicadora de ACF, se localizó en estaciones costeras en casi todos los perfiles, excepto Chimbote.

Entre los quetognatos indicadores de aguas de afloramiento se determinó a *Pterosagitta draco* y *Krohnitta subtilis*, la primera en todos los perfiles y la segunda frente a Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Callao y Pisco.

#### *Ictioplancton*

Se determinaron 28 especies, entre las que se encontraron huevos del orden Anguilliformes, huevos y larvas de *Engraulis ringens* "anchoveta", *Vinciguerria lucetia* "pez luminoso"; larvas de *Sardinops sagax* "sardina", *Scomber japonicus* "caballa", *Scomberesox saurus* "agujilla", *Mugil cephalus* "lisa" (Tabla 3).

La mayor diversidad se presentó frente a Puerto Pizarro a 100 mn de la costa con 10 especies y la menor frente a Pisco a 52 mn de la costa con sólo una especie.

La especie que presentó mayor frecuencia y abundancia fue *Engraulis ringens* "anchoveta", cuyos huevos y larvas se distribuyeron en la mayor parte del área estudiada, de Paita a Pisco.

Las mayores abundancias, tanto de huevos como de larvas, se encontraron frente al Callao con 41 391 huevos/100 m<sup>3</sup> y 997 larvas/100 m<sup>3</sup> y las menores abundancias frente a Chicama con 2 huevos/100 m<sup>3</sup> y 2 larvas/100 m<sup>3</sup> y frente a Chimbote con 2 larvas/100 m<sup>3</sup>.

Tabla 3 Composición y abundancia del ictoplancton. (Nº individuos/100m3)

Estación	Género/Especie	Estadio	4	5	6	7	8	9	13	14	15	16	17	18	25	26	27	29	31	34	35	36
Orden/Familia	Género/Especie	Estadio																				
Anguilliformes	No determinado	huevos				17																
Blenniidae	<i>Hypsiblenius</i> sp	larvas											2	5								
Blenniidae	<i>Ophublenius</i> sp	larvas											2	18								
Blenniidae	No determinado	larvas	5																			
Bothidae	<i>Bothus constellatus</i>	larvas																				
Bothidae	<i>Monolepis</i> sp	larvas																				
Bramidae	No determinado	larvas																				
Bregmaceridae	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	larvas																				
Carangidae	<i>Caranx cabalrus</i>	larvas																				
Carangidae	<i>Mauricatus ducter</i>	larvas								2												
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	larvas																				
Ciupidae	<i>Sardinops sagax sagax</i>	larvas											2	2	30	11	2					
Cynoglossidae	No determinado	larvas																				
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	huevos	923	22	14								12570	41391								
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	larvas	44	46	263			26					997	13	30	2	10					
Engraulidae	No determinado	larvas																				
Exocoetidae	<i>Exocoetus monocirrus</i>	larvas																				
Gobiidae	No determinado	larvas							2													
Ophichthidae	<i>Ophichthus</i> sp	larvas																				
Haemulidae	<i>Ancisternus</i> sp	larvas												2								
Haemulidae	No determinado	larvas																				
Hemirhamphidae	No determinado	larvas							2													
Hemirhamphidae	<i>Oxyptorhamphus mercatorius</i>	huevos																				
Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus rosae</i>	larvas																				
Hemirhamphidae	No determinado	larvas																				
Kyphosidae	No determinado	larvas												3								
Gerreidae	No determinado	larvas																				
Labridae	<i>Halichoeres</i> sp	larvas																				
Labrisomidae	No determinado	larvas													13							
Limnophrynidae	No determinado	larvas																				
Myctophidae	<i>Diogenichthys lateratus</i>	larvas																				
Myctophidae	<i>Gonychthys</i> sp	larvas																				
Myctophidae	<i>Lampanyctus parvicauda</i>	larvas									1											
Mullidae	No determinado	larvas																				
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	larvas																				
Mugilidae	No determinado	larvas			2																	
Nemertidae	<i>Cubicops oarioradiatus</i>	larvas																				
Nemertidae	<i>Psenes sic</i>	larvas						2														
Nemertidae	No determinado	huevos																				
Notacanthidae	<i>Leptocephalus</i> sp	huevos																				
Notacanthidae	No determinado	larvas																				
Pholichthyidae	<i>Vinciguerra lucella</i>	huevos																				
Pholichthyidae	<i>Vinciguerra lucella</i>	larvas			20		1	2	4	8	45	15	2									
Sciaenidae	No determinado	larvas																				
Scomberesocidae	<i>Scomberesox saurus</i>	larvas						2	4													
Scomberesocidae	No determinado	larvas																				
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	larvas			20								9	5		48	5	4				
Scorpaenidae	No determinado	larvas																				
Serranidae	No determinado	larvas																				
Pleuronctiformes	No determinado	larvas																				
Paralichthyidae	<i>Dianichthys sorchidus</i>	larvas																				
Paralichthyidae	<i>Suacum ovale</i>	larvas																				
No determinados	huevos		398		51		2	15		91		4		8	187	7	20		4			
	larvas			3	2		1															

