



ANEXOS de Informe Final

**“ESTUDIO SOBRE ORIGEN DE MORTALIDADES Y
DISMINUCION POBLACIONAL DE AVES ACUATICAS EN EL
SANTUARIO DE LA NATURALEZA CARLOS ANWANDTER,
EN LA PROVINCIA DE VALDIVIA”**

Convenio Complementario Específico N° 1210-1203/2004-12-14

DIRECCION REGIONAL CONAMA X^a REGION DE LOS LAGOS - UNIVERSIDAD AUSTRAL DE
CHILE

18 de Abril, 2005

ANEXO I

EJEMPLO DE OBSERVACIONES REALIZADAS A INFORMES AMBIENTALES ENTREGADOS POR CELCO A CONAMA

Revisión de Informes Ambientales de CELCO

Se realizó una recopilación de los antecedentes de las características de los riles vertidos por la Planta Valdivia de CELCO en el río Cruces, así como de las características del cuerpo de agua receptor de estas descargas.

En primera instancia, los datos fueron obtenidos directamente desde los Informes elaborados por CELCO, los cuales se encuentran disponibles en la página WEB de la CONAMA (<http://www.conama.cl>). Sin embargo, durante esta revisión se encontraron diferencias en los valores de algunas variables analizadas entre distintos informes entregados por la empresa (esto para una misma estación y fecha de muestreo). Por ejemplo, los datos de variables como Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cobalto, Cobre y Clorofenoles totales, determinados para el mes de Julio del 2004, para las aguas del río Cruces fueron distintos entre los Informes de CELCO de Agosto del 2004 (Informe correspondiente al trimestre Mayo-Junio-Julio) y Noviembre del 2004 (Informe correspondiente al trimestre Agosto-Septiembre-Octubre). Debido a estas diferencias, se debió recurrir a los informes de laboratorio entregados por el Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A. (INPESCA, Talcahuano). Estos informes, mostraron que los datos para las variables mencionadas anteriormente, no coincidían con los entregados en el informe de Agosto del 2004, pero si con los del informe de Noviembre del 2004.

Debido a lo anterior, se contrastaron otros informes elaborados por CELCO con aquellos entregados por el Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A.. De esta revisión parcial, se observó por ejemplo, que los valores de las variables pH, DQO y Sólidos Suspendidos Orgánicos, presentes en el informe de CELCO no coincidieron con los valores entregados en los informes de laboratorio. Se presentan las Tablas 1 y 2 para exemplificar lo explicado en este ANEXO.

Estas diferencias obligaron (como se señaló anteriormente) a trabajar exclusivamente con los informes entregados por INPESCA, ya que estas diferencias podrían eventualmente ocurrir en otros informes. Finalmente, es importante señalar que la contrastación de informes no fue completa (ya que escapaba al objetivo de este estudio) y por lo tanto pueden existir otras diferencias, aparte de las aquí registradas.

Tabla 1. Caracterización de las aguas del río Cruces (estaciones 1, 2 y 3) durante Abril del 2004. Datos tomados de páginas 1, 2, 3 y 4 de Informe de Laboratorio nº 1212 del 10/05/04 del Instituto de Investigación Pesquera. a = datos tomados desde informe elaborado por CELCO, Septiembre 2004. Los datos remarcados indican diferencias con informe CELCO.

Parámetro	Unidad	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Caudal ^a	m ³ /s	35.75	35.6	
Temperatura	°C	11.5	11.4	12.1
pH	(⁺ H)	7.7	7.7	7.6
Conductividad ^a	µS/cm	55.9	97.6	33.4
Oxígeno disuelto	mg/L	7.7	7.36	7.25
DBO ₅	mg/L	< 1	< 1	1
DQO	mg/L	< 40	< 40	< 40
Fósforo total	mg/L	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Nitratos	mg/L	0.034	0.035	0.037
Amonio	mg/L	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitrógeno total	mg/L	< 0.5	< 0.5	1.3
SS orgánicos.	mg/L	1.8	1.4	1.4
SS inorgánicos.	mg/L	3.8	13.4	3.4
Sólidos suspendidos	mg/L	5.6	14.8	4.8
Sólidos disueltos	mg/L	88	98	105
Aluminio	mg/L	0.32	0.8	0.28
Arsénico	ug/L	< 50	< 50	< 50
Bario	mg/L	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Berilio	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Boro	mg/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Cadmio	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cobalto	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Cobre	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Cromo total	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Hierro	mg/L	0.17	0.19	0.24
Manganoso	mg/L	0.02	0.02	0.02
Mercurio	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Molibdeno	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Níquel	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Plomo	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Selenio	µg/L	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Vanadio	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Zinc	mg/L	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Clorofenoles totales	ng/L	< LD	< LD	< LD
Pentaclorofenoles	ng/L	< LD	< LD	< LD

