

# SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL

---

DEPARTAMENTO OCEANOGRAFIA

*Informe técnico N° 01/2001*

## WOCE LINE AR08

ExpoCodes:

**08BD0493\_1**

**08BD0993\_1**

**08BD0394\_1**

**08EH1094\_1**

## DATOS FISICO-QUIMICOS Y CTD CAMPAÑAS OCEANOGRAFICAS CAP. OCA BALDA 04-93, 09-93 Y 03-94 Y DR. EDUARDO L. HOLMBERG 10-94

Marcela Charo, Ana P. Osiroff, Alberto R. Piola  
y Alejandro A. Bianchi



Noviembre, 2001

ARMADA ARGENTINA

# **Datos Físico-Químicos y CTD Campañas Oceanográficas Cap. Oca Balda 04-93, 09-93 y 03-94 y Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94.**

M. Charo<sup>1</sup>, A.P. Osiroff<sup>2</sup>, A.R. Piola<sup>1,3</sup> y A.A. Bianchi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval (SIHN), Montes de Oca 2124, (C1270ABV) Buenos Aires.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup> Dpto. Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), Pabellón II, 2° piso, Ciudad Universitaria, Núñez, (C1428EHA) Buenos Aires.

## **Resumen :**

Datos físico-químicos y de CTD obtenidos en las campañas oceanográficas realizadas a bordo del BIP Cap. Oca Balda (BD-04-93, BD-09-93 y BD-03-94) y del BIP Dr. Eduardo L. Holmberg (EH-10-94) son presentados en este informe técnico. En cada campaña se realizó una sección de estaciones oceanográficas a una latitud media de 38.5°S, dispuesta en forma transversal al talud continental a través del Frente Brasil/Malvinas. En la campaña EH-10-94 se realizó una sección adicional a una latitud media de 36.5°S. Se obtuvieron muestras de agua para la determinación de salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes. En las campañas BD-04-93 y BD-09-93, se realizó una sección de estaciones CTD de alta resolución a través de la confluencia Brasil/Malvinas. En estas secciones se realizaron series de diez perfiles de CTD a 500 m de profundidad con una separación promedio entre estaciones de 2 km. Los datos son presentados en forma de tablas y gráficamente para cada estación.

## **Abstract:**

Hydrographic and CTD data collected aboard the BIP Cap. Oca Balda (BD-04-93, BD-09-93 and BD-03-94) and the BIP Dr. Eduardo L. Holmberg (EH-10-94) are presented in this data report. In each cruise a section of hydrographic stations at a mean latitude of 38.5°S was occupied, normal to the continental slope across the Brazil/Malvinas Front. In cruise EH-10-94, an additional section was made at a mean latitude of 36.5°S. Water samples were collected for the determination of salinity, dissolved oxygen and nutrients. In cruises BD-04-93 and BD-09-93, a high-resolution survey was made across Brazil /Malvinas Confluence. Each survey consisted of ten CTD profiles to 500 m depth, with a 2 km. average separation between stations. The data are presented in tabular and graphical form for each station.

## INDICE

	Pág.
1. Introducción.....	1
2. Sistema de adquisición de datos.....	1
3. Muestras de agua y termómetros	
3.1. Descripción .....	2
3.2. Control de calidad .....	2
4. Procesamiento de los datos de CTD	
4.1. CTD NBIS/EG&G MK III .....	4
4.1.1. Tiempo de respuesta de los sensores .....	4
4.1.2. Edición los datos .....	5
4.1.3. Estandarización de la series .....	5
4.1.4. Calibración de presión y temperatura .....	5
4.1.5. Calibración de conductividad .....	6
4.2. CTD SBE 9/11 PLUS .....	9
5. Presentación de los datos	
5.1. Muestras de agua .....	9
5.2. CTD .....	10
Agradecimientos.....	11
Participantes .....	12
Listado de siglas de Instituciones.....	14
Bibliografía.....	14

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestras de agua, parámetros determinados por campaña .....	2
Tabla 2. Oxígeno disuelto, nutrientes, temperatura potencial y salinidad para =27.25 kg/m <sup>3</sup> .....	3
Tabla 3. Oxígeno disuelto, nutrientes, temperatura potencial y salinidad para =27.50 kg/m <sup>3</sup> .....	4
Tabla 4. Coeficientes de calibración Campaña Capitán Oca Balda 04-93.....	7
Tabla 5. Coeficientes de calibración Campaña Capitán Oca Balda 09-93.....	7
Tabla 6. Coeficientes de calibración Campaña Capitán Oca Balda 03-94.....	7
Tabla 7. Coeficientes de calibración Campaña Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94.....	8

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la Campaña Capitán Oca Balda 04-93.....	15
Figura 2. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la Campaña Capitán Oca Balda 09-93.....	15
Figura 3. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la Campaña Capitán Oca Balda 03-94.....	16
Figura 4. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la Campaña Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94.....	16
Figura 5. Residuos de la diferencia entre parámetros medidos con el CTD y muestras de agua/termómetros después de aplicar las calibraciones de CTD presentadas en la Tabla 4, Campaña Capitán Oca Balda 04-93. a) Temperatura y b) Conductividad.....	8
Figura 6. Residuos de la diferencia entre parámetros medidos con el CTD y muestras de agua/termómetros después de aplicar las calibraciones de CTD presentadas en la Tabla 5, Campaña Capitán Oca Balda 09-93. a) Temperatura y b) Conductividad.....	8
Figura 7. Residuos de la diferencia entre parámetros medidos con el CTD y muestras de agua/termómetros después de aplicar las calibraciones de CTD presentadas en la Tabla 6, Campaña Capitán Oca Balda 03-94. a) Temperatura y b) Conductividad.....	9
Figura 8. Residuos de la diferencia entre parámetros medidos con el CTD y muestras de agua después de aplicar las calibraciones de CTD presentadas en la Tabla 7, Campaña Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94. Conductividad.....	9

## INDICE DE LISTADOS Y GRAFICOS

<b>Campaña Capitán Oca Balda 04-93</b>	
Listados de CTD y muestras de agua por estación .....	19
Perfiles verticales y diagramas /S de CTD por estación.....	36
Diagramas /S y /O <sub>2</sub> de botella por campaña .....	43

Pág.

**Campaña Capitán Oca Balda 09-93**

Listados de CTD y muestras de agua por estación .....	47
Perfiles verticales y diagramas /S de CTD por estación.....	62
Diagramas versus variables físico-químicas por campaña .....	68

**Capitán Oca Balda 03-94**

Listados de CTD y muestras de agua por estación .....	73
Perfiles verticales y diagramas /S de CTD por estación.....	84
Diagramas versus variables físico-químicas por campaña .....	91

**Campaña Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94**

Listados de CTD y muestras de agua por estación .....	95
Perfiles verticales y diagramas /S de CTD por estación.....	110
Diagrama /S de botella por campaña.....	119

## **1. INTRODUCCION**

Investigadores del Servicio de Hidrografía Naval (SIHN) llevaron a cabo el proyecto denominado **CORRIENTES DE CONTORNO DEL ATLANTICO SUDOCCIDENTAL**, como una contribución argentina al World Ocean Circulation Experiment (WOCE, ver Piola y Bianchi, 1992; Bianchi et al, 1997). El proyecto se inició en septiembre de 1991.