MOPFEN 9709

Tabla 3. (Continuación) Composición y abundancia del ictioplancton. (Nº individuos/100m3)

Estación		Estadio	37	38	39	40	47	48	49	50	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	68	70	71	72
Orden/Familia	Género/Especie	Estadio																						
Anguilliformes	No determinado	huevos																						
Blenniidae	<i>Hypsoblennius</i> sp	larvas								2														
Blenniidae	<i>Ophioblennius</i> sp	larvas	2																					
Blenniidae	No determinado	larvas																						
Bothidae	<i>Rethus constellatus</i>	larvas																						
Bothidae	<i>Monolepis</i> sp	larvas																				2	4	
Braniidae	No determinado	larvas																				2		
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros bathyrastris</i>	larvas													7			2						
Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	larvas		2														2						
Carangidae	<i>Naucrates ductor</i>	larvas																2	2					
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	larvas		2								2											4	
Ctupeidae	<i>Sardinops sagax sagax</i>	larvas		9					24															
Cynoglossidae	No determinado	larvas																				12	7	2
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	huevos	2			8181	3							7929		5								
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	larvas			16	90	6																	
Engraulidae	No determinado	larvas																						
Exocoetidae	<i>Exocoetus monocirrhus</i>	larvas																			1	68		
Gobiidae	No determinado	larvas						5							5								14	
Ophichthidae	<i>Ophichthus</i> sp	larvas			2																			
Haemulidae	<i>Anisotremis</i> sp	larvas																						
Haemulidae	No determinado	larvas																						2
Hemirhamphidae	No determinado	larvas																						2
Hemirhamphidae	<i>Oxyptichthys micropterus</i>	huevos																						2
Hemirhamphidae	<i>Hydrotylosus rosae</i>	larvas																						2
Hemirhamphidae	No determinado	larvas									3							2	19					5
Kyphosidae	No determinado	larvas										3												
Gerreidae	No determinado	larvas																						2
Labridae	<i>Hahoeides</i> sp	larvas																					4	
Labrisomidae	No determinado	larvas																						
Limnodynidae	No determinado	larvas																						
Myclophidae	<i>Digenichthys lacinatus</i>	larvas					3																4	
Myclophidae	<i>Gonychthys</i> sp	larvas									1													
Myclophidae	<i>Lampanyctus parvicauda</i>	larvas										2												
Mullidae	No determinado	larvas																						
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	larvas																					1	2
Mugilidae	No determinado	larvas							5															
Nemertidae	<i>Cuviceps pauciradiatus</i>	larvas	2									1												2
Nemertidae	<i>Psenes</i> sp	larvas																						
Nemertidae	No determinado	huevos																						
Notacanthidae	<i>Leptocephalus</i> sp	huevos																						
Notacanthidae	No determinado	larvas																						
Photichthyidae	<i>Vinciguerra lucaniae</i>	huevos		2																				
Photichthyidae	<i>Vinciguerra lucaniae</i>	larvas	5	7					14		20	16	27			5	7					46	26	
Sciaenidae	No determinado	larvas																						
Scomberesocidae	<i>Scomberesox saurus</i>	larvas		2									2											
Scomberesocidae	No determinado	larvas										1												
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	larvas	75	9			8	26																2
Scorpaenidae	No determinado	larvas																						
Serranidae	No determinado	larvas																						
Pleuronectiformes	No determinado	larvas																						
Paralichthyidae	<i>Oligarichthys sordidus</i>	larvas						24																
Paralichthyidae	<i>Styxiom ovalis</i>	larvas																						
No determinados	huevos		71	21	74	6		2	7	7	12	11	161	173	18		3	6			11	2	7	26
No determinados	larvas																							

La distribución de las larvas de sardina se observó frente a Punta Falsa, Chicama, Chimbote y Callao, generalmente entre las 8 y 40 mn de la costa con abundancias menores de 30 larvas/100 m<sup>3</sup>.