Tabla 2. Caracterización de las aguas del río Cruces (estaciones 1, 2 y 3) durante Julio del 2004. Datos tomados de páginas 1, 2, 3 y 4 de Informe de Laboratorio nº 1373-1 del 13/08/04 del Instituto de Investigación Pesquera. a = datos tomados desde informe elaborado por CELCO, Agosto 2004. Los datos remarcados indican diferencias con informe CELCO.

Parámetro	Unidad	Estación 1	Estación 2	Estación 3
Caudal ^a	m ³ /s	287.65	287.60	
Temperatura	°C	10.1	9.0	8.5
pH		7.23	7.11	7.10
Conductividad	µS/cm	29.3	40.5	33.0
Oxígeno disuelto	ml/L	7.13	6.74	7.16
DBO ₅	mg/L	<1.0	<1.0	1.0
DQO	mg/L	3.3	3.3	6.5
Fósforo total	mg/L	0.01	0.027	0.087
Nitratos	mg/L	0.23	0.30	0.21
Amonio	mg/L	0.053	<0.05	<0.05
Nitrógeno total	mg/L	0.2	<0.1	<0.1
SS orgánicos	mg/L	0.0008	0.0007	0.0005
SS inorgánicos	mg/L	1.99	2.39	1.39
Sólidos suspendidos	mg/L	2.0	2.4	1.4
Sólidos disueltos	mg/L	86.0	88.0	66.0
Aluminio	mg/L	0.31	0.28	0.36
Arsénico	ug/L	<0.5	<0.5	<0.5
Bario	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Berilio	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Boro	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Cadmio	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005
Cobalto	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Cobre	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Cromo total	mg/L	<0.004	<0.004	<0.004
Hierro	mg/L	0.04	0.06	0.05
Manganoso	mg/L	0.03	0.03	0.03
Mercurio	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Molibdeno	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Níquel	mg/L	0.01	0.01	0.01
Plomo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Selenio	µg/L	<0.5	<0.5	<0.5
Vanadio	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01
Zinc	mg/L	0.01	0.03	0.03
Clorofenoles totales	ng/L	<2.0	<2.0	<2.0
Pentaclorofenoles	ug/L	<0.02	<0.02	<0.02

ANEXO II

DATOS DE CARACTERISTICAS FISICO- QUIMICAS DE LAS AGUAS DEL RIO CRUCES

**(datos obtenidos por la UACh durante los
muestreos de Enero del 2005; ver Capítulo 6)**

Tabla 1. Concentración de metales pesados (mg/L) en las estaciones de muestreo ubicadas río arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3). Sup = superior, fon = fondo, med = medio.

estaciones	Hierro	Manganoso	Zinc	Cobre	Níquel	Cromo	Plomo	Cadmio	Mercurio
estación 1a sup.	0.29	0.027	0.012	0.02	< 0.002	< 0.002	0.001	< 0.0001	0.0013
estación 1a sup.	0.28	0.019	0.006	0.006	< 0.002	< 0.002	0.0008	< 0.0001	0.0006
estación 1a fon.	0.006	0.008	0.005	0.018	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.001	0.0006
estación 1a fon.	0.007	0.006	0.005	0.012	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.002	0.0006
estación 1b sup.	0.420	0.069	0.028	0.030	< 0.002	< 0.002	0.0008	0.0004	0.0006
estación 1b sup.	0.430	0.067	0.02	0.017	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.0004	0.0006
estación 1b fon	0.280	0.034	0.026	0.004	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.0062	0.0006
estación 1b fon	0.360	0.033	0.026	0.007	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.0062	0.0006
estación 2 sup.	0.310	0.004	0.012	0.009	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	< 0.0001	0.0006
estación 2 sup.	0.330	0.004	0.007	0.010	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	< 0.0001	0.0006
estación 2 fon.	0.320	0.012	0.002	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.032	0.0006
estación 2 fon.	0.310	0.006	0.022	0.009	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	0.032	0.001
estación 3 sup.	0.320	0.037	0.022	0.026	0.003	< 0.002	0.003	< 0.0001	0.0006
estación 3 sup.	0.290	0.039	0.024	0.018	< 0.002	< 0.002	0.007	< 0.0001	0.0006
estación 3 med.	0.340	0.049	0.012	0.014	0.021	< 0.002	0.003	< 0.0001	0.0006
estación 3 med.	0.360	0.048	0.014	0.018	< 0.002	< 0.002	0.003	< 0.0001	0.0006
estación 3 fon.	0.380	0.041	0.013	0.027	< 0.002	< 0.002	0.001	< 0.0001	0.0006
estación 3 fon.	0.310	0.037	0.006	0.009	< 0.002	< 0.002	< 0.0008	< 0.0001	0.0006

