

Monitoreo e Impacto Ambiental de la Contaminación de la Bahía Ferrol

Oscar Guillén, Ena Cárcamo, Walter Arévalo, y Silvia Iglesias

Resumen

La bahía de Ferrol está considerada como una de las áreas más contaminadas de la costa peruana, debido principalmente a los residuos de la actividad industrial pesquera y siderúrgica. A esto se suma los desechos domésticos, los derrames de petróleo ocasionados durante las operaciones de carga y descarga y a las actividades del puerto, causando un deterioro de las playas de recreación, afectando a los recursos pesqueros y a la salud humana.

En la primavera de 1994 y en el verano de 1966 se observaron condiciones anóxicas en la bahía de Ferrol, con un promedio de oxígeno disuelto de 0,20 y 0,18 ml/l, respectivamente.

El área más contaminada es la que se ubica cerca de las descargas de efluentes líquidos de Petro Perú - Pesca Perú, con valores mayores a 250 mg/l de DB05, 0,00 ml/l de oxígeno disuelto, temperatura de 18,00 °C y bajísimos valores de clorofila "a", en el invierno de 1998.

El fenómeno El Niño 1997-98 tuvo grandes efectos negativos en el ecosistema marino, produciendo cambios en él y las pesquerías, dando como resultado una baja productividad, inestabilidad de la industria pesquera y un impacto negativo socio-económico para el país.

Las condiciones oceanográficas después del evento del fenómeno El Niño 1997-98, mostraron que se estaban normalizando, también se observó un aumento del contenido promedio de oxígeno disuelto (3,64 ml/l), sugiriendo una parcial descontaminación de las aguas.

*Profesores del Dpto. Académico de Ingeniería Geográfica

I. INTRODUCCION

En la costa peruana Chimbote es una de las áreas de mayor interés por su riqueza pesquera, por ser uno de los centros de afloramiento, que asociado con la circulación de las aguas influye en la productividad, creando un ambiente marino favorable para las concentraciones de peces, principalmente anchoveta. En la bahía de Ferrol los estudios principales han sido realizados por Guillén, Calienes e Izaguirre (1977), Guillén y Aquino (1978), Guillén (1981 y 1984), Guillén y Cárcamo (1993), Guillén y Calienes (1981 a y b), Conapuma (1989), Cuadro y Gonzales (1991), Conapuma y Aquino (1992), Sánchez et al (1994), Jacinto et al (1994) y Arévalo y Loayza (1996). DIGESA del Ministerio de Salud ha llevado a cabo varios estudios orientados a los efectos de la contaminación de las aguas de la Bahía a la salud humana.

II.- MATERIALES Y METODOS

El monitoreo en la bahía de Chimbote se llevó a cabo en setiembre de 1998. Para su comparación se han incluido los monitoreos realizados en diciembre de 1994, junio y setiembre de 1995 y enero 1996.

Las temperaturas se midieron usando termómetro de balde, la Salinidad fue determinada con un salinómetro y el Oxígeno.

Disuelto fue hecho de acuerdo al método de Winkler, modificado por Carpenter (1965). Las determinaciones de Fosfatos, Nitratos y Nitritos y clorofila "a" fueron hechas siguiendo la metodología descrita por UNESCO (1983).

III.-RESULTADOS

3.1. Fuentes de Contaminación

Las principales fuentes de contaminación de la bahía de Ferrol son:

3.1.1. Vertimientos Domésticos

Los desagües domésticos de la ciudad de Chimbote son vertidos directamente a la bahía a través de 7 puntos de descarga. Los excedentes de los reboses de las cámaras de bombeo también descargan directamente a la bahía.

Otra fuente de contaminación son los canales de drenaje que cruzan la ciudad de este oeste, en los que descargan directamente los desagües domésticos e industriales, causando un elevado riesgo para la salud humana, especialmente para la población infantil.

La principal contaminación orgánica (131305) le corresponde a la actividad industrial con más del 90%, le sigue los desechos domésticos con el 9% aproximadamente. Dentro de la actividad industrial, la principal fuente de contaminación industrial es la industria pesquera.

3.1.2. Vertimientos Industriales

Las principales actividades industriales corresponden a las Industrias Pesqueras (Fig. 1.) que suman en total 24 plantas y la Siderúrgica. Luego se tiene a las industrias de: alimentos, básica, producción agropecuaria y la manufactura de productos metálicos.

