

informe progresivo

nº
80

Abril
1998

Selectividad con red chinchorro con dos diferentes tipos de copo en la Isla San Lorenzo, Callao. 16 al 20 de febrero 1998

Carlos M. Salazar Céspedes 3

Evaluación de la calidad del medio marino en bahía Supe - Paramonga en enero 1997

María E. Jacinto, Jorge Chávez, Octavio Morón, Sonia Sánchez, Juana Solis 15

DGIP - 11
DGIO - 38

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

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

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

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

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

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MEDIO MARINO EN BAHÍA SUPE - PARAMONGA EN ENERO 1997

María E. Jacinto Jorge Chávez
Area de Evaluación de la Contaminación Marina
DVPAM. DGIO. IMARPE

Octavio Morón
Dirección de Información y Pronósticos
Oceanográficos. DGIO. IMARPE

Sonia Sánchez
Area de Fitoplancton. Producción
Primaria. DOB. DGIO. IMARPE

Juana Solis
Area de Hidroquímica y Productividad
DOQ. DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	15
1. Introducción	15
2. Materiales y métodos	16
2.1 Muestreo	16
2.2 Métodos	18
3. Resultados de la evaluación por mar	18
3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina	18
3.2 Parámetros físicos y químicos	21
3.3 Parámetros biológicos	29
4. Resultados de la evaluación por playas	33
5. Sumario y conclusiones	35
6. Referencias	35

RESUMEN

Se presentan los resultados de la evaluación del ambiente marino y playas, entre Supe y Paramonga analizados del 6 al 8 de enero de 1997. En general, los parámetros se ajustaron a los requisitos de calidad acuática establecidos por la Ley General de Aguas; sin embargo la temperatura (17,4 °C) y la salinidad (33,6‰) se vieron influenciados por las descargas del río Pativilca. Cabe destacar, la anoxia casi generalizada a nivel de fondo para ambas bahías. La evaluación acuática realizada desde playas identificó contaminantes provenientes de fuentes de origen doméstico, industriales pesqueros y químicos, este último caso ejerció un impacto muy localizado en los niveles de sólidos (111,0 mg/L) y temperatura (21,1 °C) del medio marino receptor.

1. INTRODUCCION

Las localidades de Paramonga y Bahía Supe ubicadas al norte de Lima, vienen experimentando un desarrollo industrial que se asienta principalmente en el litoral costero.

En Paramonga, cuyas actividades principales son agrícolas y agro-industriales, destacan tres plantas industriales (papelera, azucarera y química) que se ubican en su litoral; la actividad pesquera es de tipo artesanal.

En Supe, las principales actividades son portuarias y comerciales, la pesquería es de tipo artesanal e industrial; se registra además la existencia de tanques de almacenamiento de derivados del petróleo.

Ambas localidades fueron objeto de una evaluación por mar y playas del 6 al 8 de enero de 1997. El informe de consultoría (SÁNCHEZ Y MUÑOZ, 1995) no considera a Supe y Paramonga con problemas serios de contaminación; sin embargo las descargas de origen terrestre (ríos, efluentes industriales y domésticos) ocasionan un impacto muy localizado que es favorecido por los procesos de circulación y topografía de la zona.

La información obtenida en Paramonga constituye una información básica referencial de un estudio de línea base por ser la primera evaluación de este tipo; mientras que en Supe se contaba con una información muy limitada obtenida en mayo 1990 (JACINTO Y SÁNCHEZ 1990), como consecuencia del derrame de kerosene ocurrido en dicha zona.

Los objetivos del presente estudio, estuvieron orientados a evaluar el estado de calidad del medio marino costero, así como identificar y caracterizar las diversas descargas que confluyen al litoral costero de Supe-Paramonga.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Muestreo

El litoral costero de Paramonga, evaluado el 6 y 7 de enero 1997, estuvo comprendido entre los 10°40'09" a 10°43'17" S.

La evaluación de la zona costera de Barranca - Supe se realizó el 08 de enero de 1997 y estuvo comprendida entre los 10°45'37" – 10°47'46" S.

En la figura 1 se presenta la carta de posiciones. Se realizaron 11 estaciones en Paramonga y 09 estaciones de Barranca a Supe, en dos niveles (superficie y fondo) y hasta una distancia máxima de 2,4 millas de la costa (estación 5), a bordo de la embarcación «Cristian», de aproximadamente 10 m de eslora. Las profundidades fluctuaron de 5,0 a 19,0 m entre Barranca a Supe y de 6,0 a 17,0 m en Paramonga.

Se colectaron muestras de agua en superficie (mediante un balde) y fondo (con botella Niskin) para la determinación de parámetros físicos y químicos: temperatura, salinidad, oxígeno, pH, sulfuros y sólidos suspendidos. Además se colectaron muestras para la determinación de fitoplancton. Las muestras de plancton superficial se colectaron con red standard de fitoplancton (75 micras) en arrastres superficiales durante 5 minutos a velocidad de dos nudos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada al 0,5%.

Las muestras de sedimentos se colectaron mediante una draga Van Veen de 0,024 m² para la determinación de metales e hidrocarburos.

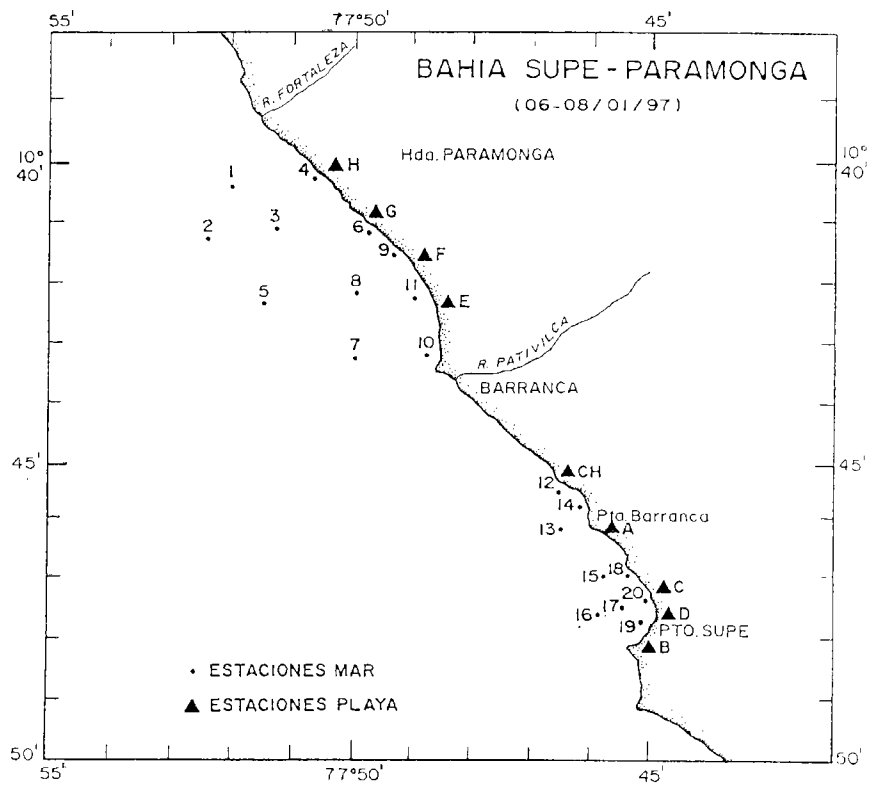


Fig. 1. Carta de Posiciones.

