

INFORME TECNICO 35

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA DE LA BAHÍA ENGAÑO (PROVINCIA DEL CHUBUT)

José Luis Esteves (1,2), Miriam Solís (1,2), Mónica Gil (1,2), Norma Santinelli (3), Viviana Sastre (3),
Claudia González Raies (3), Mónica Hoffmeyer (4) y Marta Commendatore (1,2).

ISSN N° 0328 – 462X

1997

Permitida la reproducción total o parcial citando a la fuente

Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagonica

GEF / PNUD

FPN / WCS

“Los Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica implementado por Fundación Patagónica Natural (F.P.N.) y Wildlife Conservation International (W.C.S.) constituyen una herramienta de difusión de información no publicada que estas instituciones consideran de utilidad para la protección de la naturaleza de la región. La misma podrá ser utilizada con fines de enseñanza, divulgación y entrenamiento, y como material de referencia para el manejo de los recursos, citando la fuente. Las opiniones expresadas en estos Informes Técnicos son las de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de las organizaciones participantes”.

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA DE LA BAHÍA ENGAÑO (PROVINCIA DEL CHUBUT)

**José Luis Esteves (1,2), Miriam Solís (1,2), Mónica Gil (1,2), Norma Santinelli (3),
Viviana Sastre (3), Claudia González Raies (3), Mónica Hoffmeyer (4) y Marta
Commendatore (1,2).**

(1) CENPAT-CONICET. Bv. Brown s/n (9120) Pto. Madryn; (2) Fundación Patagonia Natural. Marcos A. Zar 60 (9120) Puerto Madryn; (3) Universidad Nacional de la Patagonia. Belgrano 504. (9100) Trelew.. (4): IADO-CONICET. Alem 53 (8.000) Bahía Blanca.

I. RESUMEN

Con el objetivo de conocer la situación ambiental de la Bahía Engaño y la influencia que tiene el río Chubut sobre ella, se efectuaron tres campañas entre 1993 y 1995. Se analizaron parámetros físicos, químicos y biológicos. Se ha estudiado la estructura y evolución de los nutrientes, las poblaciones fitoplanctónicas y zooplanctónicas, el impacto de los parámetros químicos aportados por el río al estuario y a la bahía. En la Bahía Engaño desemboca el río Chubut constituyendo un estuario que recibe aportes antrópicos resultado de la actividad portuaria, pesquera y de las poblaciones situadas río arriba. Se observó en términos generales un aporte orgánico importante el cual se vió reflejado en un desarrollo de las poblaciones de fitoplancton y de zooplancton, altos valores de biomasa y de clorofila.

II. INTRODUCCION

El aporte de agua dulce a la bahía Engaño se realiza, principalmente, a través del río Chubut. Este atraviesa importantes ciudades del valle como Gaiman, Trelew y Rawson y aporta a la Bahía elementos nutritivos y contaminantes que son susceptibles de alterar el ecosistema. Presenta un caudal medio de 49 m³/seg, con valores mínimos y máximos de 4 y 261 m³/seg (Ferrari Bono, 1990). Entre los distintos aportes que pueden afectar su calidad, se pueden identificar entre otros, el sistema cloacal de Rawson, el drenaje de los sistemas de irrigación; el puerto de Rawson por la actividad normal del puerto y de los buques de la flota amarilla por la selección y limpieza de las capturas de peces que no se pudieron realizar en el mar.

Existen estudios previos en el río y en el estuario referidos a aspectos químicos (Santinelli y col., 1987; Santinelli y Esteves, 1993), microbiológicos (Carbajo, 1992) y biológicos (Ayestarán y Sastre, 1995; Caille, 1993a, 1993b).

La importancia socio-económica de la Bahía radica principalmente en la pesca comercial de distintas especies de peces y crustáceos por parte de la flota amarilla y el uso recreacional de Playa Unión y más recientemente de Playa Magagna, dos localidades con poblaciones fluctuantes según la estación del año. En cuanto a la pesca anual, los montos por las capturas declaradas del camarón (*Artemesia longinaris*) y del langostino (*Pleoticus muelleri*), fueron del orden de los 250.000 dólares (G. Caille, comunicación personal). Deben considerarse también las pesquerías de pejerrey (*Odontesthes* spp.), anchoíta (*Ramnogaster arenata engraulis*), merluza (*Merluccius hubbsi*) y otras por parte de la flota amarilla del puerto de Rawson. Esta flota pesquera, compuesta por buques fresqueros, pesca habitualmente en la bahía Engaño y realiza el descarte pesquero y la

limpieza del producto en el río o en la rada. Los desechos terminan en el mar, sedimentados o transportados por la corriente hasta su degradación completa.

En determinadas estaciones del año, el río aporta concentraciones elevadas de nutrientes, de materia orgánica y de clorofila "a" y una calidad bacteriológica que se sospecha por la existencia de efluentes urbanos de la Ciudad de Rawson. Este estudio se realiza con el fin de conocer los mecanismos de dilución que tienen lugar en este estuario, la distribución de parámetros físicos, químicos y biológicos, la estructura del fitoplancton y aportar información preliminar del zooplancton costero.

I. MATERIALES Y METODOS

Se realizaron campañas para el estudio ambiental de la Bahía Engaño en Diciembre de 1993/Enero 94 (verano), Noviembre de 1994 (primavera) y Mayo de 1995 (invierno). Esta se ha estudiado teniendo en cuenta las características químicas y biológicas del río Chubut. Se establecieron tres estaciones en el río: El Elsa, a unos 3000 metros de la desembocadura; el puerto a unos 500 metros de la misma y el mareógrafo, situado sobre el espigón de entrada al puerto. En la bahía propiamente dicha se fijó una grilla de estaciones que ha variado según la campaña de muestreo (Figura 1). En principio se establecieron estaciones cada 1 milla aproximadamente. Estas se muestrearon durante la bajante con el fin de conocer el aporte del río a la Bahía. El muestreo de 1994, como consecuencia del mal tiempo, sólo ha podido realizarse parcialmente (Fig.1).

Las estaciones de la costa se tomaron frente a Playa Magagna y Playa Unión; la primera, caracterizada por una playa rocosa, cuya restinga está poblada de moluscos bivalvos; la segunda, caracterizada por canto rodado en la zona de la pleamar y una extensa playa de arena que se descubre durante la bajante.

En el río y en aquellas estaciones con profundidades menores a 10 metros, se tomaron muestras de superficie; a mayores profundidades, los muestreos se hicieron en superficie y fondo. Se emplearon botellas Van Dorn y Nansen acopladas con termómetros de inversión, para la determinación de parámetros físicos y el muestreo de parámetros químicos y fitoplancton cuantitativo. Para los análisis químicos, las muestras filtradas previamente, se congelaron a -20°C. El oxígeno disuelto se midió por la técnica de Winckler, fijándolo *in situ* (Strickland y Parsons, 1972), o por medio de electrodos específicos. Para fitoplancton cualitativo y zooplancton se obtuvieron muestras con redes de 25 µm y 200 µm de tamaño de poro, respectivamente, y arrastres a velocidad constante de 5 minutos de duración; se fijaron con formol al 4%. Sólo durante la campaña 1994, se tomaron muestras para análisis de zooplancton en las estaciones 8, 11, 13 y 14 (Fig.1). Se midió igualmente en esta campaña, la irradiación solar en función de la profundidad por medio de un irradiómetro digital submarino.

Para el análisis bacteriológico se tomaron muestras con botellas estériles en superficie, frente a Playa Unión, Playa Magagna y la desembocadura del río Chubut.

Los parámetros oceanográficos se analizaron tan pronto como fue posible por las metodologías propuestas para aguas marinas por Strickland y Parsons (1972). Los análisis cuantitativos de fitoplancton se realizaron con microscopio invertido "Leica" según el método de Ütermohl. La determinación taxonómica del zooplancton se realizó bajo lupa binocular "Wild M5" y microscopio "Laboval (Zeiss-Jena)". La abundancia de

los diferentes taxa presentes se estimó en forma preliminar, considerando la siguiente escala de abundancia relativa; 9: muy abundante; 6: abundante; 3: escaso y 1: pobre.

En la campaña de invierno se incorporó el análisis de materia orgánica en sedimentos para conocer la distribución de la materia orgánica en esta bahía. Esto es particularmente interesante ya que la flota pesquera amarilla, que pesca habitualmente en la bahía Engaño, realiza el descarte pesquero y la limpieza del producto en la rada. Se definieron 30 estaciones para extracción de sedimentos y 15 estaciones para muestreos de agua (Figura 1).

IV. RESULTADOS

IV.1. Campaña de verano

IV.1.1. Parámetros físicos y químicos

La temperatura mostró variaciones notables entre el río y la zona marítima. Fue más elevada en el río y en la zona costera, con valores entre 20^{°C} y 24^{°C}, mientras que lejos de la costa los valores se encontraron entre 16^{°C} y 20^{°C} (Fig.2a). En estas últimas estaciones, se observó una termoclina con variaciones entre 0,5^{°C} y 2,6^{°C}, entre superficie y fondo.

La salinidad se incrementó desde 0 g/l en las estaciones del río a valores de 32 g/l en las estaciones de la Bahía. La existencia de este gradiente en poca distancia es una indicación de la existencia de mecanismos de dilución eficientes o también que los caudales del río son suficientemente bajos como para generar variaciones notables. Como cabría esperar, las máximas salinidades se dieron en estaciones alejadas de la costa (33,4 g/l). A unas tres millas de la desembocadura, la influencia del río, al menos con este parámetro, no fue observable (Fig. 2b).

El oxígeno disuelto se encontró saturado y sobresaturado en todas las estaciones analizadas. Los valores mínimos (93% de saturación) correspondieron al Elsa, mientras que los máximos (120 % de saturación) se observaron en la zona de Playa Magagna (Fig. 2c).

Las concentraciones de nitrato en el río fueron del orden de 0,7 a 0,8 μM ; en la zona costera (playa), los valores fueron menores (entre 0 y 0,34 μM). En las estaciones profundas, se encontraron valores cercanos a 0, si bien en las estaciones del sur (8, 14 y 15), se dieron los máximos observables, entre 1,5 y 2,33 μM . Esto indica que el nitrato puede provenir en esta Bahía desde el río y desde el mar (Fig. 2d).

No es el caso del amonio, en donde las mayores concentraciones se observaron en el río, con valores entre 3 y 7 μM . En el mar los valores fueron cercanos a 1 μM (Fig. 3a). La variación con la profundidad no fue significativa.

El fosfato presentó sus mayores concentraciones en el río (1,6 a 2,1 μM), disminuyendo hacia el mar. Aquí, de la misma manera que el nitrato, los menores valores se dieron en el norte (0,9 μM) y los mayores hacia el sur (1,1 μM) (Fig. 3b). No hay variaciones con la profundidad.

La concentración de silicato en el río fue superior a 200 μM y disminuyó a valores

menores de 10 μM en el mar. El máximo gradiente se observó en la desembocadura, dentro de la primera milla (Fig. 3c). Esta importante variación se dió solamente en superficie; a 10 metros de profundidad la variación fue menor debido a la cuña salina, con mayor influencia marítima en profundidad.