Las campañas oceanográficas del B.I.P. Capitán Oca Balda 04/93 (BD-04-93), 09/93 (BD-09-93), 03/94 (BD-03-94) y del B.I.P. Dr. Eduardo L. Holmberg 10/94 (EH-10-94) cuyos datos se presentan en este informe, se realizaron dentro del marco de este proyecto. Asimismo, las estaciones 1 a 14 de la campaña BD-03-94 también corresponden a la actividad de campo del proyecto Frente de Talud.

La parte observacional del proyecto consiste en la realización de muestreos periódicos de la situación sinóptica en la Confluencia Brasil/Malvinas. En cada relevamiento se efectúa una serie de estaciones oceanográficas que incluye perfiles continuos de presión, temperatura y conductividad y muestreos discretos de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y nutrientes. Estas estaciones están dispuestas en forma transversal al talud continental y tienen una extensión suficiente para alcanzar la Corriente de Brasil.

En este informe se presentan los datos físico-químicos y CTD de las campañas oceanográficas BD-04-93 (Figura 1), BD-09-93 (Figura 2), BD-03-94 (sólo estaciones 1 a 14, Figura 3) y EH-10-94 (Figura 4).

## **2. SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS**

En las cuatro campañas que se presentan en este informe se utilizó un perfilador continuo de presión, temperatura y conductividad (CTD) tipo NBIS MKIII marca Neil Brown Instrument Systems. Además, en la campaña realizada en el B.I.P. Dr. E. Holmberg las primeras siete estaciones fueron realizadas con un perfilador CTD con sensor de oxígeno y fluorómetro tipo SBE 9/11 plus marca Sea-Bird Electronics, Inc.. Las muestras de agua fueron obtenidas con una roseta marca General Oceanics de doce botellas Niskin de cinco litros. En las campañas realizadas a bordo del B.I.P. Oca Balda se utilizaron termómetros de inversión protegidos y no protegidos para la determinación de temperatura in-situ y profundidades termométricas. La roseta se encuentra instalada sobre el CTD aproximadamente 120 cm de los sensores. Esta configuración permite obtener valores de calibración para la presión, temperatura y conductividad del CTD en cada estación y muestras de agua para su posterior análisis químico.

La adquisición de los datos de CTD fue realizada con un computador personal (PC) utilizando los programas Oceansoft Mark III Acquisition "MK3ACQ" de EG&G Marine Instruments y Seasoft CTD Data Acquisition Software de Sea-Bird Electronics, Inc., que permiten el listado, ploteo y almacenamiento de los datos en tiempo real, posibilitando llevar a cabo un procesamiento preliminar y evaluar la calidad de los datos a bordo.

### 3. MUESTRAS DE AGUA Y TERMOMETROS

#### 3.1 Descripción

En cada estación oceanográfica se obtuvieron muestras de agua con el objeto de calibrar los datos de CTD y determinar la concentración de oxígeno disuelto y nutrientes. Los datos de termómetros de inversión, se utilizaron para la determinación de la temperatura y la profundidad in-situ. La razón de conductividad de las muestras de agua fue determinada con un salinómetro marca Plessey modelo 6230 N, estandarizado con agua normal de Wormley (Partida P118-Nov.1991 y Partida P123-Jun.1993) y con un salinómetro marca Autosal modelo 8400 B, estandarizado con agua normal de Wormley (Partida P123-Jun. 1993). Las salinidades fueron calculadas mediante la Escala Práctica de Salinidades de 1978 (UNESCO, 1981a). En la campaña BD-04-93, después de procesar las muestras de agua para la determinación de la salinidad de las primeras nueve estaciones, el salinómetro empezó a derivar significativamente lo que obligó a suspender las mediciones. Las muestras de las estaciones restantes fueron selladas para su posterior medición en el laboratorio del Servicio de Hidrografía Naval. El oxígeno disuelto fue determinado mediante una técnica de Carpenter (1965) modificada. Las muestras de agua para la determinación de nutrientes fueron congeladas a bordo a una temperatura de -20°C para su análisis en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero utilizando el método de Grasshoff et al., (1983). Si bien en la primera etapa de la campaña EH-10-94 (estaciones 1 a 7) se tomaron muestras de agua para la determinación de salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes y CFC en este informe sólo se presentan los datos de salinidad.

**Tabla 1**  
**Muestras de agua, parámetros determinados por campaña**

Campaña	Fecha	Parámetros analizados	Total de muestras
BD-04-93	27/03 al 30/03/1993	Salinidad, oxígeno disuelto	122
BD-09-93	22/08 al 24/08/1993	Salinidad, oxígeno disuelto, silicatos, nitratos, nitritos y fosfatos	139
BD-03-94 (*)	06/03 al 07/03/1994	Salinidad, silicatos, nitratos, nitritos y fosfatos	158
EH-10-94	18/09 al 25/09/1994	Salinidad	166

(\*) Sólo estaciones 1 a 14.

#### 3.2. Control de calidad

El control de calidad de las muestras de agua se realizó tomando en cuenta dos aspectos:

**a)** Comparación sistemática entre la presión, la temperatura y salinidad de roseta con los datos de CTD medidos simultáneamente. La calibración de las observaciones de CTD se describe más adelante.

En la campaña BD-03-94, la roseta presentó problemas en su funcionamiento, lo que dificultó el procesamiento posterior de los datos de botella. Por este motivo, algunos valores fueron descartados, mientras que otros, considerados dudosos, se incluyeron en los listados de

botella y están indicados con una letra d a la derecha del valor.

**b) Comparación con datos históricos:**

Para cada campaña se compararon las distribuciones de temperatura potencial vs. salinidad, oxígeno disuelto, silicatos, nitratos, nitritos y fosfatos con las mismas distribuciones basadas en datos históricos de alta precisión. El contraste se realizó para anomalías de densidad potencial de 27.25 y 27.50 kg/m<sup>3</sup>. Para la comparación se utilizaron datos de las campañas Atlantis II-107-3 (Guerrero et al., 1982), Atlantis II-107-10 (Piola et al., 1981), Marathon 7-1984 (Camp et al., 1984), Save V-1988 (Scripps Institution of Oceanography, 1989), Geosecs 6-1981 (Geosecs Atlantic Expedition-Vol.1, Bainbridge A., 1981), Puerto Deseado 02-88, Confluencia 88 y Confluencia 89 (Charo et al., 1991), Oca Balda 04-91, Dr. E. Holmberg 04-92 y El Austral 01-92 (Osiroff et al., 1993).

En la campaña BD-04-93, los datos de nutrientes mostraron valores por debajo de la media histórica en la región, se hicieron una serie de ensayos para re-calibrarlos utilizando los datos de Save IV y V-1988 (Scripps Institution of Oceanography, 1989), pero no se llegó a ningún resultado satisfactorio motivo por el cual se decidió no incluir los datos de nutrientes en este informe.