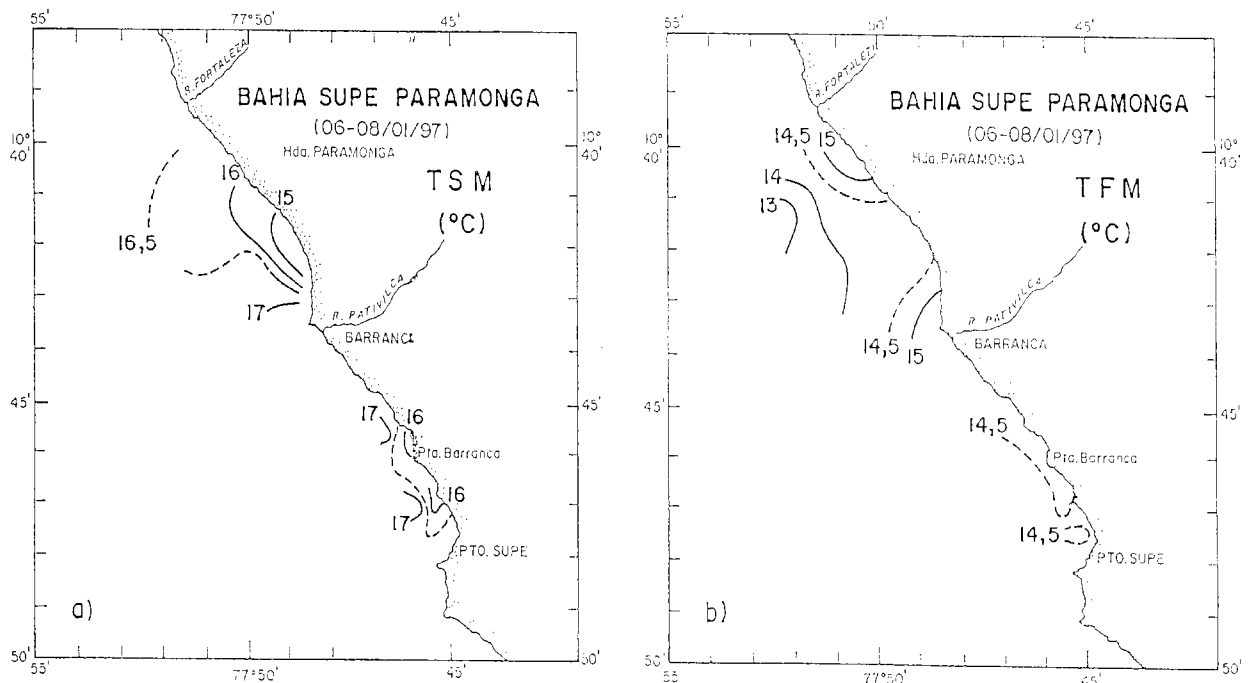


Fig. 2. Distribución de Temperatura en a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe-Paramonga.

2.2 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 y que tienen como referencia los siguientes:

- 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 grasas.
- 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 (1930), SCHILLER (1937), SUNDSTRÖM (1986).
- Para la obtención de datos de corrientes marinas se utilizó correntómetros a la deriva.
- El análisis de salinidad se determinó con un salinómetro CHALSICO R-10.

3. RESULTADOS DE LA EVALUACION POR MAR

3.1 Parámetros hidrográficos y de circulación marina

En la tabla 1, se presenta los resultados hidrográficos y de circulación marina determinadas a dos niveles (superficie y fondo).

La profundidad de la zona evaluada varió entre los 5 y 19 m.

Temperatura

La temperatura en la superficie del mar varió entre 14,7 y 17,8 °C con un promedio de 16,3 °C.

Los valores más elevados (> 17 °C) se presentaron en las proximidades del río Pativilca, y en las estaciones más alejadas de la línea costera entre Barranca y Puerto Supe (Figura 2a). El núcleo más frío (< 15 °C) se observó próximo a la costa al sur de la hacienda Paramonga.

Tabla 1. Resultados Hidrográficos y de Circulación Marina Bahía Supe - Paramonga (06 - 08 enero 1997)

EST N°	POSICIONES		PROF (m)	TEMP (° C)	SAL S ‰	CORRIENTES DIRECCION
	LATITUD	LONGITUD				
01	10°40'09"	77°52'00"	0,0	16,5	34,66	340
			14,0	14,2	35,05	330
02	10°41'12"	77°52'25"	0,0	16,5	34,90	330
			17,0	12,3	35,05	320
03	10°41'00"	77°51'10"	0,0	16,3	34,69	360
			13,0	14,2	35,04	330
04	10°40'15"	77°50'31"	0,0	16,3	34,69	0
			7,0	15,6	35,01	320
05	10°42'08"	77°51'28"	0,0	16,3	34,81	345
			16,0	13,9	35,04	330
06	10°41'07"	77°49'45"	0,0	15,8	34,44	315
			9,0	14,2	34,99	340
07	10°43'17"	77°50'00"	0,0	16,9	33,65	320
			17,0	14,3	35,05	340
08	10°42'21"	77°49'48"	0,0	16,5	33,94	20
			14,0	14,2	35,01	10
09	10°41'12"	77°49'25"	0,0	14,8	34,38	340
			6,0	14,3	34,99	315
10	10°43'14"	77°48'45"	0,0	17,4	33,64	300
			11,0	15,2	34,99	300
11	10°42'22"	77°48'31"	0,0	14,7	34,64	310
			5,0	14,2	35,00	290
12	10°45'37"	77°46'30"	0,0	17,0	34,84	110
			13,0	14,3	35,02	360
13	10°46'08"	77°46'32"	0,0	16,5	34,86	80
			16,0	14,7	35,04	160
14	10°45'56"	77°45'55"	0,0	15,9	34,87	300
			9,0	14,2	35,00	315
15	10°47'00"	77°45'49"	0,0	17,0	34,85	330
			17,0	14,5	35,00	340
16	10°47'37"	77°45'45"	0,0	16,7	34,94	350
			19,0	14,6	35,08	340
17	10°47'30"	77°45'26"	0,0	16,3	34,81	350
			16,0	14,2	35,02	210
18	10°46'55"	77°45'07"	0,0	15,2	34,93	240
			7,0	14,8	34,95	230
19	10°47'46"	77°45'06"	0,0	16,6	34,86	315
			9,0	14,9	35,03	220
20	10°47'24"	77°44'00"	0,0	17,8	34,80	325
			9,0	14,5	35,01	90

A un metro del fondo se presentaron temperaturas entre 12,3 y 15,6 °C con un promedio de 14,4 °C, los valores más elevados se han observado pegados al borde sur y norte de los ríos Fortaleza y Pativilca mientras que los mínimos se observaron mar afuera a 2,5 mn, aproximadamente frente a Paramonga relacionado con las mayores profundidades. Entre Barranca - Puerto Supe los valores fueron más homogéneos con rangos de 14,2 a 14,9 °C, predominando la isolínea de 14,5 °C (Figura 2b).

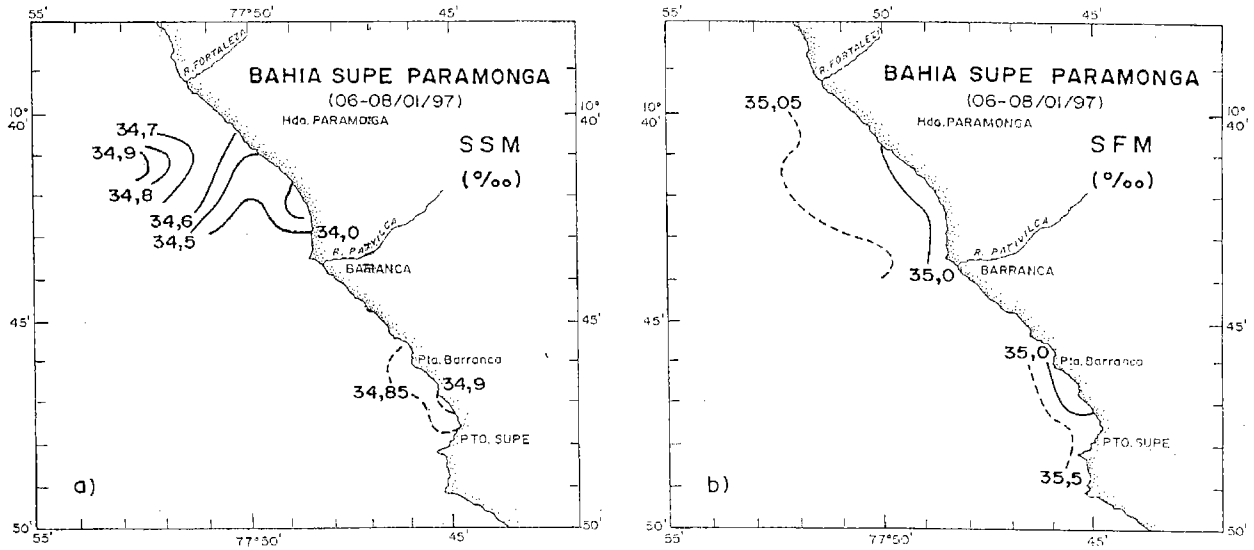


Fig. 3. Distribución de Salinidad en a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

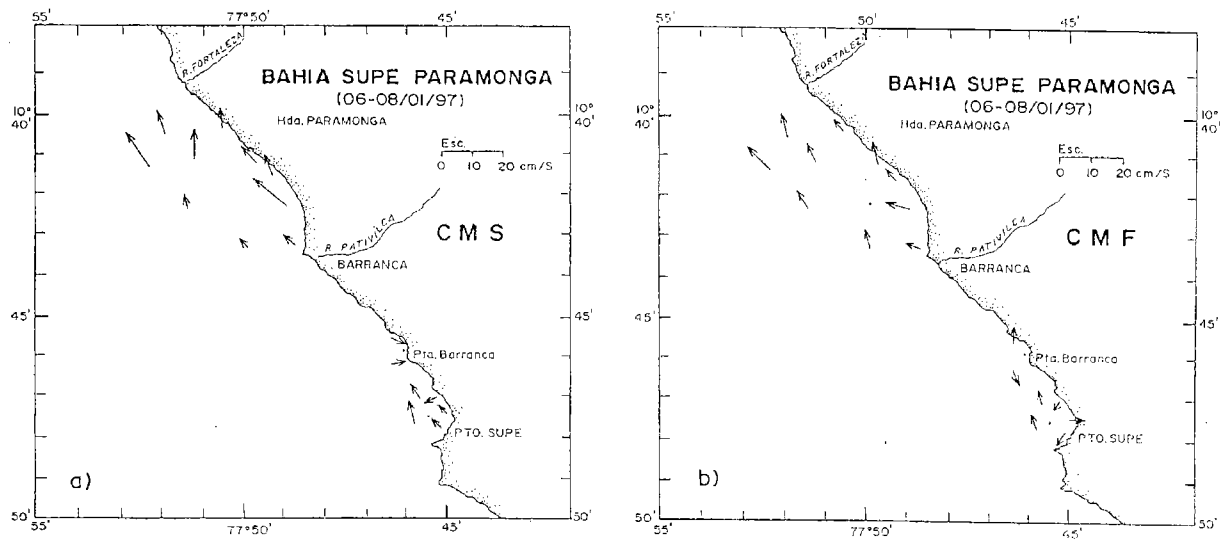


Fig. 4. Distribución de la corriente marina en a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