Las principales actividades industriales en la ciudad de Chimbote son: alimentos (25.3%) y las actividades de edición e impresión (15.4%) que hacen el 40.7% del total de industrias. Sumándole: las actividades de otros tipos de equipos de transporte (9.9%), fabricación de productos elaborados de metal (8.8%) y Fabricación de muebles (8.8%) suman el 68.2% del total de establecimientos.

3.1.3. Industria pesquera

Las fuentes principales de contaminación son:

El desembarque de pescado en los muelles o chatas mediante bombeo hidráulico, la sangre, escamas, trozos de pescado o pescado entero, de los cuales una parte vierten al mar. Las Playas que contienen aceites, grasas y material fecal en suspensión que degradan las arenas y las aguas en la línea de playa, afectando la balneabilidad de ellas.

La decantación del aceite en las pozas, que luego se vierten al mar que contienen proteínas en descomposición, aceites y otros desechos orgánicos.

En la Planta de Enlatado, los desechos del lavado y las escamas se vierten al desagüe para luego descargar al mar. Los residuos de detergentes y soda caústica que se utilizan en la limpieza también vierten al desagüe y luego al mar. Las aguas condensadas calientes, proveniente del esterilizado, igualmente descargan al mar.

3.1.4. Industria Siderúrgica

El sistema de desagües industriales de la planta de Sider Perú se lleva a cabo de la siguiente manera:

Desagüe Industrial que colecta todos los vertidos de la planta y que descarga en la playa mediante tuberías.

Desagüe Fecal que recibe todos los vertidos de los servicios sanitarios de la Planta y de las Oficinas que luego son descargados mediante un túnel al otro lado de la bahía. Desagüe Canal que colecta los drenajes desde No Planos y Viveros Forestales, que fluye paralelo a la Av. Industrial, para luego descargar al mar junto a ENAPU PERÚ. Parte de estas aguas son almacenados en un tanque elevado de la Planta de Hierro, para luego ser usados en la granulación de escorias, lavado de gases y regadío de jardines.

3.1.5 Otras Industrias y/o Empresas Metal-Mecánicas:

Los residuos de la mayoría de éstas industrias y/o empresas descargan al mar, conteniendo grasas, detergentes, pinturas, partículas metálicas, etc.

3.1.6. Contaminación Atmosférica:

Las fuentes principales de contaminación a la atmósfera son:

- Emisiones de las chimeneas de las fábricas.
- Desechos de las industrias como la basura, residuos orgánicos e inorgánicos. Insumos empleados en la fabricación de insecticidas, automotores, etc.
- Gases malolientes procedentes de las industrias pesqueras, partículas básicamente de óxido de hierro (color rojizo) generados por la industria siderúrgica.

3.2. Monitoreo en la Bahía de Ferrol 3.2.1. Primavera 1994

En la superficie del mar (Fig.2), como resultado del calentamiento estacional y del predominio y acercamiento de las aguas oceánicas hacia la costa, las Aguas Subtropicales Superficiales ingresaron a la bahía con temperaturas <22°C y salinidades >35.0 o/ oo, acercándose a la costa para luego dirigirse hacia el norte, ocasionando una mezcla advectiva con una circulación anticiclónica.

Presentó características de post-eutroficación en la superficie del mar con una mínima concentración de oxígeno disuelto (0.20 ml/l) y remanentes de una fuerte producción fitoplanctónica (8.68 ug/l de clorofila "a"). El promedio de DB05 a lo largo del litoral fue de 929 ppm., cuando la mayoría de las plantas pesqueras se encontraban paralizadas.

Las aguas superficiales en la bahía frente al Litoral presentaron condiciones anóxicas con valores de cero de oxígeno disuelto. Lamentablemente la DB05 no fue medida, excepto en el litoral, por haberse roto los frascos conteniendo las muestras de agua de mar. Como resultado de los procesos de circulación y de mezcla advectiva se hallaron altos valores de clorofila "a" alcanzando valores > 15 ug/L, asociado a un bajísimo contenidos de nitratos como resultados de la fotosíntesis. El área crítica de contaminación fue la ubicada entre PetroPerú - PescaPerú donde se halló las temperaturas más altas del litoral y bajísimos valores de clorofila "a", excepto cerca de PescaPerú donde se encontró concentraciones >5 ug/L de clorofila "a" como resultado de los procesos de circulación y de mezcla.

