



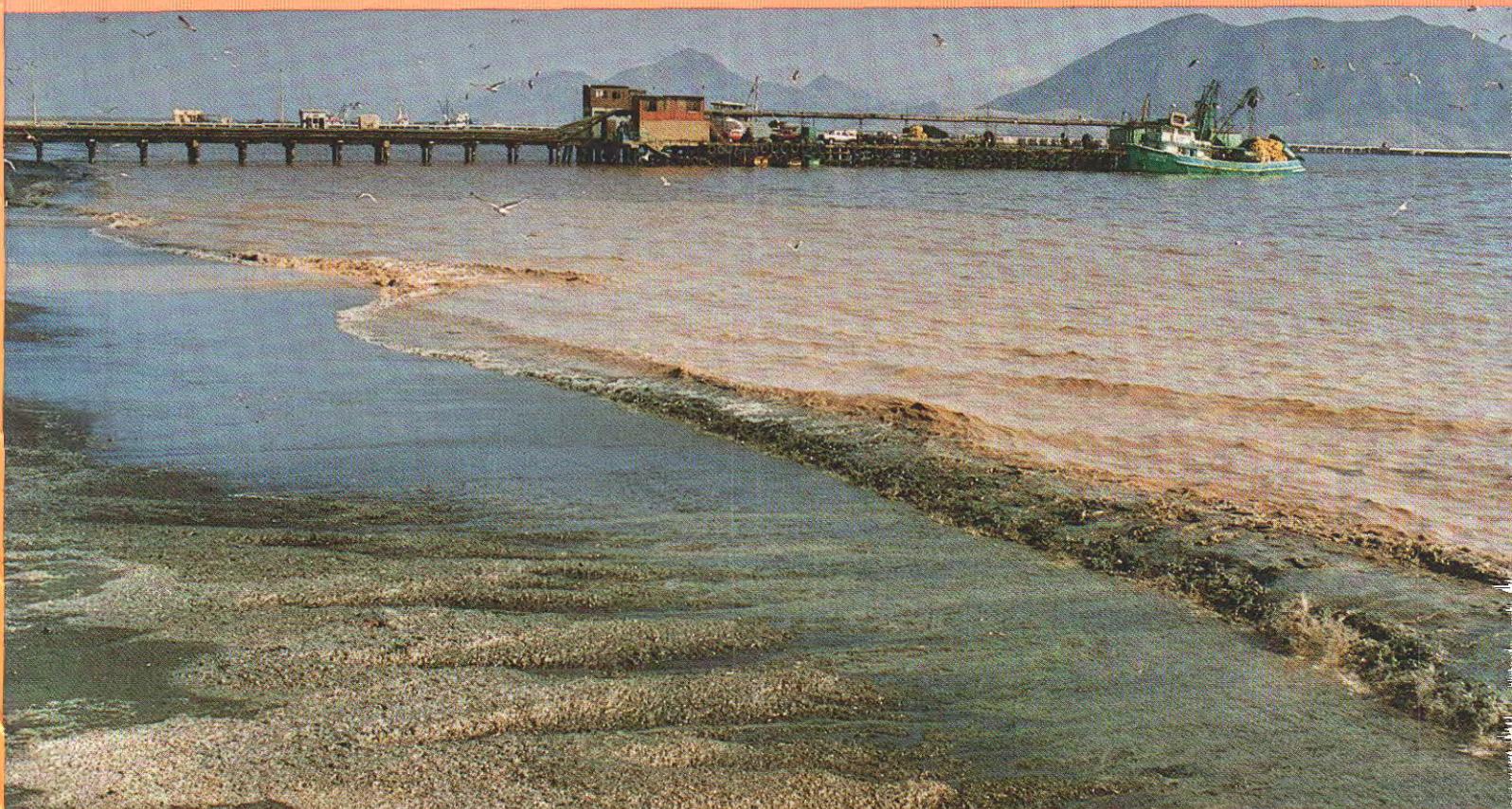
ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

Nº 136

Agosto, 1998



Callao, Perú

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CALIDAD DEL MEDIO MARINO EN LAS BAHÍAS DE MOLLENDO, ILO E ITE

María E. Jacinto¹ Octavio Morón² Sonia Sánchez³ José Córdova⁴

RESUMEN

JACINTO, M. E., O. MORÓN, S. SÁNCHEZ, J. CÓRDOVA. 1998. Evaluación del estado de calidad del medio marino en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite. Inf. Inst. Mar Perú. 136: 120-160.

Se presentan los resultados de la evaluación del estado de calidad en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite realizado del 14 al 28 de agosto de 1996. La temperatura y salinidad fueron inferiores al patrón estacional. Los niveles de oxígeno, pH, sólidos suspendidos se ajustaron a los requisitos de calidad acuática. Problemas de deterioro ambiental se observaron principalmente en playas de Ite. Se detectaron concentraciones de cobre (57,5 ug/g) en lapa (*Fissurella* spp.) que superaron los límites permisibles internacionales (FAO 1983). El contenido metálico de arsénico y zinc en ríos Tambo e Ilo que descargan al mar estaría asociado a residuos de plaguicidas.

PALABRAS CLAVE: Contaminación marina, mar peruano.

ABSTRACT

JACINTO, M. E., O. MORÓN, S. SÁNCHEZ, J. CÓRDOVA. 1998. Evaluation of the quality of marine environment in Mollendo, Ilo and Ite Bays, Peru. Inf. Inst. Mar Perú. 136: 120-160.

Studies were realized during 14th to 28th August 1996. Temperatura and salinity were lower than the seasonal model. Levels of oxygen, pH, suspended solids, were proper of the aquatic quality. Problems of environmental deterioration were mainly observed in Ite's beaches. A total of 57,5 ug/g of copper was detected in Keyhole Limpet (*Fissurella* spp.), a quantity higher than permitted international limits of FAO (1983). Contents of arsenic and zinc in Tambo and Ilo rivers should be associated with pesticide residues.

KEY WORDS: marine pollutions, Peruvian sea.

INTRODUCCION

El programa de monitoreo destinado a hacer el seguimiento del estado de la calidad del medio marino costero, que viene desarrollando el IMARPE, permite profundizar el conocimiento de una zona compleja: La Zona Costera, donde además de producirse una serie de interacciones con el ámbito continental, concentra poblaciones humanas y se acrecienta un desarrollo industrial, constituyéndose en fuentes que, de una forma directa o indirecta, ocasionan problemas a las zonas costeras inmediatas. Los problemas ambientales en las zonas costeras varían de un lugar a otro, dependiendo del tipo de actividad predominante y de una serie de factores ambientales. Estudios realizados dentro del marco del Plan

de Acción (1981), consideraron a la zona Ite como «crítica» de contaminación.

En las zonas de Ilo e Ite se desarrolla una importante actividad minera, cuyos efectos se manifiestan principalmente por el impacto físico sobre las playas, a las cuales confluyen sus descargas vertidas por más de treinta años de intensa actividad. Impacto que además ha alterado sustancialmente el hábitat intermareal rocoso, poniendo fuera de producción dichos hábitats (DAMES y MOORE 1986).

Los objetivos del presente estudio, estuvieron orientados a evaluar; (a) el estado de la calidad acuática correspondiente a la estación de invierno; (b) el contenido de elementos metálicos en las descargas de ríos que confluyen en las áreas costeras de interés; y (c) el nivel de cobre en el ecosistema marino.

1 Area de Contaminación Marina. DVPAM. DGIO. IMARPE

2 Dirección de Información y Pronósticos Oceanográficos. DGIO. IMARPE

3 Area de Fitoplancton y Producción Primaria. DOB. DGIO. IMARPE

4 Area de Hidroquímica y Productividad. DOQ. DGIO. IMARPE

MATERIAL Y METODOS

Muestreo

El estudio de evaluación de la calidad del medio marino frente a Mollendo, Ilo e Ite se realizó entre el 14 y 28 de agosto de 1996, cubriéndose la franja costera entre los 17°01'17" a 18°04'01" S, hasta una distancia aproximada de 5 millas de la costa, efectuándose un total de 45 estaciones: 39 establecidas y 6 adicionales (Fig. 1) y a dos niveles: superficie y fondo. Los días de trabajo fueron: en Mollendo del 23 al 25 agosto, en Ilo del 16 al 18 de agosto y en Ite del 19 al 21 de agosto.

En la zona de Ilo (17°15'25" a 17°42'03" S), se realizaron 16 estaciones que incluyeron 3 estaciones hidrográficas, navegándose hasta una distancia aproximada de 4 millas de la costa (Figura 1a).

En la zona de Ite (17°51'48" a 18°04'01" S), se realizaron 16 estaciones, hasta una distancia aproximada de 4 millas de la costa (Figura 1b).

El estudio de Mollendo (17°01'17" a 17°15'00" S), comprendió 13 estaciones, hasta una distancia aproximadamente de 5 millas de la costa (Figura 1c).

El trabajo se realizó a bordo del remolcador Delfín 5, contándose en Mollendo con el apoyo de una embarcación marisquera con motor central para incursionar en los lugares de menor accesibilidad.

Las muestras superficiales, se obtuvieron empleando un balde y para la colecta de muestras de agua de fondo, una botella Niskin de 2,5 litros de capacidad con un portatermómetro. Para los registros de temperatura se emplearon termómetros de superficie y de inversión.

Se colectó un total de 25 muestras de plancton superficial, correspondientes a la bahía de Mollendo (estaciones 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 37 y 38); bahía de Ilo (estaciones 1, 3, 4, 7, 9 y 8) y bahía de Ite (estaciones 15, 13, 16A, 18, 19, 19A, 22, 25 y 24). Las muestras se obtuvieron con red estándar de fitoplancton de 75 micras de abertura de malla en arrastres superficiales de 5 minutos a velocidad mínima, para su posterior preservación con formalina neutralizada al 2%.

El muestreo por playa comprendió la evaluación de 22 estaciones, ubicadas desde el norte, Matarani hasta el sur, Morro Sama; la colecta se realizó entre los 3-5 m de línea playa. Entre las descargas terrestres se evaluaron las del río Ilo (I'-6), río Tambo y la que circulaba por el cauce del río Locumba, especialmente en el contenido metálico. Se evalua-

ron: temperatura, salinidad, oxígeno, sulfuros, pH, nutrientes, grasas.

Métodos

Las determinaciones físicas y químicas se realizaron con métodos que viene utilizando IMARPE en sus estudios de evaluación de la contaminación y de la calidad acuática marina desde hace varios años:

- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARPENTER, en 1966, para el análisis de oxígeno.

- Método gravimétrico U.S. EPA, para la determinación de sólidos suspendidos totales, 1986.

- Método colorimétrico de FONSELIUS, para la determinación de sulfuro de hidrógeno, 1962.

- Método potenciométrico por medio del HANNA HI 9023 C para la determinación del pH.

- Método gravimétrico (Environment Water Resources Service, 1976) para la determinación de aceites y grasas.

- Método referencial manual y guía No. 13 y 11 de la COI-UNESCO para la determinación de hidrocarburos de petróleo en agua de mar y sedimentos.

- Método modificado de EGGIMAN y BETZER 1976 y JOHNSON y MAXWELL 1981, para el tratamiento químico de sedimento para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.

- Método modificado por GORSUCH (1970) y RISBY (1979) para el tratamiento químico de organismos para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica.

- Método de STRICKLAND y PARSON (1968), para la determinación colorimétrica de nutrientes.

- La identificación del fitoplancton se realizó según: CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), HUSTED (1971), SCHILLER (1971 a y b), SUNDSTRÖM (1986). Los análisis cualitativos se realizaron con un microscopio estereoscópico Wild M-8 y un microscopio compuesto.

- Para la obtención de datos de corrientes marinas se utilizaron correntómetros a la deriva.

- El análisis de salinidad se determinó con un salinómetro CHALSICO R-10.

- El análisis de metales trazas en agua se determinó usando Standard Methods, 18th Ed. y el EPA-600/4-79-020, por espectrofotometría de absorción atómica con sistema a la llama.

- El análisis de cobre en organismo utilizó el método modificado por GORSUCH (1970) y RISBYL

(1979) para el tratamiento químico. La determinación analítica se hizo por absorción atómica en sistema horno de grafito.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN POR MAR

Parámetros hidrográficos y de circulación marina

MOLLENDO

La tabla 1 presenta los resultados de los parámetros hidrográficos y de circulación marina en la bahía de Mollendo. La Figura 1c, presenta la carta de posiciones.

Temperatura

Superficialmente varió de 14,5 a 15,7 °C, promedio 14,9 °C. Aún considerando que el área es bastante costera y habiéndose realizado los trabajos en pleno

invierno, los valores son bajos y están relacionados con la presencia de las Aguas Templadas de la Sub Antártica (ATSA), asociadas a las Aguas Costeras Frías (ACF) de afloramiento (Figura 2a).

Cerca al fondo, la temperatura fue de 13,0 a 13,7 °C con un promedio de 13,3 °C, a profundidades que variaron entre 14 y 98 metros. Los mínimos (< 13,1 °C), se relacionaron con profundidades mayores de 76 m. Hacia la costa y a menos de 30 m se registraron temperaturas > 13,5 °C, principalmente alrededor del río Tambo (Figura 2b).

Salinidad

La salinidad en la zona tuvo valores de mezcla originados por las ACF y las ATSA; de 34,79 a 34,98 ‰ en superficie y 34,88 a 35,11 ‰ en el fondo (Figuras 3 a,b). En ambos casos las salinidades son ascendentes hacia el norte, lo que indica que la mayor influencia de las ATSA se presentó al sur del río

Tabla 1. Parámetros hidrográficos y de circulación en la bahía de Mollendo. 23 - 25 agosto 1996.

EST N°	POSICIONES		Nivel Muestreo (m)	TEMP (°C)	SAL S ‰	VELOCIDAD (cm/s)	CORRIENTES (°)
	LATITUD	LONGITUD					
26	17°02'02"	72°05'21"	0,0	14,6	34,98	15,0	10
			90,0	13,1	34,94	13,0	220
27	17°01'17"	72°03'30"	0,0	14,9	34,86		
			33,0	13,5	35,04		
28	17°02'00"	72°01'15"	0,0	14,6	34,89	12,0	315
			37,0	13,6	35,11	10,0	340
29	17°03'50"	72°00'40"	0,0	14,6	34,86		
			76,0	13,0	34,95		
30	17°04'27"	71°57'09"	0,0	14,6	34,86	14,0	290
			44,0	13,5	34,94	11,0	305
31	17°07'12"	71°57'01"	0,0	14,6	34,88	21,0	270
			87,0	13,1	34,95	13,0	355
32	17°08'02"	71°55'34"	0,0	14,5	34,88		
			50,0	13,2	34,91		
33	17°12'01"	71°56'00"	0,0	15,7	34,87	19,0	290
			98,0	13,1	34,94	11,0	310
34	17°10'27"	71°51'49"	0,0	14,8	34,84	14,0	250
			14,0	13,6	34,97	12,0	270
35	17°13'00"	71°51'02"	0,0	14,7	34,83	25,0	290
			23,0	13,5	34,90	18,0	270
36	17°12'17"	71°47'42"	0,0	15,0	34,84	21,0	270
			14,0	13,7	34,89	15,0	290
37	17°14'19"	71°45'05"	0,0	15,5	34,82	19,0	310
			46,0	13,4	34,88	16,0	270
38	17°15'00"	71°41'03"	0,0	15,0	34,79	16,0	250
			71,0	13,1	34,91	14,0	270

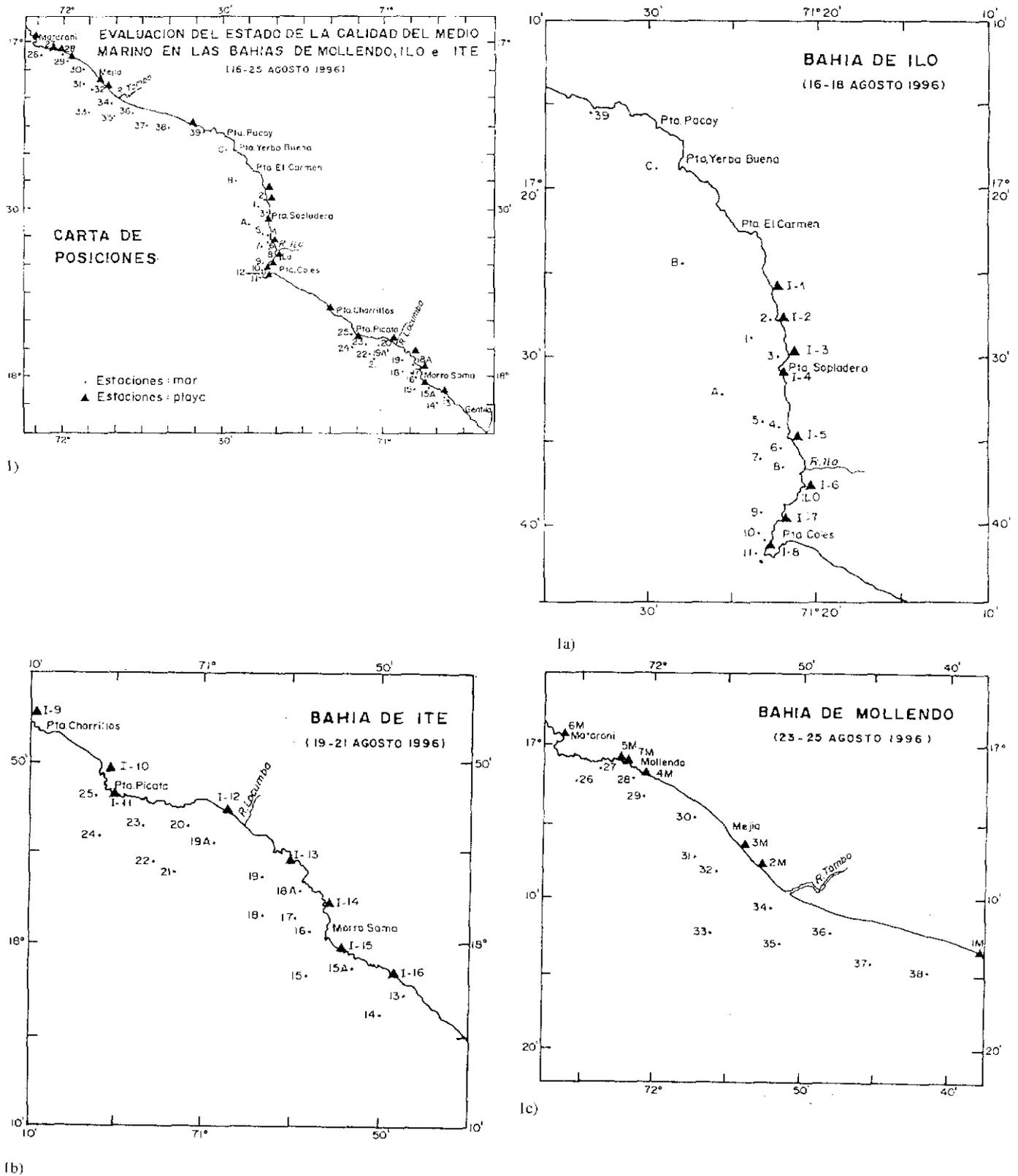


FIGURA 1. Carta de posiciones para la Evaluación del estado de la calidad del medio marino en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite. (1a) Bahía de Ilo, (1b) Bahía de Ite; (1c) Bahía de Mollendo.

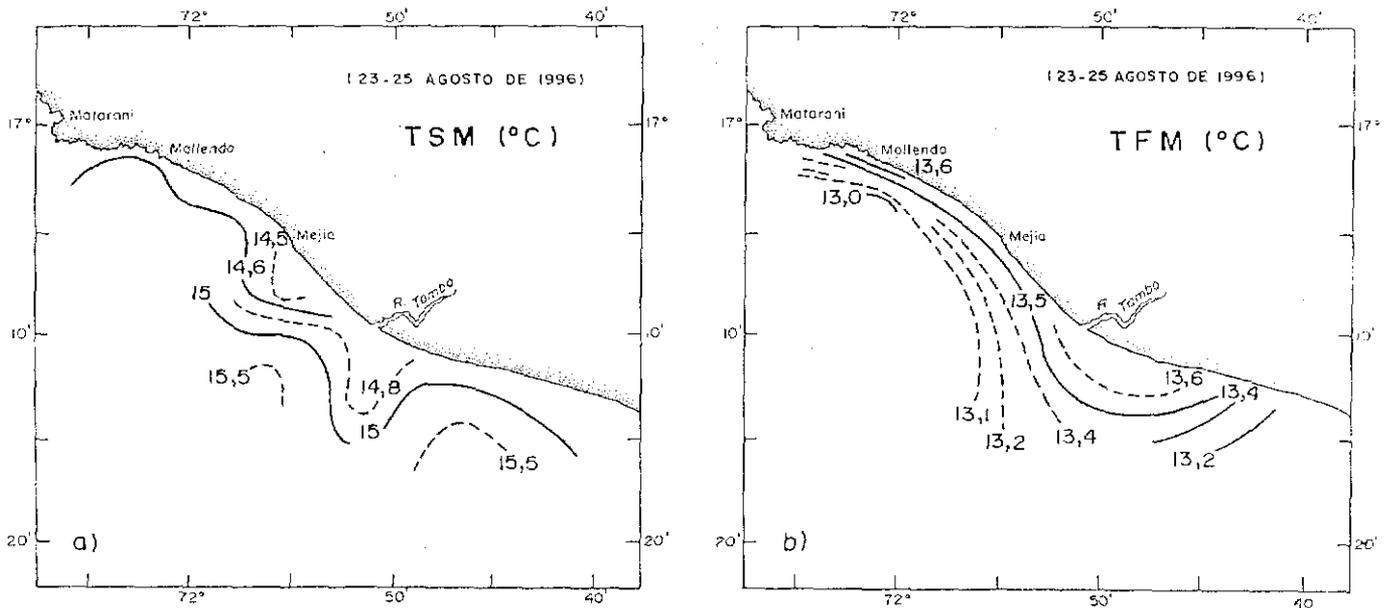


FIGURA 2. Distribución de temperatura en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

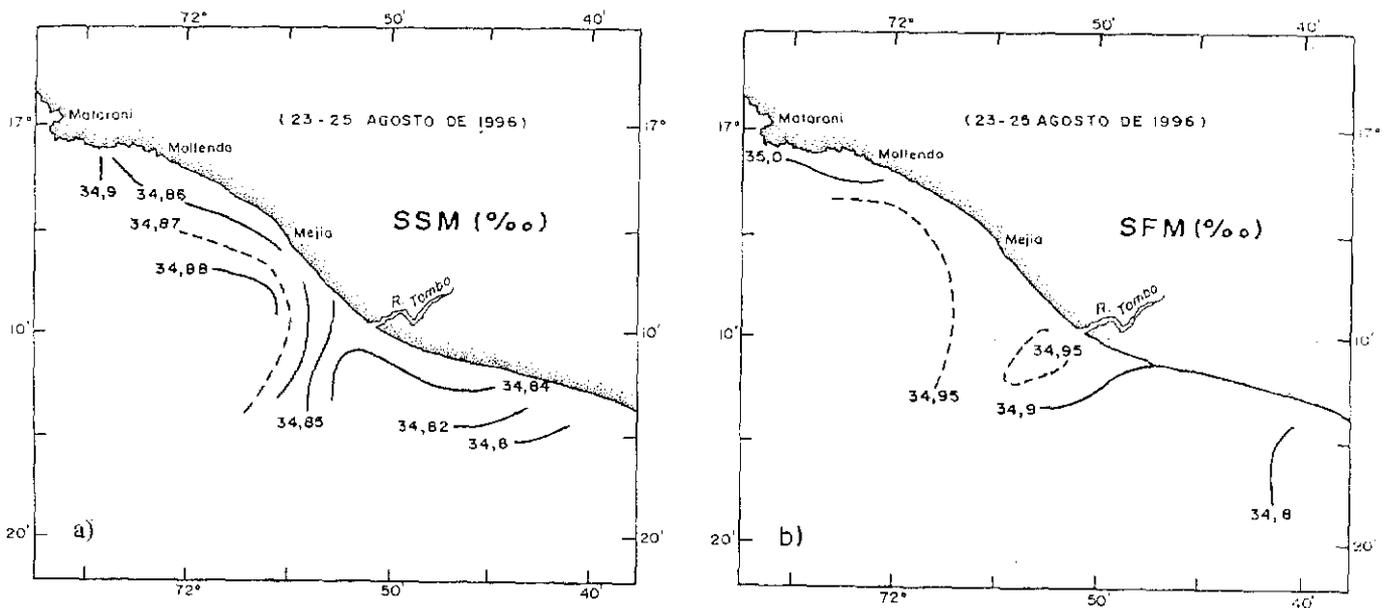


FIGURA 3. Distribución de salinidad en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

Tambo. Frente a Mollendo y próximas al fondo las salinidades fueron > 35,00 ‰, por una mayor relación con las ACF.

Circulación marina

En general, la circulación superficial presentó flujos hacia el oeste y noroeste siguiendo en gran parte la configuración de línea de costa, aunque con tendencia a alejarse de ella, la intensidad varió de 12 a 25 cm/s (Figura 4a).

La circulación subsuperficial (Figura 4b), mostró la misma tendencia que en superficie con flujo casi en paralelo a la costa, principalmente al frente y sur de río Tambo, mientras que hacia el norte los flujos inciden sobre la costa, a excepción de la estación 26 que presentó flujo suroeste; tal vez por la convergencia con la proyección oceánica de la línea

costera, lo que podría dar lugar a la formación de un pequeño remolino.

ILO

La tabla 2 presenta los resultados de los parámetros hidrográficos y de circulación marina en la bahía de Ilo. La Figura 1a, presenta la carta de posiciones.

Temperatura

En superficie fue 14,4 a 15,6 °C con promedio de 14,9 °C. El núcleo más cálido se registró al norte de la desembocadura del río Ilo; con valores mayores de 15,0 °C, los mínimos valores (14,6 °C) se ubicaron al norte de Punta Pacay, frente a Punta Sopladera y en Punta Coles (Figura 5a).

Tabla 2. Parámetros hidrográficos y de circulación en la bahía de Ilo. 16 - 18 agosto 1996.