Tabla 2. Concentración de nutrientes en las estaciones de muestreo ubicadas rió arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3).

estaciones	Fósforo total (mg/L)	Nitrógeno total (mg/L)	Nitrato (µg/L)	Amonio (µg/L)	Fósforo soluble (µg/L)
estación 1a superficie	0.04	0.09	57.47	33.10	14.68
estación 1a superficie	0.04	0.09	60.47	36.21	14.01
estación 1a fondo	0.03	0.16	56.47	23.01	6.99
estación 1a fondo	0.03	0.16	63.47	24.56	7.33
estación 1b superficie	0.03	0.05	108.48	61.84	8.00
estación 1b superficie	0.03	0.03	104.48	56.40	8.66
estación 1b fondo	0.03	0.07	41.47	12.14	8.66
estación 1b fondo	0.03	0.07	43.47	13.69	8.33
estación 2 superficie	0.08	0.14	84.97	30.39	13.17
estación 2 superficie	0.08	0.16	73.47	26.50	11.84
estación 2 fondo	0.03	0.09	42.97	13.69	42.90
estación 2 fondo	0.03	0.08	45.97	11.36	43.90
estación 3 superficie	0.04	0.21	98.48	19.90	23.19
estación 3 superficie	0.04	0.23	105.48	21.46	12.84
estación 3 medio	0.06	0.29	66.47	82.80	43.23
estación 3 medio	0.07	0.29	64.47	85.52	28.70
estación 3 fondo	0.03	0.31	77.97	66.50	13.84
estación 3 fondo	0.03	0.28	76.97	64.17	14.68

Tabla 3. Concentración de la Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno (mg/L) en las estaciones de muestreo ubicadas rió arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3).

estaciones	DBO ₅	DQO
estación 1a superficie	2.40	13.00
estación 1a superficie	2.40	17.00
estación 1a fondo	3.80	14.00
estación 1a fondo	3.40	13.00
estación 1b superficie	1.70	23.00
estación 1b superficie	1.70	19.00
estación 1b fondo	13.90	45.00
estación 1b fondo	13.90	31.00
estación 2 superficie	2.40	16.00
estación 2 superficie	1.90	27.00
estación 2 fondo	13.40	27.00
estación 2 fondo	13.00	33.00
estación 3 superficie	7.20	13.00
estación 3 superficie	7.70	17.00
estación 3 medio	4.30	10.00
estación 3 medio	4.30	11.00
estación 3 fondo	4.80	8.00
estación 3 fondo	4.30	7.00

Tabla 4. Concentración de Sólidos suspendidos, disueltos y totales (mg/L) en las estaciones de muestreo ubicadas rió arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3). Sup = superior, fon = fondo, med = medio, SST = Sólidos suspendidos totales, SSO = Sólidos suspendidos orgánicos, SSI = Sólidos suspendidos inorgánicos, SDT = Sólidos disueltos totales, SDO = Sólidos disueltos orgánicos, SDI = Sólidos disueltos inorgánicos, STT = Sólidos totales, STO = Sólidos totales orgánicos, STI = Sólidos totales inorgánicos.

	Sólidos suspendidos			Sólidos disueltos			Sólidos totales		
	SST	SSO	SSI	SDT	SDO	SDI	ST	STO	STI
estación 1a sup.	4.10	1.60	2.50	72.00	38.00	34.00	76.10	39.60	36.50
estación 1a fon.	4.00	2.30	1.70	50.00	16.00	34.00	54.00	18.30	35.70
estación 1b sup.	6.40	3.10	3.30	292.00	10.00	282.00	298.40	13.10	285.30
estación 1b fon.	4.62	2.13	2.50	72.00	2.00	70.00	76.62	4.12	72.50
estación 2 sup.	5.10	2.30	2.80	62.00	2.00	60.00	67.10	4.30	62.80
estación 2 sup.	4.10	1.90	2.20	68.00	4.00	64.00	72.10	5.90	66.20
estación 2 fon.	5.60	2.50	3.10	112.00	42.00	70.00	117.60	44.50	73.10
estación 2 fon.	5.30	1.30	4.00	122.00	16.00	106.00	127.30	17.30	110.00
estación 3 sup.	11.00	4.80	6.20	72.00	6.00	66.00	83.00	10.80	72.20
estación 3 sup.	7.50	3.00	4.50	90.00	2.00	88.00	97.50	5.00	92.50
estación 3 med.	13.86	7.71	6.14	78.00	8.00	70.00	91.86	15.71	76.14
estación 3 med.	13.43	7.29	6.14	52.00	6.00	46.00	65.43	13.29	52.14
estación 3 fon.	5.40	2.10	3.30	100.00	22.00	78.00	105.40	24.10	81.30
estación 3 fon.	7.78	3.33	4.44	100.00	14.00	86.00	107.78	17.33	90.44