La comparación de los datos de oxígeno disuelto, nutrientes, salinidad y temperatura potencial de las cuatro campañas con los datos históricos se resume en las tablas 2 y 3. Las mismas presentan los valores medios de cada variable sobre dos superficies isopícnas:  $\sigma_{\theta}=27.25$  y  $\sigma_{\theta}=27.50$  kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 2**  
**Oxígeno disuelto, nutrientes, temperatura potencial**  
**y salinidad para  $\sigma_{\theta}=27.25$**

Campaña	Anomalía de densidad potencial (kg/m <sup>3</sup> )				$\sigma_{\theta}=27.25$		
	O <sub>2</sub>	SiO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	$\theta$	S
AII-107-3	5.71	27.1	28.6	0.02	1.98	3.338	34.224
AII-107-10	5.57	35.1	29.9	0.05	2.09	3.275	34.208
MARATHON 7	5.48	29.8	27.3	0.00	1.93	3.708	34.291
SAVE 5	5.56	29.0	30.3	0.01	2.07	3.352	34.245
GEOSECS 6	4.98	26.7	30.0		1.99	4.093	34.290
PD-02-88	5.51	36.4	24.1	0.19	1.89	3.004	34.203
CONF 89	5.40	33.5	32.2		2.33	3.582	34.278
BD-04-91	5.89	23.4	20.5	0.05	1.89	3.103	34.217
EH-04-92	5.65	33.0	27.1	0.03	2.23	3.320	34.242
EA-01-92	5.83	24.7	26.1	0.00	1.68	3.023	34.207
<b>BD-04-93</b>	<b>5.78</b>					<b>3.126</b>	<b>34.228</b>
<b>BD-09-93</b>	<b>5.55</b>	<b>23.9</b>	<b>27.6</b>	<b>0.03</b>	<b>2.00</b>	<b>3.232</b>	<b>34.230</b>
<b>BD-03-94</b>		<b>28.3</b>	<b>27.5</b>	<b>0.03</b>	<b>1.96</b>	<b>3.447</b>	<b>34.263</b>
<b>EH-10-94</b>						<b>3.438</b>	<b>34.294</b>

**Tabla 3**  
**Ox geno disuelto, nutrientes, temperatura potencial**  
**y salinidad para  $\sigma_t=27.50$**

Campa a	Anomala de densidad potencial (kg/m <sup>3</sup> )						$\sigma_t=27.50$	
	O <sub>2</sub>	SiO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	$\theta$	S	
AII-107-3	4.43	54.2	31.9	0.00	2.21	2.768	34.475	
AII-107-10	4.47	62.0	33.3	0.00	2.31	2.547	34.440	
MARATHON 7	4.44	52.1	30.4	0.00	2.10	3.014	34.521	
SAVE 5	4.35	57.9	33.5	0.01	2.29	2.704	34.484	
GEOSECS 6	4.33	52.0	33.1		2.23	2.818	34.452	
PD-02-88	4.36	65.0	30.3	0.11	2.36	2.593	34.467	
CONF 89	4.55	52.2	33.9		2.45	2.827	34.497	
BD-04-91	4.45	49.9	21.1	0.05	2.04	2.724	34.487	
EH-04-92	4.92	50.1	31.9	0.08	2.13	2.866	34.503	
EA-01-92	4.28	40.1	25.9	0.00	1.62	2.589	34.472	
<b>BD-04-93</b>	<b>4.55</b>					<b>2.677</b>	<b>34.471</b>	
<b>BD-09-93</b>	<b>4.57</b>	<b>43.1</b>	<b>33.0</b>	<b>0.03</b>	<b>2.23</b>	<b>2.631</b>	<b>34.479</b>	
<b>BD-03-94</b>		<b>42.2</b>	<b>31.3</b>	<b>0.03</b>	<b>2.03</b>	<b>3.049</b>	<b>34.516</b>	
<b>EH-10-94</b>						<b>2.735</b>	<b>34.530</b>	

#### 4. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CTD

##### 4.1. CTD NBIS/EG&G MKIII

##### 4.1.1. Tiempo de respuesta de los sensores

La performance de un CTD es funci n de la precisi n de los sensores y la frecuencia de muestreo. Esta ltima, a su vez est limitada por el tiempo de respuesta de los sensores a los cambios ambientales. Las mediciones de temperatura, en particular, sufren una inercia inaceptable para el correcto c lculo de la salinidad (tiempo de respuesta de aproximadamente 250 ms ).

En algunos CTD esta deficiencia se compensa parcialmente combinando un termistor de respuesta r pida con un term metro de alta estabilidad. Lamentablemente, esta configuraci n requiere un ajuste extremadamente preciso de la electr nica asociada que no pudo llevarse a cabo en el instrumento utilizado en estas campa as. Por esta raz n, fue eliminado el termistor y se oper s lo con el term metro de platino. Como consecuencia de la inercia t rmica de este, se producen inversiones espurias en la densidad asociadas a los errores de salinidad. A fin de minimizar este inconveniente, se procede a aplicar a la conductividad un filtro recursivo exponencial de la forma:

$$C(t) = C(t - \delta t) W_0 + C_i W_1 \quad (4.1)$$

donde  $W_0 = e^{-\delta t/\tau}$

$$W_1 = 1 - W_0,$$

siendo,  $\tau$  la constante de tiempo del term metro de platino,  $\delta t$  es el intervalo de muestreo del CTD (0.025 seg. para el Mark III),  $C$  la conductividad filtrada y  $C_i$  la conductividad sin filtrar.

El filtro debe producir un retardo efectivo de la conductividad comparable a los efectos de la inercia t rmica caracter stica del term metro. La determinaci n del retardo a aplicar se basa

en la máxima correlación entre las perturbaciones de conductividad y temperatura. El retardo obtenido por este método para las cuatro campañas es de 6 registros, lo cual equivale a unos 200 ms.

#### 4.1.2 Edición de los datos.

El primer paso en el procesamiento de los datos de CTD es la edición, para ello se utilizó un programa que permite analizar los datos crudos de presión, temperatura y conductividad. El mismo detecta valores espurios de dichos parámetros, comparando las diferencias entre el valor previo y el corriente de cada variable con un criterio de tolerancia para cada una de ellas y con el rango de presión, según las características de la columna de agua. Si la diferencia excede el valor impuesto, ese dato es considerado cuestionable y se le asigna una marca que hace que los programas posteriores no lo tengan en cuenta.

#### 4.1.3 Estandarización de las series

En la segunda etapa los datos editados son promediados y calibrados para generar una serie de temperatura y conductividad a intervalos uniformes de presión. Primero se aplica el filtro que elimina la diferencia en el tiempo de respuesta de los sensores (Ec. 4.1) y se convierten las series de datos crudos en una serie promediada en presión. En general, la serie resultante no tiene un intervalo de presión constante debido a que la velocidad de arriado del instrumento no es uniforme. A continuación se aplican las calibraciones de temperatura y conductividad y se genera una serie de datos a intervalos de presión de 2 decibares.