EST N°	POSICIONES		Nivel Muestreo(m)	TEMP (°C)	SAL S ‰	VELOCIDAD (cm/s)	CORRIENTES (°)
	LATITUD	LONGITUD					
1	17°28'59"	71°24'05"	0,0	14,8	34,86	22,0	25
			50,0	13,3	34,93	10,0	120
2	17°27'56"	71°22'58"	0,0	14,8	34,88	19,0	35
			32,0	13,8	34,95	13,0	20
3	17°30'05"	71°22'16"	0,0	14,6	34,86	19,0	100
			31,0	13,9	34,93	8,0	80
4	17°34'05"	71°22'19"	0,0	15,6	34,92		
			60,0	13,3	34,90		
5	17°33'59"	71°22'57"	0,0	15,4	34,92	18,0	90
			68,0	13,2	34,92	14,0	240
6	17°35'25"	71°22'03"	0,0	15,2	34,90	15,0	150
			35,0	13,6	34,94	12,0	135
7	17°36'05"	71°23'04"	0,0	15,1	34,85	12,0	270
			94,0	13,1	34,88	10,0	70
8	17°36'30"	71°21'45"	0,0	15,0	34,86	12,0	200
			23,0	13,7	34,89	8,0	130
9	17°39'21"	71°23'00"	0,0	15,0	34,84	14,0	150
			83,0	13,3	34,87	9,0	235
10	17°40'34"	71°23'04"	0,0	14,8	34,79		
			81,0	13,4	34,88		
11	17°42'03"	71°23'16"	0,0	14,6	34,87	10,0	210
			37,0	13,5	34,88		
12	17°40'52"	71°22'52"	0,0	14,8	34,85	12,0	290
			23,0	13,7	34,85	7,0	210
39	17°15'25"	71°34'22"	0,0	14,4		24,0	315
			17,0	14,2		13,0	305
A	17°32'05"	71°25'34"	0,0	14,9	34,78	25,0	40
B	17°24'50"	71°28'28"	0,0	14,9	34,85	18,0	0
C	17°18'42"	71°30'06"	0,0	14,9	34,82	20,0	345

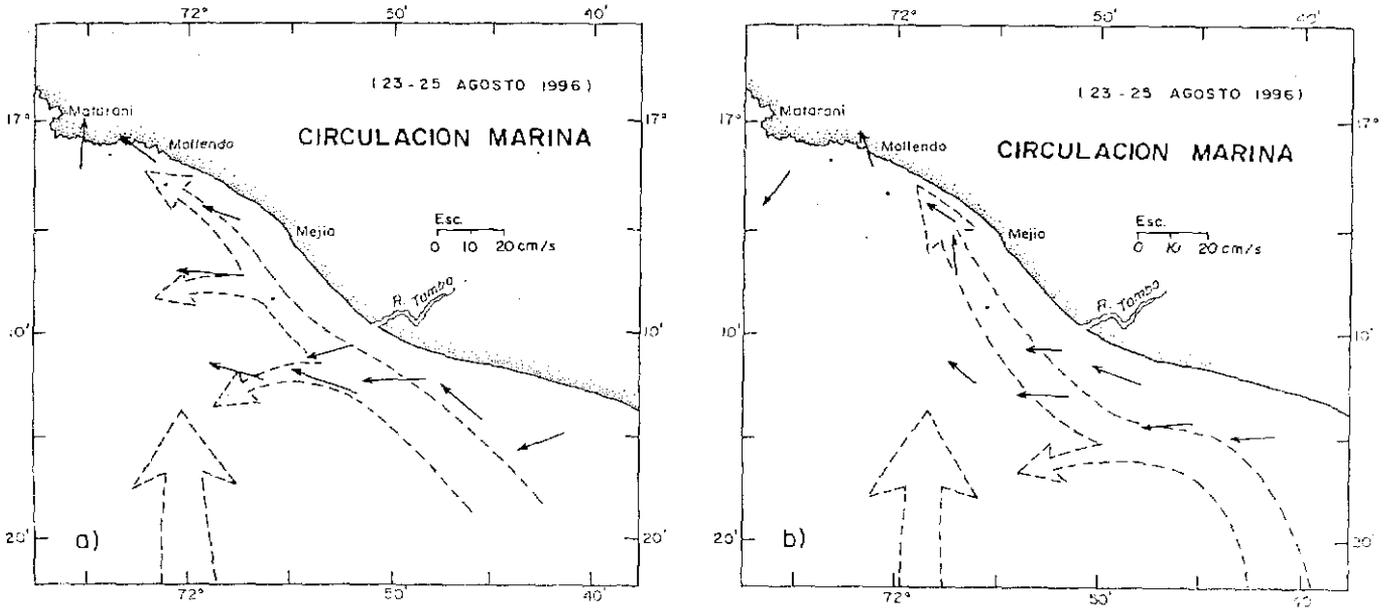


FIGURA 4. Distribución de la circulación marina en la bahía Mollendo: a) superficie y b) fondo.

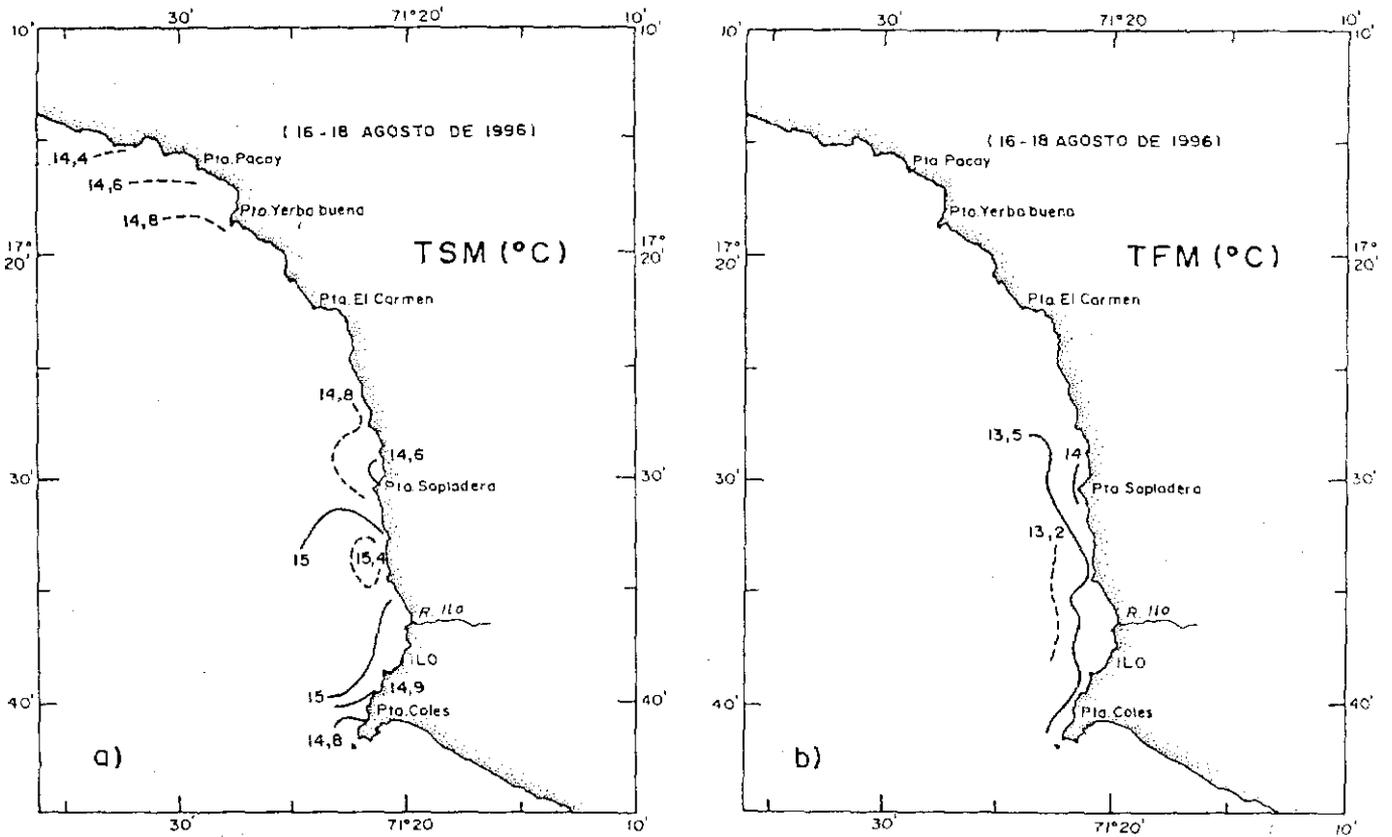


FIGURA 5. Distribución de temperatura en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

En el fondo las temperaturas fluctuaron de 13,1 a 14,0 °C, con un promedio de 13,5 °C, valores más elevados pegados a la costa alcanzando 14,0 °C frente a Punta Sopladera y a 31 m de profundidad, mientras que los mínimos valores < 13,2 °C se presentaron por debajo de los 60 m (Figura 5b).

Salinidad

Al igual que en Mollendo la superficie estuvo cubierta por aguas de mezcla, predominando las ATSA (34,78 - 34,92 ‰) la mínima registrada en la estación hidrográfica «A» adicional; solamente al norte de río Ilo y asociado a las máximas temperaturas se presentaron valores de 34,92 ‰, como indicadores de las ACF (Figura 6a). Otra excepción fue la estación 10, ubicada al sur (cerca a Punta Coles) donde se registraron valores de 34,79 ‰. Cerca al fondo se presentaron salinidades más homogéneas (34,85 - 34,95 ‰); en general a este nivel la influencia de las ATSA fue menor (Figura 6b). Otra excepción fue la estación 10, ubicada al sur (cerca a Punta Coles) donde se registraron valores de 34,79 ‰.

Circulación marina

La circulación presentó dos sentidos bastante diferenciados: entre Punta Sopladera y Punta Coles se apreció un remolino en sentido horario, lo que podría deberse a la interferencia producida por la proyección de la línea costera hacia el océano (Punta Coles) que afecta a la circulación proveniente del sur. Esta ocurrencia deja un vacío alrededor de Ilo, el que es cubierto por flujos contrarios.

Al norte de Punta Sopladera la circulación tiende a normalizarse, tomando una dirección hacia el nor este o norte, tratando de seguir la configuración de la costa. En general la intensidad varió de 10 a 25 cm/s en superficie, registrándose flujos más intensos frente a Punta Sopladera (25 cm/s) (Figura 7a).

En el fondo se presentaron flujos variados con cierta tendencia hacia la costa y hacia el sur, dando lugar a formación de pequeños remolinos en sentido horario (Figura 7b). La velocidad registrada fue de 7 a 14 cm/s.

ITE

La tabla 3 presenta los resultados de los parámetros hidrográficos y de circulación marina en la bahía de Ite. La Figura 1b, presenta la carta de posiciones.

Temperatura

Valores entre 14,1 a 16,3 °C; los menores de 15 °C próximos a la costa asociados al afloramiento, mientras que frente a Morro Sama se observó una ligera aproximación de aguas cálidas (Figura 8a).

En el fondo, una distribución de isotermas paralelas a la costa con temperaturas de 13,1 a 14,7 °C, y un promedio de 13,8 °C (Figura 8b); los valores más elevados; se hallaron próximos a la costa debido a la menor profundidad.

Salinidad

La salinidad fluctuó de 34,81 a 35,01 ‰ en superficie. Los bajos valores en superficie (<34,85 ‰) se ubicaron alrededor del río Locumba y al sur de Morro Sama los cuales son propios de la mezcla anteriormente mencionada; la aproximación de las aguas relativamente cálidas muestra también valores entre 34,90 a 35,00 ‰ (Figura 9a).

En el fondo los valores fluctuaron de 34,83 a 35,00 ‰; los bajos valores se observaron completamente replegados a la costa (Figura 9b).

Circulación marina

La superficie y fondo mostraron cierta similitud, con dirección predominante hacia el noroeste, siguiendo la configuración de la costa, sufriendo cierta desviación por efecto de los accidentes geográficos de la línea costera (Figuras 10 a,b).

Parámetros físicos y químicos

MOLLENDO

La tabla 4 presenta el resultado de los parámetros físicos y químicos de calidad acuática registrados en la bahía de Mollendo. La Figura 1c, presenta la carta de posiciones.

Oxígeno

A nivel superficial, los valores de oxígeno oscilaron de 2,19 a 4,48 mL/L hallados en las estaciones 30 (al norte de Mejía) y 37 (al sur del río Tambo) respectivamente. El promedio de distribución de oxígeno fue de 3,2 mL/L en el área evaluada. Los mayores valores se registraron al sur, y estuvieron asociados a temperaturas de 15,0 °C. Como puede ob-

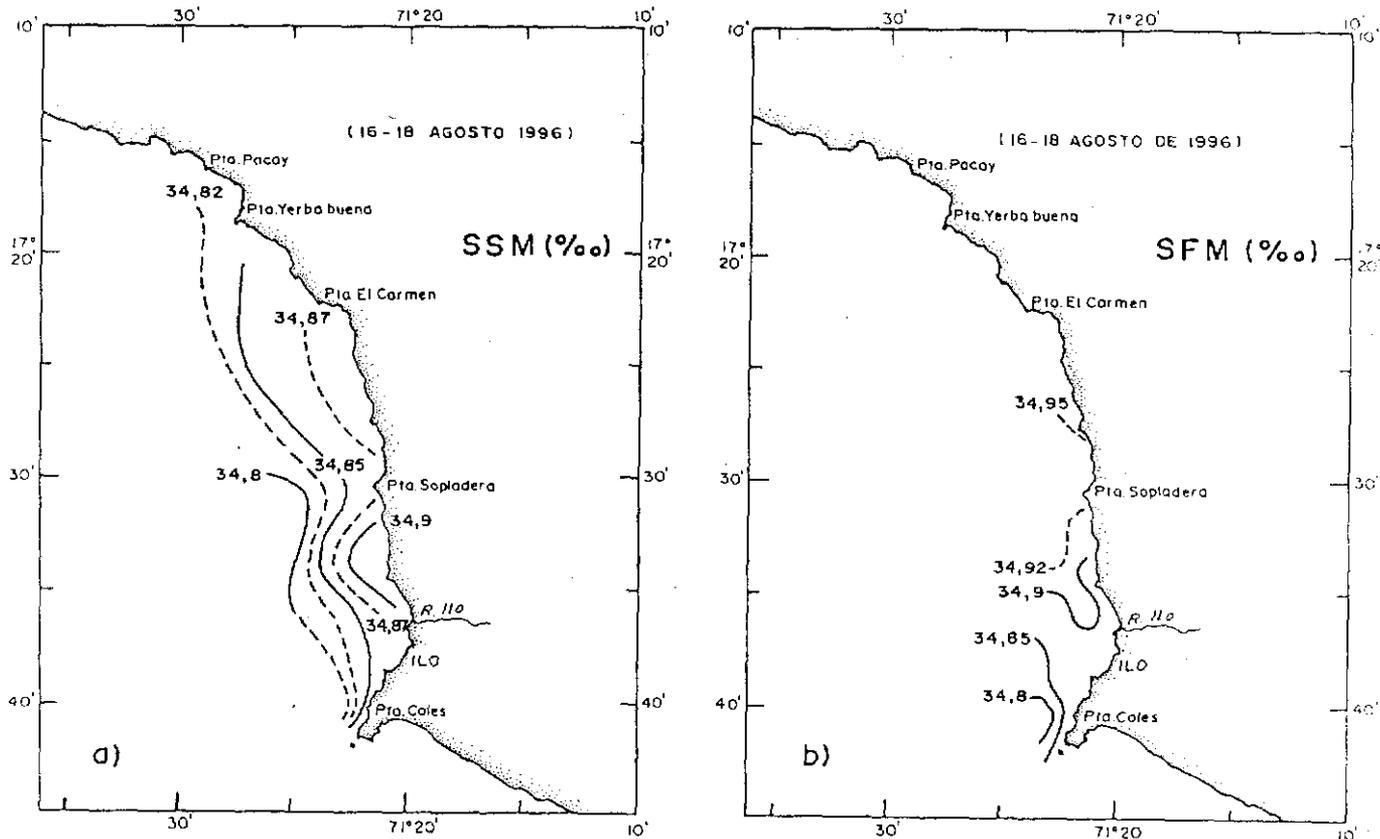


FIGURA 6. Distribución de salinidad en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

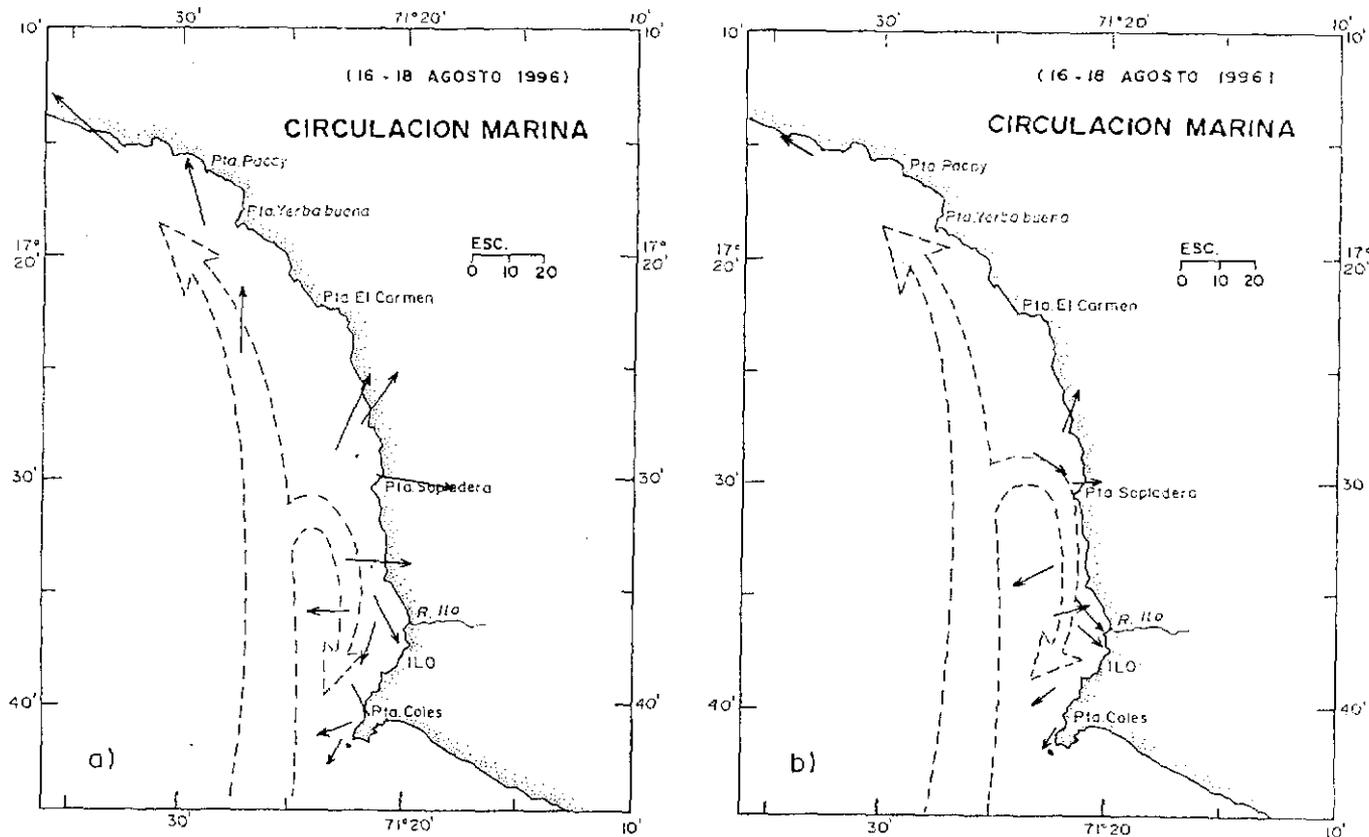


FIGURA 7. Distribución de circulación marina en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

Tabla 3. Parámetros hidrográficos y de circulación en la bahía de Ite. 19-21 agosto 1996.

EST N°	POSICIONES		Nivel Muestreo(m)	TEMP (° C)	SAL S o/oo	VELOCIDAD (cm/s)	CORRIENTES (°)
	LATITUD	LONGITUD					
13	18°02'58"	70°48'55"	0,0	14,1	34,83	16,0	35
			16,0	13,4	34,89	11,0	350
14	18°04'01"	70°50'07"	0,0	15,9	34,88	19,0	10
			68,0	13,1	34,90	16,0	350
15	18°01'59"	70°54'10"	0,0	15,8	34,83	17,0	290
			73,0	13,4	34,95	7,0	330
15A	18°01'25"	70°51'55"	0,0	15,6	34,85		
16	17°59'21"	70°54'06"	0,0	15,2	34,87		
			36,0	14,2	34,87		
17	17°58'51"	70°55'00"	0,0	16,1	34,90	13,0	70
			34,0	13,5	34,86	9,0	340
18	17°58'28"	70°56'56"	0,0	16,3	34,90	18,0	5
			36,0	13,5	35,00	12,0	30
18A	17°57'15"	70°54'48"	0,0	15,1	34,90		
			12,0	14,0	34,86		
19	17°56'18"	70°57'01"	0,0	15,3	34,87	17,0	340
			17,0	14,0	34,88	13,0	350
19A	17°54'31"	70°59'39"	0,0	15,0	34,81	20,0	280
			14,0	14,2	34,84	15,0	280
20	17°53'38"	71°01'01"	0,0	14,9	34,82		
			14,0	14,3	34,83		
21	17°56'06"	71°01'54"	0,0	15,3	35,01		
			42,0	13,2	34,86		
22	17°55'36"	71°03'00"	0,0	15,4	34,88	15,0	295
			39,0	13,2	34,88	11,0	270
23	17°53'35"	71°03'42"	0,0	14,9	34,88	16,0	235
			23,0	14,2	34,87	11,0	330
24	17°54'06"	71°06'06"	0,0	15,4	34,87	11,0	210
			55,0	13,3	34,93	7,0	160
25	17°51'48"	71°06'06"	0,0	15,3	34,92	21,0	315
			15,0	14,5	34,84	14,0	245

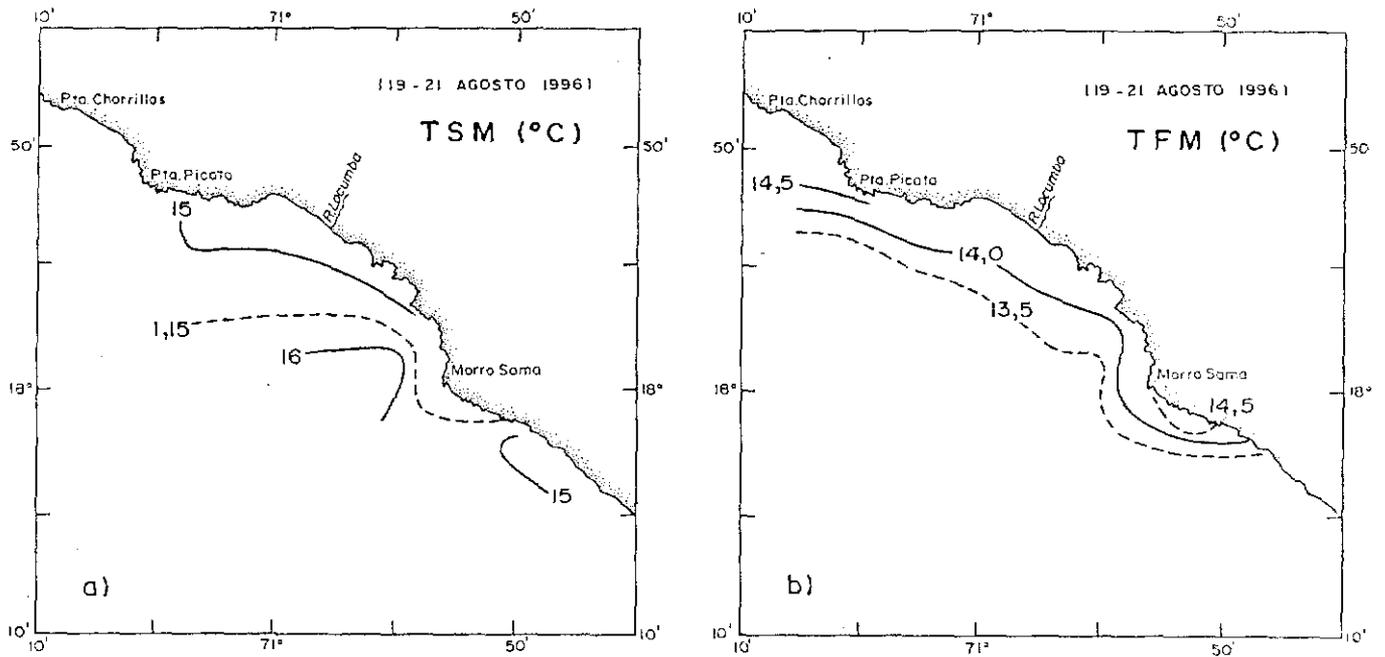


FIGURA 8. Distribución de temperatura en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

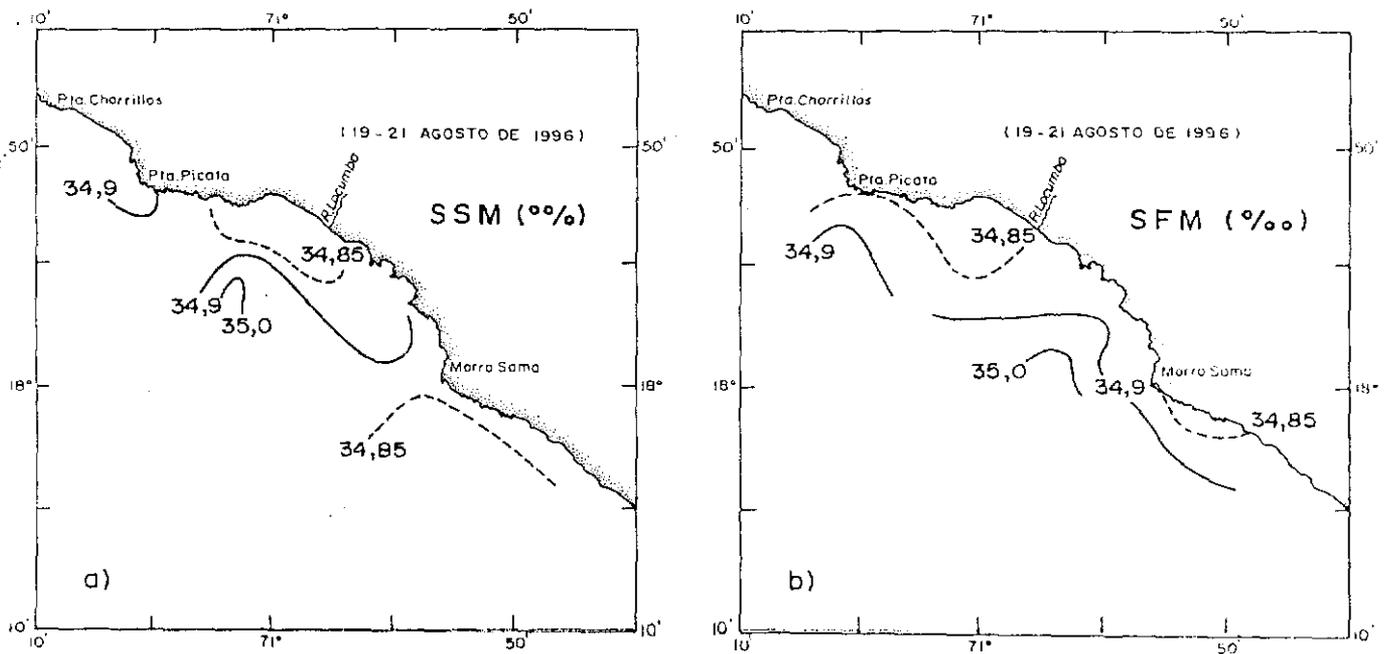


FIGURA 9. Distribución de salinidad en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

Tabla 4. Parámetros físico y químicos en la bahía de Mollendo. 23 - 25 agosto 1996.

EST N°	POSICION		PROF. (m)	TRANSP (m)	NIVEL MUESTREO(m)	OXIG (mL/L)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/L	pH	S.T.S (mg/L)	GRASA (mg/L)
	LATITUD	LONGITUD								
26	17°02'02"	72°05'21"	91,0	6,0	0,0	2,45	1,55	7,95	14,8	
					90,0	0,33	0,76	7,70	20,4	
27	17°01'17"	72°03'30"	34,0	7,0	0,0	3,11		7,85		
					33,0	0,93		7,74		
28	17°02'00"	72°01'15"	38,0	7,0	0,0	3,59		7,95	24,5	
					37,0	0,33		7,79	17,2	
29	17°03'50"	72°00'40"	77,0	8,0	0,0	2,41		7,80	22,6	
					76,0	0,19		7,70	33,2	
30	17°04'27"	71°57'09"	45,0	6,0	0,0	2,19	1,37	7,89		
					44,0	0,14	0,78	7,74		
31	17°07'12"	71°57'01"	88,0	8,0	0,0	2,65	1,23	7,84		
					87,0	0,29	0,72	7,72		
32	17°08'02"	71°55'34"	51,0	8,0	0,0	3,64	1,33	7,73		0,70
					50,0	0,53	0,80	7,65		
33	17°12'01"	71°56'00"	99,0	9,0	0,0	2,57	1,36	7,95		
					98,0	0,09	0,68	7,72		
34	17°10'27"	71°51'49"	15,0	5,0	0,0	3,31	1,50	7,90		
					14,0	0,09	0,85	7,74		
35	17°13'00"	71°51'02"	24,0	7,0	0,0	2,67	1,06	7,83	16,8	
					23,0	0,63	0,70	7,75	19,6	
36	17°12'17"	71°47'42"	15,0	7,5	0,0	4,03	1,11	7,95	16,4	1,00
					14,0	0,71	0,73	7,79	18,4	
37	17°14'19"	71°45'05"	47,0	10,0	0,0	4,48	1,12	7,94	16,0	
					46,0	0,62	0,72	7,74	14,4	
38	17°15'00"	71°41'03"	72,0	8,0	0,0	4,38	1,15	7,91	13,6	0,98
					71,0	0,55	0,76	7,71	17,2	

S.T.S. = Sólidos Totales Suspendidos.

servarse (Figura 11a), isolíneas de 3,0 mL/L paralelo a la línea costera predominó a lo largo del área evaluada.