Salinidad

La salinidad en la superficie de la zona de estudio varió entre 33,64 y 34,90 ‰ observándose valores muy bajos principalmente al norte del río Pativilca donde se observa la mayor incidencia de las aguas de mezcla debido a la buena descarga del río. Por su parte, el río Fortaleza al parecer tiene muy poca influencia en la zona de estudio. El máximo valor (34,90 ‰), se observó en el extremo norte y en la estación más alejada, mientras que en la zona de Puerto Supe los valores fueron ligeramente bajos debido a la mezcla con las aguas de los colectores y de las fábricas (Figura 3a).

A un metro del fondo el rango de salinidad varió entre 34,95 y 35,08 ‰, los valores fueron relativamente homogéneos, los cuales indicaron aguas de mezcla en toda la zona de estudio (Figura 3b), donde los valores más altos se han registrado en las estaciones más alejadas de la costa.

Circulación marina

La circulación en superficie entre el río Pativilca y el río Fortaleza mostró flujos predominantes hacia el noroeste, mientras que al norte de Puerto Supe hacia Barranca fueron variados, dando la impresión de un remolino en sentido horario (Figura 4a).

A un metro del fondo los flujos en la parte norte tuvieron la misma tendencia que en superficie (Figura 4b), observándose velocidades ligeramente menores a este nivel, mientras que entre Barranca - Supe se presentó un remolino en la ensenada de Supe.

3.2 Parámetros físicos y químicos

En la tabla 2, se presentan los resultados de los parámetros físicos y químicos evaluados en superficie y en fondo (a 1m de fondo).

Oxígeno

La distribución superficial en Paramonga presentó concentraciones en el intervalo de 1,93 a 6,52 mL/L, encontrándose las menores concentraciones (2,0 - 3,0 mL/L) fuera de 1 mn (Figura 5a).

Entre Puerto Supe y Punta Barranca se hallaron valores heterogéneos de oxígeno en superficie que fluctuaron entre 1,76 y 5,85 mL/L, predominando concentraciones de 4,0 mL/L (Figura 5a).

A nivel fondo, el oxígeno mostró valores de 0,00 a 0,14 mL/L predominando condiciones de anoxia frente a Paramonga (Figura 5b). Al sur, entre Puerto Supe y Punta Barranca también predominaron condiciones anóxicas con excepción de la estación 18 (1,8mL/L), ubicada a 7m de profundidad (Figura 5b).

En resumen, en la localidad de Paramonga los mínimos valores de oxígeno en superficie se hallaron en estaciones (5, 7 y 8) alejadas de la costa, mientras que al sur se observa una tendencia creciente al alejarse de la costa. Caracte-

rizó a ambas localidades una anoxia predominante, a profundidades por debajo de los 5 m, con excepción de las estaciones 2 (17m) y 18 (7m).

Los valores a escala superficial son comparables a los hallados en las áreas de Ilo, Ite, Mollendo (agosto 96) según JACINTO *et al.* 1997; a Talara y Pisco evaluadas durante el segundo semestre 1996 (ACM, 1996). y son superiores a lo registrado en la evaluación de emergencia en Supe - mayo

Tabla 2. Resultados Físicos y Químicos en Bahía Supe - Paramonga. 06 - 08 enero 1997

EST	POSICION		TRANSP	FONDO	PROF	OXIG	SULFUROS	pH	S.T.S	GRASA
Nº	LATITUD	LONGITUD	(m)	(m)	(m)	(ml/L)	ug-at H ₂ S-S/l		(mg/L)	(mg/L)
01	10°40'09"	77°52'00"	4,0	15,0	0,0	4,75	1,46	8,27	9,0	
					14,0	0,05	7,87	7,88	41,0	
02	10°41'12"	77°52'25"	5,0	18,0	0,0	5,12	1,33	8,22	28,5	
					17,0	0,14	5,98	7,90	39,5	
03	10°41'00"	77°51'10"	4,0	14,0	0,0	6,52	1,41	8,34	19,0	
					13,0	0,00	9,26	7,91	20,5	
04	10°40'15"	77°50'31"	3,0	8,0	0,0	2,09	1,55	8,24	16,5	
					7,0	0,00	14,06	7,83	42,0	
05	10°42'08"	77°51'28"	5,0	17,0	0,0	2,54	1,48	8,28	16,5	
					16,0	0,00	6,00	7,91	35,5	
06	10°41'07"	77°49'45"	3,0	10,0	0,0	4,80	1,56	8,07	22,3	
					9,0	0,00	13,87	7,85	24,0	
07	10°43'17"	77°50'00"	3,5	18,0	0,0	1,93	1,76	8,12	18,5	
					17,0	0,09	5,21	7,92	27,0	
08	10°42'21"	77°49'48"	3,5	15,0	0,0	2,60	1,65	8,05	21,0	
					14,0	0,00	10,06	7,90	29,5	
09	10°41'12"	77°49'25"	2,5	7,0	0,0	4,38	1,95	8,00	21,0	
					6,0	0,00	16,78	7,82	45,0	
10	10°43'14"	77°48'45"	2,5	12,0	0,0	5,32	2,78	8,08	15,0	
					11,0	0,00	15,05	7,87	19,5	
11	10°42'22"	77°48'31"	2,0	6,0	0,0	5,47	2,39	7,93	34,0	
					5,0	0,00	11,57	7,85	48,5	
12	10°45'37"	77°46'30"	2,5	14,0	0,0	5,85	1,26	8,06	18,0	
					13,0	0,00	67,20	7,78	165,0	
13	10°46'08"	77°46'32"	2,5	17,0	0,0	5,59	1,03	8,14	17,0	
					16,0	0,00	17,11	7,88	26,0	
14	10°45'56"	77°45'55"	2,5	10,0	0,0	4,39	2,33	7,98	25,0	1,10
					9,0	0,00	18,79	7,71	40,0	
15	10°47'00"	77°45'49"	2,5	18,0	0,0	1,76	1,45	8,07	21,5	
					17,0	0,00	14,28	7,89	16,5	
16	10°47'37"	77°45'45"	2,5	20,0	0,0	4,28	1,15	8,12	17,0	
					19,0	0,00	15,75	7,89	21,5	
17	10°47'30"	77°45'26"	4,0	17,0	0,0	4,84	1,06	8,06	18,5	
					16,0	0,00	20,79	7,86	21,0	
18	10°46'55"	77°45'07"	1,5	8,0	0,0	3,58	2,35	7,87	20,0	1,00
					7,0	1,80	2,90	7,87	32,0	
19	10°47'46"	77°45'06"	2,0	10,0	0,0	3,12	1,11	8,04	16,5	
					9,0	0,00	65,28	7,79	22,0	
20	10°47'24"	77°44'00"	2,0	10,0	0,0	3,40	2,57	7,97	18,0	0,96
					9,0	0,00	20,52	7,65	45,5	

S.T.S. = Sólidos Totales Suspendidos.

1990 (JACINTO Y SÁNCHEZ 1990) en la cual se hallaron niveles de 0,9 - 1,9 mL/L en superficie.

Sin embargo, la predominancia de anoxia en fondo estuvo asociada con la temperatura, profundidad y elevada carga orgánica, proveniente tanto de los ríos, como la industria papelera y el material biogénico de la zona pelagial, que originaron una gran demanda de oxígeno.

Sulfuros

En superficie, la distribución de sulfuros en Paramonga presentó rangos de 1,33 a 2,78 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ registrándose la mayor concentración en la estación 10, ubicada al norte del río Pativilca. Entre Barranca y Puerto Supe, las concentraciones superficiales fueron ligeramente inferiores con relación a Paramonga, con valores que oscilaron entre 1,03 y 2,57 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ correspondientes a las estaciones 13 y 20 respectivamente. En la figura 6a, se observa una distribución decreciente al norte del río Pativilca, la misma que se registra entre Barranca y Supe siguiendo la tendencia de la corriente.