Los máximos de clorofila "a" se presentaron en el río y en la zona costera, con valores entre 4 y 9 mg/m^3 . La estación 7 mostró un pico de 21 mg/m^3 , coincidente con las mayores concentraciones de oxígeno disuelto. En el resto de las estaciones, la concentración presentó valores superiores a 1,5 mg/m^3 (Fig. 3d).

La tabla 1 muestra los resultados químicos obtenidos en esta campaña.

IV.1.2. Fitoplancton

La densidad de fitoplancton en las 15 estaciones seleccionadas tuvo un valor mínimo de $0,8 \times 10^3 \text{ cél.l}^{-1}$ y un valor máximo de $8000 \times 10^3 \text{ cél.l}^{-1}$. La fig. 4a, muestra las densidades (en logaritmo) del número de células, siendo menor en las estaciones cercanas a la costa y aumentando en forma considerable en las estaciones mar adentro. La clase algal dominante en todas las estaciones estuvo constituida por las diatomeas. Se identificaron 52 taxa pertenecientes a Bacillariophyceae, 12 a Dinophyceae, 1 a Chrysophyceae, 3 a Chlorophyceae, y 2 a Cianophyceae y nanoplancton (inferior a 10 μm). Las especies *Aulacoseira granulata* y *Stephanodiscus* sp. fueron aportadas por el río. Esta última con abundancias superiores al 50% en algunas muestras. *Rhizosolenia setigera* y *Stepthotheca thamesis* son especies marinas; la primera de ellas alcanzó un porcentaje de abundancia superior al 50% en algunas muestras (fig. 5). En las estaciones costeras, no se observaron dinoflagelados, debido probablemente a la alta turbulencia generada por la rompiente, mientras que se detectaron en las estaciones más alejadas, siendo el componente más importante *Protoperdinium balechi*. En las estaciones 9 y 14 se registraron las especies productoras de toxicidad *Alexandrium tamarense* y *Dinophysis acuminata* con valores máximos de 90000 y 40000 cél.l^{-1} respectivamente. El nanoplancton es un componente importante en las estaciones costeras, en especial la 5, donde llega a constituir el 37,5% de la muestra. Las crisofíceas, clorofíceas y cianofíceas aparecieron en bajo porcentaje y sólo en algunas oportunidades de muestreo.

Los resultados de los parámetros físicos y químicos analizados no mostraron una asociación significativa con el fitoplancton, siendo dentro de los nutrientes el amonio el parámetro que muestra una relación negativa con el aumento de fitoplancton (Fig. 4b).

IV.1.3. Zooplancton

Se observaron 14 categorías taxonómicas distribuidas en 6 phyla, correspondientes 6 de ellas al holoplancton y 8 al meroplancton (huevos y formas larvianas).

En las cuatro muestras analizadas, se registró una frecuencia de aparición cercana al 100% de los copépodos *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus* y larvas nauplii II-IV de *Balanus* sp. (Fig 6a). *Euterpina acutifrons* fue observada en un 80% de las muestras mientras que los copépodos *O. nana* y *O. helgolandica* se registraron en un 50% y un 25% respectivamente. Dentro de las larvas, se observaron las de Spionidae, Ceriantharia, Gastropoda y Brachyura con una frecuencia del 50%, en tanto *Podon leuckarti* y el resto de las formas meroplanctónicas se presentaron en alrededor de un 25% de las muestras. El

número de taxa por grupos representados fue de 4 taxa (30%) para los copépodos; para larvas de crustáceos: Brachyura, balanidae y *Balanus* sp., Briozoa, Ascidiacea y Ceriantharia correspondieron 3 taxa (21%). En cambio para larvas de Gastropoda, Spionidae y *Podon leuckarti* el número de taxa en cada grupo fue de 1 (7%). En cuanto a la abundancia, los copépodos y las larvas de *Balanus* sp. resultaron ser los taxa más importantes (Fig 6b). Los primeros se observaron en todas las estaciones siendo *P. parvus*, *A. tonsa*, *O. helgolandica* y *E. acutifrons* más abundantes en la estación 8. Las larvas de *Balanus* sp., Brachyura y Briozoa, fueron más abundantes en las estaciones 11 y 13. El resto de las formas larvarias se distribuyeron en la zona sur o norte del área (estaciones 8 y 11, respectivamente).

IV.1.3. Irradiación

Los coeficientes de atenuación de la irradiación solar en función de la profundidad, como índice de turbidez, mostraron en general los valores más elevados en la pierna más cercana a la costa y disminuyeron hacia el mar abierto. No se observó una discriminación notable entre espectros, con excepción del espectro rojo que fue inverso a los otros en las estaciones 8 y 9. La máxima transparencia se observó en la estación 15 (Fig. 7 y tabla anexa a la figura).

IV.1.4. Bacteriología

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos en las tres estaciones analizadas. Es interesante observar la concentración de Coliformes totales y fecales que aportó el río Chubut en su Desembocadura. Una vez en el mar, Playa Unión y Playa Magagna, las concentraciones disminuyeron sensiblemente.

Bacteriología de tres localidades.

Estación	Salinidad [g/l]	Aspecto	Color	Olor	Coliformes totales /100 ml	Coliformes fecales /100 ml
Río Chubut	0	turbio	blanquec.	inol.	54.000	3.500
Playa Unión	32	ligeram. opalesc.	blanquec.	inol.	350	33
Playa Magagna	32	transp.	incol.	inol.	2	2

IV.2. Campaña de primavera

IV.2.1. Parámetros físicos y químicos

La temperatura disminuyó desde el río (16°C) hacia las estaciones más alejadas de la costa (14°C). Se observó una termoclina de 1°C entre la superficie y el fondo (10 metros) en las estaciones del norte (Fig. 8a).

La conductividad en el río dió valores de $2,29 \pm 0,88$ mS/cm (n=3)

(aproximadamente 1,5 g/l). En el mar la salinidad aumentó a $32,87 \pm 0,71$ g/l (n=8). Esto significa que los mecanismos de dilución dentro de la bahía son eficientes o bien que el caudal es pequeño comparado con el volumen de agua en donde se vierte. Las estaciones con menor salinidad fueron la 7 y la 4 (Fig. 8a).

La concentración de oxígeno disuelto fue del 90 y el 100% de saturación, con los menores valores en la estación 5 (87 % de saturación en el fondo).

Los nutrientes analizados, la clorofila “a” y la materia orgánica particulada mostraron siempre valores mayores en el río con disminución en el mar.

El nitrato en el río fue de $7,81 \pm 2,05$ μ M (n=3). En el mar disminuyó a valores cercanos a 1 μ M. El amonio pasó de $5,6 \pm 1,3$ μ M (n=3) en el río a 0,75 μ M en el mar (Fig. 8b). El fosfato presentó concentraciones de $1,87 \pm 0,64$ μ M (n=3) en el río. En el mar los valores fueron de $0,91 \pm 0,10$ μ M (n=8). El silicato presentó las mayores variaciones. La concentración en el río fue de $203 \pm 6,87$ μ M (n=3) mientras que en el mar disminuyó a $7,39 \pm 5,12$ μ M (n=8) (Fig. 8c). Su distribución se asemeja a lo observado para la salinidad. Es máxima en las estaciones 4 y 7, confirmando el movimiento meandroso del río una vez en el mar.

La clorofila “a” fue de $4,5 \pm 0,8$ μ g/l (n=3) en el río. En el mar disminuyó a $2,3 \pm 1,4$ μ g/l (n=8) (Fig. 8d). En general la concentración fue mayor en el fondo. Los máximos valores en el mar pertenecen a la zona de playa Magagna y presentaron la misma distribución que la observada en la campaña anterior.

La materia orgánica particulada disminuyó hacia la desembocadura. Fue de 3856 μ g/l en el Elsa, 1744 μ g/l en el puerto y 882 μ g/l en el mareógrafo. Las máximas concentraciones en el mar se observaron en fondo en las estaciones 4 y 5 (836 y 542 μ g/l respectivamente).

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos.

IV.2.2. Resultados biológicos.

IV.2.2.1. Fitoplancton

Se identificaron 21 especies, de las cuales 19 fueron diatomeas y 2 dinoflagelados, las que se detallan en la tabla 3.

La concentración del fitoplancton osciló entre 3×10^4 y 4×10^5 cél/l; las mayores concentraciones se observaron en las estaciones cercanas a la costa con mayor influencia del río.

Las diatomeas fueron dominantes en todas las estaciones, constituyendo en la mayoría el 100 % de la muestra (Fig. 9). Las especies más abundantes y presentes en la totalidad de las muestras fueron *Aulacoseira granulata*, *Diatoma vulgare* y *Stephanodiscus* sp., típicas de agua dulce. El dinoflagelado mejor representado fue *Protoberidinium balechi* (Tabla 3).

IV.3. Campaña de invierno

Esta campaña tuvo dos objetivos. Por una parte conocer la evolución de los

parámetros ambientales en el río y en la bahía; por otra parte, conocer la concentración de materia orgánica en sedimentos. Esto es particularmente interesante ya que la flota pesquera amarilla, que pesca habitualmente en la bahía Engaño, realiza el descarte pesquero y la limpieza del producto en la rada. Los desechos de tales acciones terminan en el mar, sedimentados o transportados por la corriente hasta su degradación completa. La distribución de la materia orgánica en esta bahía permitiría entonces conocer la dinámica de la misma y la capacidad de absorción de residuos de esta naturaleza.

IV.3.1. Parámetros físicos y químicos

Los valores de oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y salinidad en el río se obtuvieron con una sonda YSI 6000. Los resultados de la tabla 4 muestran los valores medios y la desviación estándar de 280 mediciones.

En el río la temperatura fue de $4,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. El oxígeno permaneció prácticamente saturado ($93,7 \pm 1\%$). La conductividad fue de $749 \pm 246 \mu\text{S/cm}$, equivalentes a salinidades de $0,62 \pm 0,22 \text{ g/l}$.

En el mar la temperatura y la salinidad cambiaron sensiblemente. La temperatura aumentó a $11,96 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ ($n=9$) y la salinidad a $33,73 \pm 0,15 \text{ g/l}$ ($n=9$). Las isolíneas de salinidad (Fig 10a), muestran la distribución en la Bahía. Los mayores valores se observaron hacia afuera de la Bahía. El oxígeno estuvo saturado con valores mayores de 100%.

La clorofila “a” presentó un valor medio de $4 \mu\text{g/l}$ en el río; en el mar fue variable y fluctuó desde un mínimo de $0,8 \mu\text{g/l}$ en la estación 9 hasta $5,7 \mu\text{g/l}$ en la estación 5, cerca de la costa. La fig. 10b muestra las variaciones en superficie.

De los nutrientes analizados, sólo el amonio y el silicato fueron más elevados en el río que en el mar. El amonio, con valores de $4,2 \pm 0,8 \mu\text{M}$ ($n=3$) en el río y del orden de $1,5 \mu\text{M}$ en el mar; el silicato con valores de $197 \mu\text{M}$ en el río, disminuye a $7 \mu\text{M}$ en el mar, con máximos en las estaciones 11, 12, 13, 14 y 21, que indican la dirección predominante que toma el río. El fosfato presenta una distribución homogénea en la Bahía (Fig. 10c).

El nitrato, a diferencia de lo que se encontró en la campaña de primavera, mostró concentraciones algo más elevadas en el mar que en el río; en éste los valores fueron de $2,24 \pm 0,07 \mu\text{M}$ ($n=3$), mientras que en el mar fueron de $2,87 \pm 0,8$ ($n=20$). La fig. 10d muestra la distribución superficial.