En fondo, los valores en general fueron menores de 1 mL/L; las menores concentraciones estuvieron asociadas a profundidades por debajo de los 45 m, y a bajas temperaturas. Los rangos registrados fluctuaron de 0,09 a 0,93 mL/L correspondientes a las estaciones 33 (99 m) y 27 (34 m) respectivamente. El promedio fue de 0,4 mL/L para el área de interés. En la estación 34 (15 m) también se registró la mínima de oxígeno, que aunque no estuvo asociado a la profundidad, la concentración estaría influenciada por las descargas orgánicas del río Tambo. Se registró un predominio de isolíneas de 0,5 mL/L paralelo a la línea costera, que disminuyó al alejarse de la costa (Figura 11b).

Los valores de oxígeno mencionados fueron menores a lo registrado en la estación de verano (marzo 1996) según GUZMÁN *et al.* (1997), y estuvieron asociados a temperaturas elevadas sobre todo en superficie (15,9 - 19,1 °C).

Sulfuros

Las concentraciones de sulfuros en superficie oscilaron entre 1,06 - 1,55 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ hallados en las estaciones 35 y 26 respectivamente. El promedio de distribución a este nivel fue de 1,0 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$. En la Figura 12a, se observa la influencia del río Tambo, con distribuciones decrecientes respecto a línea costera que estuvieron asociadas a los flujos superficiales detectados en la zona.

Al nivel de fondo, las concentraciones fueron de 0,68-0,85 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ halladas en las estaciones 33 (99 m) y 34 (15 m) respectivamente ubicadas frente al río Tambo; el valor máximo de sulfuro estuvo asociado a la mínima de oxígeno y a su cercanía a la descarga del río. A este nivel también se observa (Figura 12b) la influencia del río Tambo que por su aporte de carga orgánica y el desarrollo de procesos de óxido reducción en su degradación, origina gases sulfhídricos.

En este caso las concentraciones para ambos niveles de muestreo no fueron significativas, si se comparan con otras áreas costeras evaluadas (Pisco, Chimbote, 1996).

Con relación al muestreo de marzo 96, las concentraciones mencionadas mostraron niveles ligeramente inferiores a lo registrado en verano (0,8 - 2,2 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$)

Potencial de iones hidronio (pH)

El pH a nivel superficial fluctuó entre 7,73 a 7,95; el promedio para el área evaluada fue de 7,90. Los valores estuvieron dentro de los rangos de calidad acuática. Fue más alto, en las estaciones costeras al frente y al sur del río Tambo, y estuvieron asociados a los mayores valores de oxígeno (Figura 13a).

En fondo, los valores fueron ligeramente inferiores, 7,65 a 7,79, con promedio de 7,70; el predominio de una isolínea de 7,70 paralela a la costa se situó al norte del río Tambo (Figura 13b).

Los valores en superficie fueron ligeramente inferiores a lo registrado en marzo 96 (7,85 - 8,15), mientras que al nivel de fondo los valores fueron semejantes en las dos prospecciones.

Sólidos suspendidos totales (S.S.T)

En esta oportunidad, no se cuenta con información total de este parámetro en el área de Mollendo. Los valores obtenidos en superficie fluctuaron de 13,6 a 24,5 mg/L, registrados al sur (estación 38) y norte (estación 28) respectivamente. Las mayores concentraciones se hallaron al frente y sur de Mollendo (Figura 14a).

En fondo, los valores oscilaron entre 14,4 a 33,2 mg/L, registrándose una distribución creciente al sur de Mollendo, donde la estación 29 mostró su máxima concentración (Figura 14b).

La intensidad y dirección de corrientes estarían relacionadas con los niveles encontrados; aunque los valores mencionados fueron muy similares a los registrados en superficie (6,4 - 26,0 mg/L) y ligeramente superiores a lo hallado en fondo (1,8 - 32 mg/L) correspondiente a marzo 1996 (GUZMÁN *et al.* 1997).

Grasa

Este parámetro se determinó sólo en algunas estaciones seleccionadas a nivel superficial y cuyas concentraciones fluctuaron de 0,70 - 1,00 mg/L, inferiores a lo registrado en marzo 1996 (0,6 - 2,5 mg/L), e inferiores a lo registrado en otras áreas costeras (Callao, Bayóvar, Pisco) evaluadas durante el primer semestre 1996 (JACINTO 1996).

ILO

La tabla 5, presenta el resultado de los parámetros físicos y químicos de calidad acuática registrados en la bahía de Ilo.

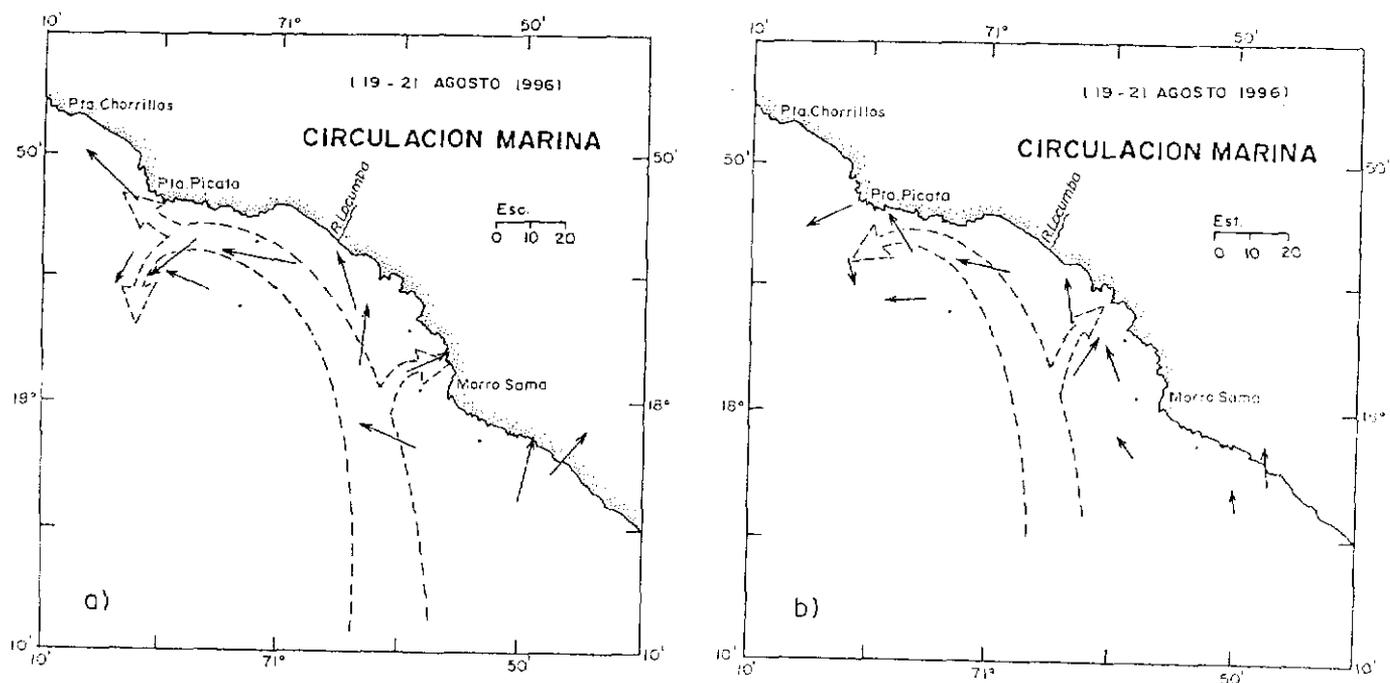


FIGURA 10. Distribución de la circulación marina en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

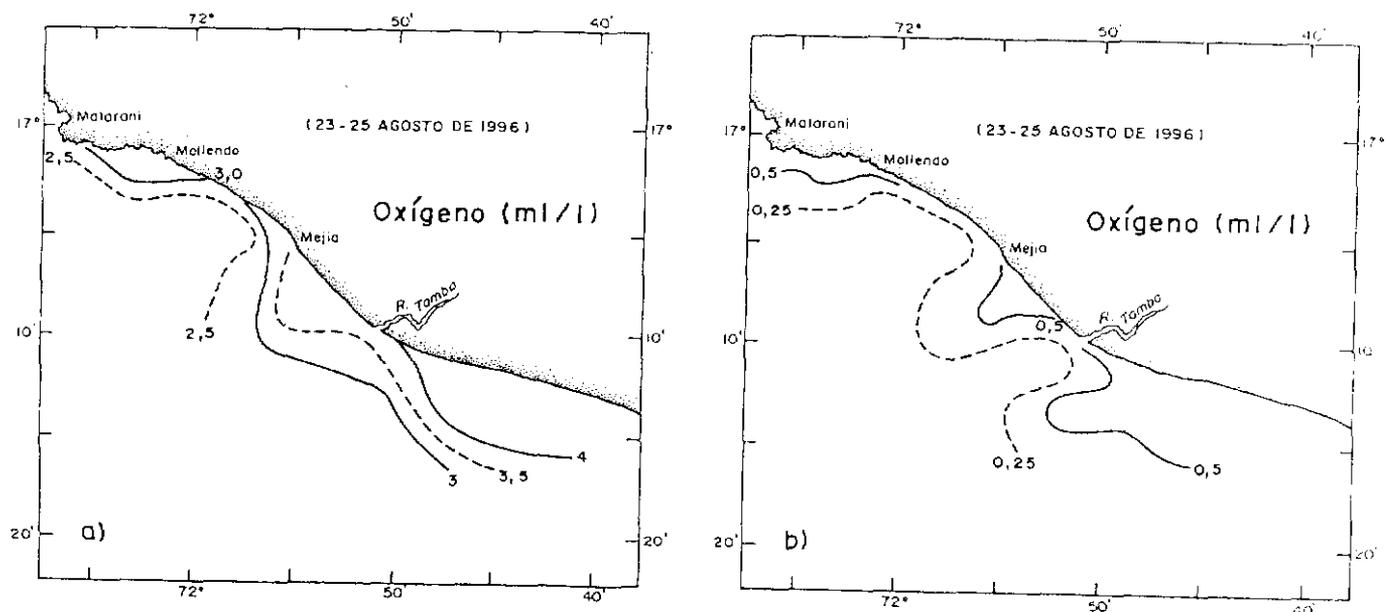


FIGURA 11. Distribución de oxígeno en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

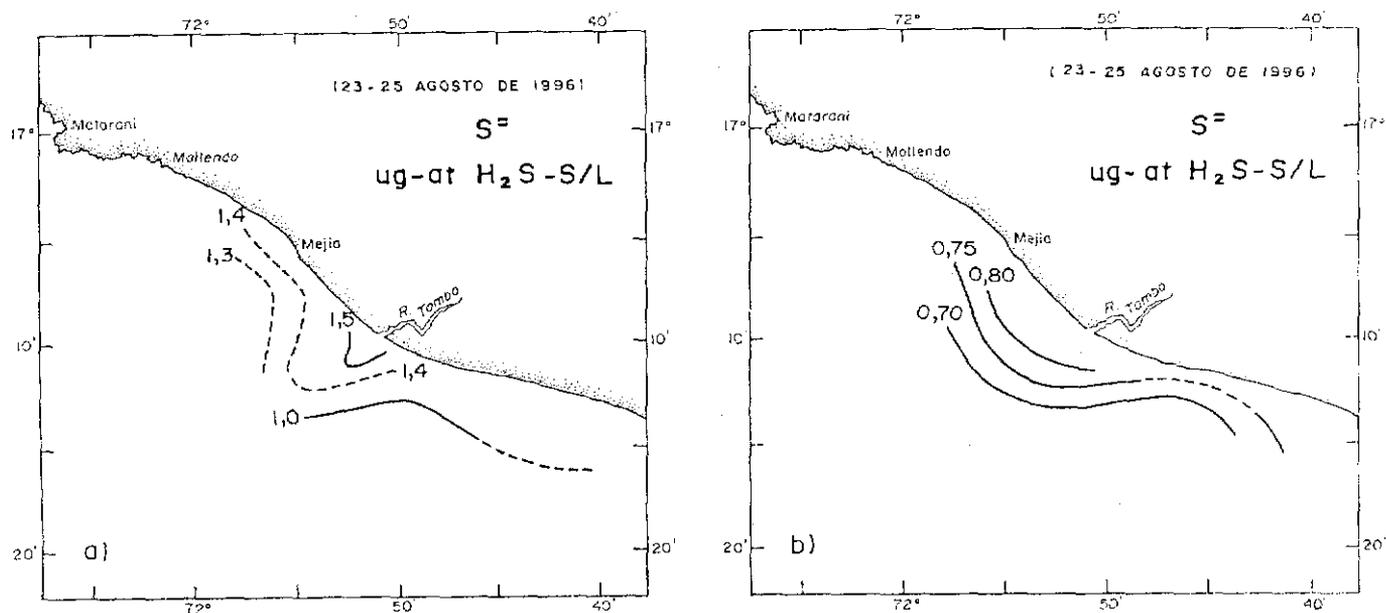


FIGURA 12. Distribución de sulfuros en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

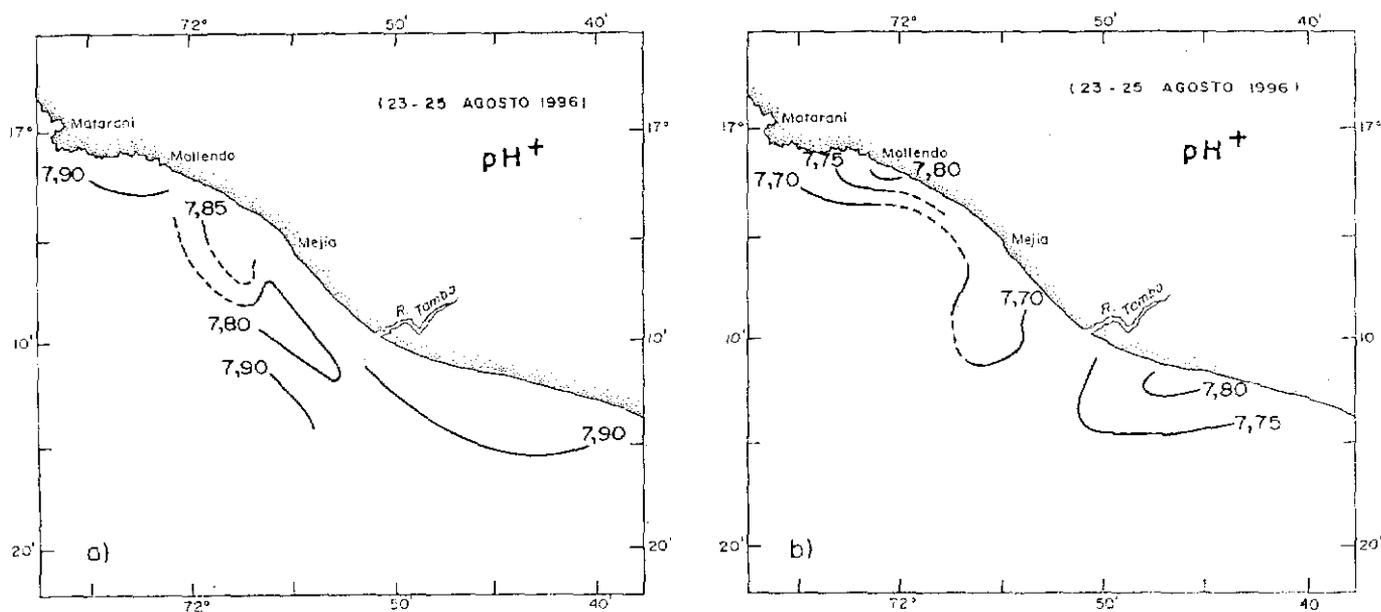


FIGURA 13. Distribución de potencial de iones hidronio en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

Tabla 5. Parámetros físico y químicos en la bahía de Ilo. 16 - 18 agosto 1996

EST N°	POSICION		PROF. (m)	TRANSP (m)	NIVEL MUESTREO(m)	OXIG (mL/L)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/L	pH	S.T.S (mg/L)	GRASA (mg/L)
	LATITUD	LONGITUD								
1	17°28'59"	71°24'05"	84,0	4,0	0,0	4,52	1,21	7,85	12,0	
					50,0	0,24	0,57	7,60	17,2	
2	17°27'56"	71°22'58"	34,0	3,5	0,0	4,63	1,07	7,89	11,2	
					32,0	2,07	0,87	7,74	18,8	
3	17°30'05"	71°22'16"	32,0	4,0	0,0	3,90	1,08	7,92	13,6	0,80
					31,0	2,07	1,00	7,79	20,0	
4	17°34'05"	71°22'19"	60,0	2,0	0,0	6,09	1,26	8,20	24,0	
					60,0	0,19	0,61	7,80	17,6	
5	17°33'59"	71°22'57"	43,0	2,5	0,0	5,04	1,11	8,11	16,0	4,60
					68,0	0,14	0,54	7,81	17,2	
6	17°35'25"	71°22'03"	36,0	3,0	0,0	5,43	1,25	7,96	14,4	2,80
					35,0	0,86	0,62	7,66	17,2	
7	17°36'05"	71°23'04"	85,0	5,5	0,0	4,72	1,27	7,93	18,4	
					84,0	0,24	0,58	7,64	15,6	
8	17°36'30"	71°21'45"	24,0	5,0	0,0	4,72	1,11	7,88	18,4	
					23,0	1,25	0,65	7,66	28,4	
9	17°39'21"	71°23'00"	84,0	4,5	0,0	4,81	1,32	7,98	16,4	
					83,0	0,24	0,55	7,73	12,8	
10	17°40'34"	71°23'04"	82,0	4,5	0,0	5,00	0,72	7,89	12,0	0,72
					81,0	0,53	0,53	7,60	10,0	
11	17°42'03"	71°23'16"	43,0	5,0	0,0	4,57	1,26	7,85	16,4	
					37,0	0,69	0,58	7,67	12,8	
12	17°40'52"	71°22'52"	33,0	4,5	0,0	4,67	1,21	7,70	18,8	
					23,0	1,35	0,66	7,63	16,4	
39	17°15'25"	71°34'22"	18,0	9,0	0,0	3,94	1,37	7,79	18,8	
					17,0	3,45	1,14	7,75	16,8	

S.T.S. = Sólidos Totales Suspendidos.

Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno en superficie fluctuaron de 3,90 a 6,09 mL/L registradas en las estaciones 3 y 4 respectivamente, ubicadas al norte y sur de Punta Sopladera. La máxima concentración de oxígeno se debió a la intensa actividad fitoplanctónica que se manifestó en los elevados valores de clorofila (53 $\mu\text{g-at/L}$) hallados en la estación 4. El valor promedio para la zona de estudio fue de 4,77 mL/L. La máxima de oxígeno estuvo asociada a la temperatura máxima (15,6 °C) detectada en la estación 4. Los valores superficiales fueron mayores a los hallados en la bahía Mollendo. Las mayores concentraciones se registraron al norte del río Ilo, observándose el predominio de una isolinéa de 5,0 mL/L y una tendencia decreciente conforme se aleja de la costa (Figura 15a).

En fondo, las concentraciones fueron mucho menores a las de superficie fluctuando de 0,14 (43 m) a 3,45 (18 m) mL/L registradas en las estaciones 5 y 39 respectivamente. La máxima de oxígeno hallado a unos 18 m de profundidad estuvo asociada a la mayor temperatura. La distribución al nivel de fondo (Figura 15b) mantiene la misma tendencia que la temperatura. Estos valores fueron superiores a los registrados en el área de Mollendo.

Los valores de oxígeno en la presente prospección fueron ligeramente superiores a nivel superficial y muy elevados a nivel de fondo, en comparación a lo registrado en superficie (2,3 - 5,6 mL/L) y fondo (0,15 - 0,76 mL/L) durante marzo 96.

Sulfuros

En superficie los valores fueron ligeramente inferiores respecto a Mollendo, con rangos de 0,72 a 1,37 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ correspondientes a las estaciones 10 y 39 respectivamente. El promedio de distribución fue de 1,17 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$; al norte de Punta Sopladera se presentaron los menores valores y estuvieron relacionados a los flujos más intensos registrados cerca a Punta Coles.

Se registró el predominio de una isolinéa de 1,25 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$, paralela a la línea costera (Figura 16a).

En fondo, los valores fueron menores, 0,53 a 1,14 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$, hallados también en las estaciones 10 (82 m) y 39 (18 m) respectivamente. Los mayores valores se registraron en estaciones muy

costeras y a profundidades de 18 a 34 m (Figura 16b). La formación de remolinos en esta zona condujo a remoción del sedimento y materia orgánica presente, con los consiguientes procesos de óxido reducción que se manifestaron en los niveles de sulfuros encontrados.

Los valores registrados en la presente evaluación estuvieron dentro de los rangos registrados en verano 1996 (0,6 - 1,1 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$).

Potencial de iones hidronio (pH)

El pH a nivel superficial fluctuó de 7,70 a 8,20; registrados en las estaciones 12 (Punta Coles) y 4 (norte de río Ilo). El pH promedio de distribución fue de 7,92. La máxima de pH correspondió a los valores máximos de oxígeno y temperatura. Al norte del río Ilo se observa una distribución creciente (Figura 17a).

En fondo, los valores fluctuaron de 7,60 a 7,81 hallados en las estaciones 1 (84 m) y 5 (43 m) respectivamente; el promedio a este nivel fue de 7,70. Frente al río Ilo se observó una distribución creciente conforme se aleja de la costa (Figura 17b). Al norte del río, la distribución guarda similitud con la de oxígeno. En esta ocasión, al valor máximo de pH (estación 5) le correspondió la máxima de oxígeno, registrado a una profundidad de 43m.

Estos valores en superficie, fueron ligeramente superiores a lo hallado en el verano (7,75 - 8,02).

Sólidos suspendidos totales (S.S.T.)

En superficie los valores fluctuaron de 11,2 a 24,0 mg/L, hallados en las estaciones 2 (norte de fundición) y 4 (norte del río Ilo) respectivamente, con un promedio de 16,2 mg/L en el área de interés. Una tendencia creciente hacia el norte del río Ilo se observó (Figura 18a). El mayor valor estuvo asociado a las máximas de pH y oxígeno.

En fondo, los valores oscilaron de 10,0 a 28,4 mg/L correspondientes a las estaciones 10 (sur) y 8 (frente río Ilo) respectivamente. El promedio fue de 17,0 mg/L. Frente al río se observa una distribución decreciente conforme se aleja de la costa (Figura 18 b).

Los valores hallados para ambos niveles registraron un ligero incremento con relación a la evaluación de marzo 96 (11,2 - 24,0 mg/L en superficie, 10,0 - 28,4 mg/L en fondo).

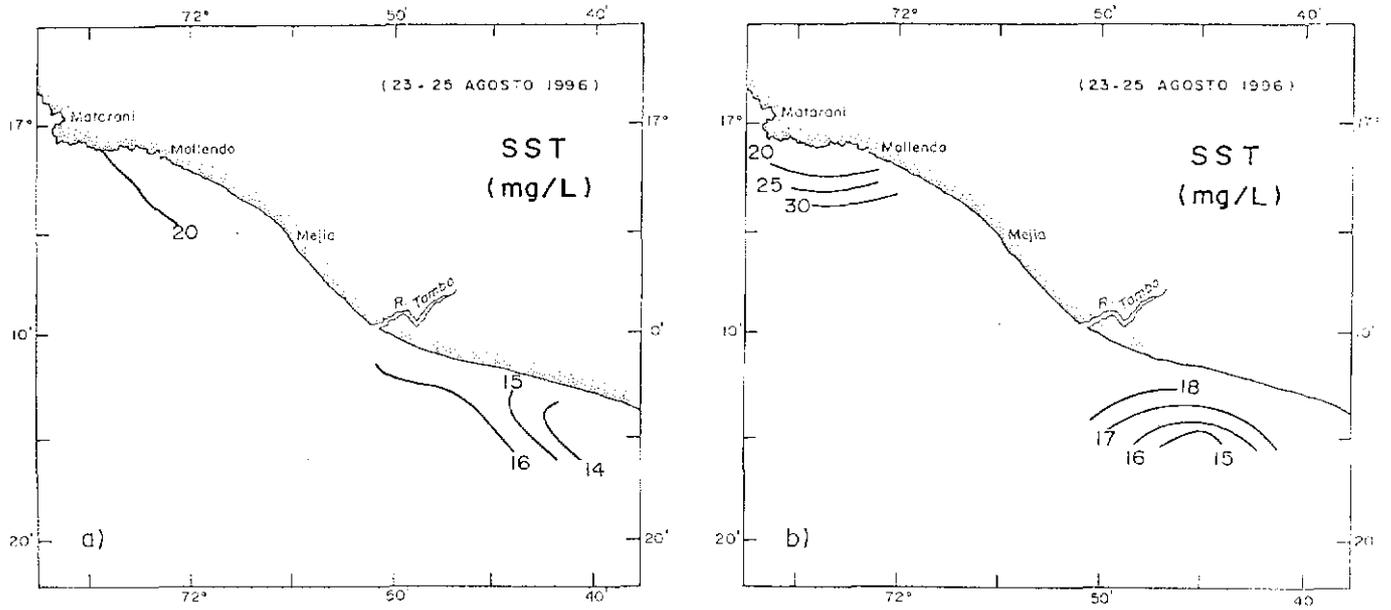


FIGURA 14. Distribución de sólidos suspendidos totales en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

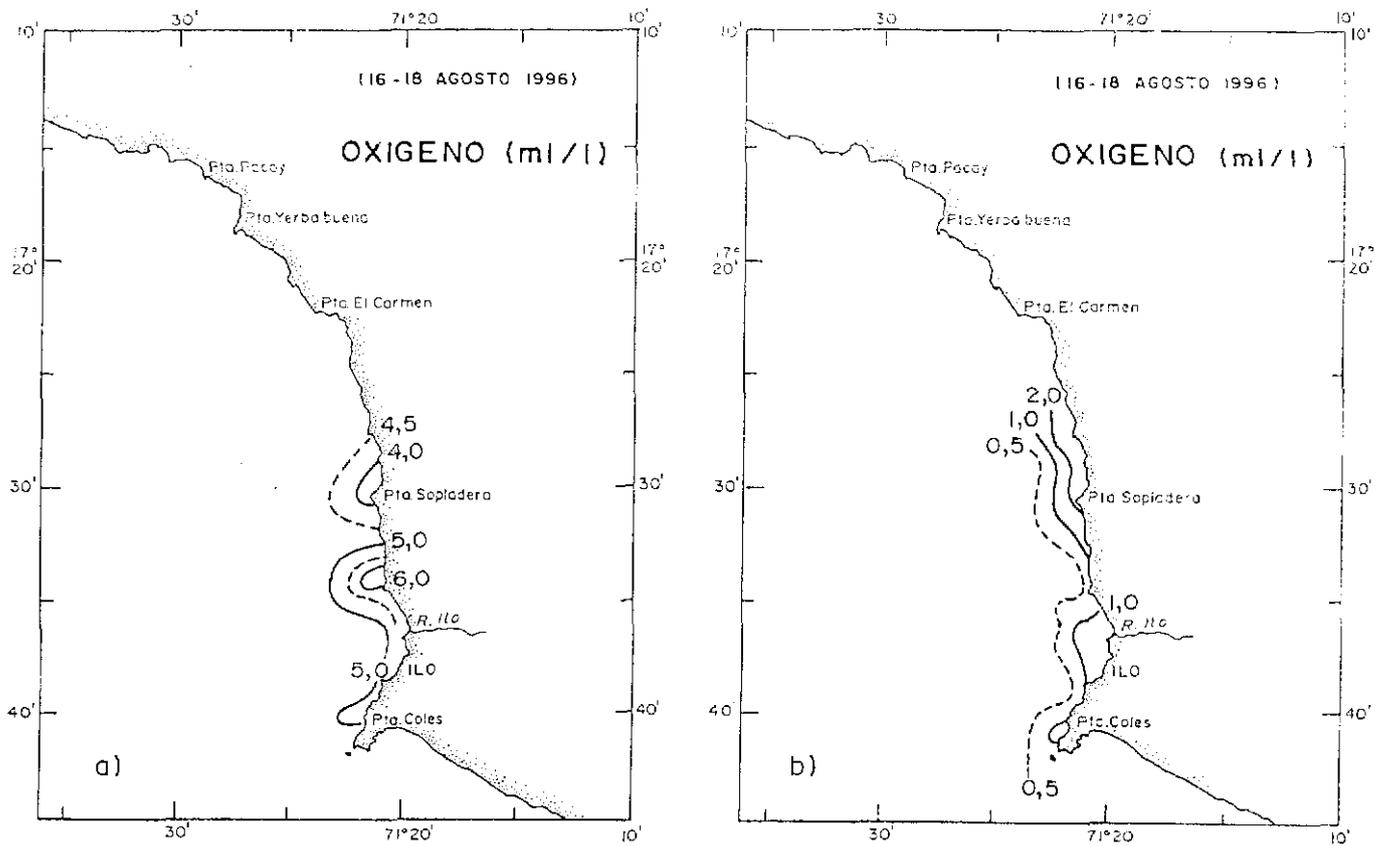


FIGURA 15. Distribución de oxígeno en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