3.2.2. Otoño

En la superficie del mar (Fig.3) se halló condiciones de invierno con predominio del afloramiento costero, con un aumento promedio de 0.20 ml/l a 1.27 ml/l de oxígeno disuelto en comparación a la primavera y una fuerte disminución de los valores de clorofila "a" de 8.68 ug/l a 0.32 ug/l. La Demanda Bioquímica de oxígeno promedio en las aguas superficiales frente al Litoral descendió de 929 DB05 ppm. a 693 ppm.

El área crítica de contaminación fue hallada en el área cerca a la descarga de efluentes líquidos de PETROPERU-PESCAPERU presentando variaciones en relación a la primavera, principalmente en temperatura de >27°C a >18°C y de clorofila a de >5.0 a <0.25 ug/l. La concentración de oxígeno disuelto fue de 0.00 ml/l igual a lo hallado en la primavera, con una carga orgánica <500 ppm.

3.2.3. Invierno 1995

En la superficie del mar (Fig.4) mostró un aumento en la temperatura promedio del área de 2°C y un aumento promedio de oxígeno disuelto de 1.27 ml/l a 4.70 ml/l, sin cambios marcados en los promedios de clorofila "a" y carga orgánica.

El área crítica de contaminación fue la hallada cerca a la descarga de efluentes de PETROPERU-PESCAPERU que mostró variaciones más marcadas en

relación al otoño, siendo mas notorio en la concentración de oxígeno disuelto; de 0.00 ml/l a <3.0 ml/l y en la demanda bioquímica de oxígeno disuelto (DB05) de <500 ppm. a >300 ppm.

3.2.4. Verano 1996

En la superficie del mar (Fig.5) el promedio de la temperatura frente a las playas fue menor que en el invierno, en 3°C, mientras que el promedio a lo largo del litoral presento solo un aumento de 1°C. El cambio más marcado en las aguas superficiales de la bahía se presentó en la distribución del oxígeno disuelto que decreció de 4.70 ml/l a 0.18 ml/l en promedio, creando condiciones anóxicas, cuando las plantas se encontraban paralizadas, excepto una. La distribución de la carga orgánica presentó un promedio 656 ppm. cinco veces más de lo hallado en el invierno en las aguas del litoral de la bahía; en cambio en las aguas superficiales frente al litoral el aumento en promedio fue del 50%.

El área cerca a la descarga de efluentes de PETROPERU-PESCA PERU mostró variaciones más marcadas donde en la temperatura, aumentó de más de 2°C, una disminución de 3.0 ml/l de oxígeno disuelto y un aumento de DB05 de >300 ppm. a >700 ppm.

3.2.5. Monitoreo del Invierno de 1998

En la superficie del mar (Fig. 6) se observó un predominio de las aguas frías, que ingresaron a la bahía por la bocana grande, con temperaturas menores de 16°C, acercándose hacia la costa para luego dirigirse hacia el norte, como resultado del proceso de afloramiento.

Los promedios en la superficie del mar fueron de 17,06°C de temperatura, 3,64 ml/l de oxígeno disuelto, 0,03 ug/1 de clorofila "a" y de 111 mg/1 de DB05.

El área más contaminada fue la hallada cerca a las descargas de efluentes líquidos de PETROPERU-PESCA PERÚ, con valores mayores de 250 mg/1, 0,00 ml/1, de oxígeno disuelto, temperatura de 18,0°C y bajísimos valores de clorofila "a".

3.2.6. El Fenómeno El Niño

El fenómeno El Niño aparece irregularmente frente a las costas de Sudamérica asociado con un incremento de temperaturas, grandes lluvias, migraciones de aves guaneras y la presencia de peces tropicales cerca de la costa, causando grande cambios en el ecosistema marino y en las pesquerías. El Fenómeno El Niño es ocasional, irregular, periódico y de grandes repercusiones socio-económicas para el Perú. Se presenta con diferentes intensidades, con intervalos de 5 a 16 años y su duración es variable, presentando su mayor intensidad en los meses de febrero - marzo.