La materia orgánica se incrementa en el río desde el Elsa hacia el mar con valores que van desde $832 \mu\text{g/l}$, $1227 \mu\text{g/l}$ en el puerto y $2440 \mu\text{g/l}$ en el mareógrafo. En el mar los valores son de $739 \pm 228 \mu\text{g/l}$ ($n=20$), con máximos en las estaciones 1, 2 y 4. En las estaciones 11, 13, 16 y 18, las concentraciones de fondo son mayores; en el resto son similares o algo menores.

Los resultados de los análisis bacteriológicos obtenidos en el mar frente a la desembocadura del río y a Playa Magagna, no mostraron colonias de coliformes fecales y muy bajos de coliformes totales (sólo 5 UFC/100 ml frente a Playa Magagna).

La figura 11 y la tabla anexa a la figura, muestran los valores de materia orgánica en sedimentos. Puede observarse que las concentraciones más elevadas se producen en las estaciones cercanas a la desembocadura del río. El origen de esta concentración puede asociarse al aporte de materia orgánica por el río y por el descarte pesquero que se produce cerca de la desembocadura, mientras los buques esperan la marea para poder ingresar en el puerto.

IV.3.2. Resultados biológicos

IV.3.2.1. Fitoplancton

Se identificaron 33 especies, de las cuales 22 fueron diatomeas, 6 dinoflagelados, 1 silicoflagelado, 2 clorofíceas y 2 euglenofíceas, las que se detallan en la tabla nº 5.

La concentración del fitoplancton osciló entre valores menores de 2×10^4 y $1,5 \times 10^6$ cél/l, siendo las más abundantes las estaciones costeras y las más pobres las más alejadas de la costa.

Las diatomeas fueron dominantes en todas las estaciones, superando siempre el 85 % de las muestras (Figura 12). Las especies más abundantes fueron *Aulacoseira granulata*, *Stephanodiscus* sp. y *Ciclostephanos* sp., de agua dulce y *Odontella aurita*, marina. La única presente en la totalidad de las muestras fue *Stephanodiscus* sp. Los dinoflagelados mejor representados fueron *Protoperidinium* spp. y *Scrippsiella trochoidea*. No se observó la especie tóxica *Alexandrium tamarense* (Tabla 5).

V. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El aporte de agua dulce a la bahía Engaño se realiza, principalmente, a través del río Chubut. El aporte por filtración de la napa freática de Playa Unión y Playa Magagna, es despreciable frente al aporte desde el río, dada la baja densidad de población y a las características estacionales de estos balnearios. El sistema cloacal de la ciudad de Rawson drena al río y existen mecanismos de dilución en el río antes de llegar al mar. Por otra parte el río recibe también el drenaje de los sistemas de irrigación, por lo que se justifican las altas concentraciones en algunos de los parámetros medidos.

El puerto de Rawson es también una fuente de materia orgánica y nutrientes por la actividad normal del puerto, de los buques de la flota amarilla que allí permanecen y de la selección y limpieza de las capturas que no se pudieron realizar en el mar.

De los resultados observados podemos ver que el río Chubut, en determinadas estaciones del año, aporta concentraciones elevadas de nutrientes, de materia orgánica y de clorofila "a". A pesar de las concentraciones que pueden medirse en las estaciones del río, los mecanismos de dilución parecen ser eficientes y en las estaciones marinas no se ha observado un gradiente de concentración que refleje el impacto del río. Otra posibilidad para comprender esta dilución es que el caudal erogado por el río sea pequeño comparado con el volumen de agua en donde se vierte. La influencia del río en la Bahía Engaño, al menos a partir de los parámetros analizados en este estudio, se limita a las tres primeras millas desde la desembocadura.

El análisis de la información en las distintas estaciones marinas, permite observar el movimiento de la pluma producida por el agua del río; no existe una distribución homogénea sino que el río continúa con un movimiento meandroso en el mar hasta que se pierden, por rápida dilución, las características químicas que lo identifican.

En la campaña de verano, la zona sur se ha caracterizado, en las estaciones más alejadas, por concentraciones más elevadas de nutrientes que en las estaciones del norte, en particular nitrato y fosfato. Estos parámetros estarían aportados no solamente por el río, sino también desde el mar. Sobre la costa, los valores elevados de clorofila "a" han sido coincidentes con sobresaturación de oxígeno disuelto, que refleja una activa productividad primaria.

La composición fitoplanctónica está dominada por especies dulceacuícolas, a pesar de la concentración salina de las estaciones. Una explicación posible es que estas especies son eurihalinas y se pueden encontrar activas en estos ambientes. En diciembre de 1993 y enero de 1994, la mayor densidad se encontró en las estaciones alejadas de la costa con órdenes de magnitud característicos de ambientes costeros eutrofizados (Bodeanu, 1992).

El zooplancton de esta Bahía, a juzgar por lo observado en muestras de la campaña de verano (5 de enero de 1994), manifiesta una escasa riqueza específica con una leve predominancia de los copépodos sobre las formas meroplanctónicas. Aquellos, típicos de aguas estuarinas y muy costeras, han sido observados, por ejemplo, en las costas de Mar del Plata y del estuario de Bahía Blanca (Bjornberg, 1981; Hoffmeyer, 1983, 1995; Ramirez 1971). Santinelli y Esteves (1993) brindan información sobre las características hidrográficas, químicas y del fitoplancton del área en estudio para un muestreo de noviembre de 1987 que explican, tanto la presencia de ciertas especies como la gran variedad de formas meroplanctónicas. El hallazgo de *Podon leuckarti*, especie criófila de ambos hemisferios (Ramirez, 1981), permite asegurar la mezcla con agua de origen subantártico.

Desde el punto de vista bacteriológico, se han observado en el río, concentraciones de coliformes totales de 54.000/100ml y coliformes fecales de 3.500/100ml. La legislación del Chubut estipula valores entre 100 y 1.000 los máximos aceptables y tolerables, respectivamente, para agua salada de uso recreacional. En el mar estas concentraciones disminuyen drásticamente, confirmando la capacidad de dilución del sistema o un eficiente poder autodepurador.

En Primavera, el río aportó las concentraciones más elevadas de nutrientes, materia orgánica, clorofila "a". El fitoplancton fue más abundante en las estaciones cercanas a la costa y con influencia del río, siendo las diatomeas las especies dominantes. Los análisis bacteriológicos no indicaron índices preocupantes de coliformes totales o fecales. Sin embargo, debe remarcarse el hecho de que estos análisis fueron puntuales y el seguimiento de estos contaminantes debe ser permanente en áreas de recreación o pesca deportiva y comercial.

En Invierno, los micronutrientes amonio y silicato fueron aportados por el río en concentraciones elevadas; los otros micronutrientes mostraron concentraciones similares en las estaciones fluviales o marítimas. El fitoplancton mostró el mismo comportamiento que en primavera, con densidades elevadas en estaciones cercanas a la costa, con una dominancia de las diatomeas sobre otros grupos algales. El análisis de materia orgánica efectuado en los sedimentos de la Bahía, mostró que las concentraciones más elevadas se

presentaron en las estaciones cercanas a la desembocadura del río, con valores hasta cinco veces mayores que los observados en estaciones alejadas. El origen de esta concentración puede asociarse al aporte de materia orgánica por el río, pero también por el descarte pesquero que se produce cerca de la desembocadura, mientras los buques esperan la marea para poder ingresar en el puerto. Lances de pesca efectuados durante esta campaña mostraron, además de restos típicos aportados por el río (hojas y ramas de árboles), restos de peces en descomposición, basura de distinto origen, etc. La distribución de la materia orgánica en sedimentos debería correlacionarse con los resultados de lances de pesca para tratar de evaluar el efecto de aquella sobre las poblaciones de peces y crustáceos que se pescan en la Bahía Engaño y evaluar así la necesidad de proteger convenientemente este ecosistema.

VI. REFERENCIAS

- Ayestarán M.G. y Sastre A.V., 1995: Diatomeas del Curso Inferior del Río Chubut (Patagonia, Argentina). *Pennales I: Naviculaceae*. Bol. Soc. Argent. Bot., 31(1-2), 57 - 68.
- Björnberg T.K., 1981: Copepoda. En: Atlas del zooplancton del Océano Atlántico Sudoccidental. D. Boltovskoy (ed.), pp. 587-679. INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bodeanu N., 1992: Algal blooms and development of the main phytoplanktonic species at the Romanian Black Sea littoral in conditions of intensification of the eutrophication process. Science of the Total Environment, Supplement 1992. pp. 891-906.
- Caille G.M., 1993a: Evaluación del impacto sobre la comunidad íctica del área sur de la Bahía Engaño, de las obras de dragado y voladuras en el puerto de Rawson, Chubut, Argentina. Informe Final del Proyecto PI90. Universidad Nacional de la Patagonia.
- Caille G.M., 1993b: Actividad pesquera en la Bahía Engaño, Patagonia, Argentina: posibilidades para un manejo integrado de este subsistema. Actas II, Congreso Internacional de gestión en recursos naturales (J. Oltremari Arregui ed.), Valdivia, Chile 1991. Tomo II. Pp. 266-280/303-310.
- Carbajo A., 1993: Bacterias indicadoras de contaminación fecal y patógenos entéricos humanos del estuario inferior del Río Chubut y la Bahía Engaño, en la Patagonia Argentina. Seminario de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales (Trelew). Universidad Nacional de la Patagonia. 28 pp.
- Guillard, R., 1978: Counting slides, in: Phytoplankton Manual. A. Sournia (ed.) UNESCO (Paris). pp. 182 - 189.
- Hoffmeyer M.S., 1983: Zooplancton del área interna de la bahía Blanca. I. Composición faunística. Historia Natural, 3(8), 73-94. Corrientes, Argentina.
- Hoffmeyer M.S., 1995: Zooplancton de dos ecosistemas costeros de la Provincia del Chubut, Argentina. VI COLACMAR (Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. 23-27 de Octubre de 1995. Mar del Plata, Argentina. Res. 392, p. 108.
- Ramirez F.C., 1971: Copépodos planctónicos de los sectores bonaerenses y norpatagónico. Resultados de la campaña "Pesquería III". Revista del Museo de La Plata (NS), Zool. 11, 73-94
- Ramirez F.C., 1981: Cladocera. En: Atlas del zooplancton del Océano Atlántico Sudoccidental. D. Boltovskoy (ed.), pp. 587-679. INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Santinelli N., Helbling W. y Sastre V., 1987: Análisis preliminar del fitoplancton en el estuario del Río Chubut. XIII° Reunión Argentina de Ecología. 5-8/4/87. Bahía Blanca.

Santinelli N. y Esteves J.L., 1993: Características químicas y fitoplanctónicas del estuario del Río Chubut (Patagonia, Argentina). *Naturalia Patagonica* 1 (1), 22-34.

Strickland J.D.H. y Parsons T.R., (1972): A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin N° 167 (Second Edition).

VII. AGRADECIMIENTOS

Para los muestreos de 1993, se contó con el apoyo de la Sub-Prefectura Puerto Rawson, que puso a nuestra disposición un bote neumático y la colaboración del Ayudante de 1ª David Peralta y el Cabo 1º Jorge Romero.