#### 4.1.4 Calibración de presión y temperatura

Los datos de presión, temperatura y conductividad son calibrados en forma secuencial, en ese orden. Las calibraciones aplicadas a la presión y temperatura son de la forma:

$$P_c = P_m - A$$

$$T_c = T_m + B$$

donde  $P_c$  y  $T_c$  son presión y temperatura corregidas,  $P_m$  y  $T_m$  son las variables medidas por el CTD, y  $A$  es un valor de presión constante que se obtiene de promediar las diferencias respecto de 0 dbar de la presión del instrumento en cubierta. En las campañas BD-04-93, BD-09-93 y BD-03-94 el coeficiente  $B$  es un valor de temperatura constante determinado en base a un promedio de las diferencias entre los datos de temperatura del CTD y los datos de temperatura in-situ obtenidos de los termómetros de inversión de las botellas. Los datos de temperatura de termómetros que conducen a diferencias mayores que dos desvíos estándar del correspondiente promedio son considerados dudosos y no se utilizan para la calibración. En la campaña a EH-10-94,  $B$  fue determinado en laboratorio utilizando un OTM (módulo para calibración de temperatura con 0.001°C de precisión).

#### 4.1.5. Calibración de conductividad:

En laboratorio se realiza una calibración de conductividad que transforma la conductancia medida por el CTD  $G$  a conductividad  $C$ , teniendo en cuenta la deformación de los materiales de la celda que es propia de cada instrumento. Para el CTD NBIS/EG&G Mark III, la conductividad es

$$C = G(1 + \alpha(T - T_0) + \beta(P - P_0))$$

donde  $\alpha = -6.5 \text{ E-6 } ^\circ\text{C}^{-1}$

$$\beta = 1.5 \text{ E-8 dbar}^{-1}$$

$$T_0 = 2.8 ^\circ\text{C}$$

$$P_0 = 3000 \text{ dbar}$$

$P$ ,  $T$  y  $G$  son presión, temperatura y conductancia medidas por el CTD.

Luego, se estima la diferencia entre los datos de las muestras de agua y los correspondientes al CTD. Se ajustan los coeficientes de calibración de conductividad, de modo que la suma de los cuadrados de esas diferencias -varianzas- se minimicen.

El procedimiento de edición es tal que permite extraer los residuos que se aparten del ajuste en más del factor  $F$  por el desvío estándar. El procedimiento de ajuste iterativo para la obtención de los coeficientes de conductividad permite eliminar datos espurios de acuerdo a:

$$|(C_w - C_m)| > F \cdot \sigma$$

Para una distribución normal, un valor de  $F=2.8$  implica que la probabilidad de eliminar datos buenos es 0.5 %. Luego de extraer los valores malos, los datos restantes son reajustados en forma similar hasta eliminar todos los valores que se encuentran fuera del criterio considerado. Finalmente, la conductividad corregida será:

$$C_c = D \cdot C_m + E$$

donde  $D$  es el coeficiente de primer orden y  $E$  el de orden cero obtenidos del ajuste.

En la estación 4 de la campaña BD-09-93, el CTD realizó el descenso y el ascenso con sus sensores cubiertos con un capuchón protector. La comparación de los datos calibrados con los coeficientes de la Tabla 5 con los datos de botellas, mostró en la salinidad una diferencia promedio de 0.023, motivo por el cual se re-calibró la salinidad sumándole a toda la columna de agua ese valor constante. Por esta razón los datos de esta estación se deben considerar cuestionables.

**Tabla 4**  
**Coeficientes de calibraci n del CTD**  
**Campa a Capit n Oca Balda 04-93**

	Coef 0	Coef 1	Desv o Est ndar	Nro. datos
Presi n (dbar) *	-1.44		0.39	25
Temperatura (iC)	0.0195		0.0164	30
Conductividad (mmho) **	3.3109E <sup>-3</sup>	0.10003	0.0052	73

(\*) incluyendo las estaciones de alta resoluci n.

(\*\*) utilizando las estaciones 1 a 9.

**Tabla 5**  
**Coeficientes de calibraci n del CTD**  
**Campa a Capit n Oca Balda 09-93**

	Coef 0	Coef 1	Desv o Est ndar	Nro. datos
Presi n (dbar) *	-1.54		0.50	20
Temperatura (iC)	0.0399		0.0179	24
Conductividad (mmho)	4.7814E <sup>-2</sup>	0.99972	0.0058	118

(\*) incluyendo las estaciones de alta resoluci n.

**Tabla 6**  
**Coeficientes de calibraci n del CTD**  
**Campa a Capit n Oca Balda 03-94 (\*\*\*)**

	Coef 0	Coef 1	Desv o Est ndar	Nro. datos
Presi n (dbar)	-2.03		0.17	60
Temperatura (iC)	0.0352		0.0168	73
Conductividad (mmho)	2.7096E <sup>-2</sup>	0.99967	0.0048	260

(\*\*\*) utilizando las estaciones del proyecto Corrientes de Contorno y Frente de Talud.

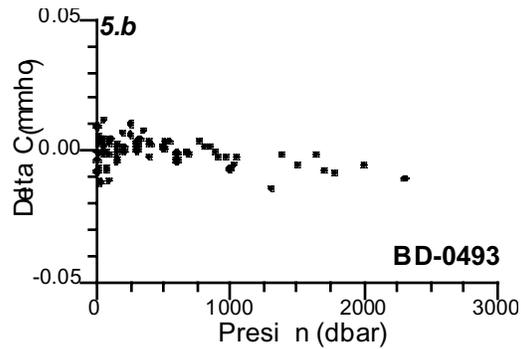
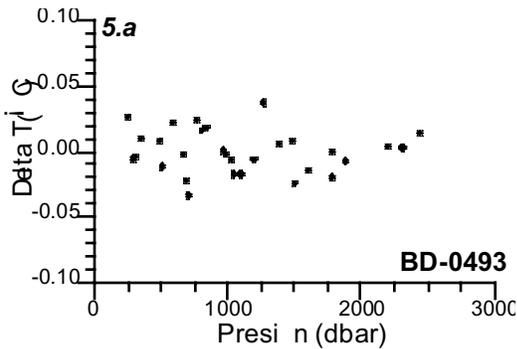
**Tabla 7**  
**Coeficientes de calibración del CTD**  
**Campa a Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94 (\*\*\*)**

	Coef 0	Coef 1	Desv o Est ndar	Nro. datos
Presión (dbar)	-1.75		0.19	10
Temperatura (i C)*	0.023			
Conductividad (mmho)	1.5284E <sup>-2</sup>	0.99901	0.0069	76

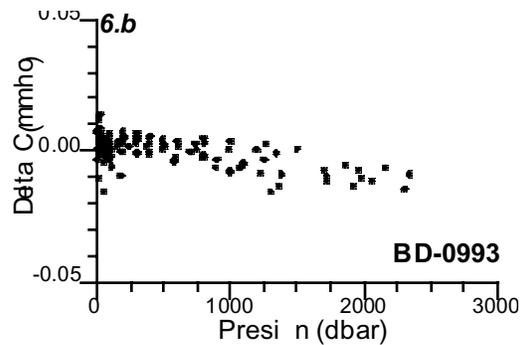
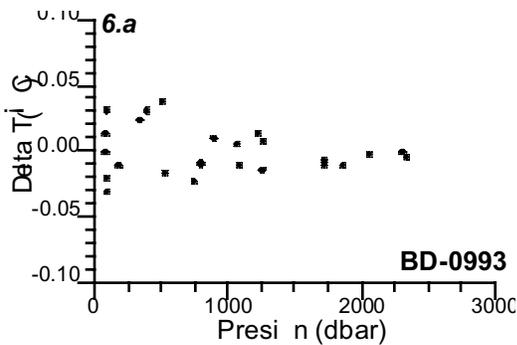
(\*\*\*) utilizando las estaciones de la segunda etapa (8 a 17)

(\*) Valor obtenido por calibración con un OTM (M dulo para calibración de temperatura con 0.001iC de precisión).