Los eventos principales del fenómeno El Niño fueron los ocurridos en 1891, 1925-26, 1940-41, 1957-58, 1965, 1972-73, 1976, 1982-83, 1992 y 1997-98, los

cuales alteran temporalmente las condiciones del mar con repercusiones enormes en la pesquería, la agricultura y en el clima entre otros.

IV.-DISCUSION

Comparando el invierno de 1998, con su similar (Invierno 1995), realizados ambos en el mes de setiembre, se observó a lo largo del litoral condiciones promedio similares de temperatura, oxígeno disuelto, valores ligeramente mayores de clorofila "a" y una menor carga orgánica. En cambio en las aguas superficiales frente a las playas se hallaron modificaciones. En el invierno de 1998 los promedios decrecieron, la temperatura de 19,12°C a 16,29°C, oxígeno disuelto de 6,28 a 3,80 ml/l, clorofila "a" de 0,76 a 0,03 ug/l y DB05 de 114 a 88 mg/l. Dichos resultados muestran que las condiciones oceanográficas después de la ocurrencia del fenómeno El Niño 1997-98 se estaban normalizando.

Los cambios más marcados en las aguas superficiales de la bahía se presentaron en la distribución del oxígeno disuelto, (Cuadro No. 1), así comparando el verano 1996 con el invierno 1995 se observó un fuerte decrecimiento de oxígeno disuelto de un promedio de 4.70 a 0.18 ml/l creando condiciones anóxicas, similares a la primavera de 1994, cuando las plantas se encontraban paralizadas, excepto una. Igualmente en el verano 1996 en las aguas superficiales frente al litoral la carga orgánica promedio fue de 656 DB05 mg/l cinco veces más de lo hallado en el invierno 1995. En el invierno de 1998, (Cuadro No. I) se observó más de 1 ml/l por debajo del promedio del invierno de 1995, así mismo se halló un fuerte aumento de la concentración de oxígeno disuelto en relación al verano de 1996, más de veinte veces. También el promedio de la carga orgánica en el invierno de 1998 (111 mg/l) de 131305) decreció en relación con el invierno de 1995 (259 mg/l DB05), así como la clorofila "a" a niveles promedios de 0,03 ug/l.

En la primavera 1994 la concentración fue de cero de oxígeno disuelto en la mayor parte de la bahía, excepto cerca a Sider Perú y la laguna de oxidación donde las concentraciones fueron bajísimas. La concentración >2,0 ml/l observada cerca de la Laguna de oxidación se debió a proceso de mezcla de las descargas de las aguas y a las aguas Subtropicales Superficiales que se acercaron a la costa.

La distribución de la temperatura promedio (Cuadro No.1) en la bahía Ferrol también mostró cambios. Comparando el invierno de 1998 con el verano 1996, primavera 1994, otoño e Invierno 1995, se halló cambios estaciones con un promedio a fines del invierno 1998 de 17,06°C, a fines de la primavera del 22,60°C, en el otoño de 16,82°C, en el invierno de 18,53°C y en el verano de 17,25°C. La disminución de más de 5°C a fines del otoño en relación a la primavera, se debió al cambio estacional y a la mayor intensidad de los afloramiento que contribuyen a la parcial descontaminaron de las aguas de la bahía. A fines del invierno 1995 se observó contrario a lo usual un aumento de la temperatura promedio de aproximadamente 2°C, debido parcialmente a la influencia de las Aguas Subtropicales Superficiales que ingresaron a la bahía por la bocana grande, modificando la circulación del área. En el verano 1996

descendió 1°C en comparación al invierno 1995 en lugar de aumentar como es lo esperado.

A lo largo del Litoral las principales áreas críticas de contaminación fueron las áreas cerca a PETROPERU - PESCA PERÚ y SIDERPERU, debido a las descargas de los efluentes líquidos de las industrias pesqueras y la Siderúrgica. Luego se tiene a las áreas cerca a la LAGUNA DE OXIDACIÓN y CÁMARA DE PALACIO, debido principalmente a la contaminación por desechos domésticos.

El fenómeno El Niño de 1997 - 1998 ha sido uno de los mas severos, con características diferentes a los anteriores y con catastróficos efectos socio-económicos para el país. Se caracterizo por cambios anómalos de la distribución de las masas de agua, la estructura térmica, los nutrientes y sus efectos en la producción primaria.