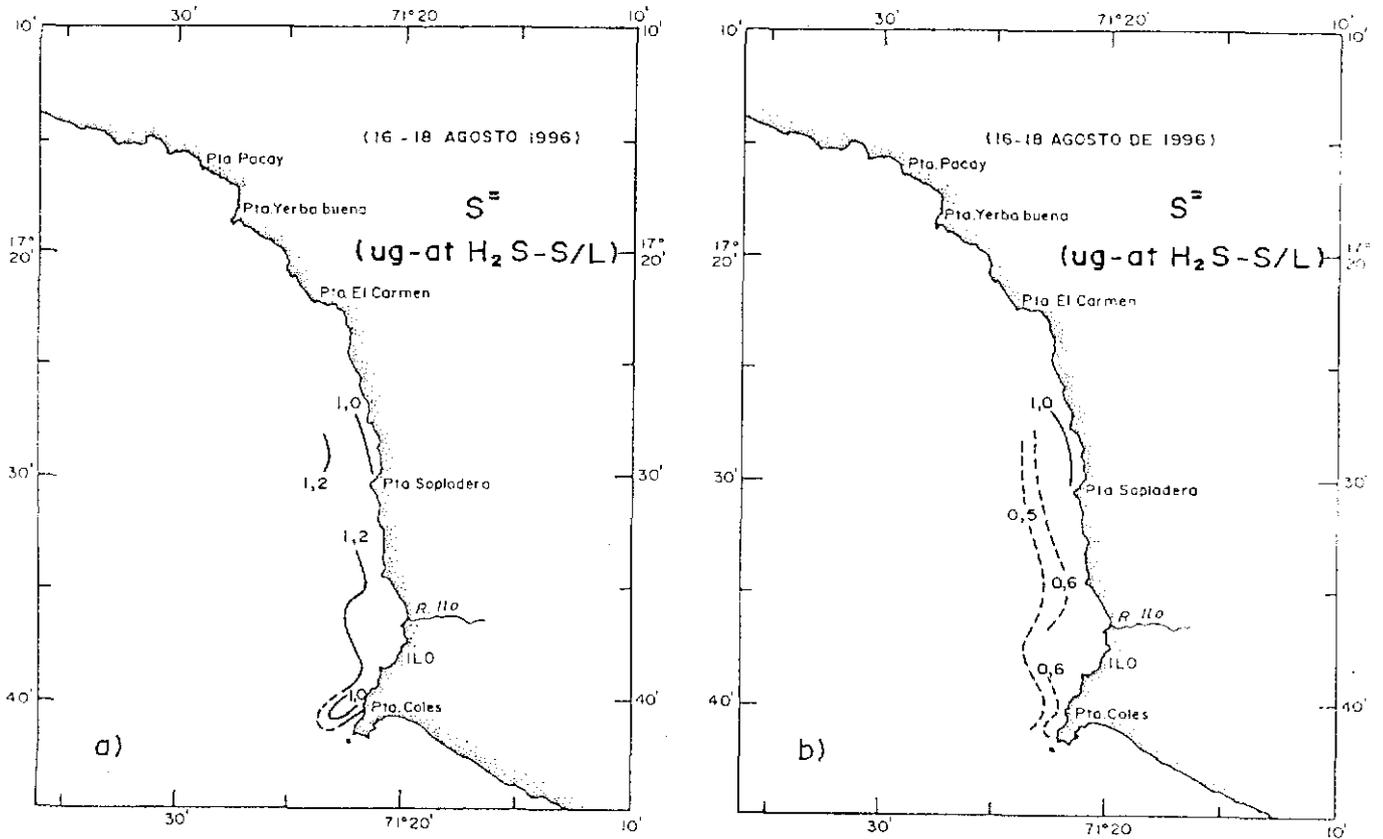


FIGURA 16. Distribución de sulfuros en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

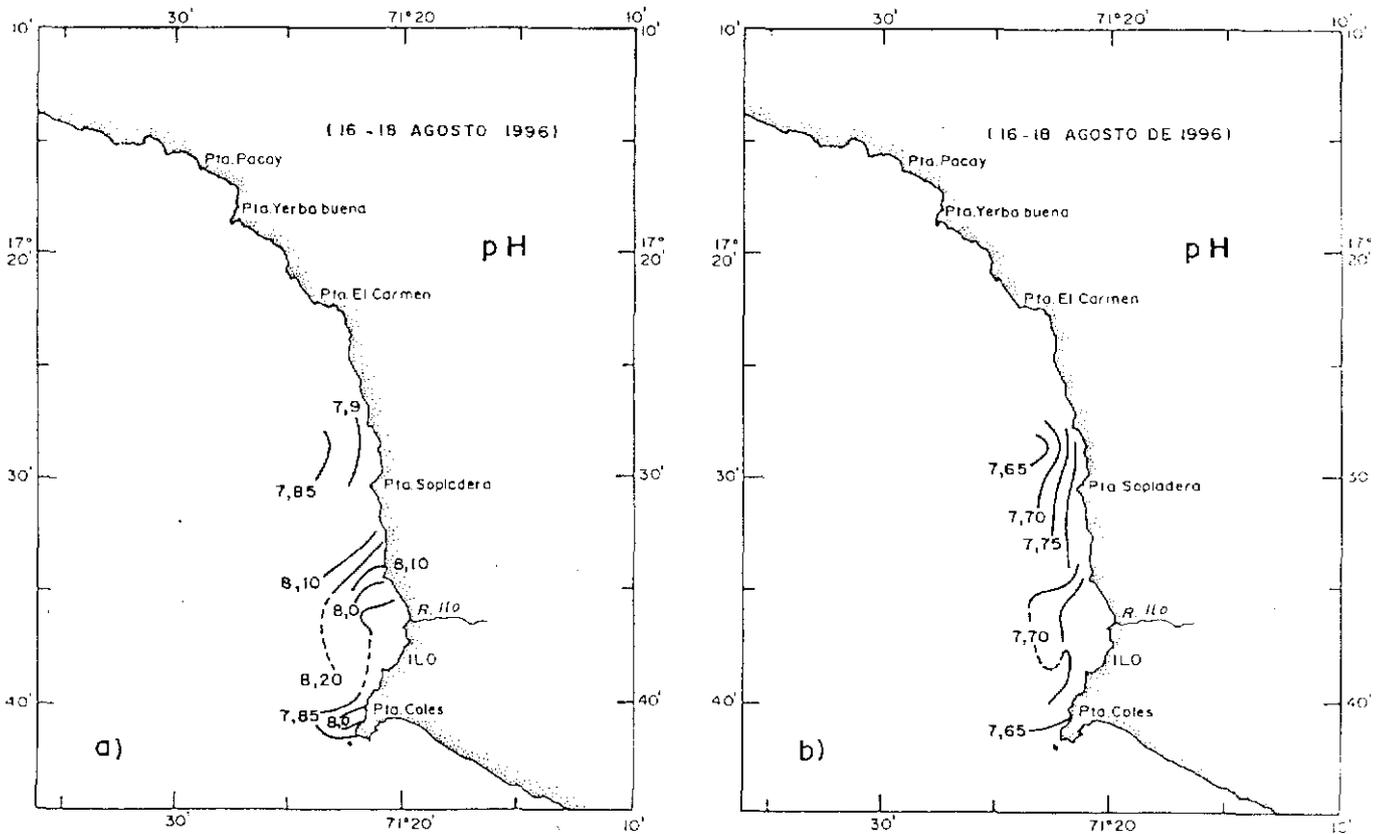


FIGURA 17. Distribución de potencial de iones hidronio en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

Grasa

Parámetro evaluado en estaciones seleccionadas a nivel superficial, cuyo rango fluctuó de 0,72 a 4,60 mg/L, registrándose los valores máximos en las estaciones 5 y 6, ubicadas al norte del río Ilo.

Estos valores superaron las concentraciones halladas en marzo 1996 (0,20 - 2,75 mg/L) y son inferiores a las máximas registradas en estaciones de Bayóvar (3,5 mg/L) y Pisco (3,4 mg/L) durante el primer semestre 1996 (JACINTO 1996).

ITE

La tabla 6, presenta el resultado de los parámetros físicos y químicos de calidad acuática registrados en la bahía de Ite.

Oxígeno

Al nivel superficial, los valores de oxígeno oscilaron entre 1,60 - 5,55 mL/L correspondientes a las estaciones 22 y 15A, con un promedio de distribución de 3,9 mL/L en el área de interés. Se observó (Figura 19a) una distribución contrastante al norte y sur de la bahía; con isolíneas decrecientes entre Picata y río Locumba, observándose valores de 5 mL/L en áreas costeras que disminuyeron a mayor profundidad y al alejarse de la costa. Lo contrario se registró al sur, con tendencia creciente al alejarse de la costa; la variabilidad de los valores de oxígeno hallados al sur no mostró una relación directa con las profundidades.

En fondo, los rangos de oxígeno oscilaron de 0,14 a 4,13 mL/L hallados en las estaciones 14 (69 m) y 25 (16 m) respectivamente. La distribución fue decreciente a profundidades mayores (Figura 19b).

Estos valores fueron inferiores a lo registrado a nivel superficial en marzo 96 (3,4 - 5,7 mL/L) y superiores a nivel de fondo (0,2 - 2,9 mL/L) para la misma época.

En general de las 3 bahías, los valores más óptimos de oxígeno se hallaron en Ilo; los máximos valores estuvieron asociados a las mayores temperaturas y mínimas profundidades.

Sulfuros

En superficie, las concentraciones oscilaron entre 0,72 - 1,27 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ que se hallaron en las estaciones 18A y 20 respectivamente; el promedio de distribución de sulfuros fue de 1,0 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$.

La estación 20, ubicada al norte del río Locumba fue la que registró la mayor concentración; la distribución fue homogénea con el predominio de una isolínea de 1,0 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ (Figura 20a).

En fondo, los valores variaron de 0,60 - 1,19 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ en estaciones 24, 25 y 20 respectivamente. Las estaciones costeras frente al río Locumba y con profundidades promedio de 15 m, fueron la que presentaron las mayores concentraciones; la distribución fue decreciente conforme se alejaba de la costa (Figura 20b). Estos valores mostraron un ligero incremento si se compara con lo registrado para ambos niveles en marzo 1996 (0,60 - 1,08 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$).

De las 3 bahías evaluadas, la bahía de Mollendo presentó las mayores valores en superficie; a la bahía de Ite le correspondió las mayores concentraciones en fondo, registradas a profundidades de 15 m.

Potencial de iones hidronio (pH)

Los valores en superficie oscilaron de 7,72 - 8,22 hallados en las estaciones 13 y 17 respectivamente, con un promedio de 8,0 para el área de interés. Frente al río Locumba se presentaron distribuciones crecientes conforme se aleja de la costa (Figura 21a). Frente a Morro Sama se presentaron los máximos valores de pH.

A nivel de fondo, los valores fueron inferiores con rangos de 7,63 a 7,95, y un promedio de 7,80. La distribución frente al río Locumba y sur de Morro Sama fue decreciente, contrario a lo observado en superficie (Figura 21b). La presencia de una isolínea de 7,8 predominó a lo largo del área evaluada.

Los valores encontrados en superficie y fondo, fueron ligeramente superiores a lo detectado en marzo 1996.

En general, los valores de pH fueron homogéneos en las 3 áreas evaluadas, sobre todo a nivel superficial para las áreas de Ilo e Ite.

Sólidos suspendidos totales (S.S.T)

Los rangos en superficie fluctuaron de 10,4 a 35,2 mg/L, registrados en las estaciones 23 y 20 respectivamente; con un promedio de distribución en el área evaluada de 17,5 mg/L. La mayor concentración se halló al norte del río Locumba (Figura 23) y su distribución estuvo relacionado con los procesos circulatorios en el área mencionada.

En fondo, los valores fueron ligeramente superiores en rangos de 6,0 a 54,0 mg/L correspondientes a las estaciones 25 (16 m) y 20 (15 m), que se distri-

Tabla 6. Parámetros físico y químicos en la bahía de Ite. 19 - 21 agosto 1996

EST N°	POSICION		PROF. (m)	TRANSP (m)	NIVEL MUESTREO(m)	OXIG (mL/L)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/L	pH	S.T.S (mg/L)	GRASA (mg/L)
	LATITUD	LONGITUD								
13	18°02'58"	70°48'55"	17,0	4,0	0,0	2,29	1,10	7,72	17,6	
					16,0	0,24	0,70	7,70	18,4	
14	18°04'01"	70°50'07"	69,0	4,5	0,0	5,47	1,07	8,03	15,2	
					68,0	0,14	0,62	7,80	11,2	
15	18°01'59"	70°54'10"	74,0	4,0	0,0	5,37	1,03	8,02	11,6	0,00
					73,0	0,38	0,65	7,79	15,2	
15A	18°01'25"	70°51'55"	28,0		0,0	5,55		8,02		0,00
					27,0	3,10		7,95		
16	17°59'21"	70°54'06"	37,0	4,5	0,0	1,90	1,06	7,95	13,2	
					36,0	0,44	0,70	7,63	13,6	
17	17°58'51"	70°55'00"	35,0	4,5	0,0	3,59	1,07	8,22	10,8	0,50
					34,0	0,20	0,66	7,83	15,6	
18	17°58'28"	70°56'56"	37,0	6,5	0,0	4,09	0,66	8,15	13,6	
					36,0	1,44	0,61	7,94	15,6	
18A	17°57'15"	70°54'48"	16,0	2,5	0,0	4,15	0,72	8,01	19,2	
					12,0	0,66	0,57	7,90	29,2	
19	17°56'18"	70°57'01"	18,0	2,0	0,0	4,21	1,16	7,89	16,4	
					17,0	0,53	1,00	7,80	32,0	
19A	17°54'31"	70°59'39"	15,0	0,5	0,0	4,16	1,06	7,78	20,0	
					14,0	0,81	1,18	7,94	22,4	
20	17°53'38"	71°01'01"	15,0	1,0	0,0	5,41	1,29	7,93	35,2	
					14,0	1,79	1,19	7,78	58,0	
21	17°56'06"	71°01'54"	43,0	4,5	0,0	2,18	1,21	8,01	31,2	
					42,0	0,19	0,58	7,74	17,6	
22	17°55'36"	71°03'00"	40,0	3,5	0,0	1,60	0,66	8,00	16,4	
					39,0	0,53	0,87	7,90	25,6	
23	17°53'35"	71°03'42"	24,0	3,5	0,0	3,85	1,06	7,89	10,4	1,50
					23,0	1,71	0,65	7,82	22,8	
24	17°54'06"	71°06'06"	56,0	3,5	0,0	3,86	1,27	7,95	15,2	
					55,0	0,27	0,60	7,75	8,4	
25	17°51'48"	71°06'06"	16,0	4,5	0,0	5,47	1,07	7,96	16,8	
					15,0	4,13	0,60	7,88	6,0	

S.T.S. = Sólidos Totales Suspendidos.

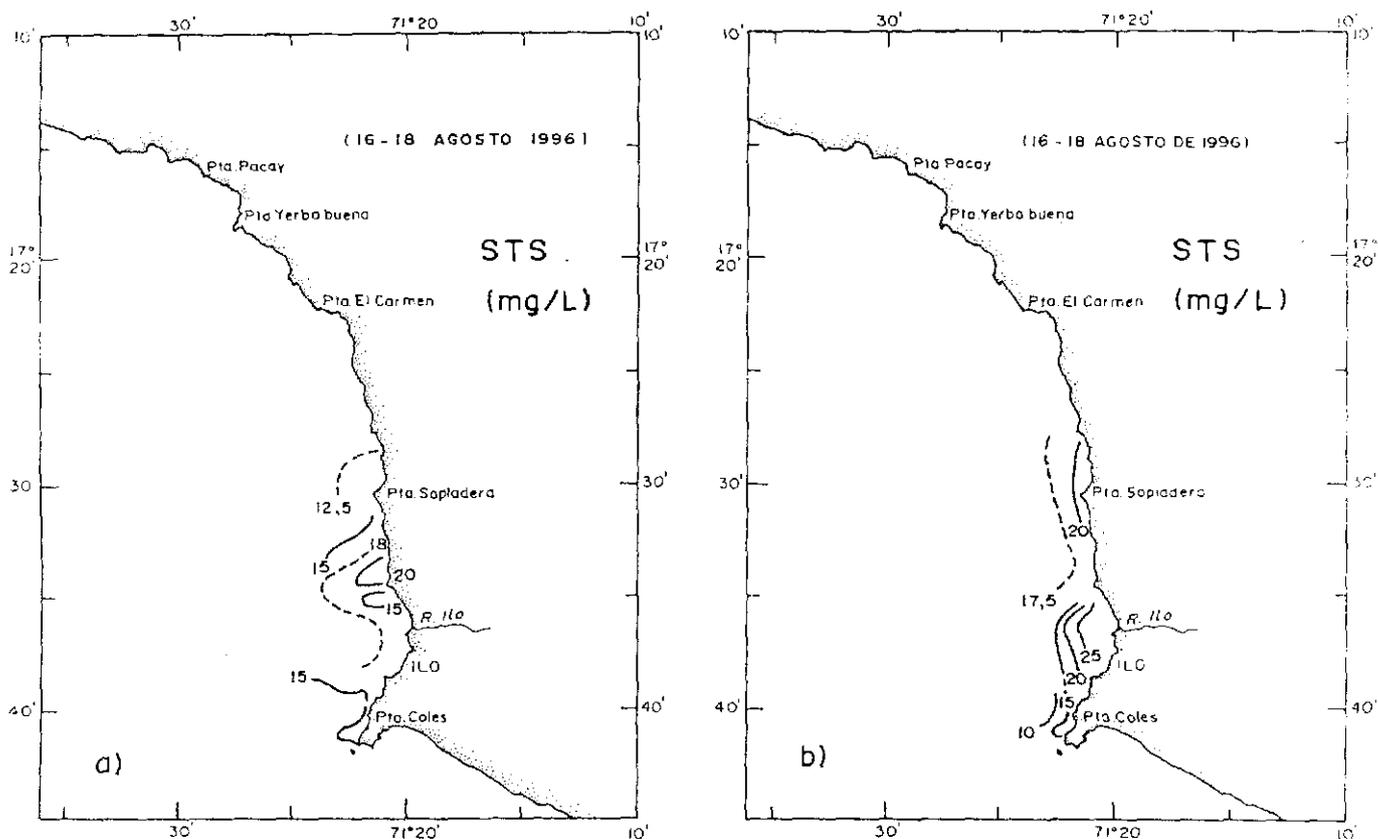


FIGURA 18. Distribución de sólidos suspendidos totales en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

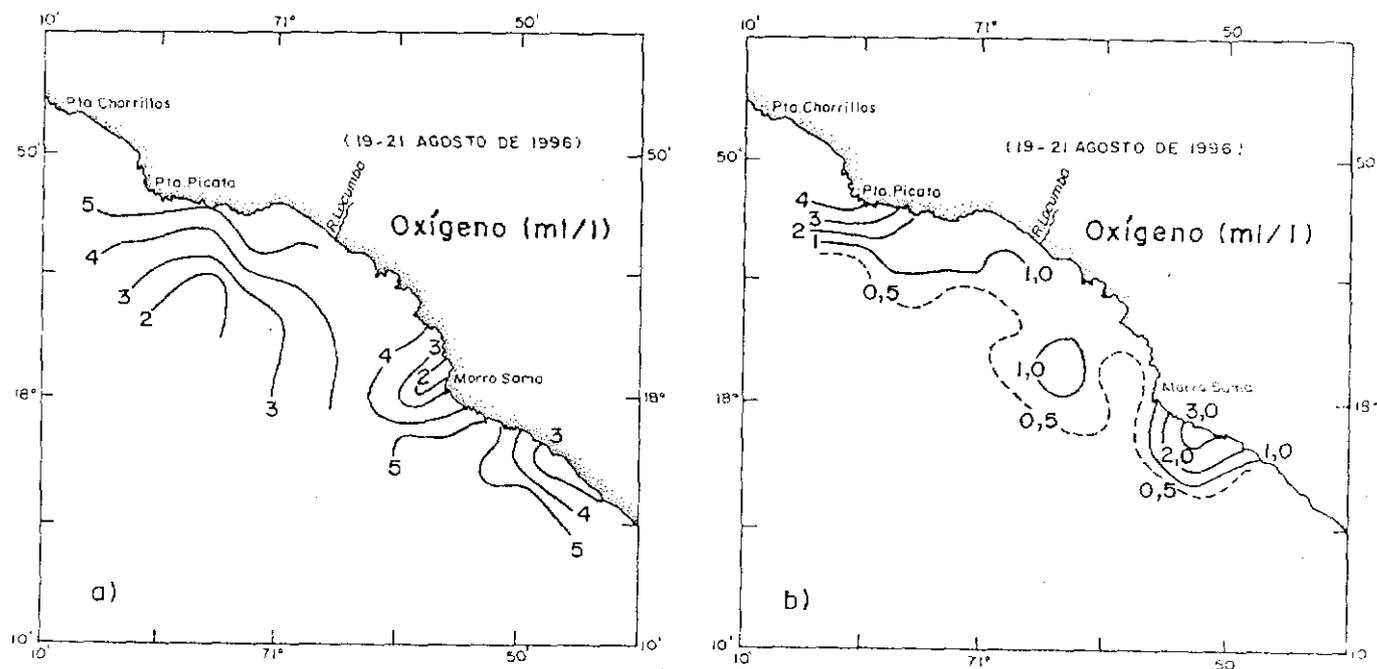


FIGURA 19. Distribución de oxígeno en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

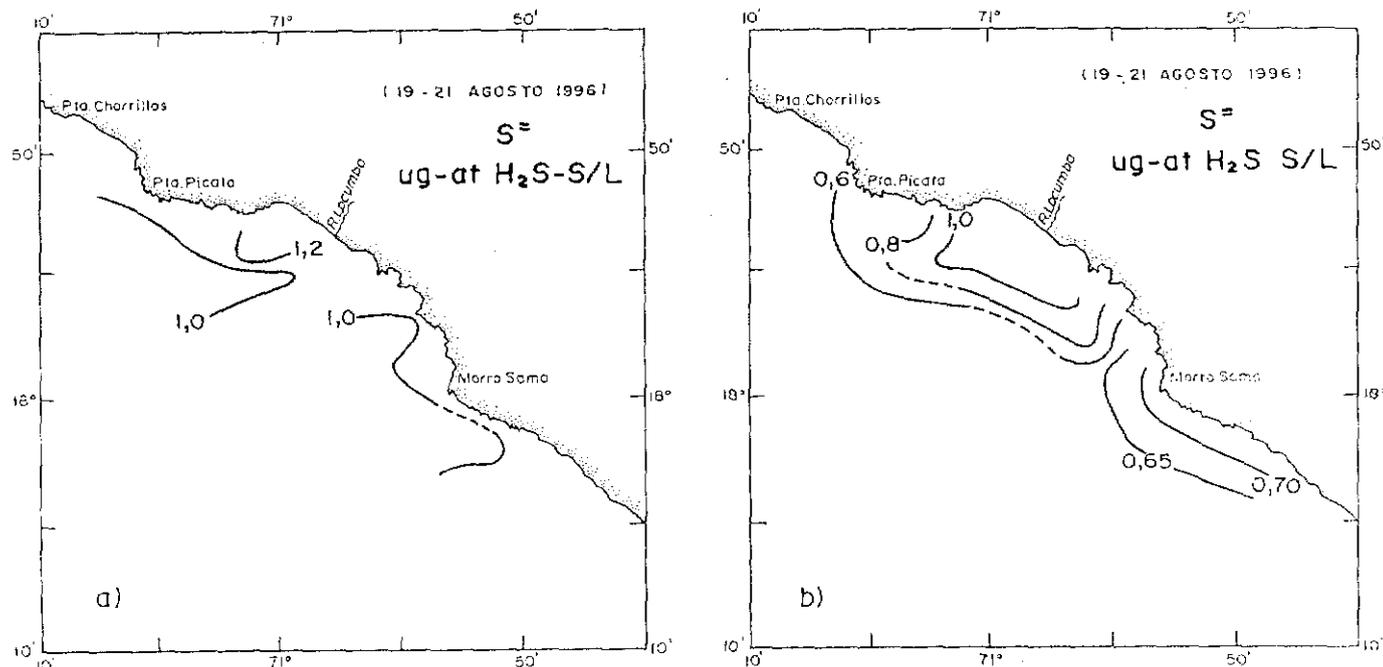


FIGURA 20. Distribución de sulfuros en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

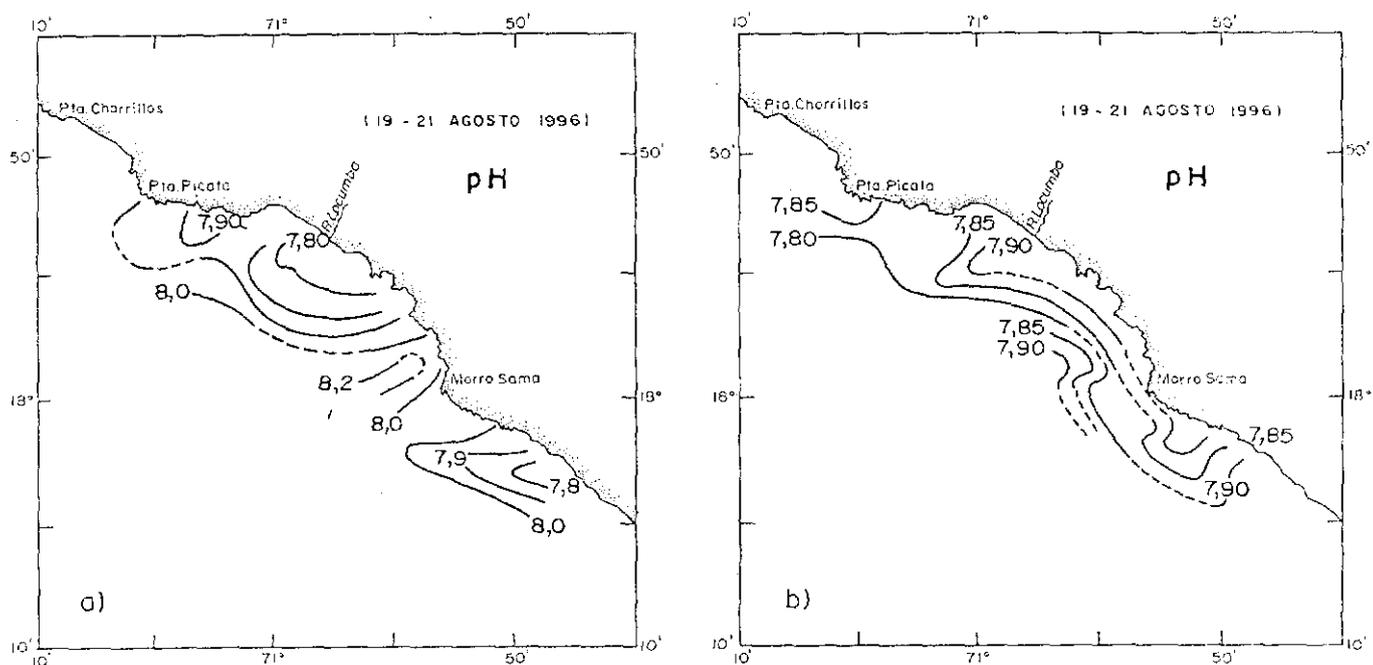


FIGURA 21. Distribución de potencial de iones de hidronio en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo

buyeron por el norte del río Locumba con isolíneas decrecientes al alejarse de la costa (Figura 23), distribución que sigue la tendencia de las corrientes.

Estos valores experimentaron un ligero incremento en superficie entre las áreas de Ilo e Ite con relación al muestreo de verano, siendo significativo a nivel de fondo en la bahía de Ite.