Ambas localidades presentaron en fondo, concentraciones elevadas de sulfuros, las cuales estuvieron relacionadas con la anoxia casi total que predominó en la zona de estudio. En el caso de Paramonga las concentraciones fluctuaron de 5,2 - 16,8 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ correspondientes a las estaciones 7(17 m) y 9(6 m); mientras que entre Punta Barranca y Supe los valores fueron de 2,9 - 67,2 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ hallados en las estaciones 18 (7 m) y 12 (13 m) respectivamente. Al norte (figura 6b) se observó una distribución decreciente al alejarse de la costa, mientras que al sur se registraron isolíneas (60- 20 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$) decrecientes desde Punta Barranca y Puerto Supe hacia el centro de la bahía como producto del remolino que se presenta en dicha zona.

Las estaciones costeras en la bahía de Supe presentaron las concentraciones máximas con tendencia decreciente al alejarse de la línea costera; a este nivel se registró una anoxia casi total, con excepción de la estación 18. Los valores encontrados al norte de Punta Barranca a nivel fondo, superaron las concentraciones registradas en Pisco, mayo 96 y Chimbote, julio 96 (Guzmán *et al.* 1997), zonas caracterizadas por problemas de contaminación de tipo orgánico.

Potencial de iones hidronio (pH)

En el norte de Paramonga, el pH superficial fluctuó de 7,93 a 8,34 correspondientes a las estaciones 11 y 3 respectivamente. En este último caso el valor máximo de pH estuvo asociado a la máxima concentración de oxígeno, como resultado de los procesos fotosintéticos.

Al sur, entre Punta Barranca y Supe los valores de pH en superficie variaron de 7,87 a 8,14 que se hallaron en las estaciones 18 y 13 respectivamente. Los valores en ambas zonas fueron homogéneos y estuvieron dentro de los rangos normales.

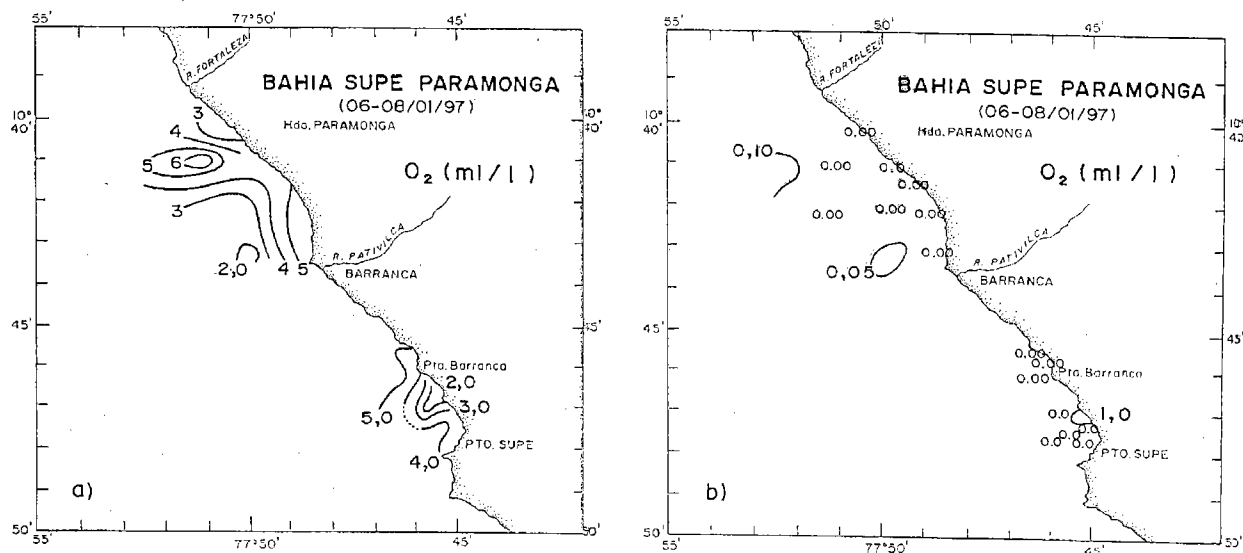


Fig. 5. Distribución de Oxígeno en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

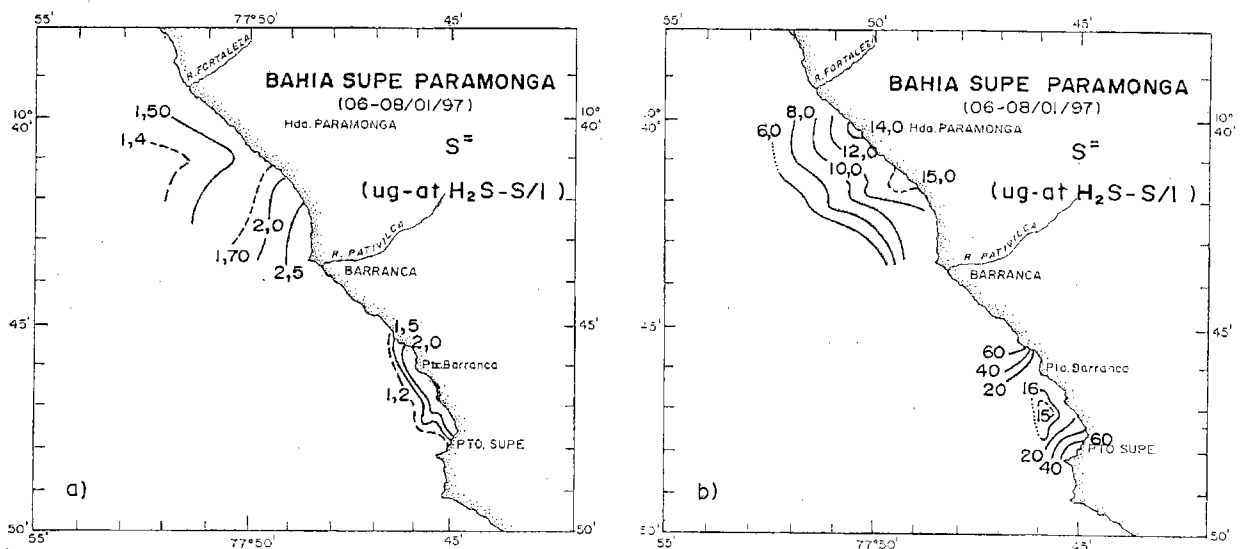


Fig. 6. Distribución de Sulfuros en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

Una distribución creciente al alejarse de la costa (figura 7a) se registró en ambas zonas, guardando similitud con la distribución de temperatura.

A nivel fondo, los valores fueron ligeramente inferiores a los hallados en superficie, situación asociada a concentraciones de oxígeno (casi anóxicas) que predominaron en este nivel.

Frente a Paramonga los valores fluctuaron de 7,82 a 7,92 correspondientes a las estaciones 9 y 7 respectivamente. Al sur, el pH fluctuó entre 7,65 y 7,89 halladas en las estaciones 20, 15 y 16 respectivamente. En ambas zonas, la distribución fue bastante homogénea, registrándose una tendencia creciente al alejarse de la costa, guardando relación con la distribución superficial (figura 7b).

Generalmente, en superficie el pH en ambas áreas fue ligeramente alcalino y estuvo asociado a las mayores concentraciones de oxígeno, por ende a una mayor intensidad de la fotosíntesis.

El pH estuvo dentro de los rangos de requisitos de calidad para la vida acuática, y es comparable a valores de otras zonas costeras.

Sólidos suspendidos totales (SST)

En superficie la zona de Paramonga, presentó valores de SST que oscilaron entre 9,0 y 34,0 mg/L hallados en las estaciones 1 y 11 respectivamente. Entre Punta Barranca y Puerto Supe las concentraciones fluctuaron de 16,5 a 25,0 mg/L hallados en las estaciones 19 y 14 respectivamente. Las mayores concentraciones se hallaron en las estaciones costeras al norte del río Pativilca, isolíneas cuyas concentraciones fueron disminuyendo (figura 8a) al alejarse de línea costera.

En fondo los valores fueron superiores a los de superficie, con valores que oscilaron entre 19,5 y 48,5 mg/L en las estaciones 10 y 11 respectivamente ubicadas al norte del río Pativilca. Hacia el sur, los valores fueron de 16,5 - 165,0 mg/L correspondientes a las estaciones 15(17 m) y 12 (13 m) respectivamente (figura 8b). El valor máximo registrado en la estación 12 estuvo asociado a la mayor concentración de silicatos y sulfuros. Este último debido a la formación de gases sulfhídricos por degradación de la materia orgánica en suspensión.

Los valores registrados en superficie fueron comparables a los obtenidos en Callao, Pisco e Ite durante 1996, mientras que al nivel de fondo fueron superiores a áreas como Pisco (43,6 mg/L) y Callao (79,6 mg/L) también para el mismo período. Los valores estuvieron dentro de los rangos establecidos para las clases IV y V de la Ley General de Aguas.