La distribución de la temperatura en la superficie del mar (Figuras 7 y 8) en la estación de Chimbote, mostró los eventos del fenómeno El niño, siendo los más marcados los ocurridos en 1982-83 y 1997-98. Comparando ambos se observa que el fenómeno de El Niño de 1997-98 tuvo una mayor duración, observándose en los meses de junio y julio de 1997, anomalías positivas > 5°C, alcanzando sus máximas anomalías positivas > 7°C en el mes de enero 1998. Luego en el mes de junio 1998 se observó una declinación de las anomalías positivas, sugiriendo el final del mencionado fenómeno.

En cambio, el fenómeno El niño 1982-83, presentó anomalías positivas de 2°C en el mes de octubre 1982, alcanzando su máxima anomalía positiva > 7°C en los meses de mayo y junio 1983. Observándose luego en el mes de agosto una declinación de las anomalías positivos, sugiriendo el final del fenómeno El Niño.

V.-CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de los Monitoreos realizados en las Bahía de Ferrol en la Primavera (1994), Otoño e Invierno (1995), Verano (1996) e Invierno (1998) son:

1. En el invierno de 1998 los promedios en la superficie del mar de la bahía Ferrol fueron de 17,06°C, de temperatura, 3,64 ml/l de oxígeno disuelto, 0,03 ug/l de cloro fila "a" y de 111 mg/l de DB05. Dichas condiciones oceanográficas después del evento del fenómeno El Niño 1997-98, mostraron que se estaban normalizando, observándose un aumento del contenido promedio de oxígeno disuelto (3,64 ml/1), sugiriendo una parcial descontaminación de las aguas
2. El fenómeno El Niño 1997-98 tuvo grandes efectos negativos en el ecosistema marino, produciendo cambios en él y en las pesquerías, dando como resultado una baja productividad, inestabilidad de la industria pesquera y un impacto negativo socio-económico para el país.

3. La contaminación en la bahía Ferrol se debe principalmente a los residuos de la actividad pesquera y siderúrgica. A esto se suma los desechos domésticos, los derrames ocasionados de petróleo durante las operaciones de carga y descarga y a las actividades del puerto, causando un deterioro de las playas de recreación, afectando a los recursos pesqueros y a la salud humana.

4. En la primavera de 1994 y en el verano de 1996 se observaron condiciones anóxicas en la bahía de Ferrol, con un promedio de oxígeno disuelto de 0,20 y 0,18 ml/l, respectivamente.

5. El área más contaminada (Fig. 6) fue la hallada cerca de las descargas de efluentes líquidos de Petro Perú, Pesca Perú, con valores mayores de 250 mg/l de DB05, 0,00 ml/l de oxígeno disuelto, temperatura de 18,00°C y bajísimos valores de clorofila "a".

VI.-BIBLIOGRAFIA

1.- Arévalo W. y Loayza S. 1996. Impacto Ambiental de la Industria Pesquera en Chimbote. Tesis, 327 p. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

2.- Conapuma, C. 1989. Caracterización y vigilancia de la contaminación marina a partir de fuentes domésticas, industriales agrícolas y minería en el área costera de Chimbote. Informe de la Dirección de Hidrografía de la Marina, Lima-Perú.

3.- Conapuma C. Y AQUINO R. 1992. Evaluación de la Contaminación Ambiental en la ciudad de Chimbote. Informe

4.- Cuadros, M. Y González S. 1991. Estudio del Impacto Ambiental de los efluentes de la Industria Pesquera en la bahía de ferrol. Informe

5.- Guillén O. 1981. Fuentes, Niveles, Efectos de la Contaminación Marina en el Perú, CPPS, Serie Seminarios y Estudios, 2:51 - 166p.

6.- Guillén O. 1984. Diagnóstico sobre los contaminantes que afectan los Recursos hidrobiológicos de los Países dej Convenio Andrés Bello. Año VII. No. 21:89 - 132p.

7.- Guillén O. y Aquino R. 1978. Contaminación en los Puertos del Callao y Chimbote y su Efecto en la Productividad. Inf. Mar Perú, 61:22pp.

8.- Guillén O. y Calienes R. 1981. Productividad y Afloramiento frente a las Aguas Costeras Peruanas Bol. Inst. Mar. Vol. extraordinario, Icané 255-281.