Los análisis de materia orgánica en sedimentos fueron realizados por el Alumno del Ciclo Superior Julián Burgos. Los muestreos durante la campaña de invierno, fueron realizados desde el buque pesquero B/P “Stella Maris”, a cargo del patron de pesca Sr. Omar Nicanoff.

Este trabajo fue realizado en parte con el apoyo del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (P.M.I.Z.C.P.), un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (G.E.F.) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (P.N.U.D.) y ejecutado por la Oficina de las Naciones Unidas para el Servicio de Proyectos (U.N.O.P.S.).

Tablas y Figuras

Figura 1: Campañas realizadas a la Bahía Engaño en 1993, 1994 y 1995

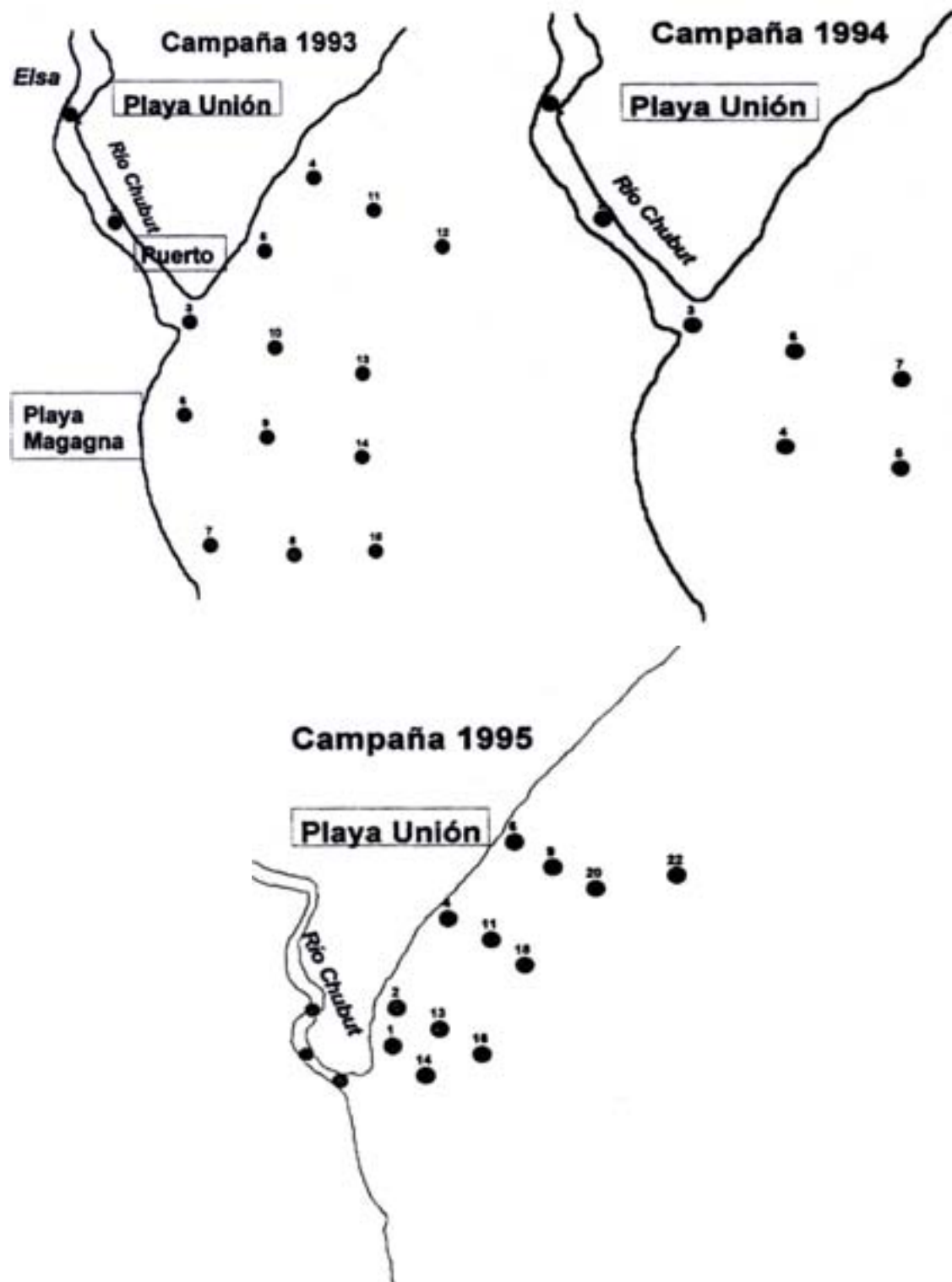


Figura 2: Parámetros químicos en la Bahía Engaño Diciembre 1993

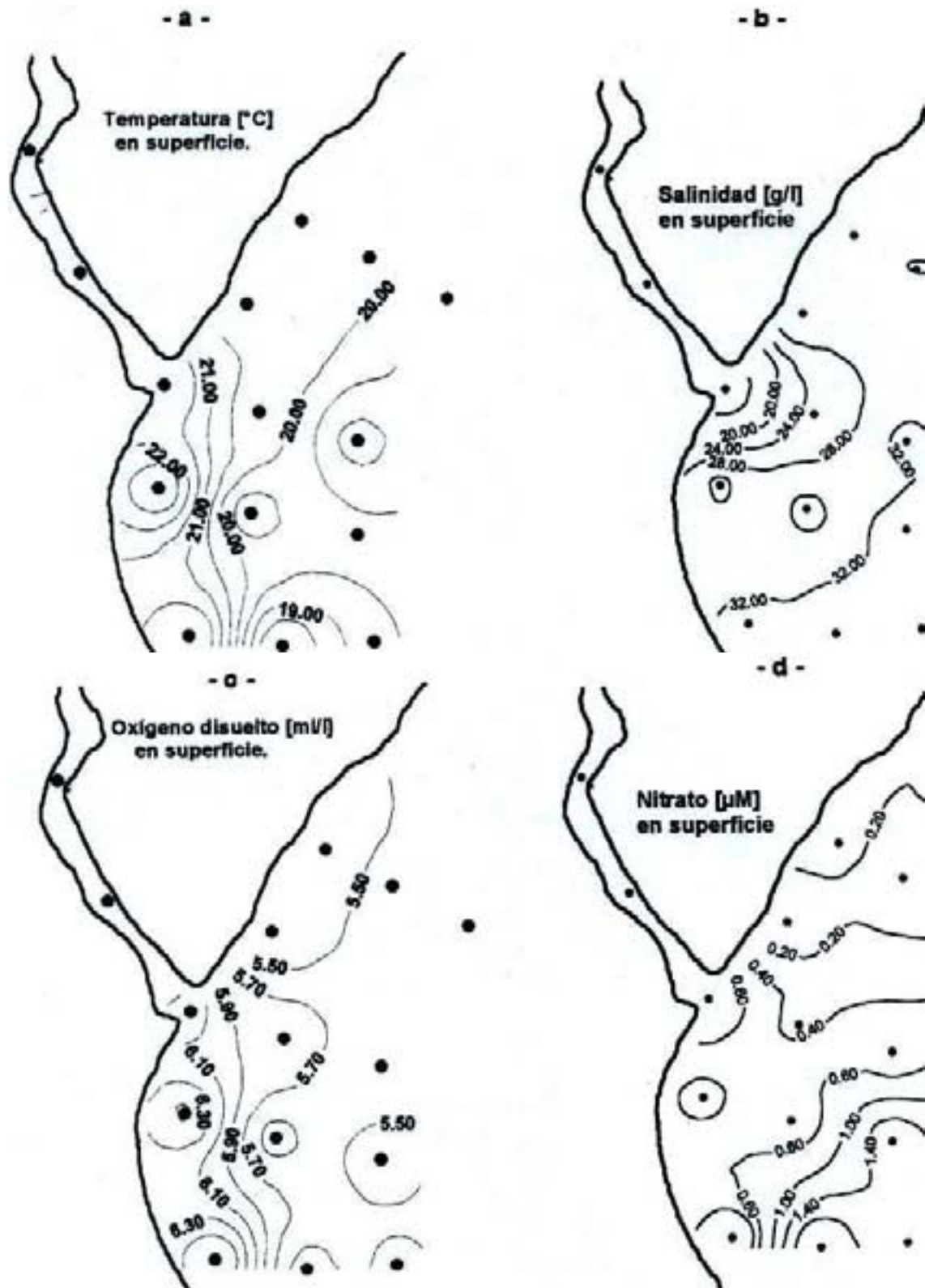


Figura 3: Parámetros químicos en la Bahía Engaño Diciembre 1993

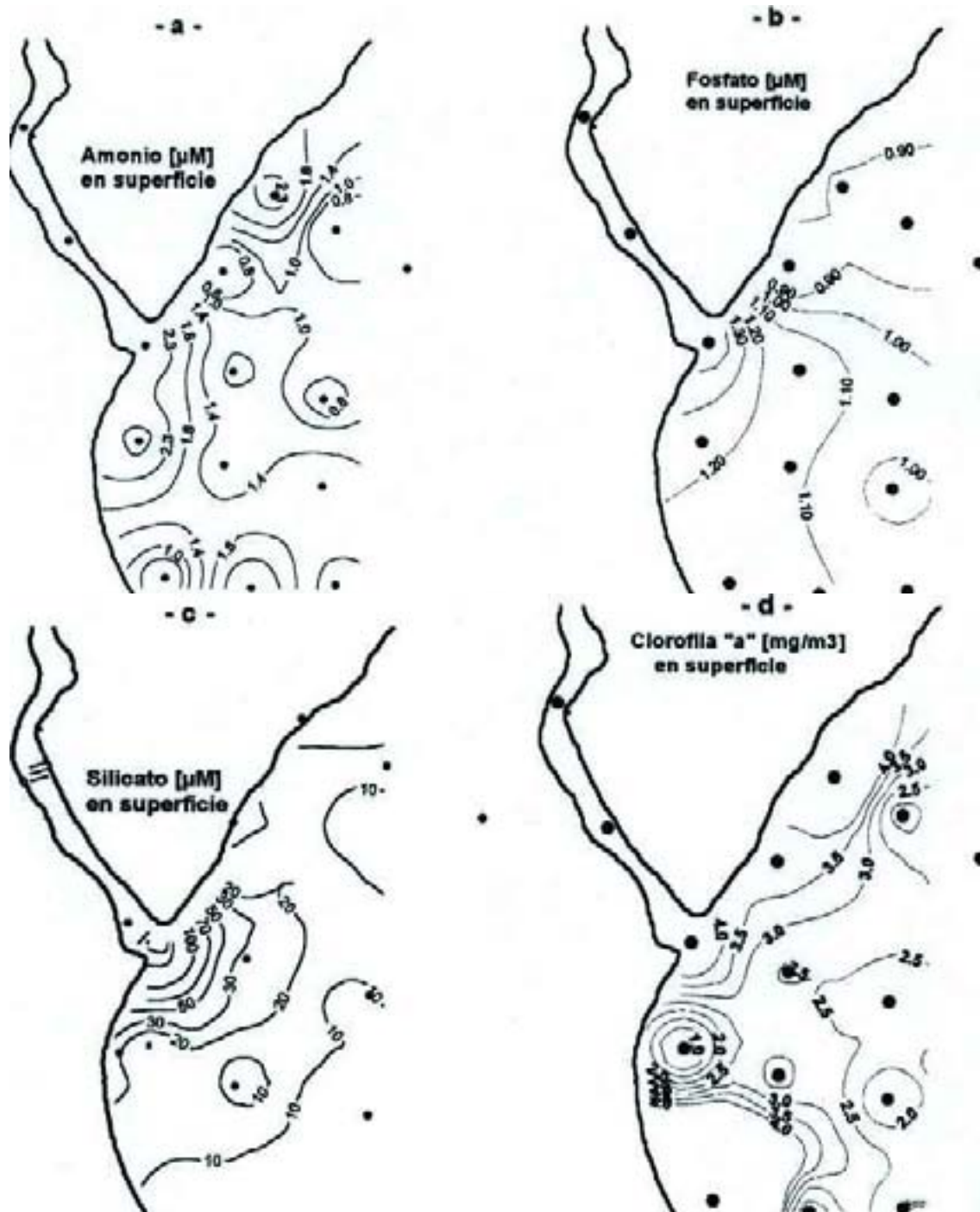


Figura 4a: Densidad de Fitoplancton [$\text{Log } n \cdot \text{cel/L}$]