Los parámetros físicos y químicos obtenidos principalmente en la zona de Paramonga constituyeron una información básica referencial por ser la primera vez que se realiza allí este tipo de evaluación.

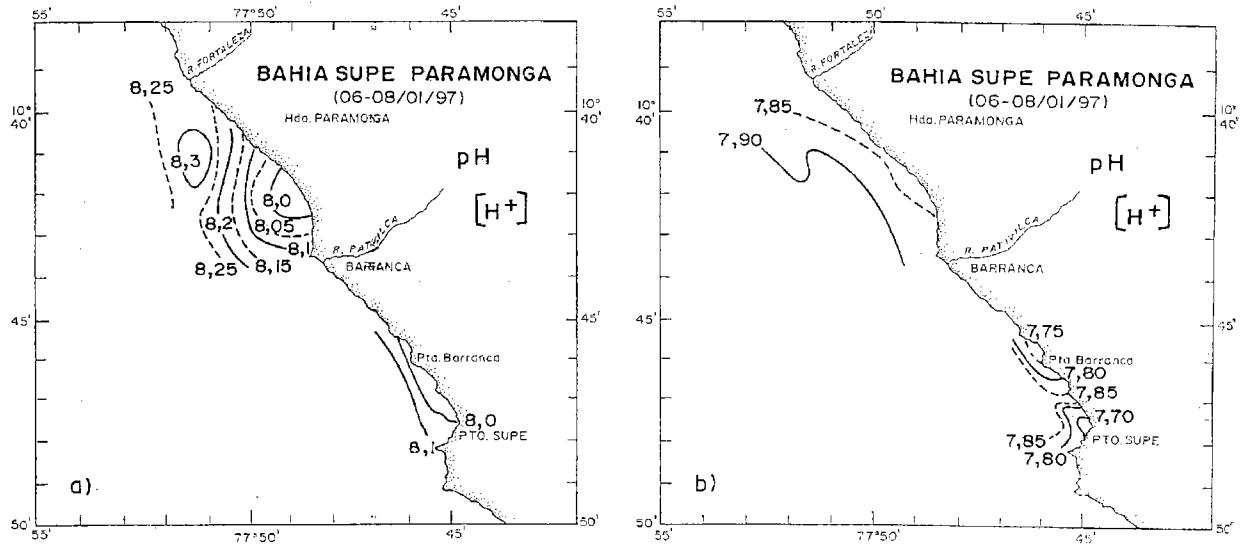


Fig. 7. Distribución de potencial de iones hidronio en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

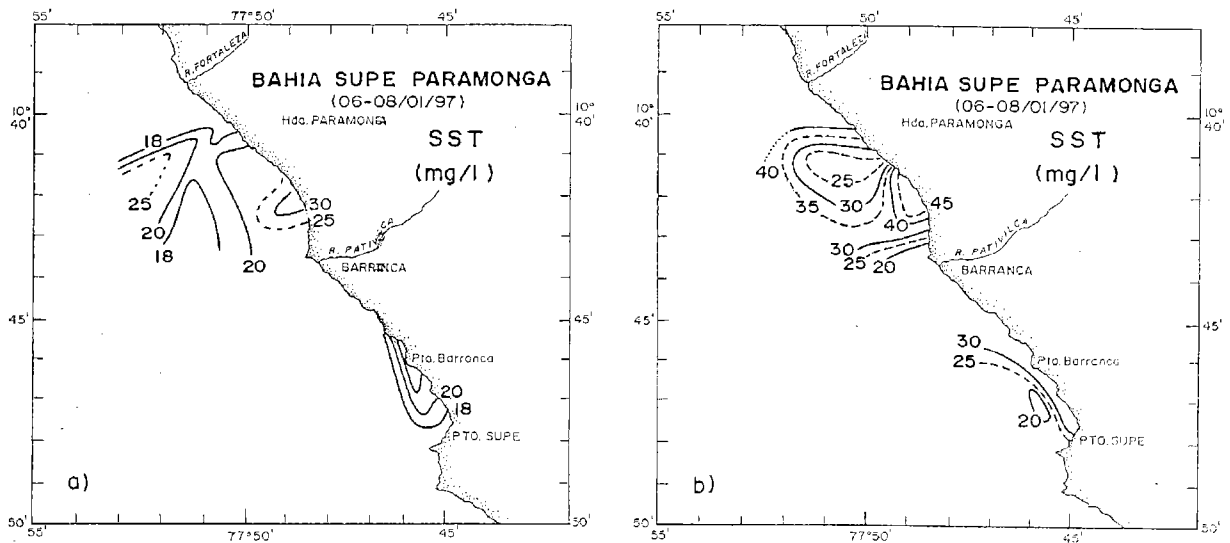


Fig. 8. Distribución de Sólidos Suspendedos Totales en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

Grasa

La determinación de grasa se realizó en tres estaciones (14, 18 y 20) y los valores fluctuaron entre 0,96 y 1,10 mg/L, inferiores a las concentraciones registradas durante 1996 en Ilo, Ite, Mollendo, Bayóvar y Callao.

Nutrientes

En la tabla 3, se presenta las concentraciones de nutrientes evaluados en superficie y fondo (a 1 m de fondo).

En Paramonga, la distribución de nutrientes presentó isolíneas de: fosfatos con concentraciones de 1,0 a 2,5 ug-at/L, silicatos de 5,0 a 25,0 ug-at/l, nitratos de 1,0 a 4,0 ug-at/l y nitritos de 0,05 a 0,15 ug-at/L .

La máxima concentración de fosfatos y silicatos se encontró con mayor incidencia en la zona costera, influenciados por la descarga de los ríos Pativilca y Fortaleza.

Entre Punta Barranca y Puerto Supe se presentaron isolíneas de fosfatos de 3,0 y 4,0 ug-at/L (Figura 9a), silicatos de 15,0 a 30,0 ug-at/l (Figura 10a), valores que fueron incrementándose hacia el sur por la zona industrial de Supe; concentraciones similares de fosfatos y silicatos se hallaron durante la evaluación de la contaminación por efluentes de plantas pesqueras en la bahía de Supe (CORDOVA y SARMIENTO, 1996). La distribución de nitratos presentó valores pobres con isolíneas entre 1,5 y 3,0 ug-at/L como consecuencia de la acción reductora del ambiente, lo que incide en el aumento de los valores de nitritos cuyos valores oscilaron entre 0,10 – 0,41 ug-at/L (Figura 11 a).

Al nivel de fondo en la zona de Paramonga los fosfatos y silicatos presentaron concentraciones mayores que las de superficie. Predominaron fosfatos con isolíneas de 3,0 a 5,0 ug-at/L, silicatos de 25,0 a 40,0 ug-at/L (Figuras 9 y 10b). Los nitratos presentaron tendencia a disminuir hallándose valores de 1,0 a 1,5 ug-at/L, de igual manera los nitritos siguieron la misma tendencia.

En la zona entre Punta Barranca y Puerto Supe, en fondo, los fosfatos presentaron un ligero incremento en su concentración, con isolíneas de 5,0 ug-at/L (figura 9b), los silicatos se incrementaron notablemente localizándose valores de 60,0 ug-at/L frente a Punta Barranca (Figura 10b). Los nitratos presentaron valores pobres con isolíneas de 1,0 a 4,0 ug-at/L (Figura 11b), mientras que los nitritos mostraron valores de 0,10 a 0,50 ug-at/L (Figura 12b).

Estos bajos niveles de nitratos son producto de la denitrificación en aguas anóxicas registradas a nivel de fondo.