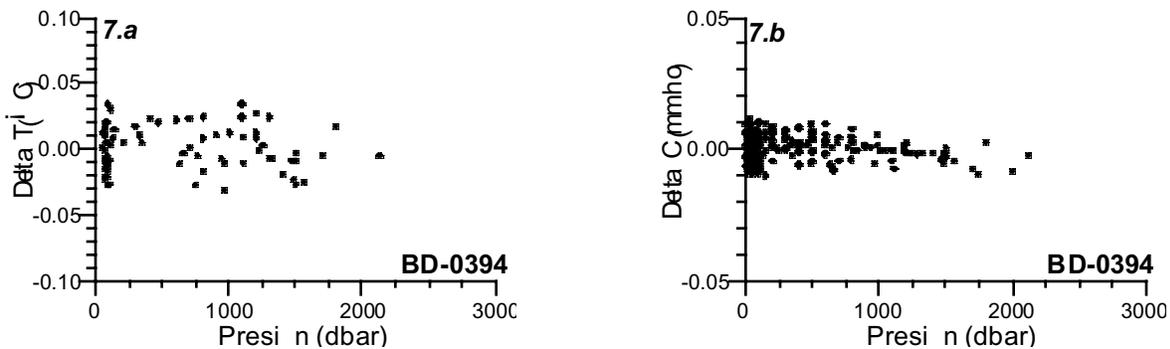
En las figuras 5, 6, 7 y 8 se presentan las distribuciones residuales de la diferencia entre los parámetros medidos con el CTD y los correspondientes a las muestras de agua en función de la presión para cada campaña.



Figs. 5.a y 5. b: Residuos de temperatura y conductividad en función de la presión para la campaña a BD-0493.



Figs. 6.a y 6. b: Residuos de temperatura y conductividad en función de la presión para la campaña a BD-0993.



Figs. 7.a y 7. b: Residuos de temperatura y conductividad en funci n de la presi n para la campa a BD-0394.

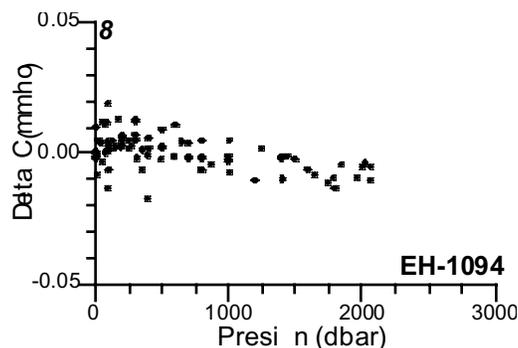


Fig. 8: Residuos de conductividad en funci n de la presi n para la campa a EH-1094 (s lo est. 8 a 17).

## 4.2. CTD SBE 9/11 PLUS

Se utiliz el programa de adquisici n Seasoftware, versi n 4.201 de Sea-Bird Electronics, Inc., que contiene una serie de programas para el procesamiento de los datos obtenidos con este instrumento. Fundamentalmente incluye los mismos pasos seguidos en el procedimiento para el caso del CTD Neil Brown. Mediante el an lisis gr fico de los perfiles de temperatura y salinidad se determin que, a fin de minimizar picos espurios en salinidad, el retardo efectivo de la temperatura respecto a la conductividad es de 30 ms.

Los datos fueron procesados con la calibraci n pre-crucero realizada en laboratorio.

## 5. PRESENTACION DE LOS DATOS

### 5.1 Muestras de agua

Los datos provenientes de las muestras de agua se presentan conjuntamente con la informaci n calibrada de CTD para el instante de cierre de cada botella. En cada estaci n se presentan los siguientes par metros para cada botella:

#### CTD

PR : Presi n en decibares

TE : Temperatura en  $^{\circ}$ C

SAL : Salinidad (UNESCO, 1981a y 1983)

O<sub>2</sub> : Ox geno disuelto en ml/l (s lo en EH-10- 94 estaciones 1 a 7)

TP : Temperatura potencial en  $^{\circ}\text{C}$  (Bryden, 1973)

## ROSETA

TE : Temperatura en  $^{\circ}\text{C}$

SAL : Salinidad (UNESCO, 1981a)

$\text{O}_2$  : Concentraci3n de ox3geno disuelto en ml/l

$\text{SiO}_3$  : Concentraci3n de silicatos en mol/kg

$\text{NO}_3$  : Concentraci3n de nitratos en mol/kg

$\text{NO}_2$  : Concentraci3n de nitritos en mol/kg

$\text{PO}_4$  : Concentraci3n de fosfatos en mol/kg

Los datos considerados dudosos est3n indicados con una letra d3a la derecha del valor en los listados. Los valores de temperatura y salinidad provenientes de las botellas fueron graficados sobre los perfiles verticales de cada estaci3n. Tambi3n se presentan, para cada campaa, gr3ficos de salinidad, ox3geno disuelto y nutrientes en funci3n de la temperatura potencial.

## 5.2 CTD

Para cada estaci3n se presentan en forma gr3fica las distribuciones verticales de temperatura potencial, salinidad y anomal3a de densidad potencial calculada utilizando el algoritmo para la ecuaci3n de estado del agua de mar dado por Millero y Poisson, (1981) para toda la columna de agua. En algunas estaciones se encontraron diferencias entre los valores de botella y el perfil del CTD, debidas a la variaci3n observada entre el descenso y el ascenso, motivo por el cual se presentan ambos perfiles.

Los perfiles de las piernas de alta resoluci3n de las campas BD-04-93 (BD04D012 y BD04D121-131) y BD-09-93 (BD09D120-129) est3n contruidos de la siguiente manera: los primeros perfiles de temperatura, salinidad y anomal3a de densidad potencial coinciden con la escala del eje correspondiente, mientras que los restantes est3n desplazados secuencialmente en  $1^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25$  y  $0.5 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. En forma de tabla, se presentan los datos de CTD a profundidades est3ndar y un encabezamiento que contiene la siguiente informaci3n:

C3digo de buque: BD (B.I.P. Capit3n Oca Balda) y EH (B.I.P. Dr. Eduardo L. Holmberg)

Fecha: da, mes y a3o

Hora GMT (hh:mm)

Latitud y longitud del comienzo de estaci3n, en grados, minutos y cent3simas de minuto.