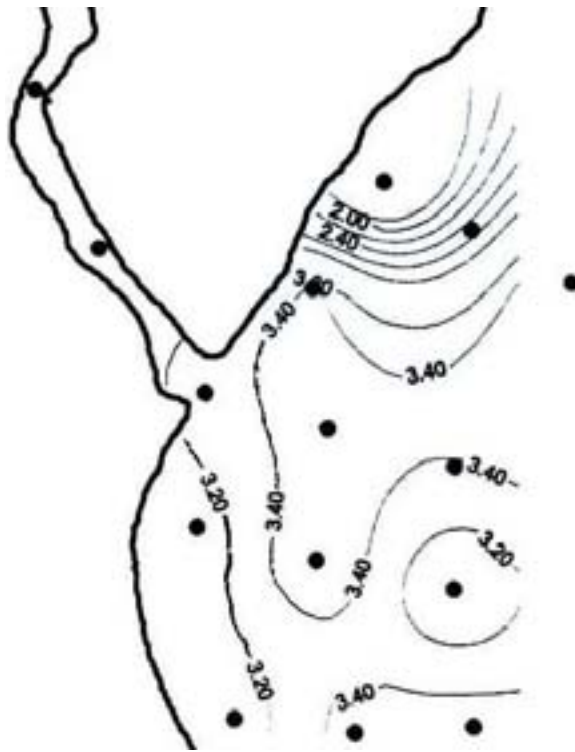


Figura 4b : Fitoplancton Vs Amonio Diciembre 1993 – Enero 1994

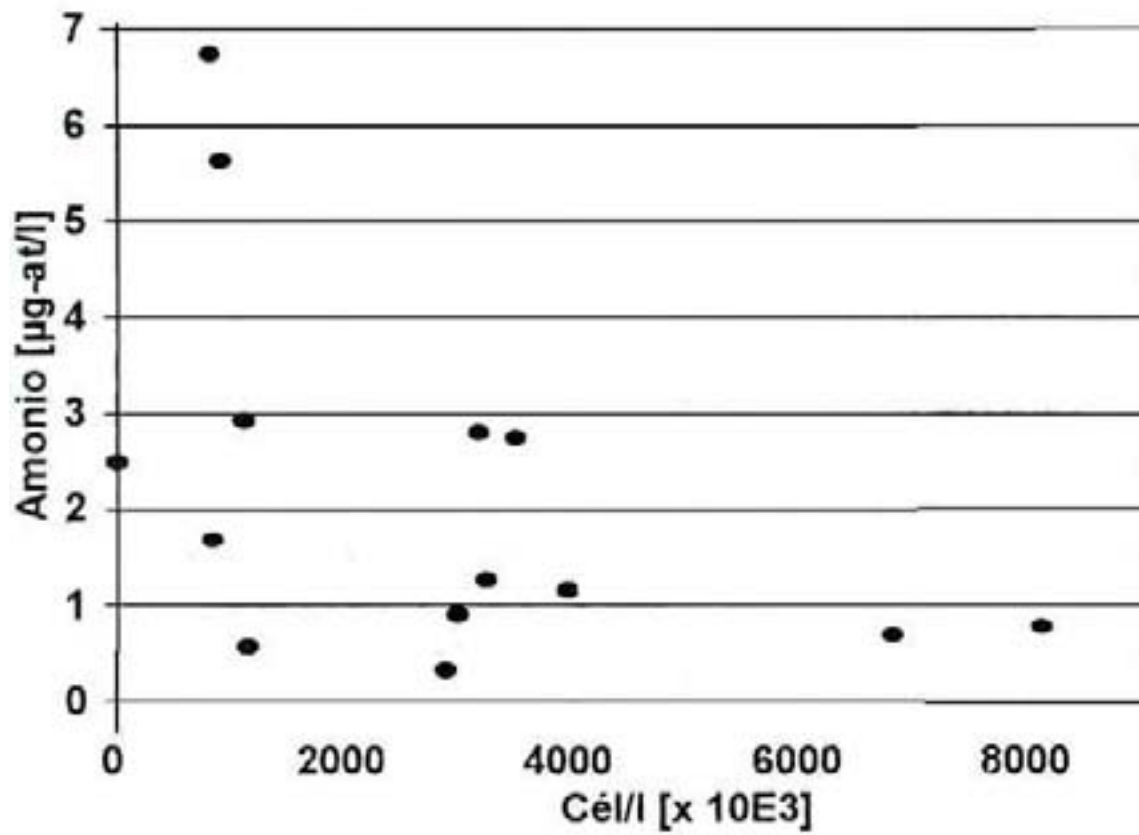


Figura 5: Abundancia de las especies de fitoplancton dominantes [%]

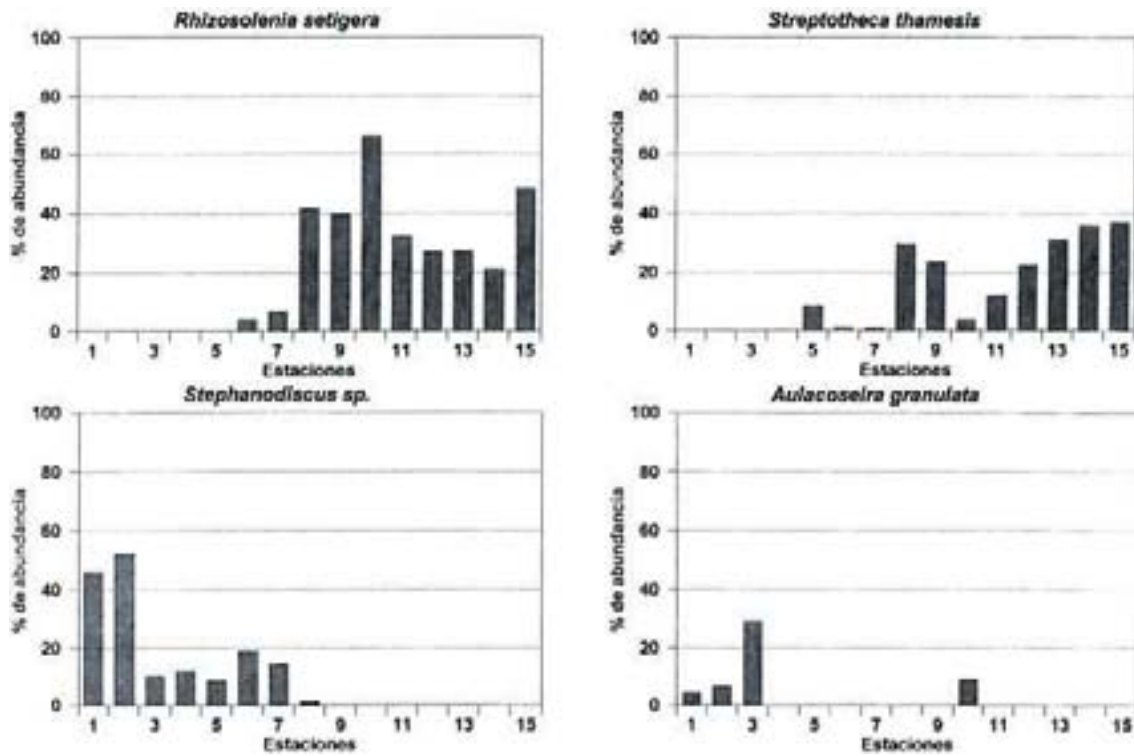


Figura 6a: Distribución y abundancia del zooplancton

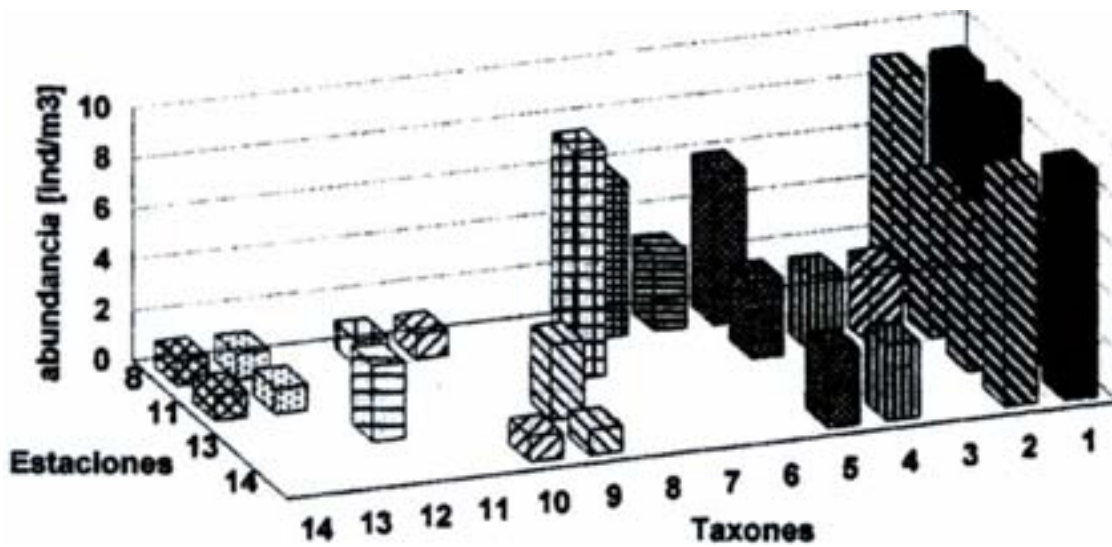
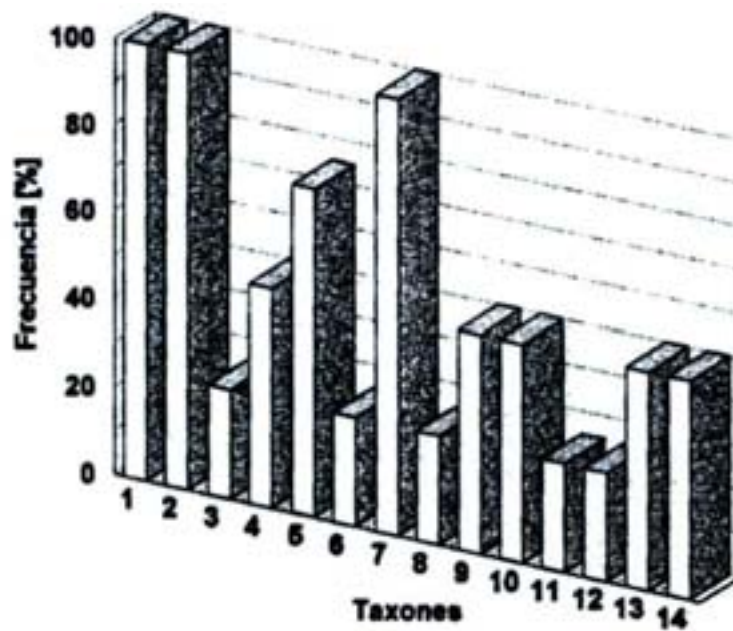