Se encontraron huevos de *Oxyporhamphus micropterus* frente a Chicama y Puerto Pizarro; y las larvas de esta especie desde Paita hasta Chimbote, las que estuvieron relacionadas, con masas de aguas cálidas.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Las condiciones térmicas superficiales muestran la continuación del período cálido El Niño, durante el cual las anomalías térmicas, mostraron para el mes de setiembre 1997 una fluctuación de +3,1 °C a +5,9 °C, mientras que para los primeros días de octubre de 1997 las anomalías térmicas registraron una fluctuación de +3,3 a +6,1 °C. En toda el área prospectada se registró un fuerte calentamiento superficial como producto de la continuación del evento El Niño iniciado en marzo de 1997.

2. La distribución de la salinidad superficial del agua de mar (SSM) presentó una fluctuación de 34,393 a 35,670 ‰. Las salinidades más bajas se registraron a 10 mn frente a Puerto Pizarro, con valores de 34,393 ‰, propios de las Aguas Ecuatoriales Superficiales ubicadas en esas zonas.

3. Las aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores de 35,1 ‰ y temperaturas entre 21 °C - 25 °C se presentaron desde Paita hasta Pisco, con una fuerte advección hacia la zona costera entre Chicama y Callao (S<35,2 ‰), con un espesor aproximado de 60 m de profundidad frente a Chicama hasta 100 m de profundidad frente a Chimbote.

4. La extensión sur de la Corriente de Cromwell, identificada a través de la capa homotérmica de 15 °C a 13 °C, pudo ser observada desde la sección Puerto Pizarro hasta la sección Pisco con una profundidad promedio entre los 80 y 150 m de profundidad y por fuera de las 80 m de la costa.

5. La estructura vertical mostró una termoclina superficial, ubicada entre 30-40 m de profundidad, la sección Puerto Pizarro mostró la presencia de las AES hasta los 30 m de profundidad y cerca de la zona costera. Las secciones Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco, se caracterizaron por presentar a las ASS en su estructura vertical, observándose una advección hacia las zonas costera de estas masas de agua.

6. El viento superficial registró una velocidad que fluctuó de 0,6 m/s (a 20 mn frente a Chimbote) a 9,7 m/s (a 120 mn frente a Talara), la dirección predominante del viento fue del sur a sur este. Durante todo el tiempo que duró la prospección el viento superficial fue persistente, tanto en intensidad como en dirección, alcanzando sus velocidades más altas frente a la sección Paita, y no se registró persistencia en vientos con velocidades bajas o próximas a calma.

7. La distribución de oxígeno superficial contenido en el agua de mar se presentó con valores que fluctuaron entre 2,30-6,10 mL/L, las áreas con concentraciones mayores de 5,0 mL/L se encontraron fuera de las 60 mn de la costa en promedio

en toda el área prospectada, mientras que, los valores más bajos se ubicaron en las zonas de afloramiento costero frente a Callao y frente a Punta Falsa.

8. El plancton superficial para setiembre - octubre de 1997 presentó volúmenes que fluctuaron entre 0,03 y 5,80 mL/m<sup>3</sup> con un volumen promedio de 1,03 mL/m<sup>3</sup>. El fitoplancton predominó en el 21% de las estaciones.

9. Latitudinalmente las mayores concentraciones se encuentran dentro de la 0-30 mn entre los 6° y 7° S (2,62 mL/m<sup>3</sup>) y entre los 12° y 13° S (3,36 mL/m<sup>3</sup>).