Aceleraci3n de la gravedad en  $\text{m/s}^2$  (An3nimo, 1970)

Par3metro de Coriolis en  $\text{s}^{-1}$

Profundidad s3nica en metros

SAL: Salinidad (UNESCO, 1981a y 1983)

$\text{O}_2$  : Ox3geno disuelto en ml/l (s3lo en EH-10-94, estaciones 1 a 7)

TPOT: Temperatura potencial en  $^{\circ}\text{C}$  (Bryden, 1973)

SIG-TH: Anomal3a de densidad potencial en  $\text{kg/m}^3$  (UNESCO, 1981b)

$\text{IC}_2$ ,  $\text{IC}_4$ : Anomal3a de densidad potencial, presiones de 2000 y 4000 dbars

respectivamente en  $\text{kg/m}^3$  (UNESCO, 1981b)

ALT-DIN: Altura dinámica en metros dinámicos ( $10 \text{ J/kg}$ )

PE: Anomalia de energía potencial en  $10^{-5} \text{ J/m}^2$  (Fofonoff, 1962)

GRD-TP: Gradiente vertical de temperatura potencial ( $\Delta T_z$ ) en  $10^{-3} \text{ }^\circ\text{C/dbar}$

GRD-S: Gradiente vertical de salinidad ( $\Delta S_z$ ) en  $10^{-3}/\text{dbar}$

TASA DENS.: Tasa de densidad ( $R\rho = \alpha\Delta T_z + \beta\Delta S_z$ )

B-V: Frecuencia de Brunt-Väisälä en ciclos/hora (Fofonoff, 1985)

PROF: Profundidad en metros (Saunders y Fofonoff, 1976)

**Agradecimientos.** El proyecto **CORRIENTES DE CONTORNO DEL ATLANTICO SUDOCCIDENTAL** es financiado por el Servicio de Hidrografía Naval. Los gastos de publicación del presente informe fueron financiados por el proyecto SACC—CRN del Instituto Inter-Americano para el Estudio del Cambio Global. Expresamos nuestro agradecimiento a los científicos y técnicos participantes y a la tripulación de los buques B.I.P. "Capitán Oca Balda" y B.I.P. "Dr. Eduardo L. Holmberg". Su colaboración, dedicación y profesionalidad contribuyeron en gran medida al éxito de la etapa observacional del proyecto.

**Participantes**  
**Cap. Oca Balda 04-93**

Nombre	Instituci n	Tarea
Piola, Alberto	SIHN	Jefe Cient fico
Arango, Jos	CONICET	CTD
Baldoni, Ana	INIDEP/CONICET	CTD
Balestrini, Carlos	SIHN	Responsable instrumental
Bianchi, Alejandro	SIHN	Responsable CTD
Blaha, Francisco	INIDEP	Nutrientes
Collino, Gerardo	SIHN	CTD
Giulivi, Claudia	SIHN/CONICET	CTD
Guerrero, Ra l	INIDEP	Responsable CTD
L pez, Fernando	INIDEP	Electr nica
Molina, Daniel	SIHN	Ox geno disuelto
Osiroff, Ana	SIHN/CONICET	Salinidad
Tosonotto, Gabriela	IAA	CTD

**Participantes**  
**Cap. Oca Balda 09-93**

Nombre	Instituci n	Tarea
Piola, Alberto	SIHN	Jefe Cient fico
Baldoni, Ana	INIDEP/CONICET	CTD
Balestrini, Carlos	SIHN	Responsable instrumental
Benavides, Hugo	INIDEP	Productividad primaria
Bianchi, Alejandro	SIHN	Responsable CTD
Carignan, Mario	INIDEP	Nutrientes
Casta eda, Fernando	UNMDP	Material particulado
Collino, Gerardo	SIHN	CTD
Charo, Marcela	SIHN	CTD
Frami an, Mariana	SIHN	CTD
Guerrero, Ra l	INIDEP	Responsable CTD
Molina, Daniel	SIHN	Ox geno disuelto
Negri, Rub n	INIDEP	Material particulado
Osiroff, Ana	SIHN/CONICET	Salinidad

**Participantes**  
**Cap. Oca Balda 03-94**

Nombre	Instituci n	Tarea
Piola, Alberto	SIHN	Jefe Cient fico
Benavides, Hugo	INIDEP	Productividad primaria
Bianchi, Alejandro	SIHN	Responsable CTD
Blaha, Francisco	INIDEP	Fitoplancton/Nutrientes
Carignan, Mario	INIDEP	Nutrientes
Cerd , Mariana	UNMDP	Productividad primaria/Fitoplancton
Collino, Gerardo	SIHN	CTD
Cucci Colleoni, Daniel	INIDEP	Clorofila
Charo, Marcela	SIHN	Responsable CTD
Fr as, Juan	SIHN	CTD
Garea, Eugenia	ITBA	CTD
Moretti, Ana	ITBA	CTD
Negri, Rub n	INIDEP	Material particulado
Osiroff, Ana	SIHN/CONICET	Salinidad

**Participantes**  
**Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94**

Nombre	Instituci n	Tarea
Piola, Alberto	SIHN	Jefe Cient fico (1ra. y 2da. etapa)
Andri , Chantal	LODYC	CFC (1ra. etapa)
Arango, Jos	SIHN	CTD (1ra. etapa)
Balestrini, Carlos	CONICET	Responsable CTD (2da. etapa)
Bianchi, Alejandro	SIHN	Responsable CTD (1ra. y 2da. etapa)
Boudjellal, Benyahia	CNES	Nutrientes (1ra. etapa)
Charo, Marcela	SIHN	CTD (1ra. y 2da. etapa)
Dalmau, Lucila	ITBA	CTD (1ra. etapa)
Diverres, Denis	LODYC	CFC (1ra. etapa)
Garea, Maribel	ITBA	CTD (1ra. etapa)
Henry , Fran oise	CNES	Ox geno disuelto (1ra. etapa)
Kestenare, Elodie	LODYC	Responsable CTD (1ra. etapa)
Larqu , Lionel	CNES	Nutrientes (1ra. etapa)
Vigan, Xavier	LODYC	CTD (1ra. etapa)
Osiroff, Ana	SIHN/CONICET	Salinidad/CTD (1ra. y 2da. etapa)
Pascucci, Claudio	SIHN	Electr nica/CTD (1ra. y 2da. etapa)

## LISTADO DE SIGLAS DE INSTITUCIONES

**CNES:** Centre National des Etudes Spatiales, Toulouse, Francia.

**CONICET:** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires.

**IAA:** Instituto Antártico Argentino, Buenos Aires.

**INIDEP:** Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.

**ITBA:** Instituto Tecnológico Buenos Aires.

**LODYC:** Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie, Université Paris VI, Francia.

**SIHN:** Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires.

**UNMDP:** Universidad Nacional de Mar del Plata.

## BIBLIOGRAFIA

Anónimo, 1970, Bulletin Geodesique.