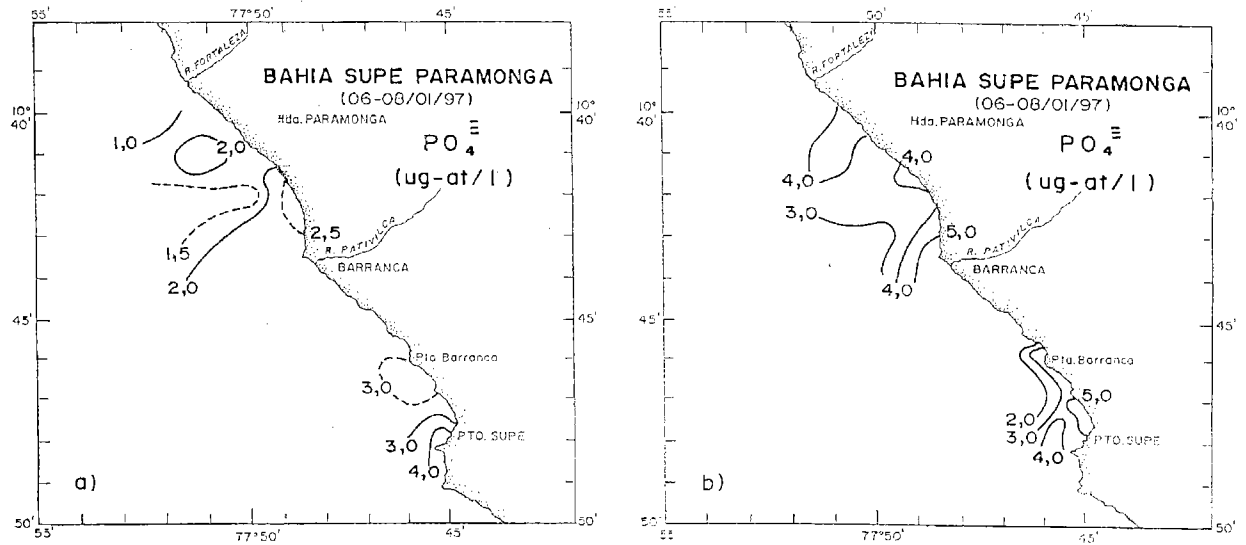


Fig. 9. Distribución de Fosfatos en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

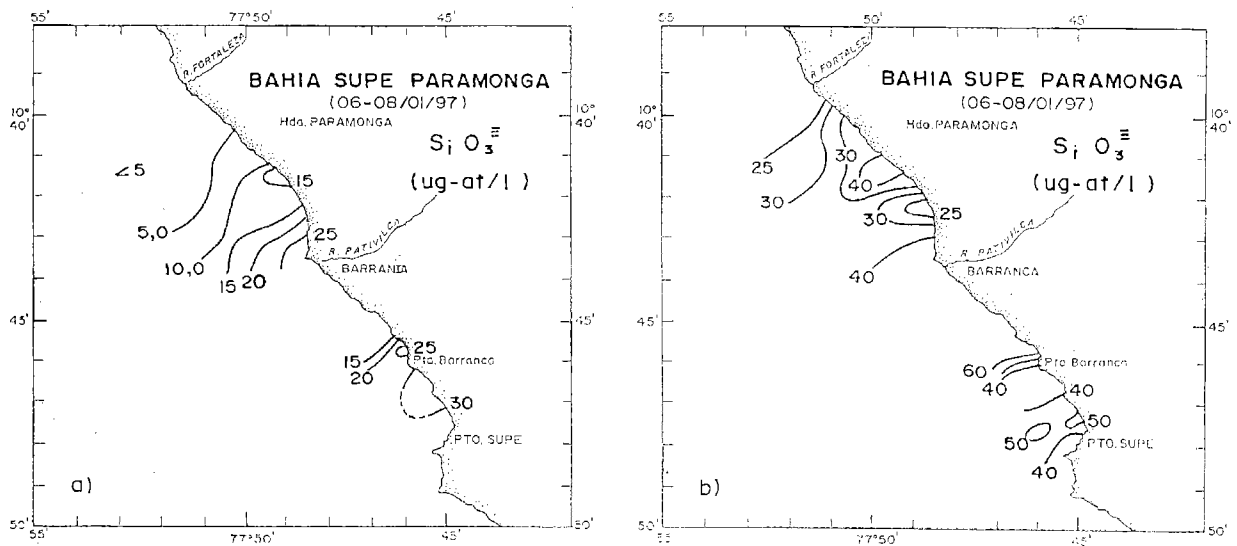


Fig. 10. Distribución de Silicatos en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

Tabla 3. Concentraciones de Nutrientes en Bahía Supe-Paramonga 06 - 08 de Enero de 1997

Estación N°	PROF. (m)	FOSFATOS (ug-at/l)	SILICATOS (ug-at/l)	NITRATOS (ug-at/l)	NITRITOS (ug-at/l)
1	0,0	0,92	2,42	1,31	0,06
	14,0	3,76	23,60	1,73	0,24
2	0,0	1,88	3,87	0,97	0,08
	17,0	3,43	28,81	1,35	0,12
3	0,0	2,54	4,27	1,46	0,10
	13,0	4,47	28,68	1,15	0,26
4	0,0	1,90	4,27	1,09	0,06
	7,0	4,26	37,22	1,33	0,14
5	0,0	1,16	4,36	1,26	0,04
	16,0	3,26	32,09	0,97	0,16
6	0,0	1,62	8,86	2,27	0,10
	9,0	3,27	42,48	0,93	0,10
7	0,0	2,27	15,55	4,05	0,16
	17,0	2,63	32,68	1,27	0,18
8	0,0	1,39	13,80	2,33	0,06
	14,0	3,36	39,92	1,30	0,24
9	0,0	2,18	15,10	2,10	0,08
	6,0	4,19	40,00	1,57	0,14
10	0,0	2,46	26,16	3,34	0,16
	11,0	5,40	43,69	1,60	0,22
11	0,0	2,90	14,61	0,82	0,12
	5,0	3,17	22,48	1,65	0,06
12	0,0	2,57	12,14	1,04	0,41
	13,0	1,77	68,32	1,94	0,26
13	0,0	3,32	28,00	1,59	0,14
	16,0	1,63	34,03	1,55	0,06
14	0,0	2,53	25,35	1,47	0,10
	9,0	3,72	59,83	0,84	0,39
15	0,0	3,44	31,47	2,25	0,32
	17,0	2,52	41,89	0,82	0,28
16	0,0	0,73	—	1,43	0,20
	19,0	4,39	50,79	0,90	0,12
17	0,0	3,48	25,08	3,18	0,41
	16,0	3,82	45,85	1,18	0,12
18	0,0	2,65	31,11	2,35	0,16
	7,0	5,90	47,65	1,70	0,30
19	0,0	4,48	25,04	2,00	0,40
	9,0	5,00	39,87	0,92	0,61
20	0,0	2,71	25,98	1,75	0,10
	9,0	5,81	55,11	4,62	0,20

3.3 Parámetros biológicos: composición y distribución del plancton

En la tabla 4 se presenta el análisis cualitativo de fitoplancton en la bahía de Supe - Paramonga.

Los volúmenes de plancton superficial fluctuaron entre 0,5 mL/m³ (estación 20) y 2,4 mL/m³ (Estación 12) con un volumen promedio de 1,3 mL/m³ y temperaturas superficiales entre 14,8 y 17,8 °C.

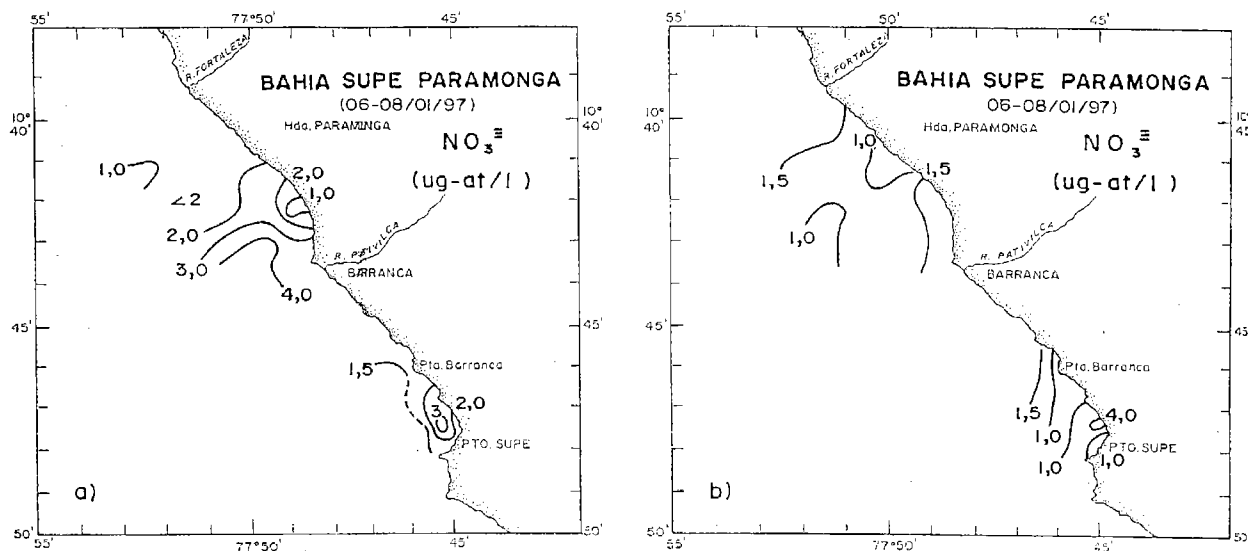


Fig. 11. Distribución de Nitratos en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