Los valores en superficie de Ilo y Mollendo fueron ligeramente inferiores a las concentraciones halladas en las bahías de Callao, Chimbote, Bayóvar y Pisco, evaluadas durante el primer semestre de 1996 (JACINTO 1996).

Grasa

Parámetro también determinado en algunas estaciones a nivel superficial y cuyos valores oscilaron entre 0,00 - 1,50 mg/L, concentraciones inferiores a lo detectado en marzo 96 (0,4 - 2,4 mg/l), así como a otras áreas costeras (Pisco, Bayóvar) evaluadas en el primer semestre 1996.

En general, los parámetros físico químicos evaluados en el presente estudio presentaron valores óptimos de calidad acuática (Figura 22). La temperatura (Figura 22a, b) fue un factor determinante en la solubilidad del oxígeno disuelto, que en el verano (marzo 96, Figura 22c) fue ligeramente superior al de invierno (agosto 96, Figura 22d), sobre todo para el área de Mollendo. Los niveles mínimos (< 0,15 mL/L) a nivel de fondo se registraron a profundidades comprendidas entre los 43 - 80 m, dependiendo de la configuración batimétrica y la intensidad de los procesos de circulación.

Los valores de pH (Figura 22e, f), estuvieron relacionados directamente con el oxígeno, aunque los valores ligeramente alcalinos (8,20) hallados en Ilo e Ite (agosto 96) reflejarían una predominancia de los procesos de fotosíntesis.

Los valores de sulfuros a nivel superficial y fondo presentaron rangos homogéneos para las áreas de Ilo e Ite. Sin embargo en Mollendo (Figura 22h) se observó una reducción de los niveles con respecto a lo registrado en marzo 96 (Figura 22g), que estaría asociado a la disminución en los procesos de remoción de fondo y por ende en la carga orgánica particulada en suspensión

Nutrientes

En las tablas 7, 8 y 9 se presentan las concentraciones de nutrientes y clorofila «a» en las bahías de

Mollendo, Ilo e Ite respectivamente.

Los *fosfatos* presentaron concentraciones en el intervalo de 1,0 a 2,5 $\mu\text{g-at/L}$, destacando el área de la bahía de Ilo con los valores más altos frente a Punta El Carmen (Figura 26a, 31a y 36a).

En el fondo, la distribución presentó valores ligeramente superiores a los de superficie, encontrándose un núcleo de 3,0 $\mu\text{g-at/L}$ frente a Punta Sopladera dentro de las 3 mn (Figuras 26h, 31b y 36b).

Los *silicatos* en la bahía de Mollendo presentaron concentraciones que fluctuaron entre 10,0 y 25,0 $\mu\text{g-at/L}$ mientras que en Ite se observó una disminución alcanzando valores entre 5,0 - 15,0 $\mu\text{g-at/L}$ (Figuras 27a, 32a y 37a).

En el fondo, los silicatos presentaron valores que fluctuaron entre 15,0 y 30,0 $\mu\text{g-at/L}$ distribuyéndose con la misma tendencia que en superficie (Figuras 27b, 32b y 37b).

Los *nitratos* presentaron importantes concentraciones frente al río Tambo, disminuyendo sus valores hacia Ilo e Ite encontrándose los valores más bajos en Ite frente a Morro Sama fuera de 1 mn (Figuras 28a, 33a y 38a). En el fondo, el incremento de valores fue mínimo (Figuras 28b, 33b y 38b).

Los *nitritos* presentaron en el área de estudio concentraciones en el intervalo de 0,1 y 1,0 $\mu\text{g-at/L}$ correspondiendo sus máximos valores a la bahía Ite al sur del río Locumba (Figuras 29a, 34a y 39a).

En el fondo las concentraciones aumentaron con mayor intensidad frente a Mollendo e Ite (Figuras 29b, 34b y 39b).

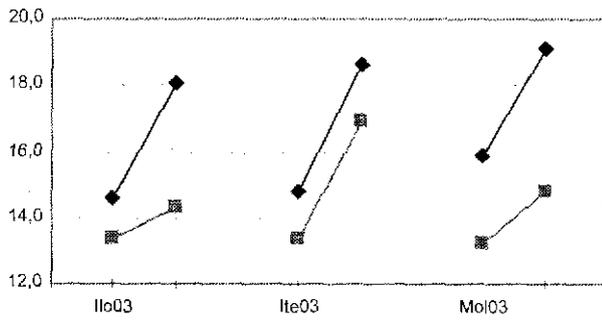
Los resultados obtenidos en esta prospección son indicadores de la influencia de Aguas Costeras Frías (ACF) y repliegue de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) a diferencia de los obtenidos en la anterior prospección (verano 96) donde se observó influencia de las ASS en la bahía de Mollendo entre Matarani y Punta Pacay.

Clorofila «a»

Las máximas concentraciones se encontraron en la bahía de Ilo entre Punta Sopladera y río Ilo con valores hasta 50,0 $\mu\text{g/L}$ de clorofila «a» disminuyendo al norte y sur de esta área. La bahía de Ite presentó valores de 2,0 - 8,0 $\mu\text{g-at/L}$ con una gradiente bien marcada, a diferencia de Mollendo que presentó una distribución heterogénea con valores bajos entre 2,0 - 4,0 $\mu\text{g/L}$ (Figuras 30a, 35a y 40a).

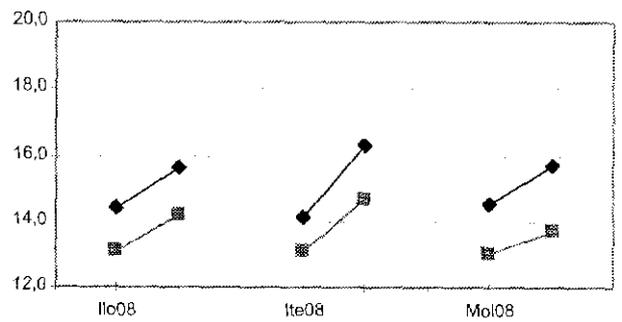
En el fondo, la distribución en las tres zonas presentó características similares a los de superficie

Temperatura



a)

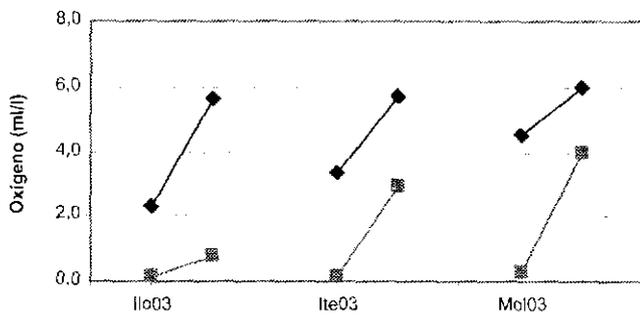
◆ Superficie ■ Fondo



b)

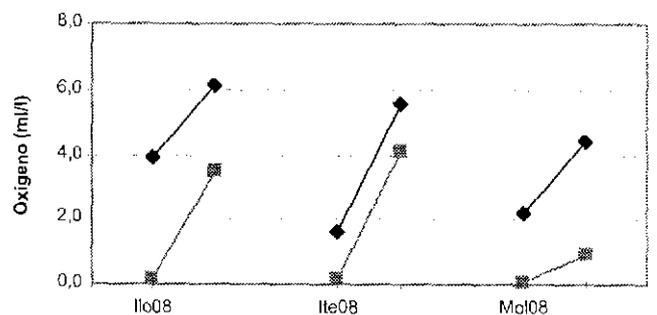
◆ Superficie ■ Fondo

Oxígeno Disuelto



c)

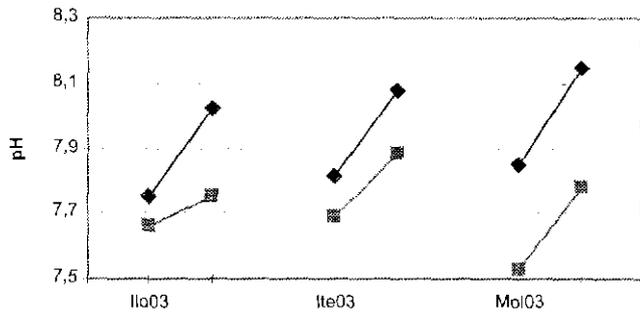
◆ Superficie ■ Fondo



d)

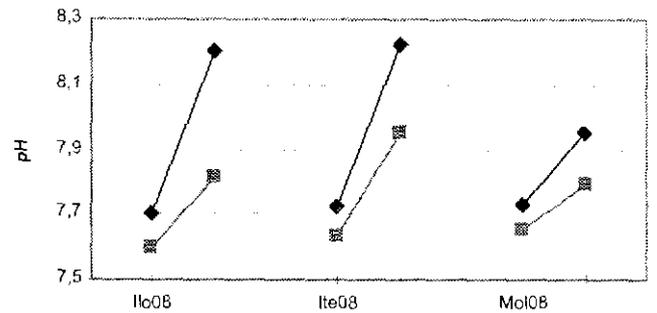
◆ Superficie ■ Fondo

pH



e)

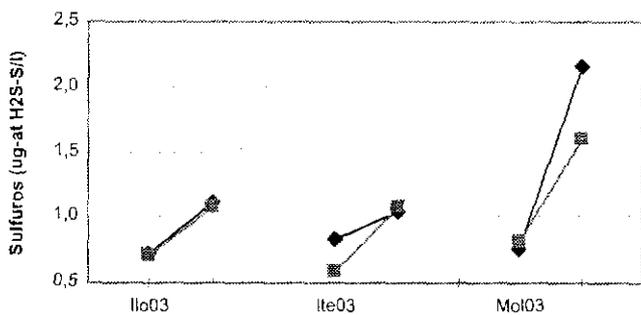
◆ Superficie ■ Fondo



f)

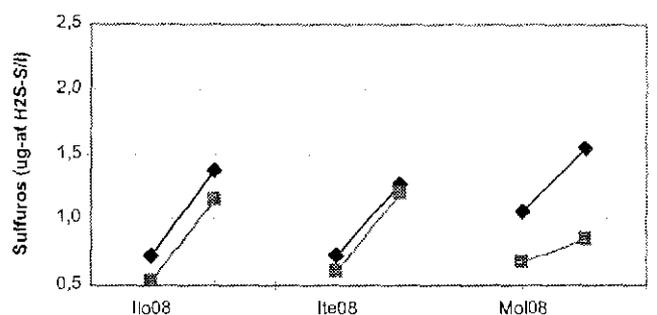
◆ Superficie ■ Fondo

Sulfuros



g)

◆ Superficie ■ Fondo



h)

◆ Superficie ■ Fondo

FIGURA 22. Gráficos comparativos de las fluctuaciones de parámetros ambientales en las estaciones verano (marzo) e invierno (agosto). Ilo - Ite - Mollendo, 1996.

Tabla 7. Concentración de nutrientes y clorofila "a" en la bahía de Mollendo (23 - 25 agosto 1996)

EST N°	PROF (m)	Fosfatos (µg-at/L)	Silicatos (µg-at/L)	Nitratos (µg-at/L)	Nitritos (µg-at/L)	Clorofila (µg-at/L)
26	0,0	1,96	20,68	8,51	0,37	4,24
	90,0	2,22	31,85	9,81	4,18	1,84
27	0,0	1,74	19,94	11,42	0,23	8,19
	33,0	2,13	27,88	11,78	0,59	1,8
28	0,0	1,70	25,30	11,24	0,22	3,44
	37,0	1,91	25,66	10,87	0,84	1,85
29	0,0	1,48	19,57	9,87	0,13	2,48
	76,0	1,49	29,43	7,55	3,49	0,41
30	0,0	1,52	18,46	9,25	0,28	4,88
	44,0	1,13	28,25	10,65	0,57	0,81
31	0,0	1,35	19,29	10,05	0,22	2,8
	87,0	1,48	24,28	7,96	2,26	0,38
32	0,0	1,17	21,79	8,94	0,13	2,84
	50,0	1,57	28,43	9,60	1,06	0,85
33	0,0	1,52	18,19	9,88	0,06	2,84
	98,0	2,00	25,02	8,02	2,77	0,48
34	0,0	1,52	26,59	10,02	0,24	2,94
	14,0	1,30	29,91	10,73	0,66	1,17
35	0,0	2,04	18,37	9,67	0,35	1,87
	23,0	2,30	22,80	10,63	0,13	1,48
36	0,0	1,13	19,94	7,90	0,44	1,85
	14,0	1,74	28,34	11,24	0,26	2,01
37	0,0	1,17	12,83	6,80	0,26	2,48
	46,0	1,48	29,36	12,19	0,33	1,22
38	0,0	1,87	15,32	8,08	0,5	2,48
	71,0	1,78	27,88	12,94	1,3	0,74

Tabla 8. Concentración de nutrientes y clorofila "a" en la bahía de Ilo (16 - 18 agosto 1996)

EST N°	PROF (m)	Fosfatos (µg-at/L)	Silicatos (µg-at/L)	Nitratos (µg-at/L)	Nitritos (µg-at/L)	Clorofila (µg-at/L)
1	0,0	1,48	8,40	4,24	0,18	10,97
	50,0	3,04	28,62	9,08	1,89	0,45
2	0,0	2,30	20,86	8,46	0,29	2,35
	32,0	1,78	15,69	5,45	0,35	1,93
3	0,0	2,09	12,93	5,47	0,33	3,36
	31,0	2,22	22,16	8,51	0,29	2,18
4	0,0					53,04
	60,0	2,22	24,94	7,13	1,08	1,13
5	0,0	1,30	14,96	4,18	0,24	13,43
	68,0	1,17	23,17	8,79	0,15	0,54
6	0,0	2,44	18,65	3,95	0,26	27,69
	35,0	2,09	22,43	8,24	0,20	1,07
7	0,0	1,78	14,22	4,33	0,24	8,22
	84,0	2,17	24,93	5,77	2,88	0,50
8	0,0	2,00	19,46	5,50	0,26	5,81
	23,0	1,39	19,57	6,57	0,24	1,85
9	0,0	1,48	13,20	4,02	0,15	17,20
	83,0	2,04	20,22	5,47	0,88	0,62
10	0,0	1,70	13,11	3,96	0,31	23,08
	81,0	2,17	26,87	7,28	0,22	0,94
11	0,0	1,52	21,60	6,79	0,31	10,21
	37,0	2,04	20,31	8,25	0,29	0,60
12	0,0	1,48	17,36	5,69	0,33	9,02
	23,0	1,96	21,33	7,81	0,44	0,88
39	0,0	2,17	19,94	9,40	0,4	1,51
	17,0	1,83	19,78	8,93	0,33	1,34

Tabla 9. Concentración de nutrientes y clorofila "a" en la bahía de Ite (19 - 21 agosto 1996)

EST N°	PROF (m)	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)	Clorofila ($\mu\text{g-at/L}$)
13	0,0	1,96	14,03	6,39	0,33	2,18
	16,0	1,22	19,39	5,66	0,20	1,76
14	0,0	1,26	6,09	1,80	0,11	7,96
	68,0	1,96	23,45	2,98	2,35	0,37
15	0,0	1,49	7,76	4,19	0,44	7,96
	73,0	2,52	21,05	5,96	0,59	0,53
16	0,0	1,83	9,51	6,18	0,75	5,04
	36,0	2,22	20,96	9,94	0,51	0,69
17	0,0	0,65	4,62	1,45	0,15	4,24
	34,0	2,48	23,26	5,98	0,88	0,46
18	0,0	0,74	3,89	1,75	0,09	4,51
	36,0	1,74	11,17	4,60	0,48	3,15
18A	0,0	1,65	13,02	5,42	0,59	1,68
	12,0	2,30	23,63	7,02	1,10	1,72
19	0,0	1,65	11,63	5,31	0,40	3,23
	17,0	1,83	15,60	4,92	0,66	2,14
19A	0,0	1,44	11,92	4,33	0,55	2,64
	14,0	1,70	12,09	4,89	0,46	2,01
20	0,0	1,30	15,23	4,29	0,53	4,11
	14,0	1,44	15,42	4,12	0,51	3,98
21	0,0	1,04	15,42	4,40	0,26	8,49
	42,0	2,22	29,54	5,46	3,65	0,88
22	0,0	1,44	10,43	3,81	0,37	8,50
	39,0	2,26	24,65	4,74	2,64	1,34
23	0,0	1,13	13,20	6,54	0,22	1,64
	23,0	2,22	23,54	7,14	0,55	2,18
24	0,0	1,65	17,26	6,30	0,46	2,77
	55,0	2,96	29,44	6,67	2,02	0,58
25	0,0	1,35	15,42	5,09	0,35	2,35
	15,0	1,26	13,11	4,95	0,22	0,48

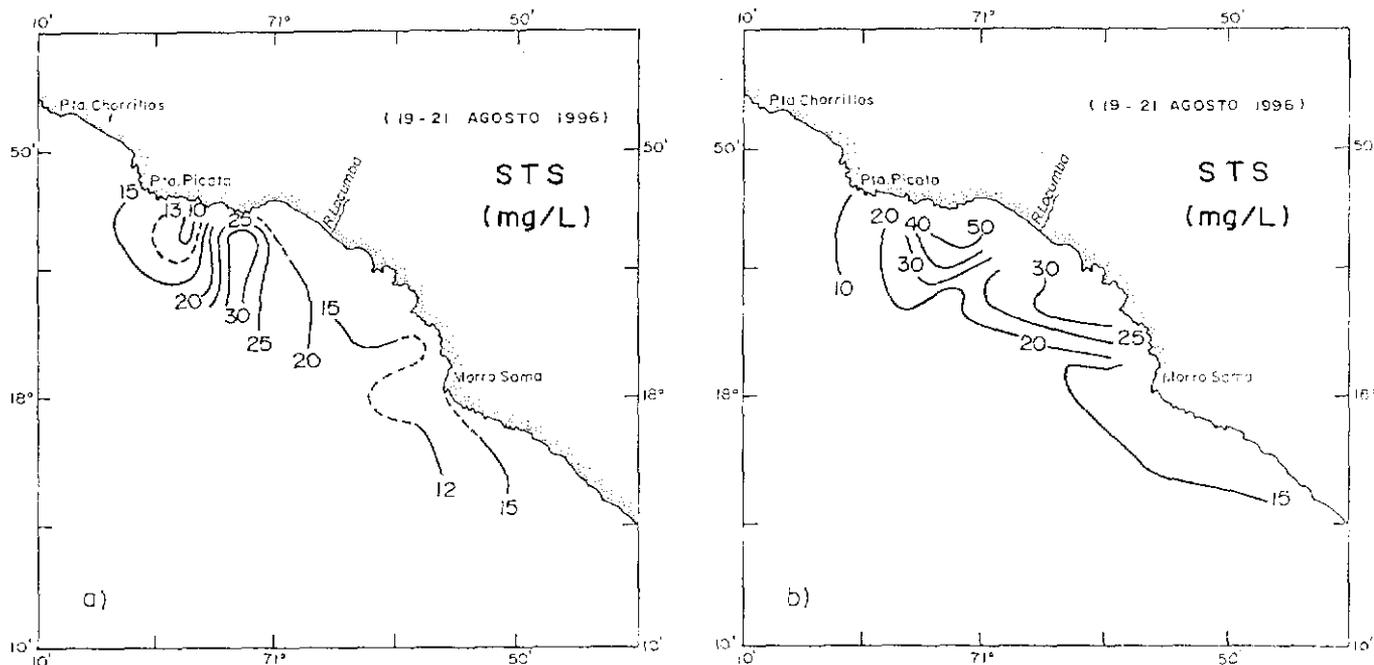


FIGURA 23. Distribución de sólidos suspendidos totales en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

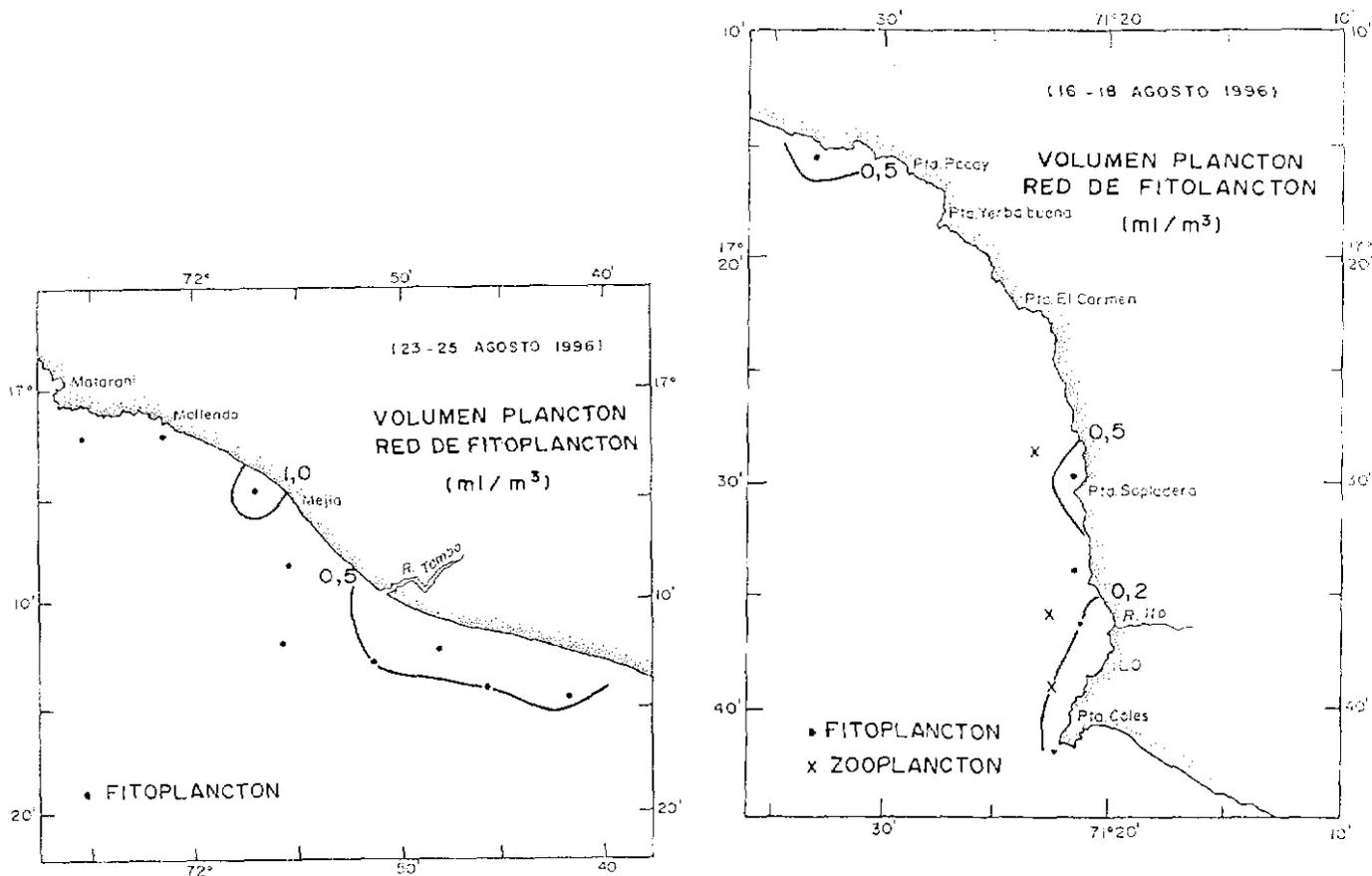


FIGURA 24a. Distribución del volumen de plancton (mL/m^3) en la bahía de Mollendo.

FIGURA 24b. Distribución del volumen de plancton (mL/m^3) en la bahía de Ilo.

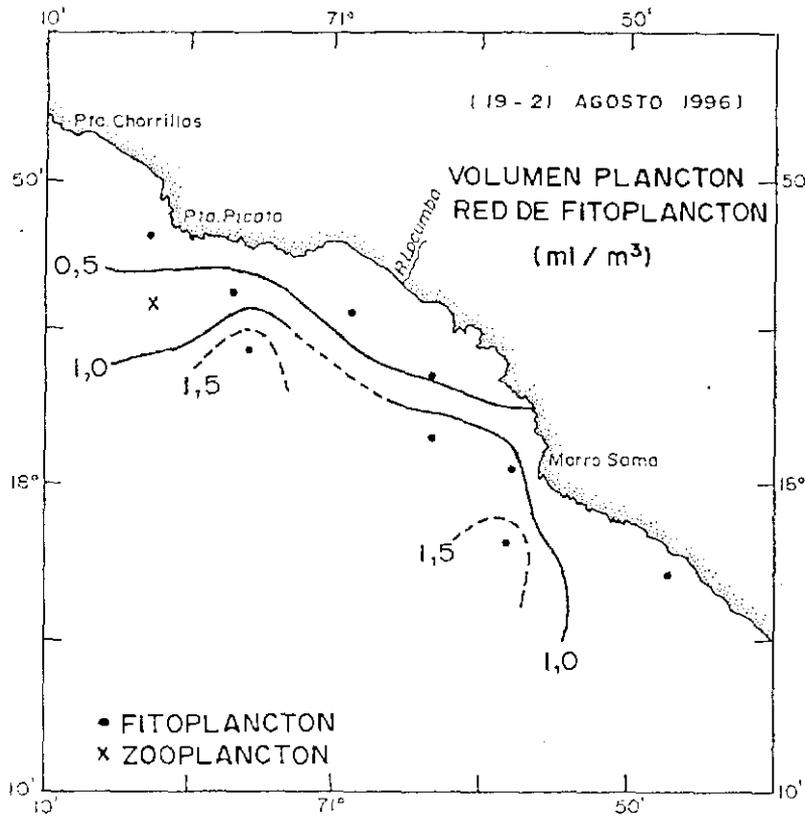


FIGURA 25. Distribución del volumen de plancton (mL/m³) en la bahía de Ite.