Bainbridge A.E., 1981, Geosecs Atlantic Expedition, Volume 1, Hydrographic Data, 1972-1973.

Bryden, H.L., 1973, New polynomial for thermal expansion, adiabatic temperature gradient and potential temperature of sea water, Deep Sea Research, 20, 401-408.

Bianchi, A.A., A.R. Piola, A.P. Osiroff and M. Charo, 1997. AR8: Upper ocean variability and mixing in the Brazil Malvinas Confluence, International WOCE Newsletter, 27, pp. 10-12.

Carpenter, J.H., 1965, The accuracy of the Winkler method for dissolved oxygen analysis. Limnology and Oceanography, 10, 135-140.

Camp, D., W. Haines, B. Huber, 1985, MARATHON Leg 7, CTD/ Hydrographic Data, Preliminary Report, Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University.

Charo, M., A.P. Osiroff, A.A. Bianchi y A.R. Piola, 1991, Datos Físico-Químicos, CTD y XBT, Campañas Puerto Deseado 02-88, Confluencia 88 y Confluencia 89. Informe Técnico, Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, N° 59/1991.

Fofonoff, N.P., 1962. Dynamics of ocean currents. In The Sea: Ideas and Observations on progress in the Study of the Seas, 1: Physical Oceanography, M.N. Hill, ed., Wiley, Interscience, New York, pp. 323-395.

Fofonoff, N.P., 1985. Physical properties of seawater: a new salinity scale and equation of state for seawater. Journal of Geophysical Research, 90(C2): 3332-3342.

Grasshoff, K., 1983, Methods of sea water analysis, edited by K. Grasshoff, M. Ehrhardt and K. Kremling, editoriel VERLAG CHEMIE GmbH, Weinheim, 1983, Germany.

Guerrero, R.A., C.L. Greengrove, S.E. Rennie, B.A. Huber y A.L. Gordon, 1982, ATLANTIS II Cruise 107-3, Technical Report L-DGO 82-2, Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University.

Millero, F.J., A. Poisson, 1981, International one-atmosphere equation of state of seawater, Deep Sea Research, 28, 6, 625-629.

Osiroff, A.P., M. Charo, A.R. Piola y A.A. Bianchi, 1993, Datos físico-químicos, CTD y XBT, Campañas Oceanográficas Cap. Oca Balda 04-91, Dr. Eduardo L. Holmberg 04-92 y El Austral 01-92. Informe Técnico, Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, N° 72/1993.

Piola, A.R. y A.A. Bianchi, 1992, AR8: Southwest Atlantic Boundary Currents, WOCE Newsletter 12, International Project Office at Natural Environment Research Council, Institute of Oceanographic Sciences, Deacon Laboratory, pp. 14-16.

Piola, A.R., D.T. Georgi y M.C. Stalcup, 1981, Water sample and XBT data from ATLANTIS II Cruise 107 Leg X. Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report WHOI-81-78.

Saunders, P.M. y N.P. Fofonoff, 1976, Conversion from pressure to depth in the ocean. Deep-Sea Research, 23, 109-112.

Scripps Institution of Oceanography (1992) South Atlantic Ventilation Experiment (SAVE). Chemical, Physical and CTD Data Report, Legs 4 and 5, SIO Reference 92-9, ODF Publication N° 23, 625 pp.

UNESCO, 1981a, The Practical Salinity Scale 1978 and the International Equation of State of Seawater 1980. UNESCO Technical Paper on Marine Sciences, 36, pp. 25

UNESCO, 1981b, Background Papers and Supporting Data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Technical Papers in Marine Sciences, 37, pp. 144.

UNESCO, 1983, Algorithms for Computation of fundamental properties of Seawater (by N.P. Fofonoff, and R.C. Millard, Jr.). UNESCO Technical Papers in Marine Sciences, 44, pp. 53.

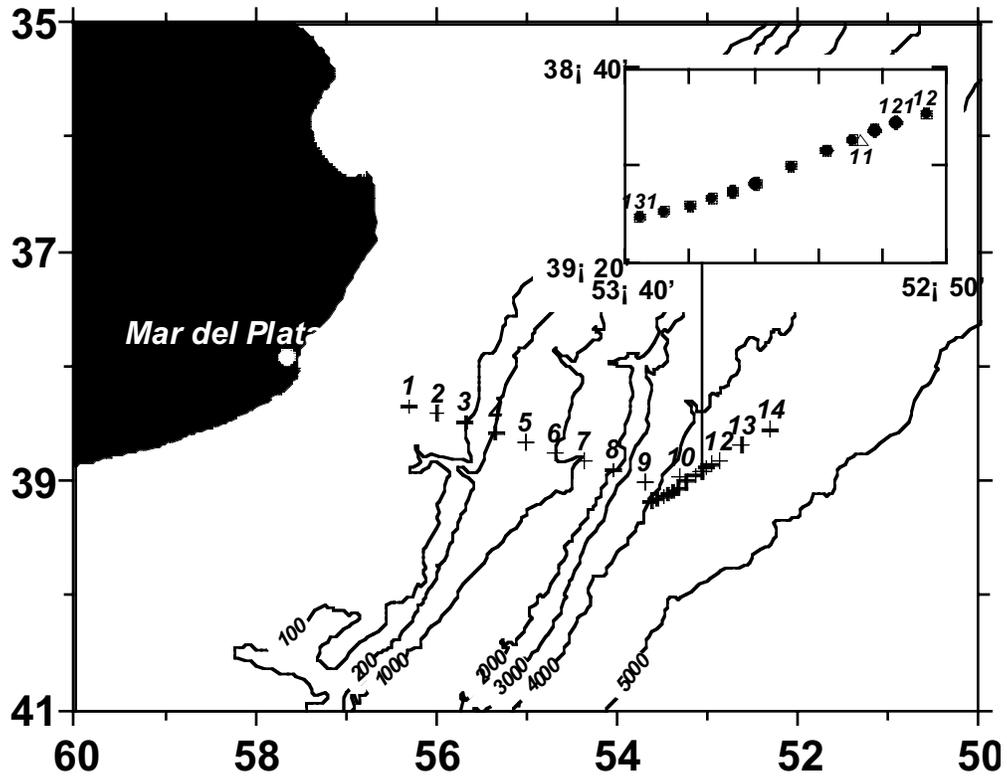


Figura 1. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la campaña Cap. Oca Balda 04-93.