10. En el área costera el fitoplancton estuvo caracterizado por diatomeas de Aguas Costeras Frías como *Chaetoceros socialis*, *Ch. curvisetus* y *Thalassionema nitzschioides* entre otras asociadas a diatomeas oceánicas: *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia styliformis*, *Helicotheca thamensis*.

11. En el área oceánica predominaron los dinoflagelados conformados por especies oceánicas, mostrando una gran diversidad. Los indicadores de AES estuvieron distribuidos desde Puerto Pizarro a Chimbote por fuera de las 60 mn.

12. Los volúmenes de zooplancton obtenidos se encuentran entre 0,37 y 68,9 mL/100 m<sup>3</sup>, con los mayores valores frente a Chicama a 40 millas de distancia a la costa y los más bajos frente al Callao a 108 millas de la costa.

13. Se determinó 28 especies dentro del ictioplancton, ubicándose la mayor diversidad frente a Puerto Pizarro a 100 mn de la costa, con 10 especies; y la menor frente a Pisco a 52 mn de la costa, con una especie.

14. La especie que presentó mayor frecuencia y abundancia dentro del ictioplancton fue *Eugraulis ringens* "anchoveta", cuyos huevos y larvas se distribuyeron desde Paita a Pisco excepto frente a Puerto Pizarro, con las mayores abundancias frente al Callao (con 41,391 huevos/100 m<sup>3</sup> y 997 larvas /100 m<sup>3</sup>) y los mínimos valores frente a Chicama (con 2 huevos/100 m<sup>3</sup>) y con 2 larvas/100 m<sup>3</sup> y Chimbote (con 2 larvas/100 m<sup>3</sup>).

## 5. Agradecimiento

Al Bach. LUIS BELTRÁN por su colaboración en el muestreo y análisis de oxígeno durante la Operación.

## 6. Referencias

- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanografía. España. 310 pp.
- BOLETIN SEMANAL DE TSM 1996 N° 1-48. Instituto del Mar del Perú 1996.
- CARMELO, R. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. New York: 585 pp.
- CARRIT, D. y J. CARPENTER, 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar Res., 24:286-318.
- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5: 1-237.
- HENDEY, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London: 317 pp.

- HUSTED, F. 1971. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Coop, New York 1971 1971: 920 pp.
- LEWIS, E. L. 1980. «The Practical Salinity Scale 1978 and its Antecedents». IEEE Journal of Oceanic Engineering Vol. OE-5, N° 1, Jan. 1980 p. 7.
- PIZARRO L., S. SÁNCHEZ, G. FLORES, P. AYÓN, F. CHANG, M. GIRÓN, J. SOLIS, E. DELGADO, P. VILLANUEVA, C. ROBLES. 1996. Condiciones Bio - Oceanográficas Frente a la Costa Norte y centro del Perú Durante Octubre y noviembre 1995 (Operación MOPFEN 1995) Inf. Prog. Inst. Mar Perú 32. Mayo 1996.
- PIZARRO, L.; FLORES, G.; SOLIS J. Condiciones oceanográficas frente a la costa peruana norte y centro del Perú durante el invierno de 1996. Crucero BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú 123: 47-66.
- REYNOLDS, R.W, 1985. A monthly average Climatology of sea surface temperature Technical Report. NWS 31 National Meteorological Center, NOAA, Silver Spring MD 1-35.
- SCHILLER, J. 1971a. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung.2 Tell. En: L. Rabenhorst (ed). Kriptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Parte 2: 589 pp.
- SCHILLER, J. 1971b. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung.2 Tell. En: L. Rabenhorst ed). Kriptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol 10 Section 3, Parte 2: 617 pp.
- SOURNIA, A. 1967. *Le genre Ceratium (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-xA): 375-580 pp.*
- SUNDSTRÖM, B. 1986. The Marine diatom genus Rhizosolenia. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- UNESCO. 1981. International Oceanographic Tables UNESCO, Place de Fontenoy Paris 7e, France.
- VÁSQUEZ L. 1997. Aspectos oceanográficos sobre la plataforma continental peruana en invierno de 1996. Crucero BIC SNP-1 9707-08. Inf. Inst. Mar Perú 124: 34-50.
- ZUTA S. y URQUIZO W.1972. Temperaturas Promedio de la Superficie del Mar frente a la Costa Peruana, Período 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú 2(8).