Tabla 5. Temperatura del agua durante un período de 24 horas en las estaciones de muestreo ubicadas río arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3). °C = grados celcius

	estación 1a				estación 1b				estación 2				estación 3				
	Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Medio		
	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	Hora	°C	
	muestreo		muestreo		muestreo		muestreo		muestreo		muestreo		muestreo		muestreo		
18:30	18.6	18:20	18.5	18:40	19.2	18:45	19.1	20:00	18.6	20:20	15.9	19:00	18.4	19:10	18.4	19:20	18.3
19:30	18.3	19:20	18.8	19:40	19.3	19:45	19.3	21:00	18.2	21:20	15.7	20:00	19.1	20:10	19.3	20:20	19.5
20:30	18.4	20:20	18.4	20:40	19.3	20:45	19.2	22:00	19.7	22:20	15.4	21:00	19.3	21:10	19.2	21:20	19.2
21:30	18.2	21:20	18.6	21:40	19.2	21:45	19.3	23:00	17.6	23:20	14.8	22:00	19.1	22:10	19.4	22:20	19.1
22:30	18.1	22:20	18.7	22:40	19.4	22:45	19.4	0:00	17.9	0:20	14.6	23:00	19.2	23:10	19.3	23:20	19.3
23:30	18.2	23:20	18.4	23:40	19.1	23:45	19.2	1:00	17.4	1:20	12.9	0:00	19	0:10	19.1	0:20	19.2
0:30	16.6	0:20	18.2	0:40	18.1	0:45	18.4	2:00	17.3	2:20	12.7	1:00	19	1:10	19.2	1:20	19.3
1:30	16.2	1:20	17.7	1:40	17.6	1:45	17.6	3:00	17.5	3:20	12.4	2:00	18.8	2:10	19.1	2:20	19.1
2:30	15.5	2:20	17.3	2:40	17.8	2:45	15.8	4:00	17	4:20	11.6	3:00	18.9	3:10	18.8	3:20	19
3:30	14.8	3:20	17.6	3:40	16.5	3:45	15.3	5:00	16.8	5:20	11.1	4:00	19.3	4:10	18.9	4:20	19
4:30	14.3	4:20	16.8	4:40	15.2	4:45	14.6	6:00	16.7	6:20	11.6	5:00	19.4	5:10	19	5:20	18.9
5:30	13.8	5:20	16.2	5:40	15.4	5:45	14.2	7:00	17.1	7:20	13.2	6:00	19.8	6:10	19.3	6:20	18.8
6:30	13.3	6:20	15.4	6:40	15.3	6:45	13.3	8:00	17.3	8:20	13.5	7:00	19.7	7:10	19.5	7:20	18.7
7:30	13.6	7:20	15.6	7:40	17.4	7:45	13.6	9:00	17.3	9:20	17.3	8:00	19.7	8:10	19.4	8:20	18.6
8:30	16.6	8:20	12.8	8:40	16.6	8:45	12.3	10:00	17.5	10:20	17.1	9:00	20.3	9:10	20.3	9:20	19.4
9:30	16.4	9:20	12.6	9:40	17	9:45	12.7	11:00	17.7	11:20	17.3	10:00	21.6	10:10	20.9	10:20	20.6
10:30	16.5	10:20	12.5	10:40	17.2	10:45	14.3	12:00	18.3	12:20	17.4	11:00	22.7	11:10	21.4	11:20	21.8
11:30	16.2	11:20	12.7	11:40	17.4	11:45	16.4	13:00	18.8	13:20	16.8	12:00	22.4	12:10	22	12:20	22.2
12:30	16.9	12:20	15	12:40	20.2	12:45	18.6	14:00	19.2	14:20	17.4	13:00	22.5	13:10	22.7	13:20	22.4
13:30	17.2	13:20	19.3	13:40	19.8	13:45	18.9	15:00	19.7	15:20	19.8	14:00	22.8	14:10	23	14:20	22.5
14:30	17.3	14:20	19.5	14:40	20.9	14:45	19.1	16:00	20	16:20	20.3	15:00	21.9	15:10	23.1	15:20	22.1
15:30	17.1	15:20	19.7	15:40	21.6	15:45	19.6	17:00	20.3	17:20	20.2	16:00	21.6	16:10	22.9	16:20	22.3
16:30	21.2	16:20	19.8	16:40	19.8	16:45	19.8	18:00	21.3	18:20	20.3	17:00	21.9	17:10	22.9	17:20	22.2
17:30	18.3	17:20	19.5	17:40	19.6	17:45	19.3	19:00	21.2	19:20	19.8	18:00	23.1	18:10	22.7	18:20	22.8