Figura 6b: Frecuencia porcentual del zooplancton



Referencias

- 1) *Paracalanus parvus*
- 2) *Acartia tonsa*
- 3) *Oithona helgolandica*
- 4) *Oithona nana*
- 5) *Euterpina acutifrons*
- 6) *Podon leuckarti*
- 7) *Balanus* sp (L)
- 8) *Balanidae* (L)
- 9) *Brachyura* (L)
- 10) *Ceriantharia* (L)
- 11) *Ascidiacea* (L)
- 12) *Briozoa* (L)
- 13) *Gastropoda* (L)
- 14) *Spionidae* (L)

Fig N° 7: Constantes de atenuación de la irradiación

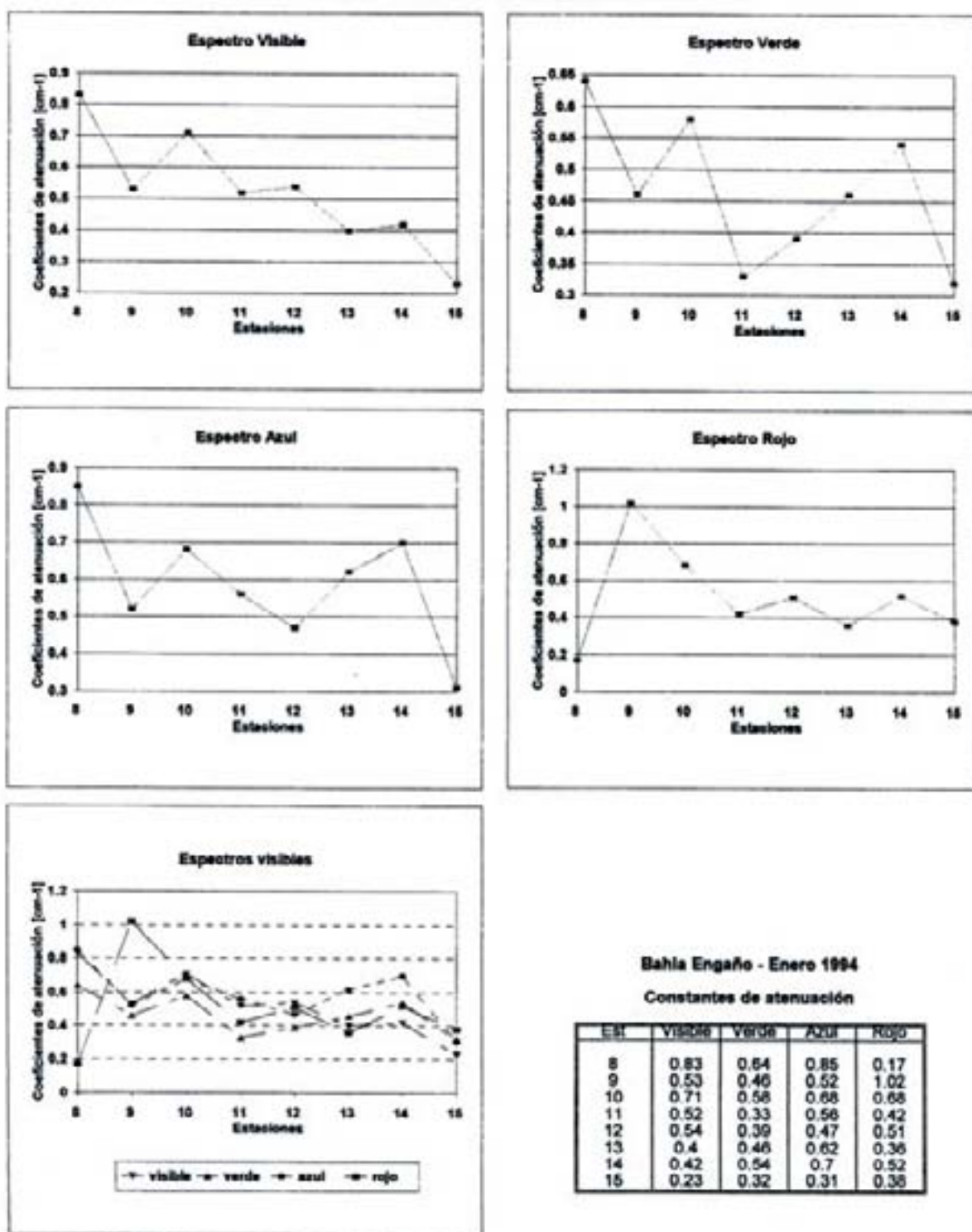


Figura 8: Variaciones de parámetros químicos entre el río Chubut y la Bahía Engaño

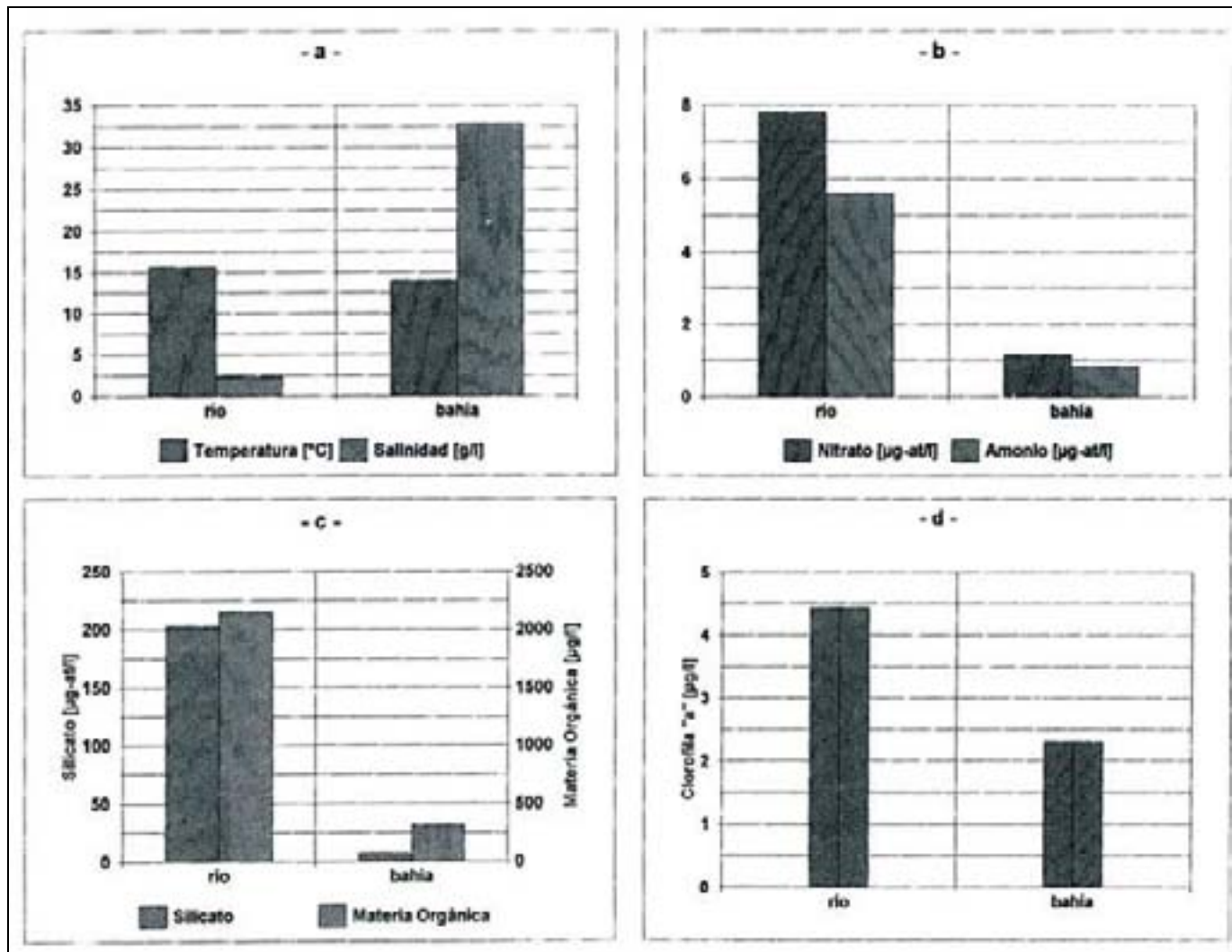


Figura 9: Abundancia de las especies de fitoplancton dominante [%]