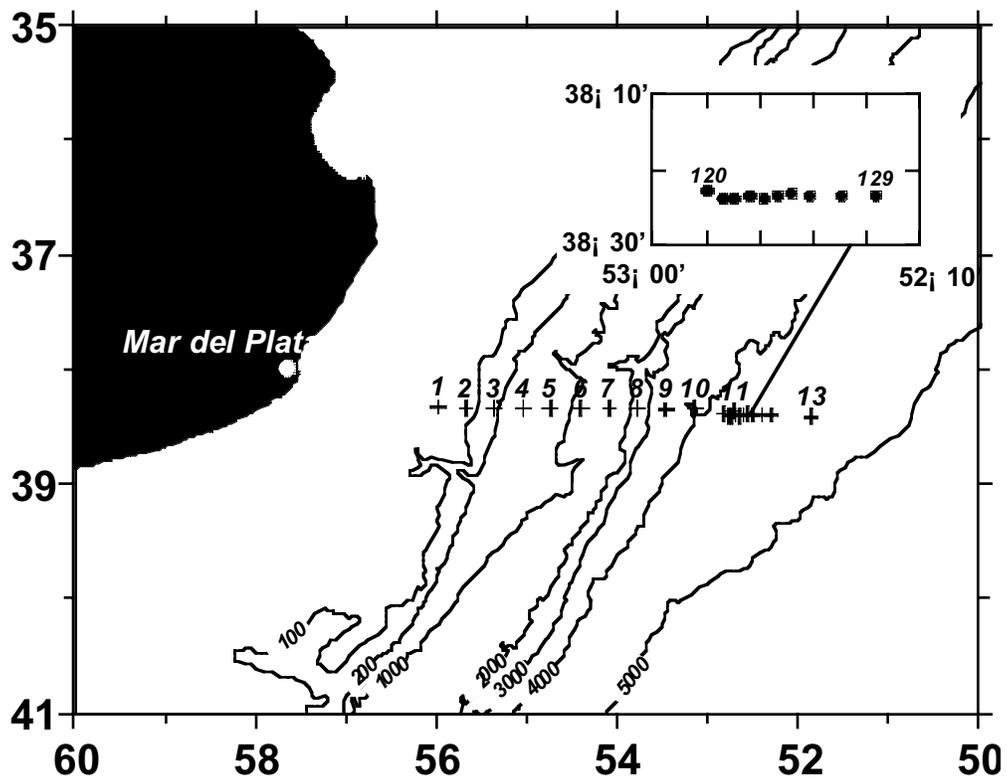


Figura 2. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la campaña Cap. Oca Balda 09-93.

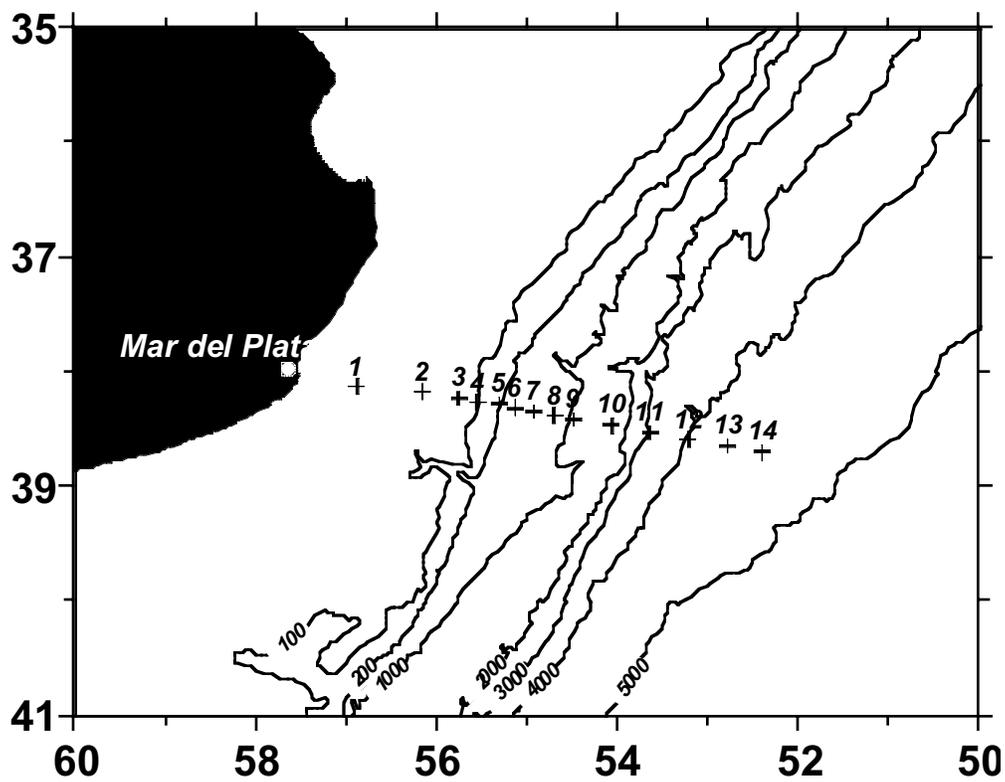


Figura 3. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la campaña Cap. Oca Balda 03-94.

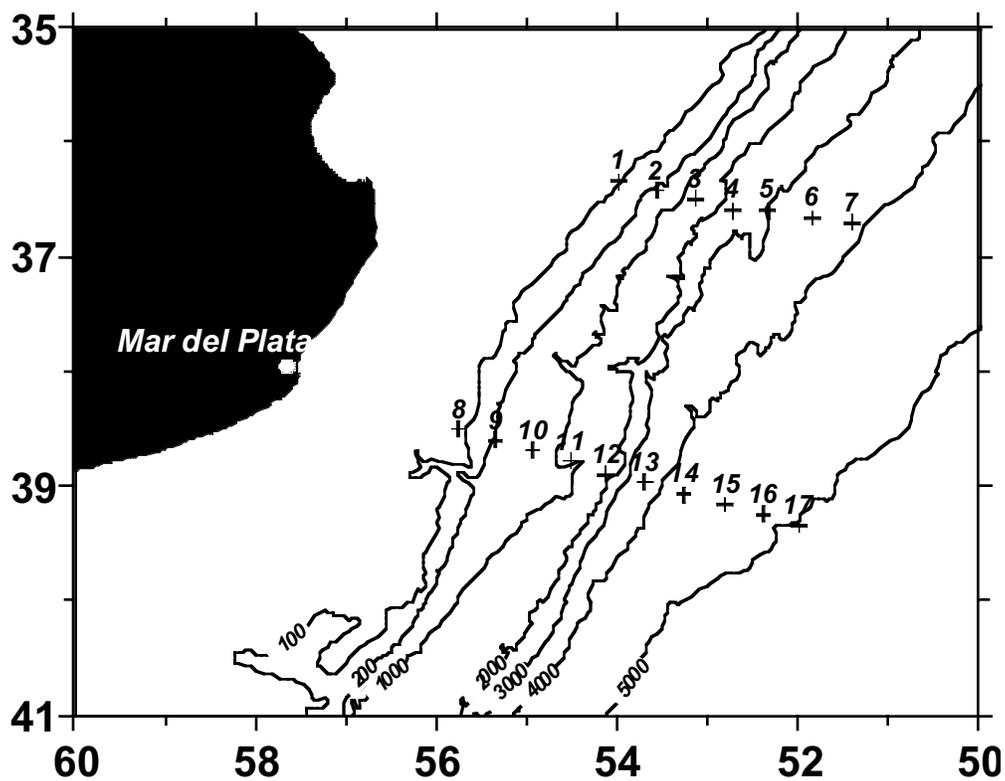


Figura 4. Posición de las estaciones oceanográficas realizadas en la campaña Dr. Eduardo L. Holmberg 10-94.