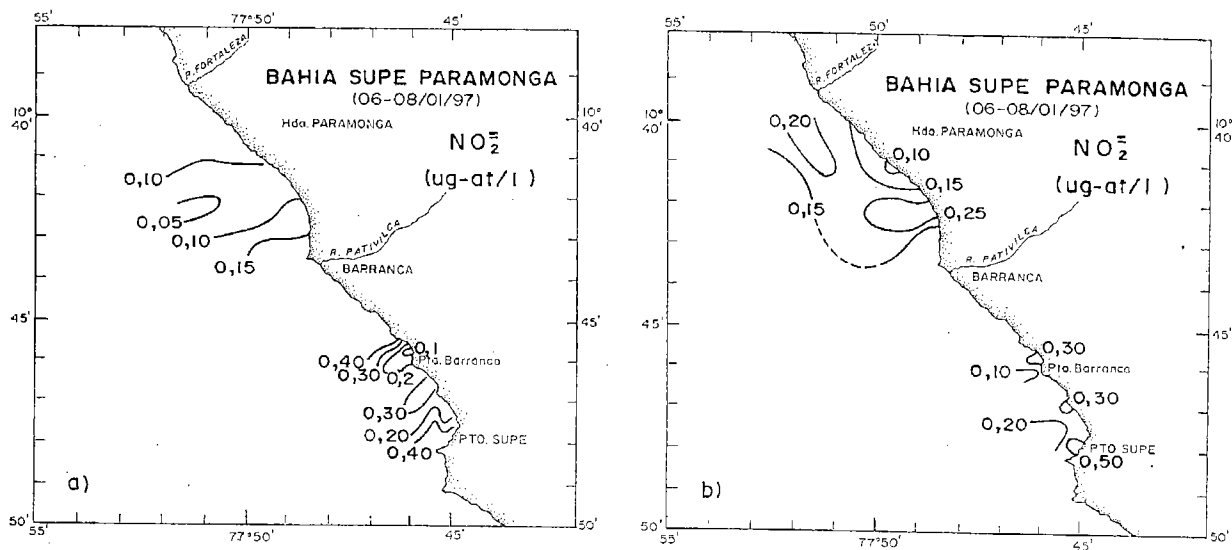


Fig. 12. Distribución de Nitritos en: a) Superficie y b) Fondo, de bahía Supe - Paramonga.

Tabla 4. Análisis Cualitativo de Fitoplancton en Bahía Supe - Paramonga.(06 - 08 de Enero de 1997)

ESTACION N°	1	2	4	5	7	8	9	10	12	14	15	16	18	19	20	
TSM (°C)	16,5	16,5	16,3	16,3	16,9	16,5	14,8	17,4	17,0	15,9	17,0	16,7	15,2	16,6	17,8	
DIATOMEAS																
<i>Actynocyclus</i> sp.	1	1	0	2	1	2	1	0	2	2	0	0	1	1	1	
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	
<i>Coscinodiscus centralis</i>	2	1	1	0	1	2	1	0	1	0	1	2	1	1	0	
<i>Eucampia zodiacus</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	
<i>Grammatophora marina</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1	1	2	1	2	2	2	1	0	1	1	1	0	1	2	
<i>Rhizosolenia chunii</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	
<i>Skeletonema costatum</i>	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	2	4	4	3	
<i>Stephanophysis turris</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	
<i>Thalassiosira angulata</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassiosira subtilis</i>	1	1	2	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	1	1	
DINOFLAGELADOS																
<i>Ceratium furca</i>	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	
<i>Dissodium asymmetricum</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium depressum</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
<i>Protoperidinium mendiolae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	

LEYENDA

Ausente :	0	ACF = Aguas Costeras Frías.
Presente :	1	
Poco abundante :	2	
Abundante :	3	
Muy abundante :	4	

El 60% de los volúmenes de plancton fueron mayores de 1 mL/m³, con 3 núcleos superiores a los 2 mL/m³ localizados respectivamente al norte del río Pativilca, Punta Barranca y frente a Supe (Figura 13).

El fitoplancton fue predominante en el 100% de las estaciones, teniendo en forma abundante en casi toda la zona a la diatomea *Skeletonema costatum*, especie de la primera fase de la sucesión fitoplanctónica con una alta tasa de reproducción. En forma codominante se presentaron algunas especies neríticas destacando principalmente *Coscinodiscus* spp. , *Thalassiosira subtilis* y *Eucampia zodiacus* (Tabla 4).

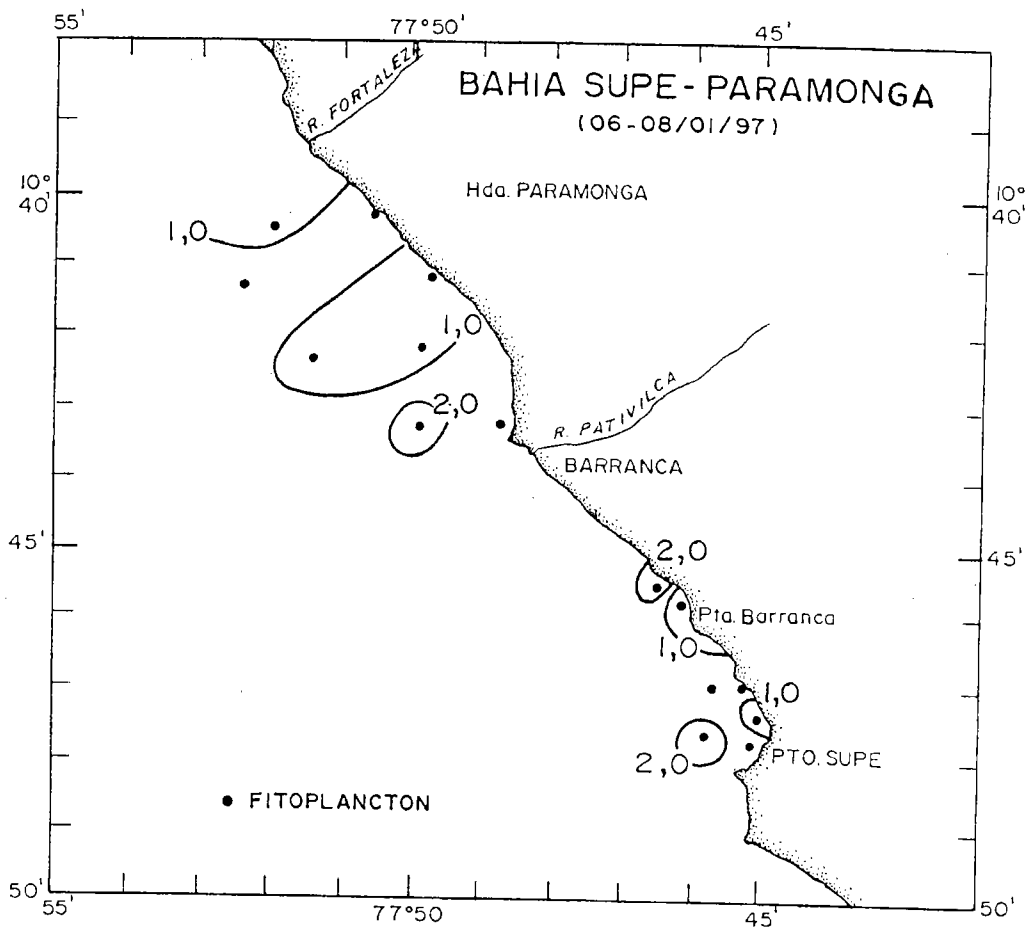


Fig. 13. Distribución de volumen de plancton (ml/m^3) de bahía Supe - Paramonga.

Los dinoflagelados, grupo importante del fitoplancton, fueron poco diversos con la presencia de especies cosmopolitas de Aguas Costeras Frías (ACF) como *Protoperidinium depressum*, *Ceratium furca*, *C. tripos* y *Dissodium asymmetricum*, entre otros.

En toda la zona de estudio destacó la presencia de *Protoperidinium obtusum*, dinoflagelado indicador de Aguas Costeras Frías (ACF).

Siendo la primera evaluación realizada en Supe - Paramonga no se cuenta con antecedentes, sin embargo los volúmenes de plancton para el verano del presente año han resultado en general bajos, con un valor promedio de $1,3 \text{ mL}/\text{m}^3$.

El fitoplancton en la presente prospección fue dominante en el 100% de las estaciones, con una composición especiológica característica de la primera fase de sucesión fitoplanctónica, destacando la especie *Skeletonema costatum*. Dicha composición y predominancia son típicas para estas zonas costeras y han venido siendo observadas desde la primavera de 1996 en áreas próximas (Chimbote -MOPAS 9611).

4. RESULTADOS DE LA EVALUACION POR PLAYAS

En la tabla 5, se presenta el resultado de la evaluación de la calidad acuática al nivel de playas entre Supe y Barranca. Se complementó con observaciones visuales del estado de las playas. Se realizaron 9 estaciones, principalmente entre los 3 - 5m de línea de playa, colectándose además dos descargas o efluentes: una correspondiente a fábrica papelera y la otra a una mezcla de dos efluentes (doméstico e industrial).

a. La temperatura presentó un rango entre 15,2 y 19,2 °C, las mismas que estuvieron en función de la hora de muestreo, registrándose las mínimas en las primeras horas de la mañana.