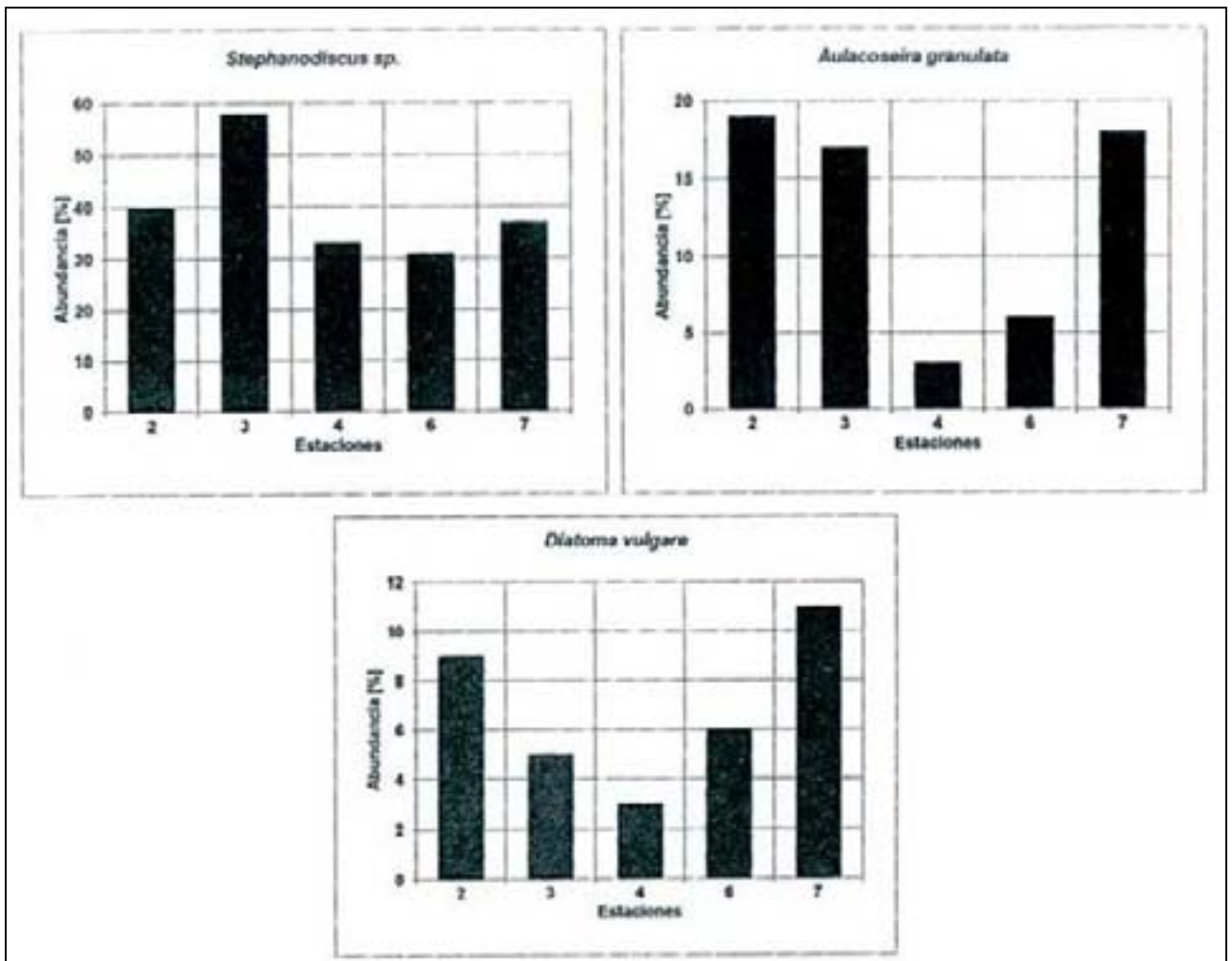


Figura 10 Parámetros químicos en Bahía Engaño Mayo de 1995

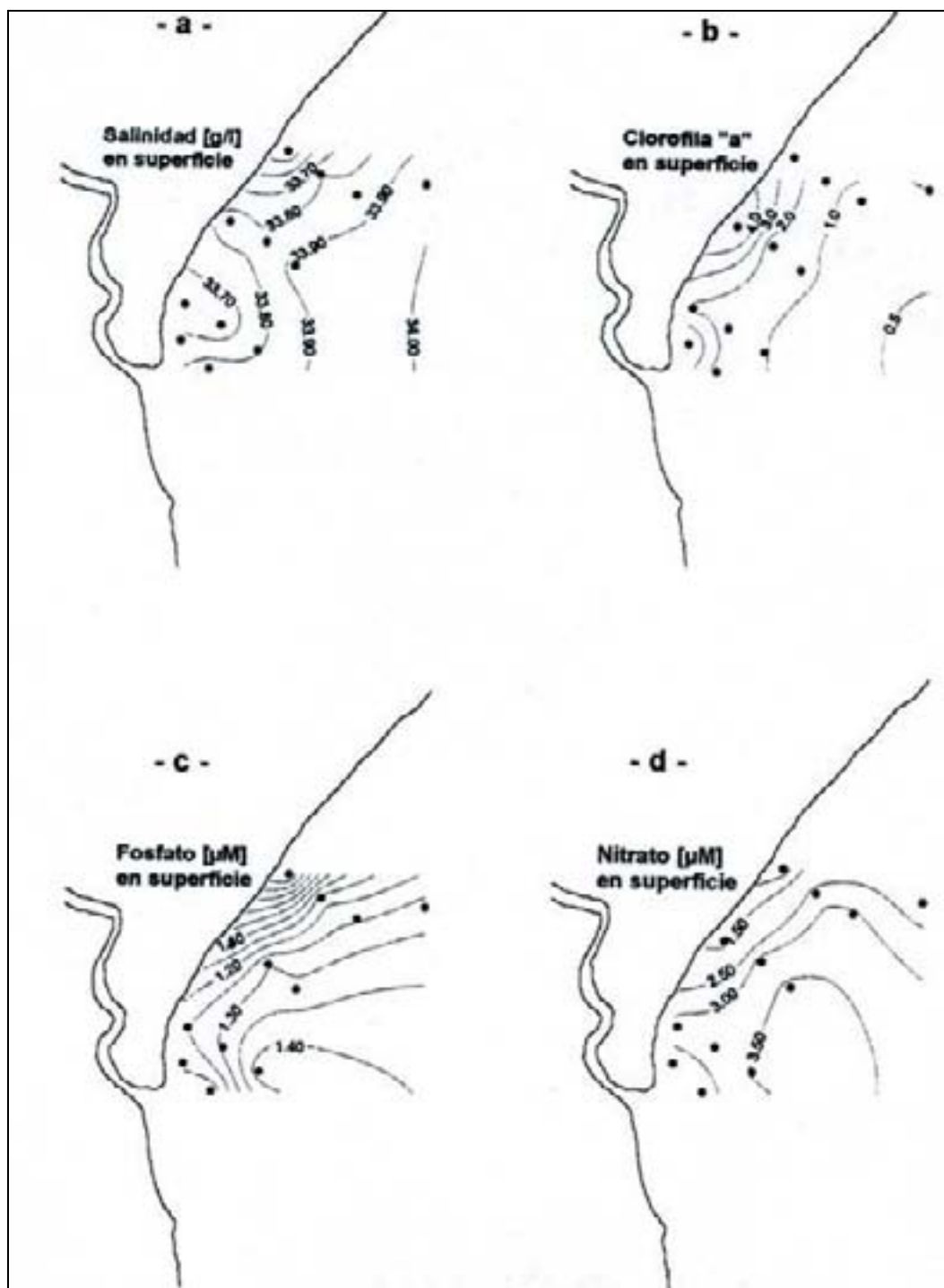


Figura 11: Materia orgánica en sedimentos(%)

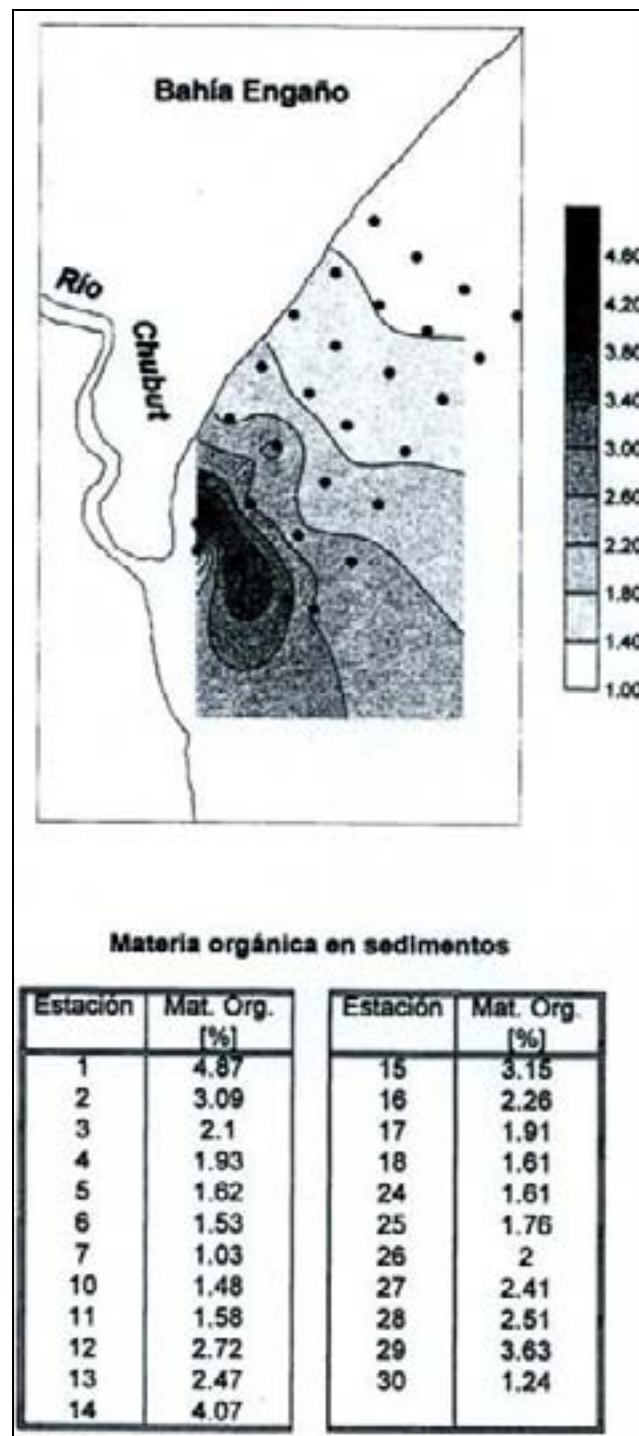


Figura 12: Abundancia de las especies dominantes de fitoplacton [%]