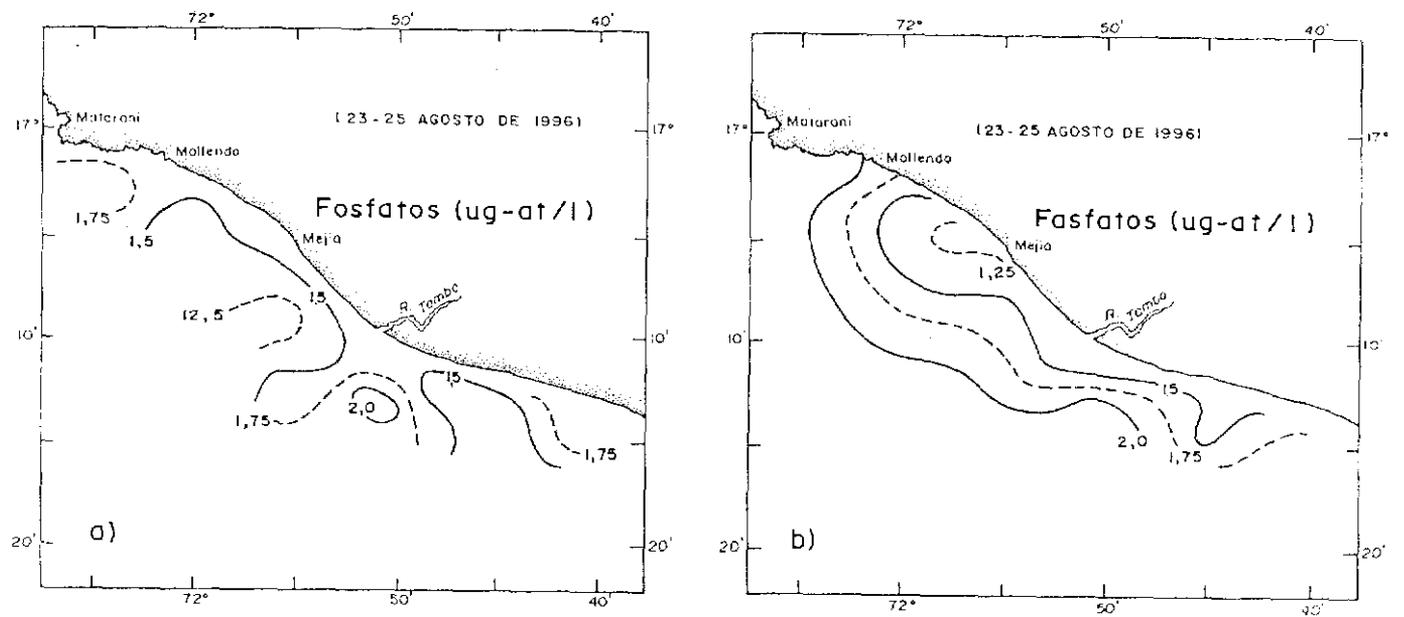


FIGURA 26. Distribución de fosfatos en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

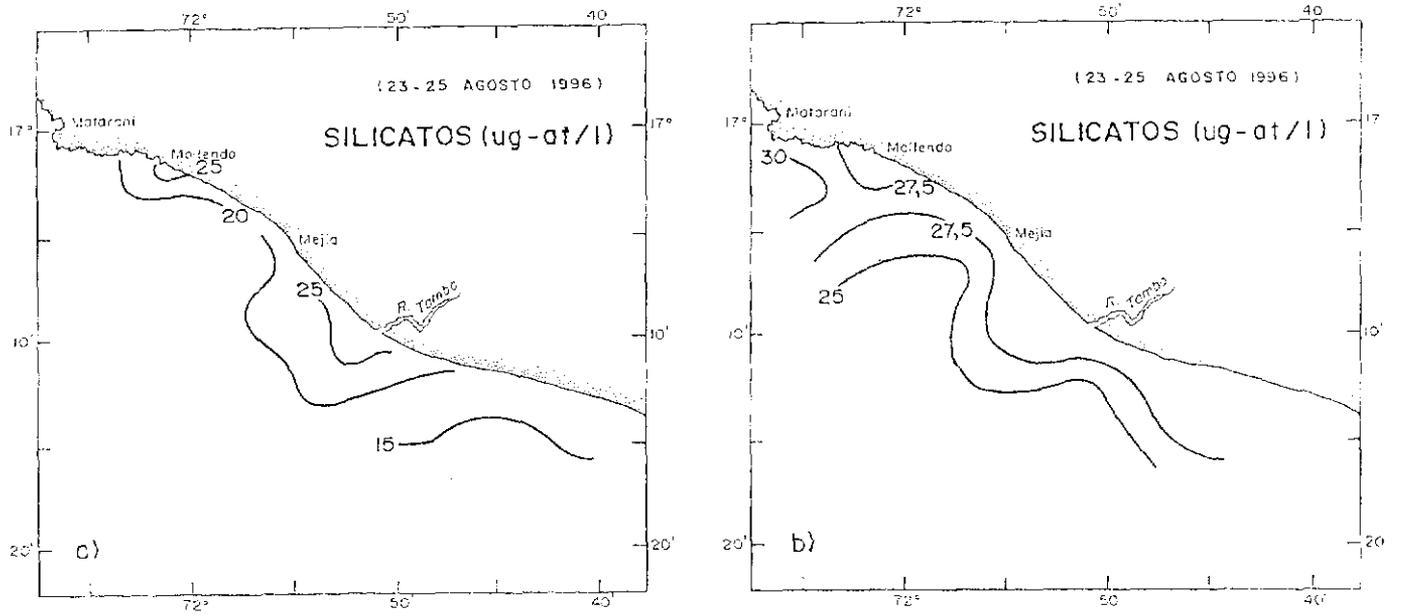


FIGURA 27. Distribución de silicatos en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo).

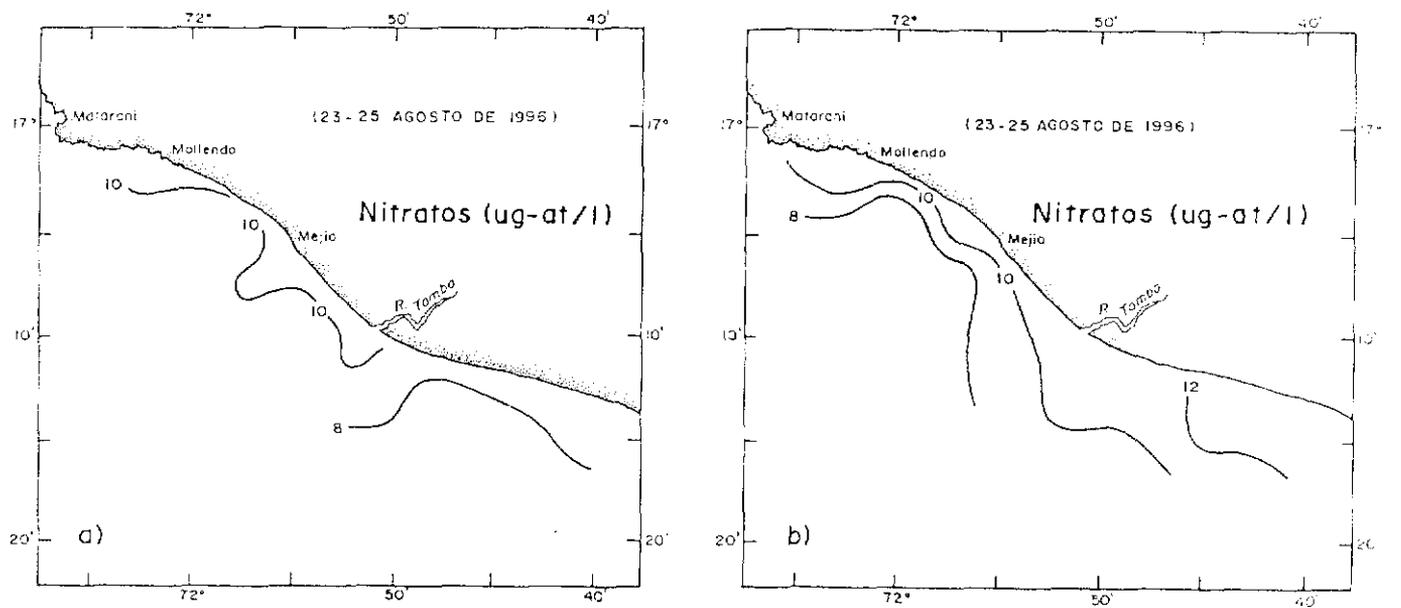


FIGURA 28. Distribución de nitratos en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo).

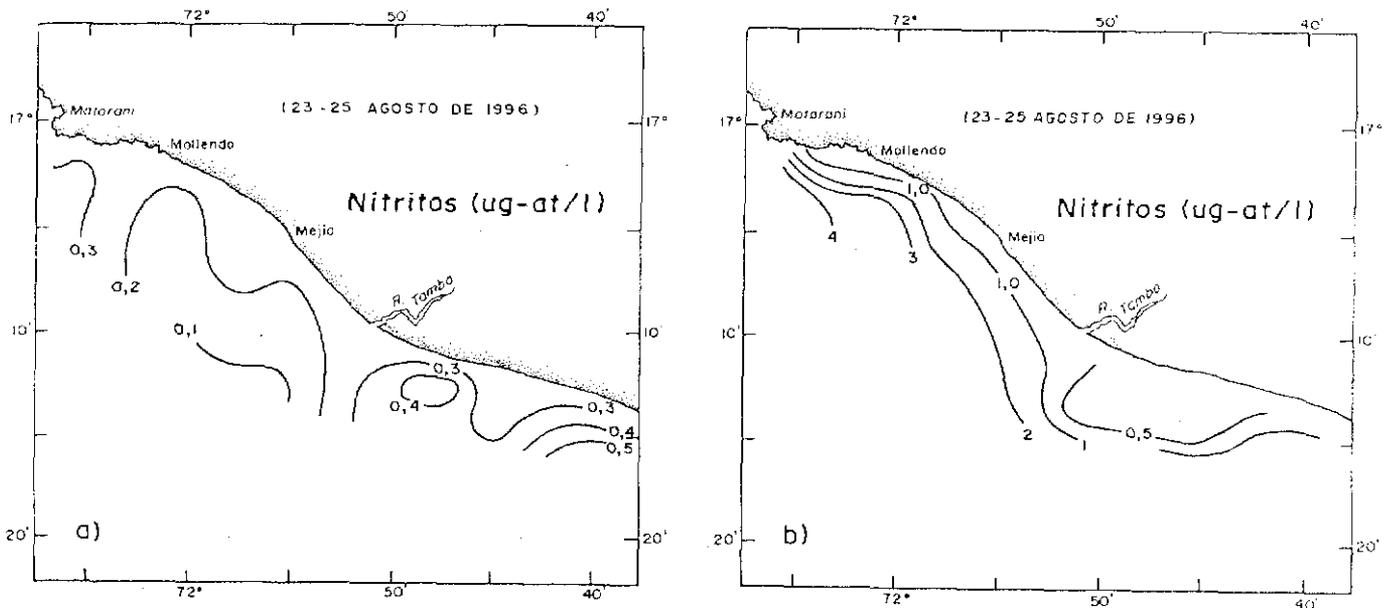


FIGURA 29. Distribución de nitritos en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

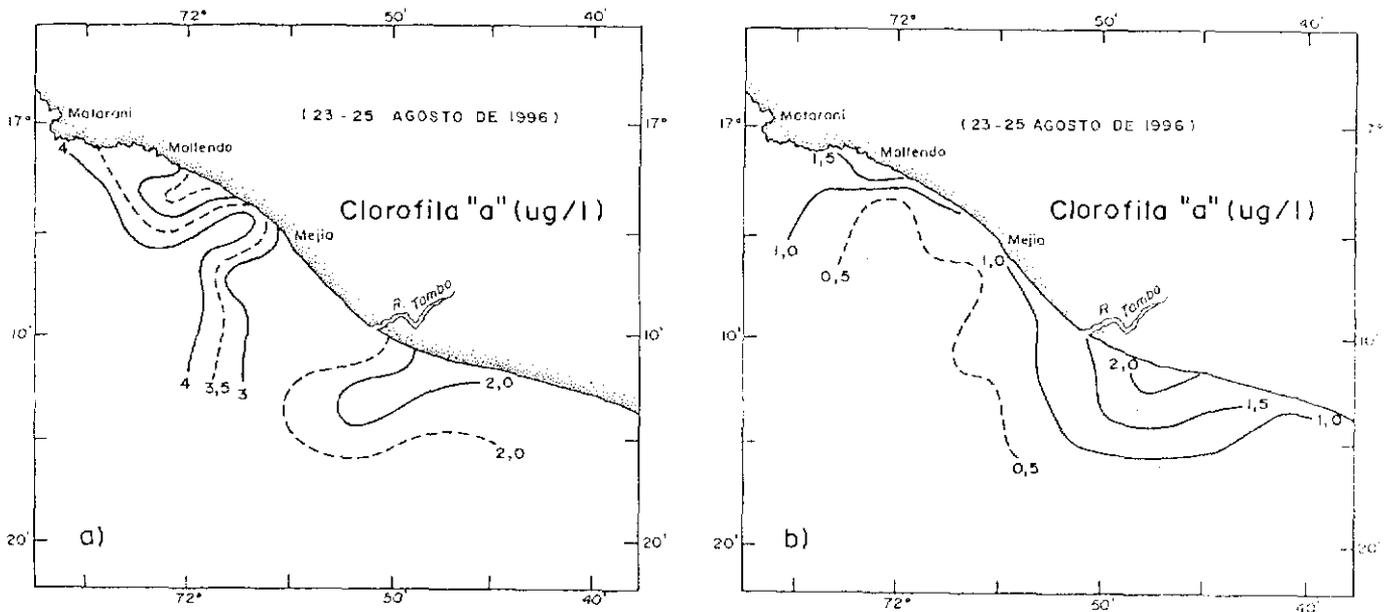


FIGURA 30. Distribución de clorofila "a" en la bahía de Mollendo: a) superficie y b) fondo.

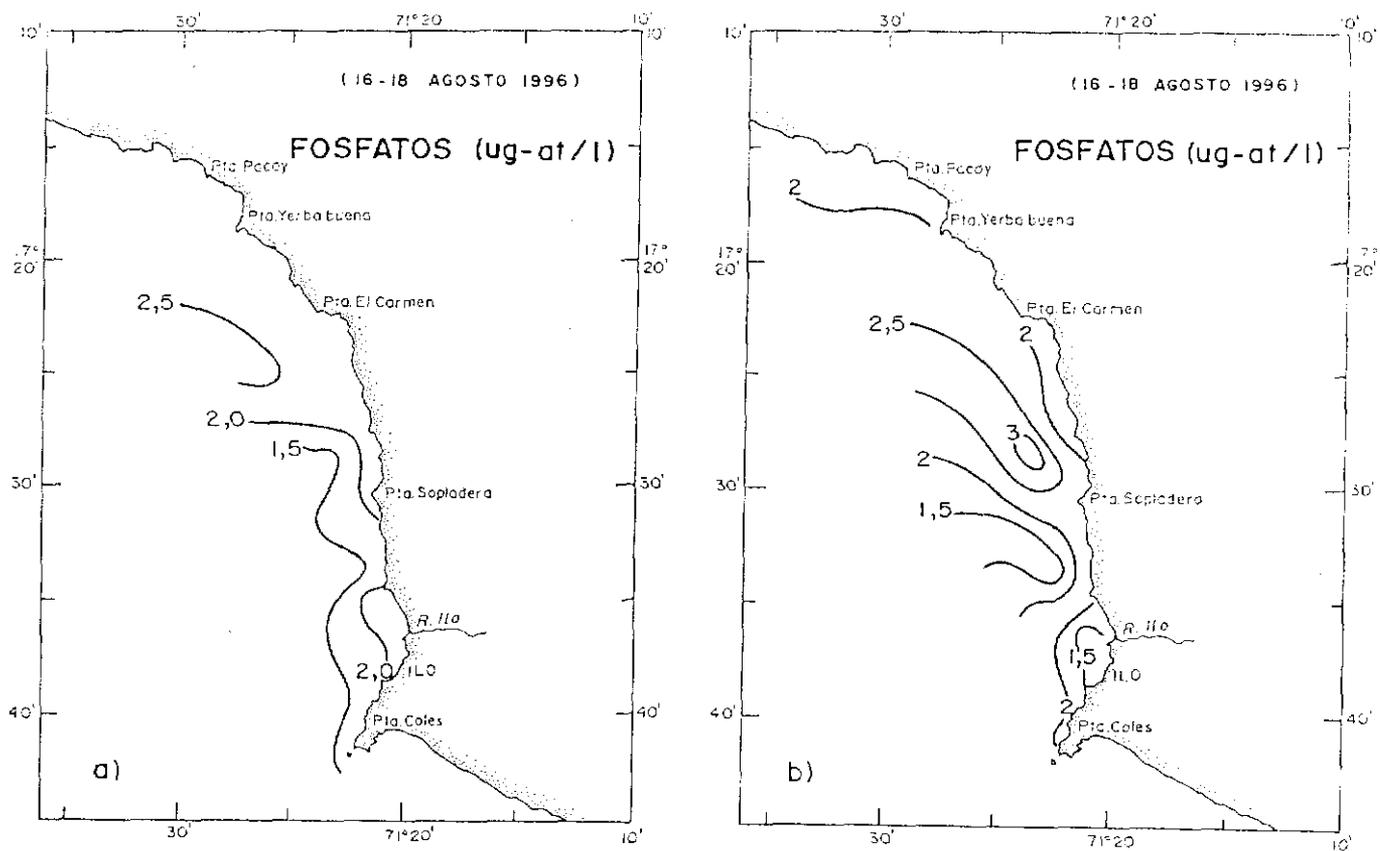


FIGURA 31. Distribución de fosfatos en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

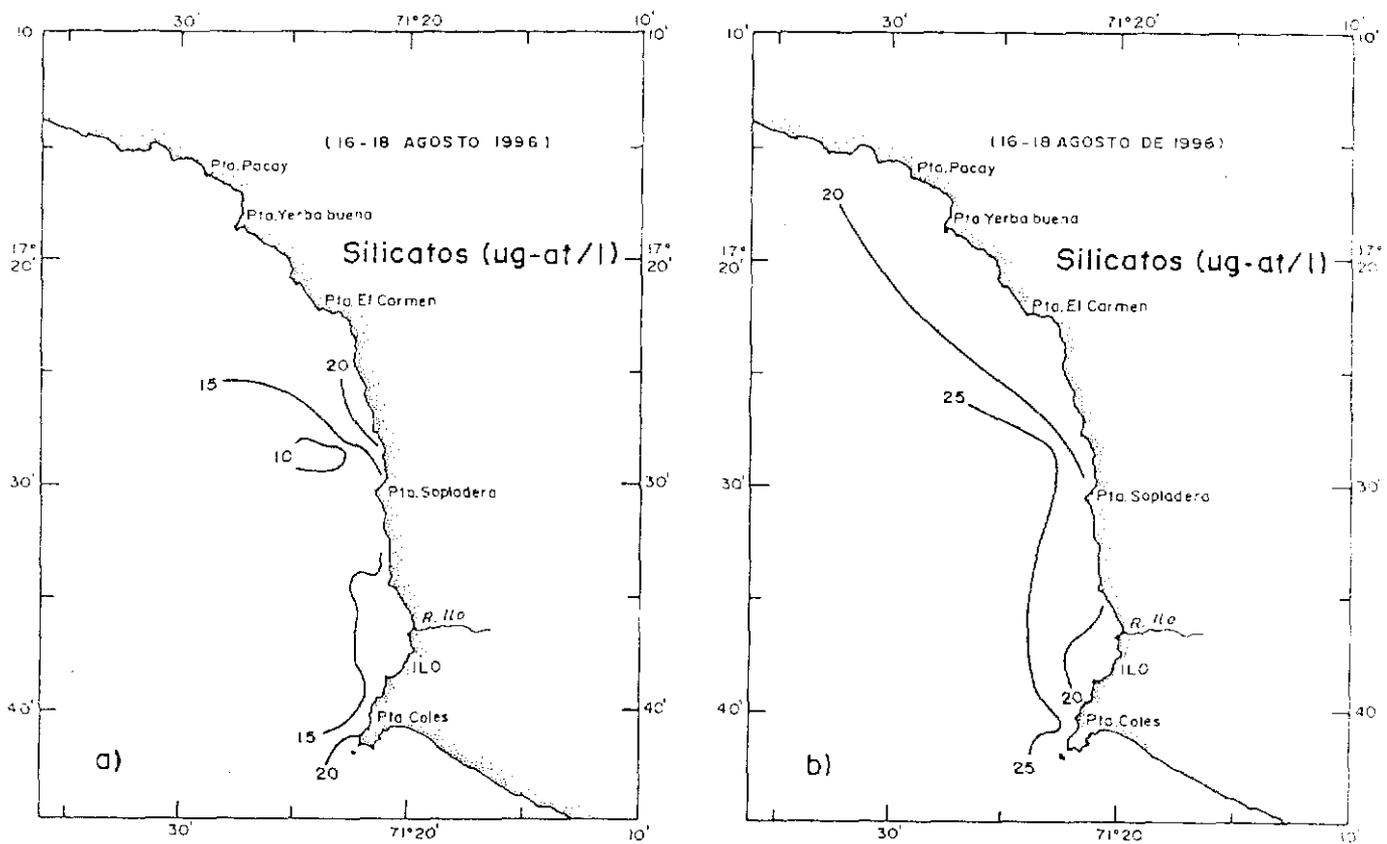


FIGURA 32. Distribución de silicatos en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

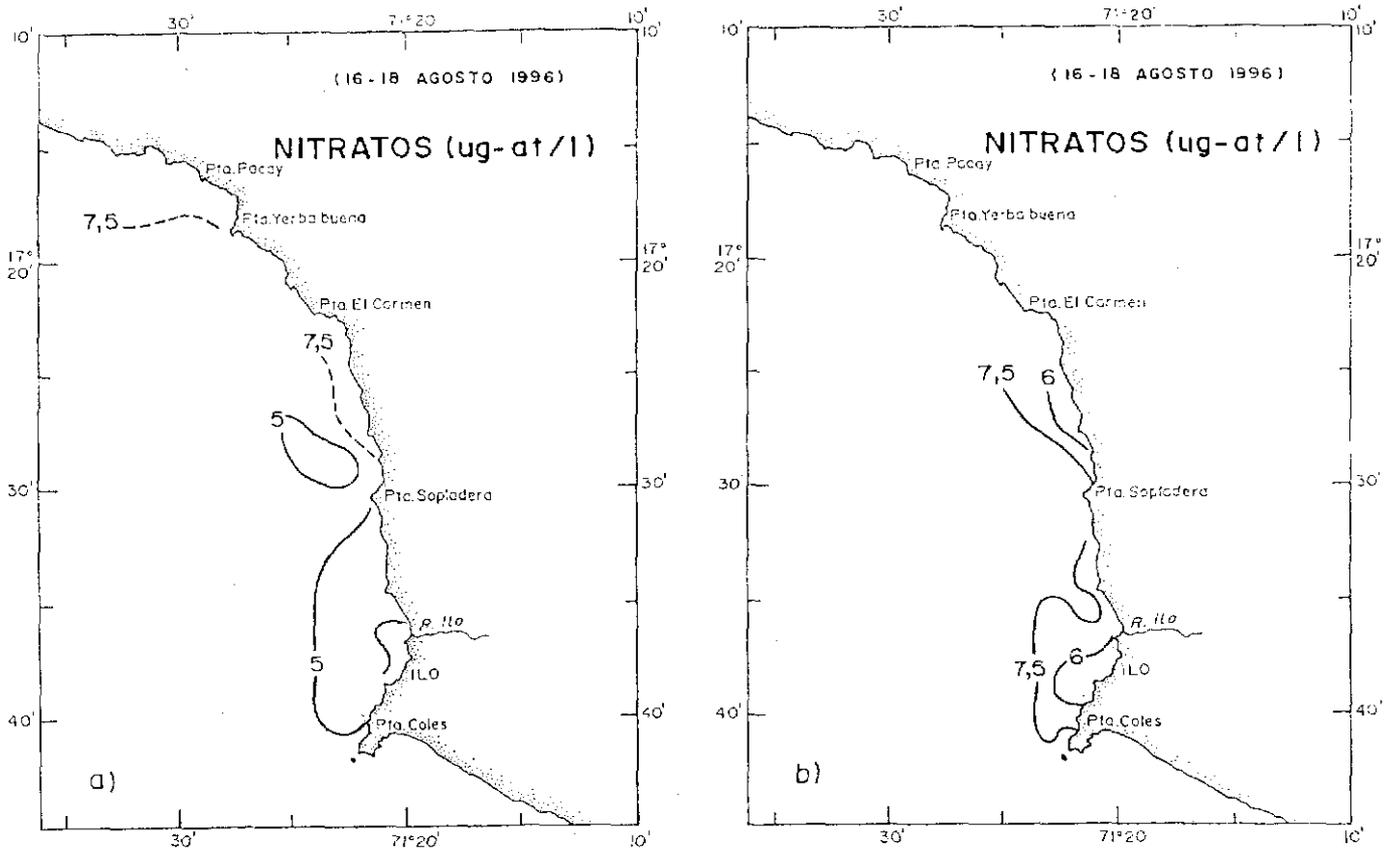


FIGURA 33. Distribución de nitratos en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

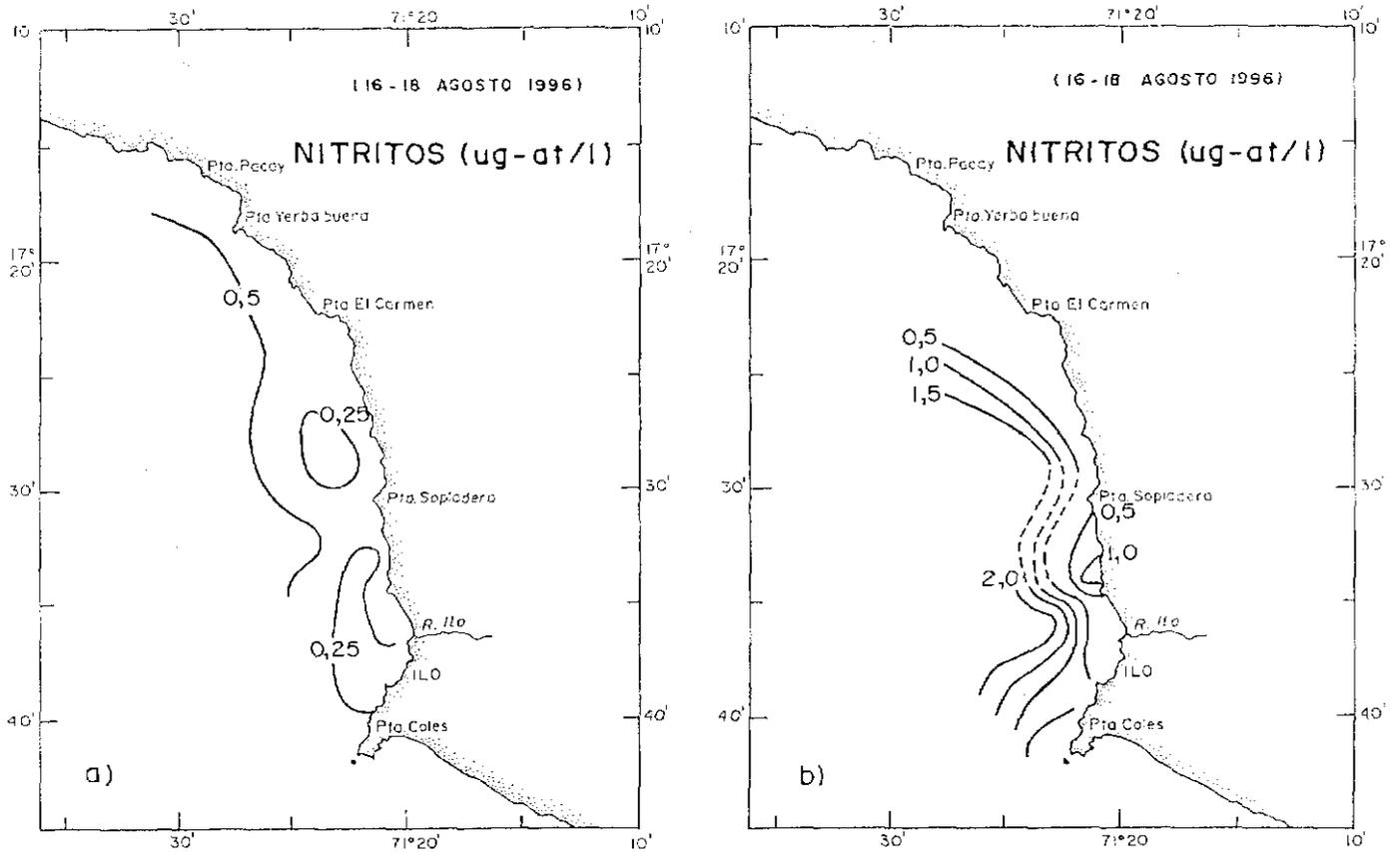


FIGURA 34. Distribución de nitritos en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

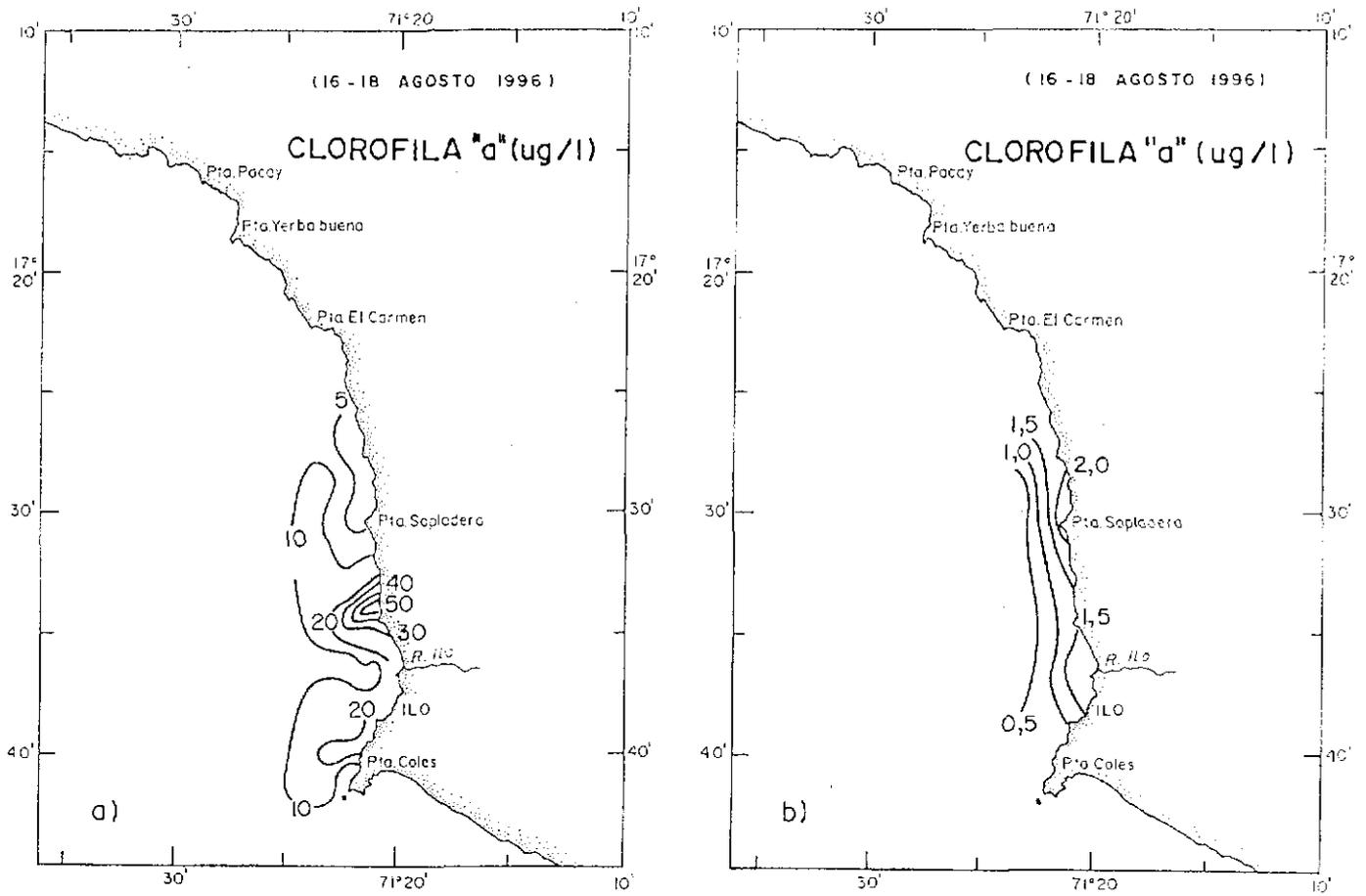


FIGURA 35. Distribución de clorofila "a" en la bahía de Ilo: a) superficie y b) fondo.