9.- Guillén, O. y Calienes R. 1981 . Upwelling off Chimbote In. Coastal Upwelling American Union., WAD: 312326

10.- Guillén, O. y Carcamo E. 1993. Nitrógeno Kjeldahl, Nitrógeno Orgánico y Demanda Bioquímica de oxígeno en la bahía de Chimbote. Presentado al V

Congreso Latinoamericano sobre ciencias del mar. La Paz, B.C.S. México del 27 de setiembre al 1 de octubre de 1993.

11.-- Guillén O. Calienes R. y Izaguirre de Rondán R. 1977. El Medio Ambiente y Productividad frente al Área Pimentel Chimbote, Bol. Inst. Mar Perú Vol. 3 N 4: 107-159 pp. INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION, 1983. Chemical Methods for use mental ocean - In Marine Envornmental Graphic Comission Monitoring. UNESCO, Manuals 1983.and guides 12: 53 pp.

12.-- Jacinto M.E., Cabello R., Guzmán, M., Morón P, Villanueva P y Córdova J. 1994. Evaluación de la Contaminación Marina en la Bahía Ferrol - Chimbote. Inst. Mar Perú, Informe: 43 pp.

13.- Sánchez G. Morón O., Li Padilla G. y Orozco R. 1994. Evaluación de efectos de la contaminación en comunidades marinas en las Bahías Ferrol y Samanco. Agosto 1994. Inf. Ejecutivo. Inst. Mar. Perú: 19 p.

ANEXOS

Imágenes de Monitoreo e impacto ambiental de la contaminación de la Bahía Ferrol

Tabla N° 1: Promedios en la superficie del Mar de Bahía de Ferrol correspondientes a los monitores de primavera 1994 otoño e invierno, verano 1996 e invierno 1998				
Estación	Temperatura °C	Oxigeno Disuelto ml/L	Clorofila "a" ug/L	DBO₅ ppm
PRIMAVERA (1994)	22.60	0.20	8.68	929
OTOÑO (1995)	16.82	1.27	0.32	370
INVIERNO (1995)	18.53	4.70	0.38	2.59
VERANO (1996)	17.25	0.18	19.09	676
INVIERNO (1998)	17.06	3.64	0.03	111