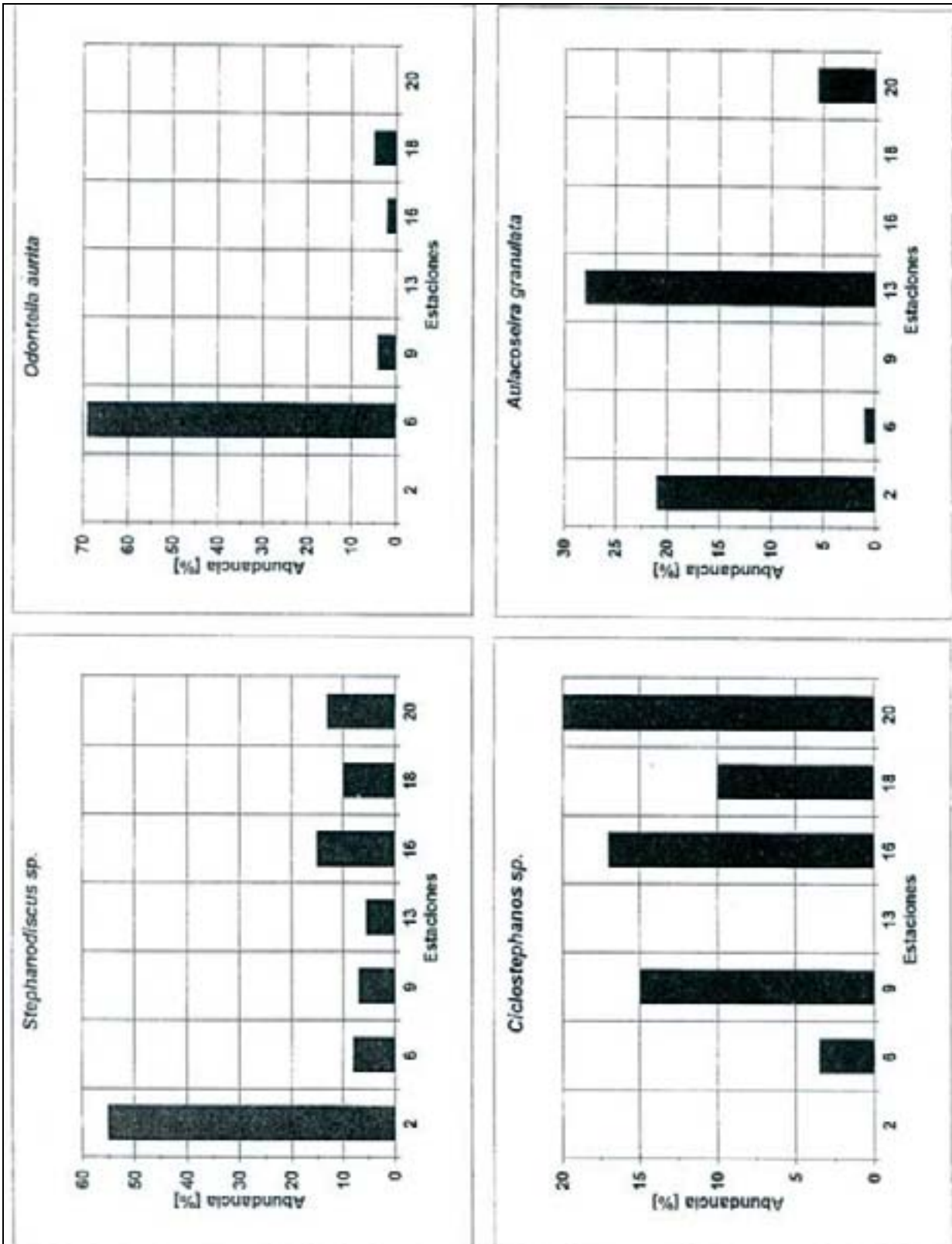


Tabla 1: Bahía Engaño – Enero 1994

Fecha 05/01/1994

Est.	Prof. (m)	Temp (°c)	Salin. (ups)	Oxi.dis (ml/l)	% Sat.	N-N03 (ug-atl/l)	N-N02 (ug-atl/l)	N-NH4 (ug-atl/l)	P-P04 (ug-atl/l)	Si (ug- atl/l)	Clorof."a" (mg/m3)	M.Org. (mgC/m3)	Constantes de irradiación			
													Visible	Venta	Azul	Rojo
1	0	21	0	5,8	93	0,8	0,38	6,7	1,6	243,3	9,13	2723				
2	0	24	0	5,73	97	0,67	0,01	5,6	2,1	160	3,65	2255				
3	0	22	0	6,2	101	0,85	0,02	2,8	1,46	170,1	4,87	1983				
4	0	20	32	5,23	99	0,25	0,07	2,5	0,89	10	6,53	3032				
5	0	20	32,2	5,19	99	0	0	0,3	0,75	8,4	3,69	1614				
6	0	23	32,8	6,5	132	0,34	0,01	2,9		8,4	0,16					
7	0	22	32,6	6,71	133	0,17	0,06	0,6	1,15	6,7	21	11248				
8	0	18	33,1	5,4	100	2,25	0,27	2,8		5	1,52	606	0,83	0,64	0,85	0,17
8	10	16,9	33,1	5,6	101	1,75	0,16	2,6		4,5	1,9	383				
9	0	19,2	32,6	5,42	102	0,37	0,01	1,2		6,4	2,33		0,53	0,46	0,52	1,02
9	10	17,3	32,7	7,44	135	0	0	0,4	0,75	5,5	2,17					
10	0	20,2	24,2	5,8	106	0,37	0	0,9	1,15	21,1	2,45		0,71	0,58	0,68	0,68
10	F	17,6	32,8	5,56	102	0	0	1	0,73	4,8	1,98					
11	0	20,4	32,2	5,64	108	0	0	0,3	0,73	3,7	1,75	712	0,52	0,33	0,56	0,42
11	F	18,2	32,7	5,8	107	0	0	0,5		4,9	1,87	644				
12	0	18,7	32,9	5,78	108	0,14	0	0,8	0,9	4,8	2,21	497	0,54	0,39	0,47	0,51
12	F	17,7	32,9	5,89	108	0	0	0,5		5,5	2,21	571				
13	0	18,8	32,7	5,6	104	0,42	0,06	0,7		7	2,33		0,4	0,46	0,62	0,36
13	10	17,5	32,9			1,87	0,25	1,4	1,25	6,3	2,1					
14	0	17,5	33	5,4	98	1,66	0,21	1,7	0,98	5	1,52		0,42	0,54	0,7	0,52
14	10	17	33,1	7,17	129	1,55	0,17	1,5	0,88	3,8	1,98					
15	0	18	33,4	5,5	101	1,69	0,19	1,3		4,4	2,08	652	0,23	0,32	0,31	0,38
15	10	16,6	33,2	5,5	100	2,33	0,33	1,1	1,77	6,6	2,21	400				

Tabla 2: Bahía Engaño – Campaña de Noviembre de 1994

Est.	Hora	Prof, (m)	Temp (°C)	Salinidad (g/l)	Secchi (m)	Oxi,dis, (ml/l)	Oxl,dis, (%)	NO3 (ug-at/l)	NO2 (ug-at/l)	NH4 (ug-at/l)	PO4 (ug-at/l)	SI (ug-at/l)	Clorofila (ug/l)	M,Org, (mgC/m3)	Fitoplan (Cel/l)
1	12:00	0	16	* 3,3		6.503	97,17	7,43	0,1	6,7	2,6	197,67	4,7	3835,9	
2	11:00	0	16	*1,68		6.363	95,08	5,97	0,1	5,9	1,61	200,58	5,1	1744	300000
3	10:25	0	15	* 1,9	0,4	7.049	103,17	10,02	0,1	4,2	1,4	210,76	3,6	882,3	280000
4	12:30	0	14	32,78	1	6,37	91,18	1,06	0,05	0,8	1	10,12	1,1	252,9	150000
4	12:30	10	14	32,23	1	6,3	90,18	1,2	0,07	1,3	1,05	5,21	4,8	835,7	
5	12:50	0	14	33,38	1	6,3	90,18	0,8	0,1	0,7	0,99	2,98	2,1	271,2	
5	12:50	10	14	33,56	1	6.097	87,27	1,1	0,1	0,9	0,84	2,38	2,8	542,3	
6	14:30	0	15	33,46	0,7	6,3	92,21	1,74	0,07	0,6	0,84	5,36	2,7	161,4	20000
6	14:30	10	14	33,56	0,7	6,23	89,17	1,13	0,09	0,6	0,93	3,57	3,3	164,1	
7	13:30	0	14	32,09	1	6,37	91,18	1,22	0	0,9	0,74	14,29	1,4	126,4	22000
7	13:30	10	13	31,91	1	6.363	98,11	0,98	0,02	0,8	0,85	15,18	0,3	166,8	

(*) Valores en mS/cm

Tabla 3: Fitoplacton de la Bahía Engaño

ESPECIES	Verano de 1993	Primavera de 1994	Invierno de 1995
DIATOMEAS			
<i>Stephanodiscus sp.</i>	X	X	X
<i>Melosira varians</i>	X	X	
<i>Aulacoseira granulata</i>	X	X	X
<i>Odontella aurita</i>	X	X	X
<i>Paralia sulcata</i>	X	X	
<i>Thalassiosira spp.</i>	X	X	X
<i>Streptotheca thamesis</i>	X	X	
<i>Synedra ulna</i>	X	X	
<i>Synedra sp.</i>			X
<i>Diatoma vulgare</i>	X	X	X
<i>Grammatophora marina</i>	X	X	X
<i>Striatella unipunctata</i>	X	X	
<i>Cocconeis placentula</i>	X	X	X
<i>Navicula radiosa</i>			X
<i>N. capitatoradiata</i>			X
<i>Navicula spp.</i>	X	X	X
<i>Pleurosigma sp.</i>	X	X	
<i>Pleurosira laevis</i>			X
<i>Epithemia sorex</i>	X	X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	X	X	X
<i>Nitzschia linearis</i>	X	X	X
<i>N. vermicularis</i>	X	X	X
<i>Cymatopleura solea</i>	X	X	
<i>Gyrosigma acuminata</i>			X
<i>Ciclostephanos sp.</i>			X
<i>Uthodesmium undulatum</i>			X
<i>Gomphonema pseudotenellum</i>			X
<i>Gomphoneis minuta</i>			X
<i>Cymbella affinis</i>			X
<i>Pennadas</i>		X	
DINOFLAGELADOS			
<i>Protoperidinium balechi</i>	X	X	X
<i>Protoperidinium spp.</i>			X
<i>Alexandrium tamarense</i>	X	X	
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			X
<i>Prorocentrum micans</i>			X
<i>Prorocentrum sp.</i>			X
SILICOFLAGELADOS			
<i>Oistephanus speculum</i>			X
CLOROFICEAS			
<i>Chlorella sp.</i>			X
<i>Schroederia setigera</i>			X
EUGLENOFICEAS'			
<i>Trachelomonas sp.</i>			X
<i>Euglena sp.</i>			

Tabla 4: bahía Engaño Campaña 15/05/1995

Est	Prof	Temp (°C)	Salinidad (g/l)	Oxl,dis, (%)	Oxi,dis, (ml/l)	NO3	NO2	N-NH4 (ug/l)	P-PO4	SIO3	Clorofila (ug/l)	M.Org.	FITO (Cel/l)
1	0					2,8	0,77	1,8	1,21	4,15	4,31	1000,73	
1	F					1,9	0,76	1,8	0,99	3,77	3,97	950,69	
2	0	12,07	33,65	100,87	8,79	3,22	0,92	2,1	1,25	7,32	1,81	937,53	
4	0	11,94	33,86	102,07	8,9	1,24	0,56	1,9	1,1	8,05	5,71	587,27	
6	0	11,9	33,41	103,66	9,07	0,7	0,08	1,5	0,79	2,11		945,43	1592750
9	0	11,98	33,8	99,46	8,67	2,83	1,05	1,6	1,18	7,03	1,22	795,32	289800
9	F					3,12	1,05	1,4	1,32	6,04	1,42	479,3	
11	0	11,95	33,8	98,6	8,6	3,26	1,03	1,3	1,3	13,5	1,18	484,56	
11	F					2,95	0,92	1,5	1,29	7,03	2,12	905,93	
13	0	11,89	33,63	98,46	8,61	3,15	0,95	1,7	1,31	11,4	1,43	397,66	158000
13	10					3,37	0,97	1,5	1,28	11,9	1,69	676,81	
14	0	11,97	33,86	94,02	8,2	2,78	0,97	1,8	1,16	8,2	1,64	705,78	
14	6					2,93	0,97	1,5	1,31	10,9	1,9	500,37	
16	0	11,84	33,79	78,41	6,86	3,54	0,97	1,4	1,43	8,31	1,03	724,21	22000
16	F					3,53	0,92	1,7	1,32	7,47	1,32	1335,19	
18	0	11,9	33,94	97,99	8,55	3,54	0,97	1,6	1,31	6,78	1,24	597,81	186000
18	F					3,84	0,95	1,8	1,3	7,5	1,03	711,05	
20	0	11,98	33,82	99,14	8,64	3,07	1,03	1,5	1,24	4,71	0,8	708,41	18900
20	F					3,56	1,08	1,3	1,34	4,88	0,93	518,8	
22	0	12,2	34	98,59	8,54	2,16	0,72	1,4	1,27	11,2	1	819,02	

Valores medios y desviaciones estandar en el río

	Temp (°c)	SpCond (uS/cm)	TDS (mg/l)	Sal (g/l)	DOsat (%)	DO (mg/l)
Media	4,2	1243	808	0,62	93,7	12,2
Des. std.	0,2	414	269	0,22	1	0,1
Nro. datos	280	280	280	280	280	280