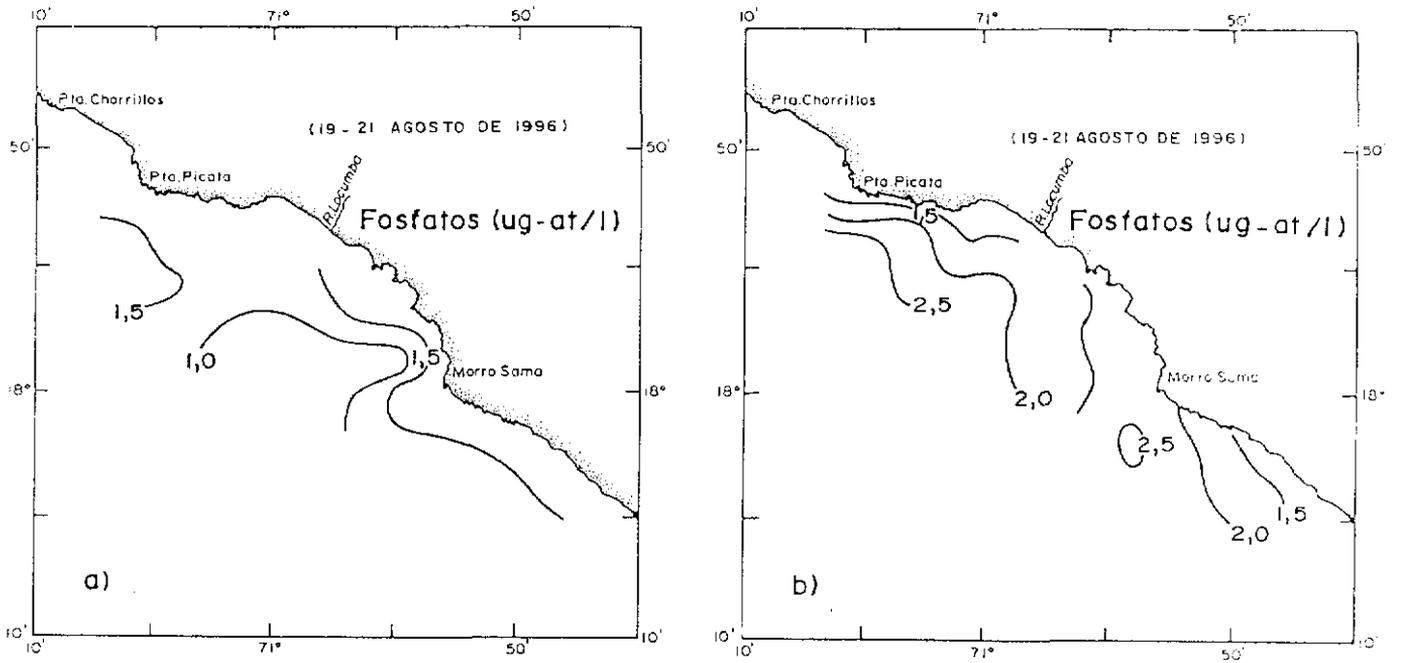


FIGURA 36. Distribución de fosfatos en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

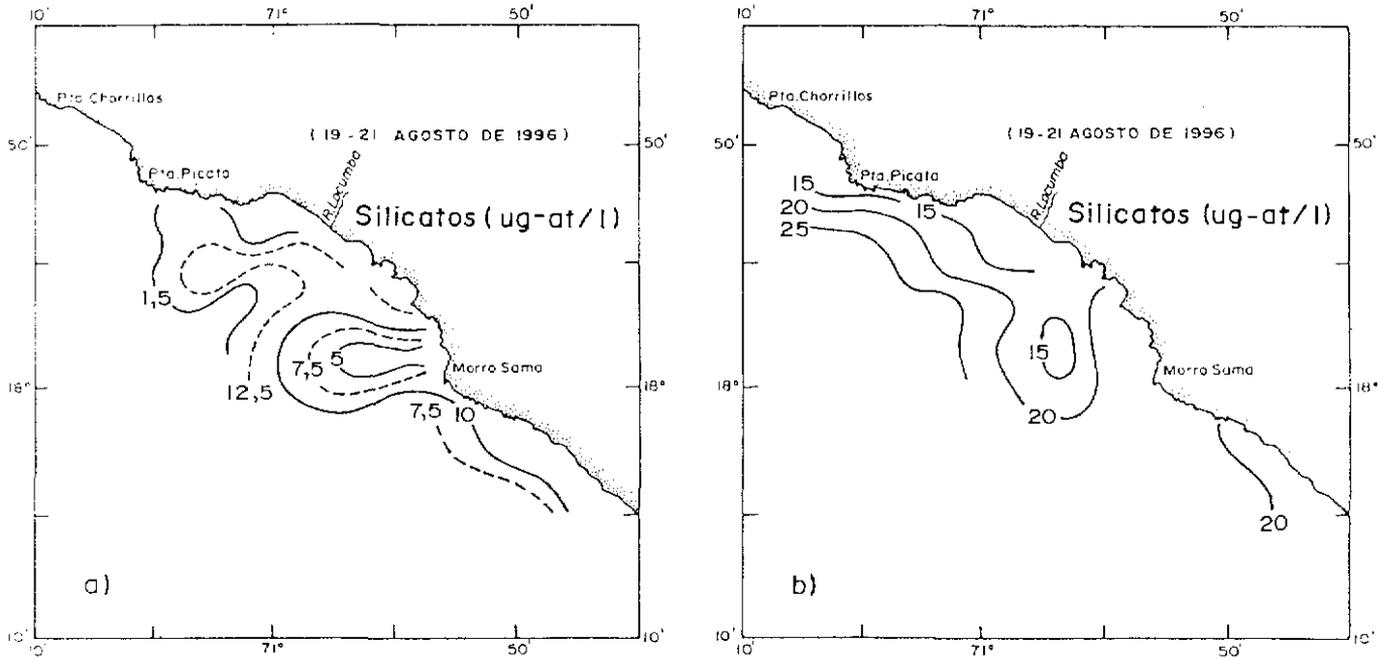


FIGURA 37. Distribución de silicatos en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

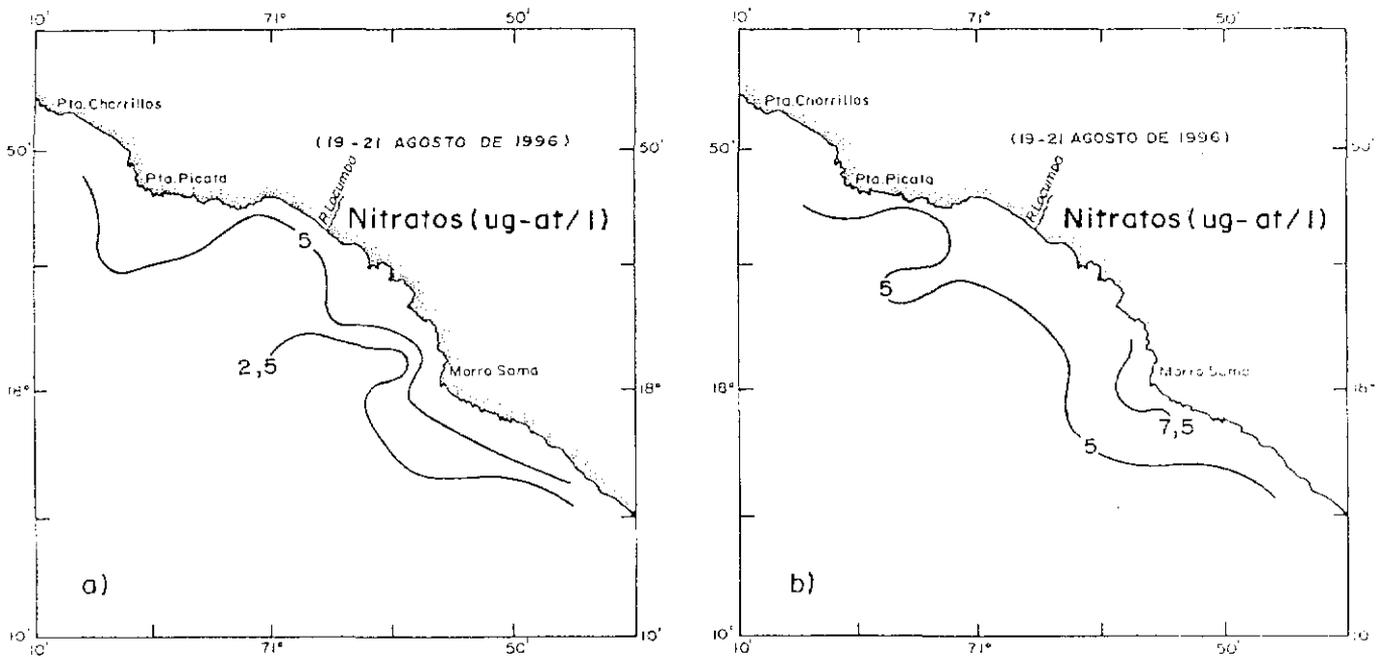


FIGURA 38. Distribución de nitratos en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

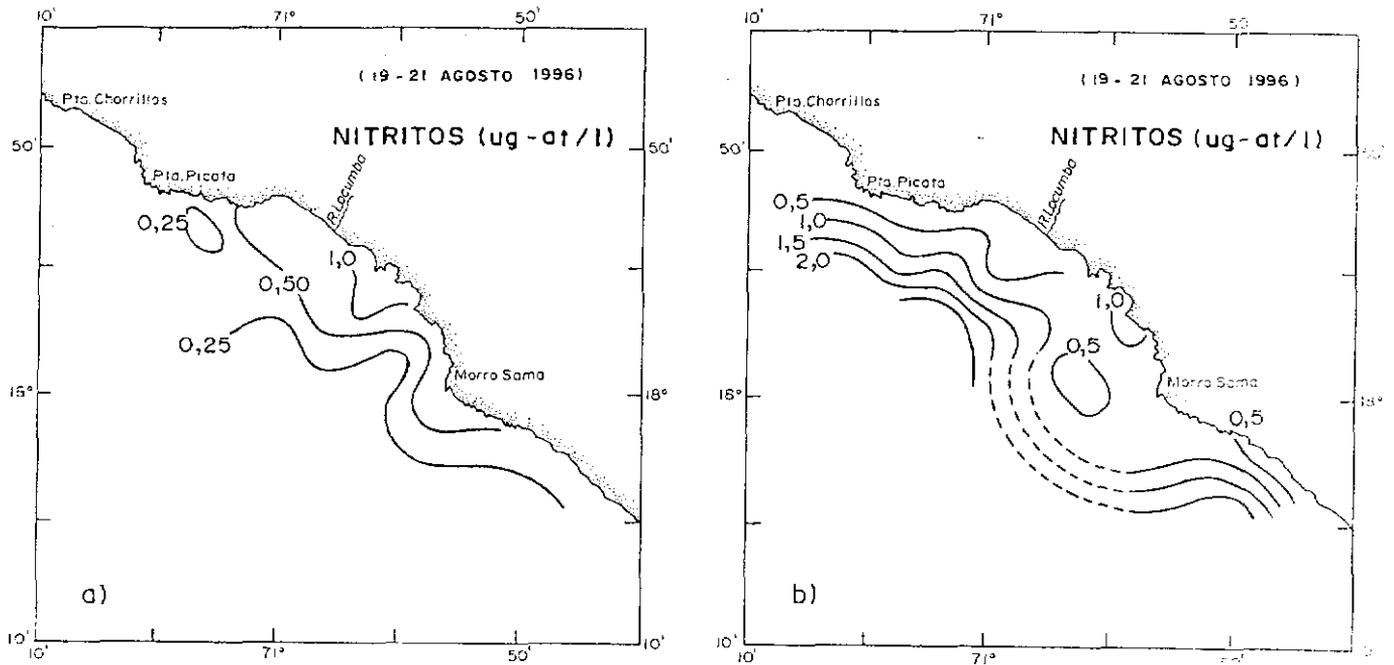


FIGURA 39. Distribución de nitritos en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

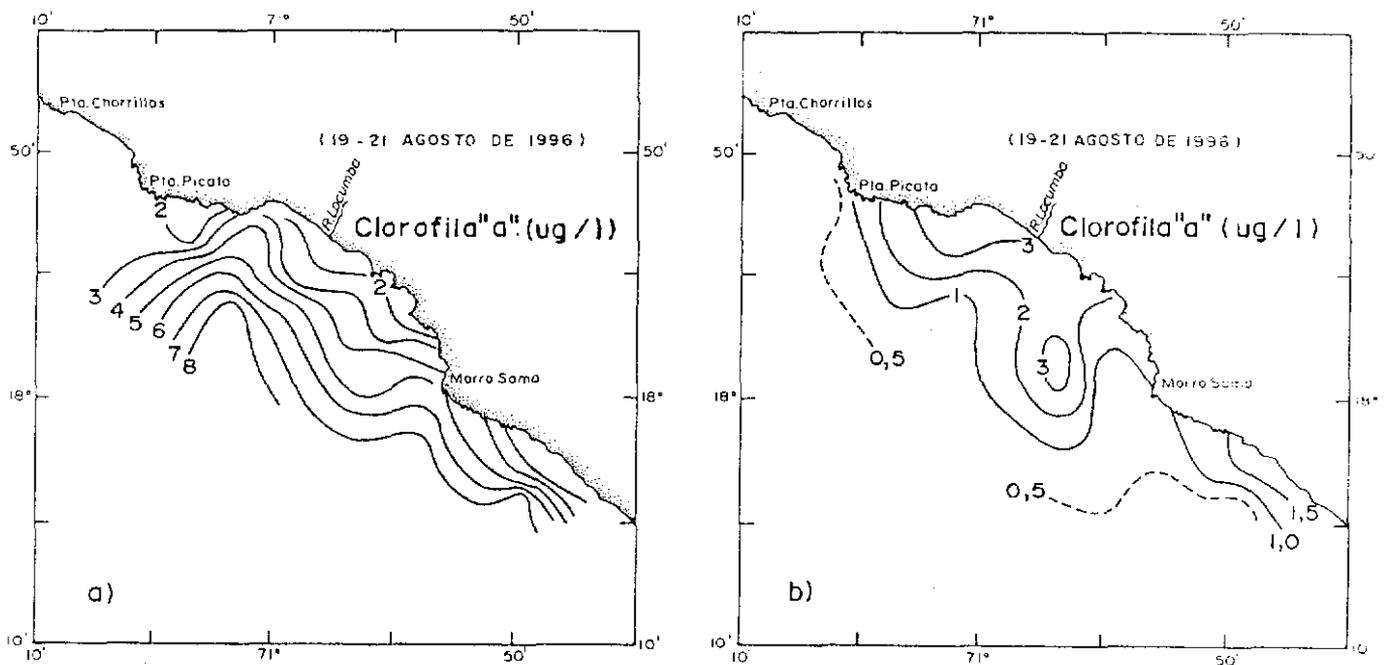


FIGURA 40. Distribución de clorofila "a" en la bahía de Ite: a) superficie y b) fondo.

con valores entre 0,5 - 3,0 $\mu\text{g/L}$ de clorofila «a» (Figuras 30b, 35b y 40b).

La productividad por clorofila «a» en invierno se presentó más intenso en Ilo e Ite, a diferencia del verano en que se encontraron mayores concentraciones de clorofila «a» en Mollendo y menos intenso en Ilo e Ite.

Parámetros biológicos: análisis cualitativo del fitoplancton

MOLLENDO

Los volúmenes de plancton superficial oscilaron entre 0,35 mL/m^3 (estación 36) y 1,54 mL/m^3 (estación 30) y un promedio de 0,71 mL/m^3 , asociados también a temperaturas menores de 16,0 °C. Las concentraciones de plancton menores de 0,5 mL/m^3 (44%) estuvieron localizadas próximas a la desembocadura del río Tambo (estaciones 35, 36, 37 y 38). Se identificó un solo núcleo de 1,54 mL/m^3 al norte de Mejía (estación 30) (Figura 24).

El fitoplancton fue dominante en el 100 % de las estaciones, caracterizado por *Coscinodiscus perforatus*, *C. centralis*, *C. granii*, *Actinocyclus* sp. y *Ditylum brighwellii*, entre las más abundantes asociadas a *Chaetoceros lorenzianus*, *C. affinis*, *C. curvisetus* y *Lithodesmium undulatum*, entre otras. También se hicieron presentes especies oceánicas en toda el área estudiada, como *Planktoniella sol*, *Thalassiothrix mediterranea*, *Protoperidinium oceanicum* y *P. pentagonum*, la primera de ellas en forma muy abundante en una estación costera (Estación 30).

ILO

En la tabla 11 se presenta el resultado del análisis cualitativo del plancton superficial en la bahía de Ilo.

Los volúmenes de plancton superficial fueron muy bajos, fluctuando entre 0,15 mL/m^3 (estación 9) y 0,77 mL/m^3 (estación 39), con un promedio de 0,39 mL/m^3 asociados a temperaturas menores de 15,6 °C. Valores mayores de 0,5 mL/m^3 fueron localizados frente a Punta Sopladera y al norte de Punta Pacay (estación 3 y 39), respectivamente. Los valores más bajos, en un 70 %, se registraron principalmente frente al río Ilo (Figura 24b).

El fitoplancton predominó en el 57 % de las estaciones analizadas, con la presencia del grupo de las diatomeas neríticas propias de estas áreas de afloramiento. El 43 % restante correspondió a organis-

mos del zooplancton, con la presencia del grupo de los copépodos en todos sus estadios larvarios, huevos de crustáceos, anchoveta y sardina.

Entre las diatomeas neríticas, destacaron por una mayor abundancia especies del género *Coscinodiscus*, como *C. perforatus*, *C. centralis*, *C. granii*, además de *Actinocyclus* sp. *Ditylum brighwellii* y *Proboscia alata*, asociadas a *Chaetoceros lorenzianus*, *C. affinis*, *C. curvisetus*, *Proboscia alata* y *Lithodesmium undulatum*, entre otras. Los dinoflagelados cosmopolitas de Aguas Costeras Frías (ACF), como *Ceratium tripos*, *C. furca*, *Protoperidinium depressum* y *P. conicum*, también estuvieron presentes.

Especies características de aguas oceánicas como *Thalassiothrix mediterranea* y *Planktoniella sol* fueron identificadas en la mayoría de las estaciones.

ITE

En la tabla 12 se presenta el resultado del análisis cualitativo del plancton superficial en la bahía de Ite.

Los volúmenes de plancton superficial oscilaron entre 0,23 mL/m^3 (estación 19A) y 1,79 mL/m^3 (estación 15) con un promedio de 0,944 mL/m^3 , asociados a temperaturas entre 14,0 y 15,4 °C. El 33 % de los valores fueron menores de 0,5 mL/m^3 siendo localizados entre Punta Picata y al sur del río Locumba. Las concentraciones mayores de 1 mL/m^3 fueron por fuera de la bahía (estaciones 15, 16, 18 y 32), con dos pequeños núcleos de 1,5 mL/m^3 (Figura 25).

El fitoplancton predominó en el 99% de las estaciones analizadas, conformado por diatomeas neríticas de áreas costeras las mismas que se registraron para la bahía de Ilo. Los dinoflagelados de ACF que destacaron por ser más abundantes (estación 19A) fueron *Ceratium tripos* y *C. furca*. Del mismo modo se hicieron presentes especies oceánicas como *Thalassiothrix delicatula*, *T. mediterranea* y *Planktoniella sol*.

Organismos indicadores

El *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), estuvo presente en las estaciones cercanas a la costa.

Los volúmenes de plancton para las bahías de Mollendo, Ilo e Ite, han resultado en general bajos, alcanzando valores promedios de 0,70, 0,39 y 0,90 mL/m^3 , respectivamente. Los valores más bajos (< 0,5 mL/m^3) en todas ellas, han estado asociados a

Tabla 10. Análisis cualitativo de plancton superficial en la bahía de Mollendo. (23 - 25 de agosto de 1996).

ESTACION N°	26	28	30	32	33	35	36	37	38
TSM (°C)	14,6	14,6	14,6	14,5	15,7	14,7	15,0	15,5	15,0
DIATOMEAS									
<i>Actinocyclus</i> sp.	2	2	0	0	0	0	1	0	1
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	1
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Coscinodiscus centralis</i>	2	3	3	3	3	3	2	2	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	1	0	0	0	0	1	1	1	1
<i>Dytilium brighwellii</i>	1	2	2	1	2	2	2	1	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	2	0	0	1	1	0	1	0
<i>Odontella longicurvis</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	1	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>Stephanophysis palmeriana</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Thalassiosira angulata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0
DINOFLAGELADOS									
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Ceratium tripos</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	1	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1
OTROS									
Copepodos	1	2	1	2	1	1	1	1	1
Huevos de anchoveta	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Huevos de sardina	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Nauplios	1	1	0	2	1	1	0	1	1
Poliquetos	1	0	1	0	0	0	0	0	0

LEYENDA

Ausente : 0
 Presente : 1
 Poco abundante : 2
 Abundante : 3
 Muy abundante : 4

ACF = Aguas Costeras Frías

Tabla 11. Análisis cualitativo de plancton superficial en la bahía de Ilo.
(16 - 18 de agosto de 1996)

ESTACION N°	1	3	4	7	8	9	39
TSM (°C)	14,8	14,6	15,6	15,1	15,0	15,0	14,4
DIATOMEAS							
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	1	1	0	2	0	0
<i>Actinoptichus undulatus</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	1	2	0	0	0	1
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorentianus</i>	0	0	0	1	1	1	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	3	2	2	3	2	3
<i>Coscinodiscus centralis</i>	2	2	0	2	2	2	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	1	0	1	1	1	0	1
<i>Dytilum brighwelli</i>	1	1	2	1	1	0	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	0	1	1	1	1	1
<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Odontella longicurvis</i>	0	1	0	0	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	1	1	0	0	1	0	1
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	0	0	1	0	1	1
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	1	0	1	1	0	1
<i>Rhizosolenia chunii</i>	1	1	1	0	0	1	0
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	1	0	0	0	0	1
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	0	0	0	1	1	0
DINOFLAGELADOS							
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ceratium furca</i>	1	1	1	0	1	1	1
<i>Ceratium tripos</i>	1	1	1	1	1	0	1
<i>Dissodinium asymmetricum</i>	0	1	1	0	1	0	1
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	1	0	0	1	1	1
<i>Protoperidinium depressum</i>	0	1	1	0	0	0	1
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	0	0	1	0	0	0	1
DTROS							
Copepodos	3	1	1	2	1	3	1
Huevos de anchoveta	0	1	0	2	0	0	1
Huevos de sardina	0	1	0	2	1	0	0
Huevos de crustáceos	1	0	0	1	0	0	0
Nauplios	3	1	1	2	1	3	1
Poliquetos	2	1	0	2	0	2	1
Apendicularia	0	0	0	1	1	0	0

LEYENDA

Ausente	: 0
Presente	: 1
Poco abundante	: 2
Abundante	: 3
Muy abundante	: 4

ACF = Aguas Costeras Frías

Tabla 12. Análisis cualitativo de plancton superficial en la bahía de Ite. (19-21 de agosto).

ESTACION N°	13	15	16	18	19	19A	22	24	25
TSM (°C)	14,1	15,8	15,2	16,3	15,3	15,0	15,4	15,4	15,3
DIATOMEAS									
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	2	2	2	1	2	0	2	0	2
<i>Chaetoceros debilis</i>	1	2	2	1	2	0	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	1	1	0	2	1	2	0	1
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	1	1	2	0	0	1	0	1
<i>Chaetoceros danicus</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	2
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	2
<i>Corethron hystrix</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	2	2	2	1	2	2	2	1
<i>Coscinodiscus centralis</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	1
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ditylum brighwelli</i>	2	2	2	2	2	3	2	0	2
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	1	0	2	0	1	0	1	0
<i>Guinardia delicatula</i>	1	1	2	2	2	1	2	0	1
<i>Guinardia flaccida</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Odontella longicruris</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	2	1	1	2	0	1	1	0	1
<i>Proboscia alata</i>	2	2	1	2	2	2	2	1	0
<i>Rhizosolenia robusta</i>	1	0	1	0	0	1	1	0	1
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	1	1	1	2	1	1	0	2
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	0	0	1	0	0	2	1	0	1
<i>Thalassiothrix delicatula</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira bacillaris</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0
DINOFLAGELADOS									
<i>Ceratium buceros</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratium furca</i>	1	1	0	1	1	2	1	0	1
<i>Ceratium tripos</i>	1	1	0	1	1	2	1	0	1
<i>Dissodium asymmetricum</i>	0	0	1	1	0	0	1	0	1
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Protoperidinium brochii</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Protoperidinium subinermis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	1	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Pyrocistis lunula</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
OTROS									
Copepodos	1	1	1	2	1	1	1	0	1
Nauplios	1	1	1	0	1	1	1	0	0
Apendicularia	0	0	1	1	1	0	1	0	0
Poliquetos	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Huevos de anchoveta	1	1	0	0	0	0	0	0	0

LEYENDA

Ausente : 0
 Presente : 1
 Poco abundante : 2
 Abundante : 3
 Muy abundante : 4

ACF = Aguas Costeras Frías

las estaciones próximas a las desembocaduras de los ríos Tambo, Ilo y Locumba, respectivamente.

La composición espeiológica del fitoplancton para invierno de 1996 no difiere de una bahía a otra, siendo muy semejante en toda el área de estudio debido a la cercanía de las estaciones. Estas bahías se caracterizaron por la presencia de *Coscinodiscus* spp., *Dytilum brightwelli*, *Lithodesmium undulatum* y *Actionocyclus* sp. todas ellas especies grandes de fases avanzadas en la sucesión fitoplanctónica. Asimismo se hicieron presentes especies oceánicas en la mayoría de las estaciones asociadas a temperaturas menores de 16 °C, como reflejo de la incursión de estas aguas.

Debido a que la presente evaluación es la primera que se realiza para invierno, no contamos con antecedentes previos de las características de la comunidad y biomasa planctónica. Sin embargo, contamos con las evaluaciones de los MOPAS Ilo, los cuales si bien son realizados por fuera de las 5 mn nos pueden dar una idea de las características del plancton.