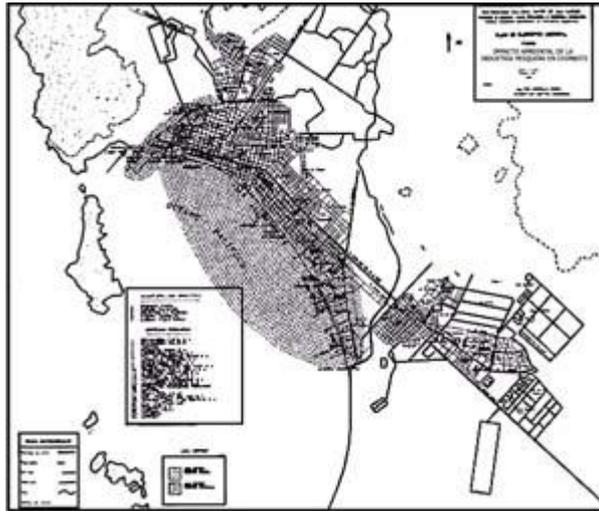


Figura 1. Mapa del Impacto Ambiental de la Industria Pesquera en Chimbote

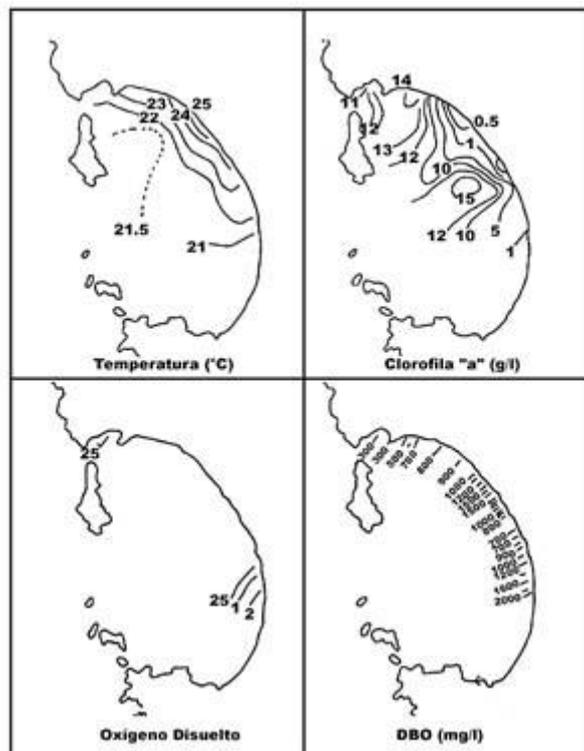


Figura 2. Distribución: Temperatura clorofila "a" Oxígeno disuelto DBO5 en la superficie del mar durante la primavera 1994

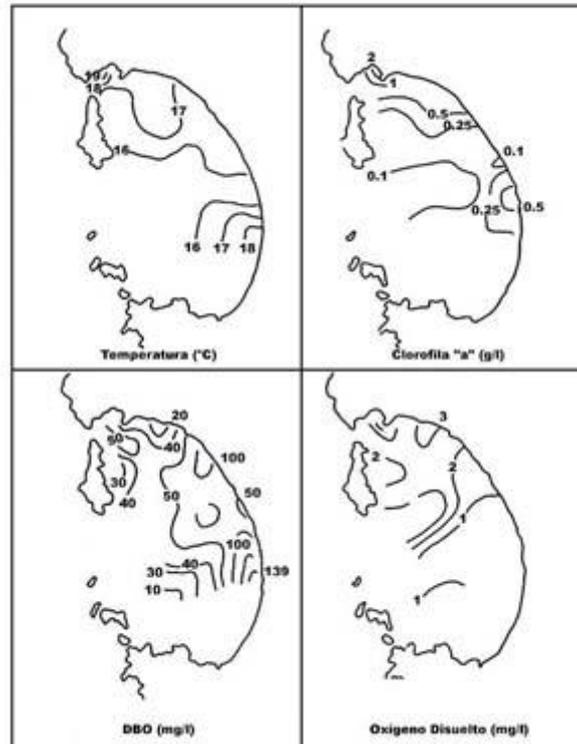


Figura 3: Distribución: Temperatura clorofila "a" Oxígeno Disuelto DBO5 en la superficie del mar durante el otoño 1995.

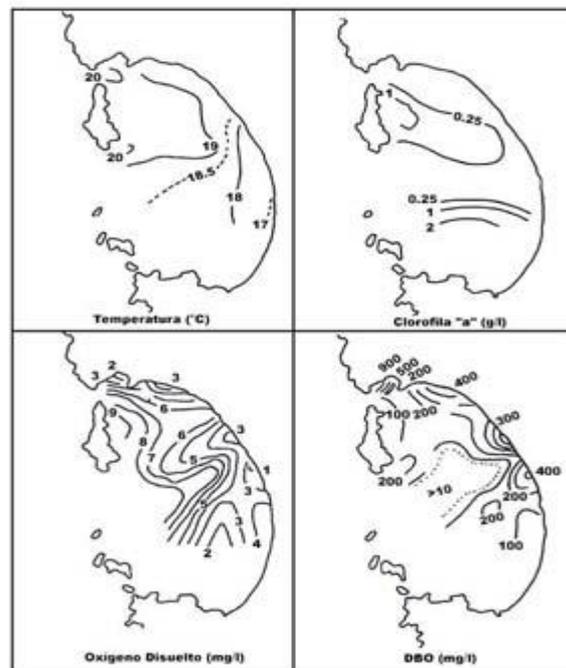


Figura 4: Distribución: Temperatura clorofila "a" Oxígeno Disuelto DBO5 en la superficie del Mar durante el invierno 1995