El efluente industrial químico mostró una temperatura elevada de 26 °C, superior al promedio del medio marino receptor, el cual sufrió una reducción en la zona de mezcla a 21,1 °C.

b. Los niveles de oxígeno fueron óptimos con rangos de 5,0 - 5,9 mL/L, asociado al estado de mar que se caracterizó en los días de muestreo por el fuerte oleaje observado.

c. Las concentraciones de sulfuros oscilaron entre 1,0 y 5,0 ug-at/L. Las elevadas concentraciones registradas especialmente frente a pesqueras contrastan con los niveles de oxígeno hallados. Esto, significaría que a pesar de los niveles de oxígeno, existen importantes concentraciones de materia orgánica disuelta que, por procesos de óxido-reducción, se manifiestan en los valores de sulfuro de hidrógeno detectados.

d. El potencial de iones hidronio (pH), fluctuó de 7,1 a 8,1, cuyos máximos valores estuvieron asociados al mayor contenido de oxígeno. Los rangos hallados se ajustaron a los requisitos de calidad acuática.

El efluente industrial presentó un pH extremadamente ácido (2,8), el cual fue neutralizado por el medio marino receptor (7,3).

e. Los sólidos totales en suspensión entre Supe - Barranca fueron bajos y homogéneos (12 - 25 mg/L), mientras que al norte los valores fueron más elevados (33 - 51 mg/L), influenciados por las descargas terrestres (ríos, industria química, doméstica). Un ejemplo de ello se encontró en el efluente químico que presentó un contenido de sólidos en suspensión de 416 mg/L, que decreció en la zona de mezcla a 111 mg/L por efecto de flujos intensos registrados en la zona. Sin embargo, los valores en la zona de mezcla superaron los límites para la clase IV de la Ley General de Aguas.

5. CONCLUSIONES

a. Los valores de temperatura más elevados, en superficie y fondo se observaron en las proximidades de los ríos Pativilca y Fortaleza.

b. Los valores de salinidad en superficie se registraron bajos debido a la descarga del río Pativilca y frente a los colectores industriales de Supe.

Tabla 5. Evaluación del Muestreo por Playas en Bahía Supe - Barranca. 07 - 08 Enero de 1997

ESTACION	Punto Muestreo	TEMP °C	OXIG (ml/l)	SULFUROS ug-at H ₂ S-S/l	PH	SST (mg/l)	GRASA (mg/l)	OBSERVACIONES
Atarraya «A»	A 3m de línea de playa	15,2	5,35	4,32	7,68	12,0	—	Playa arenosa con restos de chorito, zona de grandes peñascos. Estado de mar : 2. Mar de aspecto turbio blanquecino, se observa partículas en suspensión.
Puerto Supe «B»	A 3m de línea de playa	17,1	5,45	2,44	7,85	16,0	9,80	Estado de mar : 1, extremo del muelle abundantes embarcaciones pesqueras. Mar color verde claro, no muy turbio.
Fte a Fcas pesqueras «C»	A 3m de línea de playa	18,0	4,96	5,06	7,87	24,5	4,10	Mar color verde gris turbio, playa sucia (basura y desmonte) manchas negras. Abundantes gaviotas, bolicheras frente a pesqueras, tuberías de descarga ingresan al mar. Estado mar : 1.
Pta. Chorrillos «CH»	A 5m de línea de playa	15,7	5,89	1,11	7,95	12,0	—	Playa limpia arenosa, zona de numerosos peñascos. Estado de mar : 2, Bruma intensa, abundantes algas y choros en las rocas.
«D»	A 3m de línea de playa	19,2	4,73	4,56	7,81	16,5	1,70	Playa negruzca, conchuelas de choros, palos, plumas, basura. Estado de mar : 1. Se observa emisor submarino en construcción hasta la orilla. Lagunas de recuperación de aceite en playa. Mar color verde paca e turbio.
Sur del Complejo Industrial «E»	A 3m de línea de playa	16,9	5,91	1,41	8,08	44,0	1,31	Mar color verde claro, se observan capas espumoso cremosas cerca a orilla. Estado de mar : 2, presencia de aves, día nublado, fuerte oleaje, playa ligeramente sucia.
«F» Al Norte de «E»	A 5m de línea de playa	17,7	5,32	1,48	7,05	33,0	—	Playa pedregosa sucia con desechos domésticos. Mar color verde cremoso, con presencia de capas espumoso cremosas cerca a orilla. Estado de mar : 2. Presencia de pescadores a cordel, fuerte oleaje.
Complejo Industrial Paramonga «G»	Efluente «G1»	26,0	4,33	4,06	2,82	416,0	—	Efluente de color verde limón con abundantes partículas cremosas en suspensión.
	Z.M. «G2» A 10m de descarga	21,1	5,73	1,04	7,30	111,0	—	Mar verde cremoso espumoso. Estado mar : 2.
Al norte de Paramonga «H»	«H1» Mezcla de efluentes	17,5	3,85	2,55	8,09	41,0	—	Mezcla de 2 efluentes domésticos e industrial, antes de descarga «H1».
	«H2» A 8m descarga	19,7	5,59	1,72	7,99	51,0	—	Playa pedregosa con abundante desmonte y basura alrededor. Mar muy agitado. Estado de mar : 2, color verde claro ligeramente turbio espumoso. Olas intensas, efluente de largo recorrido confluyen en uno.

SST = Sólidos Suspendedos Totales

Z.M. = Zona de mezcla.

c. La circulación entre los ríos Pativilca y Fortaleza presentó flujos muy marcados hacia el noroeste en los dos niveles, mientras que en el sur registró flujos de contracorrientes, dando origen a formación de pequeños remolinos en la ensenada de Supe.

- d. Los valores de oxígeno fueron óptimos a nivel superficial, sin embargo a nivel de fondo predominó una anoxia casi total asociada a la gran cantidad de material orgánico presente.
- e. Los valores de sulfuros fueron muy elevados y estuvieron relacionados con los procesos anóxicos que predominaron al nivel de fondo.
- f. Los valores de pH, ligeramente alcalinos en superficie, estuvieron relacionados con los procesos fotosintéticos; los valores de pH se ajustaron a los requisitos de calidad acuática.
- g. En general, los valores de sólidos suspendidos totales presentaron rangos comparables a los de otras zonas costeras y estuvieron dentro de los requisitos de la Ley General de Aguas (Clase IV y V).
- h. Los fosfatos y silicatos presentaron valores altos cerca al río Pativilca y entre Punta Barranca y Puerto Supe. Procesos de denitrificación determinaron valores pobres de nitratos y nitritos.
- i. Los volúmenes de plancton superficial para el verano de 1997 en las localidades estudiadas fluctuaron entre 0,5 mL/m³ y 2,4 mL/m³ con un volumen promedio de 1,3 mL/m³. El fitoplancton fue predominante en el 100 % de las estaciones con 3 núcleos importantes mayores de 2mL/m³ localizados al norte del río Pativilca, Punta Barranca y frente a Supe, teniendo a *Skeletomema costatum* como la especie más abundante en toda la zona.
- j. En general, el medio acuático adyacente a las playas evaluadas presentó características óptimas de calidad. Sin embargo, los efluentes industriales que descargan en el litoral costero, presentaron altos valores de temperatura, sólidos y pH extremadamente ácidos, que ejercieron un impacto muy localizado en el medio marino receptor.

6. Referencias

- FAO. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. Octubre 1983.
- Area de Contaminación Marina ACM/IMARPE, 1996. Reporte interno de resultados físicos y químicos de Talara (setiembre 1996) y Pisco (octubre 1996).
- CÓRDOVA J., M. SARMIENTO, 1996. Contaminación por efluentes de plantas pesqueras en la bahía de Supe. Informe interno 9604.
- GUZMÁN, M., J. CHÁVEZ, O. MORÓN, S. SÁNCHEZ y G. FLORES. 1997. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la bahía de Pisco - Paracas, 22 a 24 mayo 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 54:1-29.
- GUZMÁN, M., O. MORÓN, P. VILLANUEVA y G. FLORES. 1997. Evaluación de la calidad del ambiente marino en la bahía Ferrol - Chimbote, 26 a 29 julio 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 66.
- JACINTO, M. y G. SÁNCHEZ, 1990. Evaluación de la contaminación por kerosene y su efecto en el ecosistema marino costero en la bahía de Supe. Informe interno IMARPE.
- JACINTO, M., O. MORÓN, S. SÁNCHEZ, y J. CORDOVA, 1997. Evaluación del estado de calidad del medio marino en bahías Mollendo, Ilo e Ite, 14 – 28 agosto 1996. Informe interno.
- SÁNCHEZ G. y A. MUÑOZ, 1995. Contaminación Marina en Perú proveniente de fuentes de origen terrestre. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Programa de la Naciones Unidas para el medio marino y áreas costeras del Pacífico Sudeste. Informe de consultoría.