Así tenemos que los volúmenes de plancton obtenidos en los MOPAS Ilo 9508 y 9608 para los inviernos respectivos en áreas cercanas a la costa, han sido siempre muy bajos. En MOPAS Ilo 1995 el volumen promedio alcanzó un valor de 0,3 mL/m³ y para 1996 un valor de 0,19 mL/m³, este último con una composición espeiológica muy semejante a la encontrada en la presente evaluación.

La presencia y distribución de especies oceánicas en todas estas evaluaciones (MOPAS Ilo 9508, 9608) son muy semejantes a las encontradas en la presente prospección, mostrando un acercamiento de estas aguas hasta muy cerca de la costa.

Metales pesados

En la tabla 13 se presentan las concentraciones de metales en muestras de agua de mar y de los ríos que vierten directamente a las áreas costeras de interés. Los elementos evaluados fueron: cobre, plomo, zinc, arsénico y fierro.

Las muestras acuáticas colectadas a nivel de playa corresponden a descargas de ríos (Tambo e Ilo), zonas de mezcla del río Ilo con el medio marino receptor, así como estaciones ubicadas a 3 m de línea de playa. Entre esta última destaca Punta Ite, que es la zona fuertemente impactada por los relaves de cobre provenientes de las concentradoras de Toquepala y Cuacone. Sólo hubo una muestra colectada

del muestreo por mar y corresponde a la estación 19, ubicada al sur del río Locumba y a una distancia aproximada de 1 milla de la línea costera.

Como puede observarse en la tabla 13, la mayoría de elementos no fue detectado, porque sus concentraciones estuvieron por debajo del límite de detección; esto debido a que los análisis fueron realizados en el sistema a la llama, de menor sensibilidad analítica. No obstante, se pueden hacer los siguientes comentarios:

En relación a la descarga de los ríos, el río Tambo presentó trazas de zinc y arsénico en concentraciones de 0,17 y 0,20 mg/L respectivamente. En el caso del río Ilo, se detectó trazas de zinc (0,08 mg/L). La presencia de estos elementos metálicos podría estar asociado a que aquéllos forman parte de compuestos organometálicos de plaguicidas de uso agrícola; como el caso de los arsenicales y fungicidas. Por proceso de lixiviación son extraídos y arrastrados por las aguas que riegan estos campos. Los niveles de arsénico, superan el límite de los cursos de agua clase I y II; estando en el límite para las aguas de riego (clase III) de la Ley General de Aguas. En el caso de zinc, las concentraciones están por debajo de los límites establecidos en la Ley General de Aguas para las diferentes clases de cursos de agua.

Muestras de agua que circularon por el cauce del río Locumba, presentaron restos de arsénico (0,90 mg/L) cuyos niveles superaron los límites de las clase I, II y III de la Ley General de Aguas.

En el caso de las muestras próximas a playas y de la estación 19, no se detectaron los elementos mencionados, aunque esto no significa que no estén presentes. Probablemente los niveles que estuvieron presentes no han podido ser detectados por el método empleado, por lo que las concentraciones podrían ser registradas en relación al límite de detección (Cu < 0,04 mg/L, Pb < 0,04 mg/L, Zn < 0,09 mg/L, As < 0,05 mg/L y Fe < 0,20 mg/L).

Mención especial merecen las concentraciones altas de cobre (0,10 mg/L) y fierro (1,62 mg/L) disueltos en agua de mar hallados en la estación I-13. Estos elevados niveles se manifiestan en la playa circundante que están impregnadas de relaves de color amarillo verdoso fosforescente constituida por sales de cobre y fierro.

3.5 Organismos

En la tabla 14 se presentan las concentraciones de cobre en dos especies: el chanque (*Concholepas con-*

Tabla 13. Concentración de metales en muestras de agua *. Mollendo - Ilo - Ite (16 - 25 agosto 1996).

Estación	Punto Muestreo	Cu mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	As mg/L	Fe mg/L
Río Tambo	Cerca a desembocadura	n.d.	n.d.	0,17	0,20	---
I - 6 Río Ilo	Desembocadura	n.d.	n.d.	0,08	n.d.	---
E - 19 **	Al sur del río Locumba	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
I - 12 Punta Alfarillo	A 3m línea playa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
I - 13 Punta Ite	A 3m línea playa	0,1	n.d.	n.d.	n.d.	1,62
I - 8 Cata - Cata	A 3m línea playa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
Canal Ite	Cauce río Locumba	n.d.	n.d.	n.d.	0,90	---
I - 3 Frente a Fundición	A 3m línea playa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
I - 6 Zona Mezcla río Ilo	A 5m de descarga de río	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
I - 5 Frente a refinería	A 3m línea playa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	---
Límite de Detección		0,04	0,04	0,05	0,05	0,20

n.d. : no detectable.

* Análisis realizados por ENVIROLAB - PERU.

** Corresponde a estación por mar.

Tabla 14. Concentración metales pesados en organismos en la bahía de Ilo (18 / 08 / 96).

Estación N°	Número Ejemplares	Nombre Común	Nombre Científico	Longitud Rango (mm)	Peso Rango (g)	Organo analizado	Cobre (ug/g)*
4	2	Chanque	<i>Concholepas concholepas</i>	93,8 - 95,0	162,7 - >200	Cuerpo eviscerado	8,67
4	22	Lapa	<i>Fissurella</i> sp.	37,6 - 48,9	5,6 - 11,2	Cuerpo eviscerado	57,53

* Referido a muestra húmeda.

cholepas) y lapa (*Fissurella* sp.) colectadas en la estación 4 de Ilo, ubicadas al sur de la fundición.

Lamentablemente limitaciones en la operatividad del equipo no permitieron desarrollar una mayor cobertura analítica.

Se analizó el cuerpo sin vísceras, los análisis se realizaron en fresco por lo que los resultados se registraron en muestra húmeda. Se hallaron concentraciones de 8,7 µg/g de cobre en el chanque y de 57.5 µg/g de cobre en lapa. Las concentraciones en lapa fueron inferiores a lo hallado para la misma especie en marzo 1996 (282,9 µg/g); aunque en este caso las muestras fueron colectadas al norte de la fundición. Las concentraciones de cobre para la *Fissurella* sp. fueron inferiores a lo registrado en Ite e Ilo para la misma especie en marzo 1996.

Los niveles encontrados en la lapa superaron los valores de cobre hallados en organismos de otras áreas costeras. También están por encima de los límites legales para contenido metálico establecidos por algunos países, según reporte FAO, 1993.

El cobre es un elemento metálico bioacumulable; diferentes referencias bibliográficas reportan sobre la bioacumulación de cobre en ostras y otros invertebrados. El exceso de cobre tiende a dar a las ostras no sólo un color verde, sino más bien un sabor metálico. La concentración de cobre en los alimentos marinos no ha sido considerada una amenaza seria a la salud humana, debido a que el color y sabor en los alimentos puede alertar y detener al consumidor (WALDICHUK, 1980).

RESULTADOS DE LA EVALUACION POR PLAYAS

En las tablas 15, 16 y 17, se presentan los resultados de la evaluación de la calidad acuática obtenida a nivel de playas. Se realizaron 26 estaciones en total distribuidas entre Mollendo (8), Ilo (9) e Ite (9). Los puntos de muestreo estuvieron principalmente entre los 3 a 5 m de línea de playa, con excepción de la estación 7M (Mollendo) ubicada al centro de la bahía (aproximadamente a 200 m de línea de playa) y el muelle ENAPU (Ilo). En cada una de las estaciones se han determinado los parámetros físicos y químicos de calidad acuática.

Anotamos los resultados obtenidos por playas:

Playas de Mollendo

- Las aguas circundantes a las playas de Mollendo presentaron condiciones óptimas propias de

la estación de invierno. Los valores de temperatura presentaron rangos homogéneos que fluctuaron de 14,8 a 15,4 °C, con la excepción de la estación 2M' (zona de mezcla) que por influencia del drenaje de aguas provenientes de las lagunas de Mejía produjo un incremento en la zona de mezcla a 19,4 °C.

Los valores de oxígeno (4,9 - 6,0 mL/L) fueron óptimos y el pH estuvo dentro de los rangos normales. Los sólidos suspendidos presentaron rangos (4,0 - 12,4 mg/L) inferiores a los registrados en verano (12 - 69 mg/L).

De las observaciones visuales, la estación 7M ubicada al centro de la bahía (frente a pesqueras) presentó signos evidentes de contaminación provenientes de las descargas pesqueras las cuales, favorecidas por la configuración de la bahía y por efecto de las mareas y flujos permanecen próximos a la línea de playa. Materia particulada en suspensión, restos de aceites y grasas, películas de combustible y crudo impregnado en las zonas rocosas se observó especialmente cerca a la línea costera (Figura 41).

Playas de Ilo

- Las aguas circundantes a las playas de Ilo presentaron también condiciones óptimas de calidad. Los valores de temperatura presentaron un promedio de 15,51; en la desembocadura del río Ilo (estación I-6) se registró una temperatura de 21 °C, la cual no alteró la temperatura de la zona de mezcla (estación I-6) o de dilución inicial del cuerpo receptor.

Las concentraciones de oxígeno (5,3 - 6,1 mL/L) fueron óptimos y superiores a lo registrado en Mollendo. Los rangos de pH y los sólidos estuvieron dentro de los requisitos de calidad acuática. Las concentraciones de sólidos también fueron inferiores a la evaluación pasada (marzo 1996), pero ligeramente superiores a los de Mollendo.

Las observaciones visuales permitieron identificar dos zonas en playa impactadas por diferentes fuentes. Una de ellas ubicadas al norte de Ilo (estación I-2), cuyas playas estaban cubiertas por depósitos de escorias que se extienden en un largo trecho, y muy próxima a la línea costera (Figura 42), sin un muro de contención que evite o amortigüe el contacto directo con las aguas costeras. De tal forma que el agua de mar presentó partículas grises en suspensión, provenientes de las fricciones y pulverización de estas escorias. También se identificó una descarga proveniente de los procesos de fundición que vierte directamente al medio marino (Figura 43).

Tabla 15. Evaluación del muestreo por playas bahía de Mollendo. 23 - 24 Agosto de 1996.

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP °C	OXIG (ml/L)	SULFUROS (ug-at H2S-S/L)	pH	SST (mg/L)	GRASA (mg/L)	OBSERVACIONES
1M "Playuelas" 24/8/00	A 4m línea playa	15,2	4,94	1,42	7,90	12,4	---	Mar de color azul verdoso. Estado mar : 2, cielo nublado. Presencia de aves. Playa arenosa con restos de conchuelas, no hay restos de otros desechos. Alquitrán negativo.
2M "Playa Moyobamba" 24/8/00	A 4m línea playa	15,4	5,97	0,91	7,72	6,8	---	Mar azul verdoso, estado mar : 2. a 20m se observa descarga proveniente de zona agrícola. Playa arenosa con abundante resos de conchas de almeja, muy muy, restos de algas, presen- cia de carreteros.
Zona de Mezcla 24/8/00	A 2m de descarga	19,4	5,58	1,18	---	10,0	---	Descarga probablemente de drenaje de lagunas de Mejía.
3M Mejía (Bañearío) 24/8/00	A 3m línea de playa	15,1	5,94	0,77	7,98	10,0	---	Mar color azul verdoso. Estado mar : 2, cielo nublado. Playa arenosa, abundante muy muy (mudas) en playa. Muchas aves alrededor, restos de conchuelas, navaja en playa. Alquitrán negativo.
4M "Mollendo" 24/8/00	A 3m línea de playa	14,8	6,05	1,29	7,98	7,2	---	Mar azul verdoso espumoso crema, Estado mar : 3, cielo nublado. En peñas cirripedos, alga verde. Playa arenosa sin manchas, limpia, abundante muy muy, aves. Alquitrán negativo.
5M "Catarindo" 24/8/00	A 4m línea de playa	---	5,86	1,36	7,94	6,0	---	Mar color azul verdoso con espuma cremosa. Estado mar : 2, día nublado, fuerte rompiente. Playa pedregosa con restos de basura. Zona de grandes peñascos. Algunas aves alrededor.
6M "Puerto Matarani" 2408/96	Zona de rompiente	14,8	4,58	1,34	7,80	4,0	0,30	Mar color gris, graso. Estado mar : 0, cielo nublado. Present- cia de algas pardas en rocas, muchas embarcaciones pesque- ras, bolicheras y de gran tonelaje.
"SIP Matarani" "SIP Mollendo" 2408/96	Al centro de bahía	15,4	5,49	1,42	7,70	4,0	0,20	Bahía cerrada, frente a 2 pesqueras. Aguas turbias presencia de restos sólidos en superficie (plumas, grasas). Restos de pelicu- las de petróleo en superficie y pagado a las rocas.

SST = Sólidos Suspendedos Totales.

Tabla 16. Evaluación del muestreo por playas bahía de Ilo. 16 - 18 de agosto.

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP (°C)	OXIG (ml/L)	SULFUROS (ug-at H ₂ S-S/L)	pH	SST (mg/L)	OBSERVACIONES
I-1 "Los Olivos" 17/8/00	A 3m línea playa	15,7	6,10	0,58	7,75	16,8	Mar de aspecto limpio color azul verdoso, estado mar : 2, fuerte rompiente. Cielo parcialmente cubierto. Playa arenosa con abundante conchuelas, zona rocosa. Presencia de 3 embar- caciones. Casuchas abandonadas, presencia de aves.
I-2 "Pocona" 17/8/00	A 3m línea playa	15,4	5,76	0,57	7,86	15,2	Mar azul verdoso, con restos de polvillos negruzcos de escoria en suspensión. Estado del mar : 2. Playa pedregosa, abundante escoria en playa color plomizo oscuro.
I-3 "Fundición" 18/8/00	A 3m línea playa	15,7	5,81	1,26	7,98	19,2	Mar azul verdoso transparente. Estado mar : 2. Algunas embarcaciones, cielo parcialmente nublado Playa arenosa, rocosa limpia, presencia de pocas algas.
I-4 "Playa Enfermeras" 17/8/00	A 3m línea playa	15,1	5,76	0,58	7,86	15,6	Mar azul verdoso de aspecto limpio. Estado mar : 2, cielo cubierto. Playa pedregosa, rocas cubiertas con algas, cirripedos.
I-5 "Frente a Refinería" 18/8/00	A 3m línea de playa	16,2	6,04	0,70	8,10	12,4	Mar color azul verdoso. Estado mar : 3. Playa arenosa pedregosa, con basura : plásticos, palos y abundante restos de <i>Pyuret chilensis</i> ("cochizales"), restos de aves y conchuelas. Descarga que sale por piedras de la playa se observa buzos pulmoneros en faena.
I-6 "Río Ilo" 18/8/00	Desembocadura del río	21,2	5,73	1,21	7,85	4,8	Río de aspecto limpio, que descarga a nivel de playa.
I-6 "Zona mezcla" 18/8/00	a 5m de I-6	15,7	5,30	1,25	7,99	9,2	Mar de color azul - verdoso. Playa arenosa limpia, presencia de gaviotas.
I-7 ENAPU 19/8/00	Muelle	15,2	5,58	0,68	7,96	16,8	Mar de color gris. No se observa presencia de grasa, abundante algas verdes (<i>Enteromorpha</i>), <i>Littorina</i> .
I-8 "Cata Cata" Frente a pesquera 19/8/00	A 3m línea de playa	15,1	5,86	0,62	7,94	17,2	Mar de aspecto limpio azul verdoso, fuerte oleaje, no hay presencia de grasa. Zona rocosa (presencia de <i>Littorina</i> , moluscos). Zona próxima a tubos de descarga (fábrica Argos, no producida). Playa con abundante restos de conchuelas, playa pedregosa, sucia.

Tabla 17. Evaluación del muestreo por playas bahía de Ite. 19 - 21 de agosto.

ESTACION FECHA	Punto Muestreo	TEMP °C	OXIG (ml/L)	SULFUROS (ug-at H ₂ S-S/L)	pH	SST (mg/L)	OBSERVACIONES
I-9 "Huacaluna" 21/8/00	A 3m línea playa	15,6	5,85	1,42	8,03	23,2	Mar verdoso, estado mar : 2, día soleado, cielo parcialmente despejado. Macro algas en la zona intermareal. Playa pedregosa, presencia de cochizales.
I-10 "Pla. Icuy" 20/8/00	A 3m línea playa	15,4	5,76	1,26	7,94	34,4	Mar de color azul verdoso, cielo nublado, abundantes aves. Playa arenosa con manchas negruzcas; escasas algas pardas.
I-11 "Pta Picata" 20/8/00	A 3m línea playa	16,1	6,25	1,25	8,02	16,4	Mar de color azul verdoso, olas espumosas color crema que contienen cápsulas de "tolina" que debido a intenso oleaje son desprendidos y depositados en playa. Playa de guijanos con arena gruesa, zona rocosa con presencia de <i>Littorina</i> .
I-12 "Santa Rosa" 20/8/00	A 3m línea de playa	16,6	5,85	1,41	8,14	27,2	Mar azul verdoso, de oleaje espumoso color crema, fuerte oleaje, estado mar : 2. Zona rocosa, presencia de <i>Littorina</i>
I-13 "Pta Ite" 21/8/00	A 3m línea de playa	15,5	5,72	2,74	7,98	183,2	Mar de color lechoso turbio; zona de humedales (filtración a 500m de línea de playa) con juncos, aves, patillos. Playa impregnada de relaves, color amarillo verdoso fosforescente (sales de cobre, fierro)
I-14 "Pta Meca" 21/8/00	A 3m línea de playa	15,2	5,88	0,87	7,91	23,2	Mar color azul verdoso, con olas espumosas color crema. Estado mar : 2, cielo nublado, zona rocosa abundante <i>Littorina</i> . Restos de basura (plásticos) en playa.
I-15 "Pta San Pablo" 21/8/00	A 3m línea playa	15,0	5,88	0,70	8,04	11,6	Mar color azul verdoso, con olas espumosas color crema. Estado mar : 1. Superficie del mar con restos de plumas, plásticos. Playa pedregosa, presencia de <i>Littorina</i> , grandes peñas, albergue de aves guaneras.
I-16 "Quebrada del burro" 21/8/00	A 5m línea playa	15,3	5,78	0,65	8,02	14,8	Mar de color azul verdoso, espuma de color crema (huevos tolina) Estado mar : 2, zona rocosa playa de canto rodado, pedregosa. Presencia de <i>Littorina</i> , algas (marrón y verde). Playa con restos de basura (plásticos), conchuelas.
I-17 "Playa Tomoyo" 22/8/00	A 3m línea playa	16,2	6,36	0,66	7,99	12,0	Mar color verde, espumoso crema, estado mar : 2, fuerte rompiente cielo despejado. Zona de peñasco, rocas con abundante <i>Littorina</i> , playa adyacente arenosa con restos de conchuelas, pocas algas verdes, playa rocosa con embalses de agua donde hay pecesillos. Zona de balneario, casas alrededor desocupadas.

SST = Sólidos Suspendedos Totales.

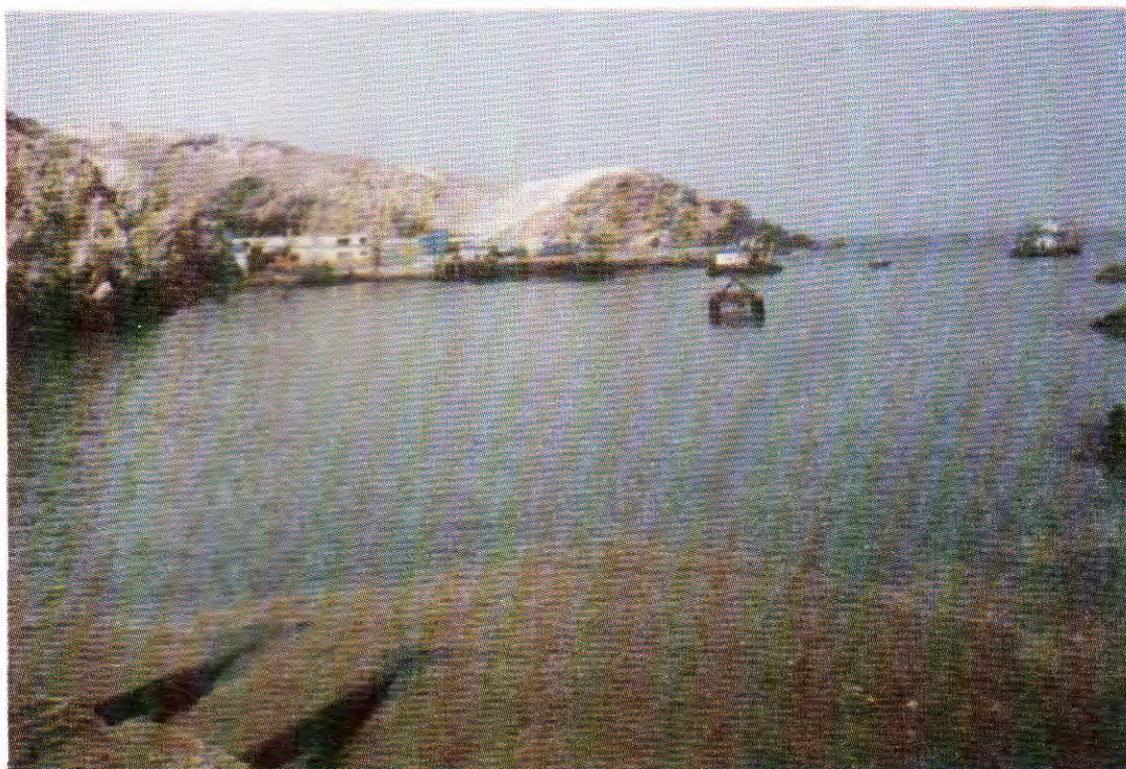


FIGURA 41. Bahía afectada por descargas pesqueras (estación 7M - Mollendo).



FIGURA 42. Escoria en la playa Pocona (estación I-2), Ilo.



FIGURA 43. Descarga proveniente de los procesos de la fundición Ilo.



FIGURA 44. Descarga pesquera en zona de Cata Cata. Ilo.



FIGURA 45. Relaves mineros de playa Ite.

La otra fuente lo constituyen, las descargas pesqueras ubicadas al sur de Ilo en la zona de Cata Cata (estación I - 8) que confluyen en línea de playa (Figura 44).

A diferencia de otras bahías, las áreas evaluadas se ubican en zonas abiertas y de intensos flujos que favorecen la dispersión de los contaminantes.

Playas de Ite

- Las aguas circundantes a las playas de Ite en general mostraron condiciones óptimas. La temperatura presentó rangos (15,0 - 16,6 °C) similares a las otras áreas y propias de la estación. Los valores de oxígeno (5,8 - 6,4 mL/L), pH (7,90 - 8,14) y sólidos suspendidos (11,6 - 34,4 mg/L) se ajustaron a los requisitos de calidad acuática. Los valores de pH, ligeramente superiores a las otras áreas, estaría asociado a la predominancia de los procesos de fotosíntesis; es conveniente indicar que en gran parte de la zona costera se observó un mar espumoso de color crema habiéndose hallado presencia de cápsulas de «tolina».

La estación I-13 correspondiente a Punta Ite presentó concentraciones altas de sólidos suspendidos (183,2 mg/L), proveniente de los relaves que im-

pactan dicha playa. Estos valores superaron los requisitos de la L.G.A. (clase V, VI). Esta zona fue la que presentó un serio deterioro por efecto de los depósitos de relaves, que se han extendido en una amplia franja de la Playa Inglesa, impregnándolo de una coloración amarillo verdoso fosforescente, debido a la presencia de sales de cobre y fierro (Figura 45). En zona adyacente se observó una zona de humedales, con presencia de aves que la utilizan como zonas de reposo.

CONCLUSIONES

1. En general, las temperaturas y salinidades presentaron valores por debajo de lo normal, debido a la presencia poco usual de las Aguas Templadas de la Sub Antártica ($T^{\circ} < 15^{\circ}\text{C}$, $S < 34,8$) en la superficie del mar, mezclados con las Aguas Costeras Frías.

La temperatura superficial disminuyó aproximadamente 3,0 °C en relación al verano último; no observándose en agosto las Aguas Superficiales Subtropicales ($> 35,1$).

2. La circulación marina en general presentó una tendencia hacia el nor - oeste; siguiendo la con-

figuración de la línea de costa y con desviaciones a formar pequeños remolinos en las zonas abrigadas por efectos de accidentes geográficos.

3. Esta evaluación presentó mucha similitud con lo obtenido en la operación MOPAS 9608.

4. En general los parámetros físicos y químicos mostraron rangos óptimos de calidad y acorde con la estación de invierno. La temperatura, que en esta oportunidad mostró niveles inferiores, fue un factor, importante en los niveles de oxígeno y el pH. Generalmente se observó una relación directa entre estos parámetros.

5. Entre Punta Sopladera y río Ilo se registró una intensa actividad fotosintética que se manifestó por los niveles de oxígeno y clorófila «a», que superó a la bahía de Mollendo.

6. Las menores concentraciones de silicatos y nitratos encontrados en la bahía de Ilo e Ite se debieron a la actividad metabólica del fitoplancton.

7. Los volúmenes de plancton para invierno de 1996 en las bahías de Mollendo, Ilo e Ite alcanzaron valores promedio de 0,71; 0,39 y 0,90 mL/m³, respectivamente. Las menores concentraciones de plancton fueron localizadas en estaciones próximas a los ríos Ilo, Locumba y Tambo.

8. La composición especiológica para invierno de 1996 se caracterizó por la presencia de diatomeas neríticas propias de ambientes costeros pertenecientes a fases avanzadas de la sucesión fitoplanctónica, principalmente especies del género *Coscinodiscus*, *Ditylum brightwelli*, *Lithodesmium undulatum*, *Actinocyclus* sp. y *Proboscia alata*.

9. Con relación al contenido de elementos metálicos disueltos en agua de mar, éstos estuvieron por debajo del límite de detección determinado. Sin embargo, la zona frente a Punta Ite presentó concentraciones elevadas en cobre y hierro provenientes de los relaves mineros que superó ampliamente a las

otras áreas costeras del presente estudio.

10. En los ríos Tambo, Ilo y canal Ite se detectaron la presencia de arsénico y zinc. El arsénico, superó ampliamente los límites establecidos por la Ley General de Aguas.

11. Se registró una disminución en el contenido de cobre en la lapa (*Fissurella* sp.) colectada al sur de Ilo. Sin embargo, los valores encontrados superaron a las concentraciones para la misma especie de Ite e Ilo registradas en marzo 1997.

12. En general, la evaluación de la calidad acuática a nivel de playas, presentó características óptimas.

13. Las playas de Ilo (norte), Ite (sur) están afectadas físicamente por la presencia de escorias y relaves respectivamente.

14. La zona de Mollendo (estación 7M) fue la más afectada por las descargas pesqueras; la configuración de la bahía y la acción de flujos y mareas no permiten una pronta dispersión de la carga contaminante.

Referencias

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1969. Clasificación de los cursos de agua y de la zona costera. Ley general de Aguas, D. L.N° 17752 y sus modificaciones D.S. 007-83 S.A. Dirección de Protección del Medio Ambiente
- FAO. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. Octubre 1983.
- WALDICHUK, M., 1980. Some biological concerns in heavy metals pollution. Pollution and physiology of marine organisms.
- JACINTO M. 1996. Informe de logros en el primer semestre 1996. Informe interno preparado para la Dirección de Oceanografía Química. (Memorandum ACM 67/96).
- GUZMÁN M., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ y J. CÓRDOVA, 1997. "Evaluación de la contaminación marina y la calidad ambiental en las bahías de Mollendo, Ilo y Ite, 15-20 marzo 1996". Informe interno IMARPE.
- DAMES y MOORE, 1986. Efectos ambientales de los relaves mineros descargados en la zona costera cercana a Ite, Perú. Estudio de campo de 1986 para Southern Perú Copper Corporation. Vol. III.

ANEXO

Personal Participante

Trabajo de campo

Guadalupe Sánchez
María Elena Jacinto
Rita Orozco
Freddy Cárdenas (Lab. Ilo)
Sonia Castillo
Carlos Martínez
Donato Ynga
Martín Campos
Carlos Robles
Juan Santos

Trabajo de Laboratorio

Manuel Guzmán
Carlos Martínez
Jorge Chávez
Rita Cabello
Donato Ynga
Carlos Robles
Sonia Sánchez

Apoyo en procesamiento y preparación de informe

Rita Cabello T.
Donato Ynga