Imágenes de monitoreo e impacto ambiental de la contaminación de la Bahía Ferrol

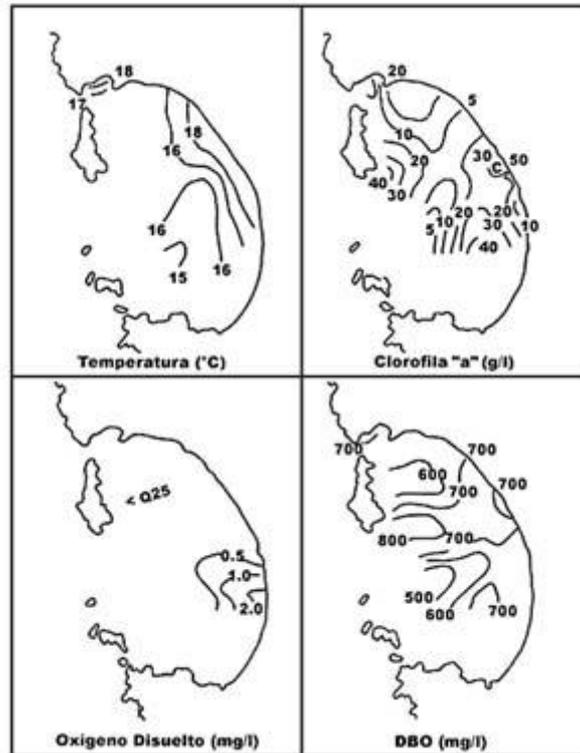


Figura 5: Distribución: Temperatura clorofila "a" Oxígeno Disuelto DBO5 en la Superficie del mar durante el verano 1996

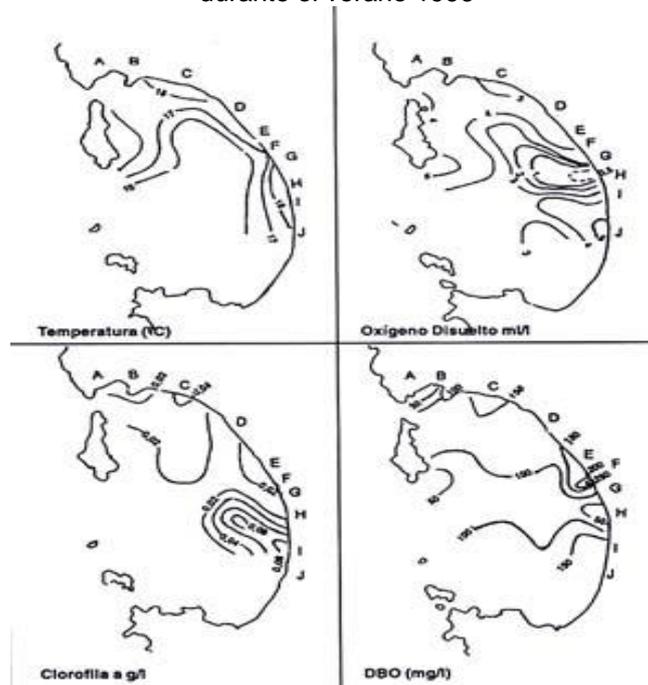


Figura 6: Distribución en la superficie del mar en la bahía ferrol, durante el mes de setiembre de 1998 de: Temperatura, oxígeno disuelto, clorofila "a" y DBO5.

Fig. 7a DISTRIBUCION DE LAS ANOMALIAS TERMICAS
EN LA SUPERFICIE DEL MAR
AÑOS 1982 - 1983
ESTACION CHIMBOTE

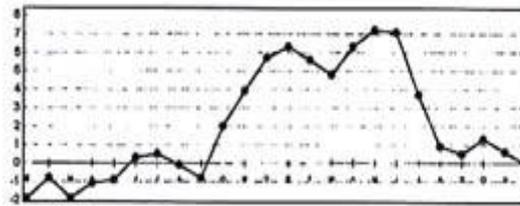


Fig. 7a DISTRIBUCION DE LAS ANOMALIAS TERMICAS
EN LA SUPERFICIE DEL MAR
AÑOS 1982 - 1983
ESTACION CHIMBOTE

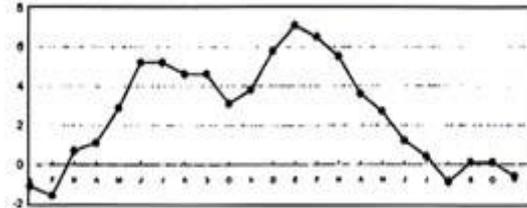


Fig. 8 DISTRIBUCION DE LAS ANOMALIAS TERMICAS EN LA SUPERFICIE DEL MAR
AÑOS 1982 - 1988
ESTACION CHIMBOTE