Tabla 6. pH del agua durante un período de 24 horas en las estaciones de muestreo ubicadas río arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3).

Hora	estación 1a				estación 1b				estación 2				estación 3				
	Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Medio		
	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	muestreo	pH	
18:30	6.56	18:20	6.63	18:40	7.22	18:45	7.51	20:00	6.78	20:20	6.69	19:00	6.97	19:10	6.9	19:20	6.91
19:30	6.51	19:20	6.58	19:40	7.26	19:45	7.56	21:00	6.75	21:20	6.67	20:00	7.01	20:10	6.97	20:20	6.92
20:30	6.57	20:20	6.59	20:40	7.25	20:45	7.53	22:00	6.77	22:20	6.72	21:00	7.12	21:10	6.98	21:20	6.92
21:30	6.42	21:20	6.67	21:40	7.27	21:45	7.39	23:00	6.73	23:20	6.83	22:00	7.14	22:10	6.99	22:20	6.97
22:30	6.53	22:20	6.69	22:40	7.31	22:45	7.48	0:00	6.76	0:20	6.85	23:00	7.16	23:10	6.95	23:20	6.96
23:30	6.56	23:20	6.71	23:40	7.36	23:45	7.52	1:00	6.74	1:20	6.92	0:00	7.15	0:10	6.93	0:20	7.03
0:30	6.84	0:20	6.68	0:40	7.19	0:45	7.35	2:00	6.72	2:20	6.96	1:00	7.13	1:10	6.97	1:20	7.07
1:30	6.82	1:20	6.73	1:40	7.17	1:45	7.23	3:00	6.75	3:20	7.03	2:00	7.2	2:10	6.93	2:20	7.05
2:30	6.78	2:20	6.69	2:40	7.25	2:45	7.36	4:00	6.78	4:20	7.04	3:00	7.2	3:10	7.01	3:20	7.13
3:30	6.73	3:20	6.66	3:40	7.24	3:45	7.34	5:00	6.77	5:20	7.06	4:00	7.23	4:10	7.04	4:20	7.19
4:30	6.85	4:20	6.57	4:40	7.16	4:45	7	6:00	6.74	6:20	7.02	5:00	7.22	5:10	7.12	5:20	7.22
5:30	6.69	5:20	6.59	5:40	7.12	5:45	6.82	7:00	6.76	7:20	7	6:00	7.27	6:10	7.16	6:20	7.25
6:30	6.87	6:20	6.66	6:40	7.17	6:45	6.92	8:00	6.72	8:20	6.94	7:00	7.31	7:10	7.2	7:20	7.33
7:30	6.88	7:20	6.58	7:40	6.86	7:45	6.89	9:00	6.69	9:20	6.86	8:00	7.33	8:10	7.18	8:20	7.3
8:30	6.81	8:20	6.91	8:40	6.92	8:45	6.92	10:00	6.83	10:20	6.83	9:00	7.25	9:10	7.22	9:20	7.24
9:30	6.94	9:20	7.08	9:40	7.06	9:45	6.98	11:00	6.82	11:20	6.88	10:00	7.29	10:10	7.19	10:20	7.29
10:30	6.98	10:20	7.1	10:40	7.03	10:45	7.26	12:00	6.86	12:20	6.98	11:00	7.27	11:10	7.21	11:20	7.28
11:30	7.02	11:20	7.12	11:40	7.21	11:45	7.41	13:00	6.93	13:20	6.96	12:00	7.09	12:10	7.29	12:20	7.33
12:30	7.06	12:20	6.85	12:40	7.01	12:45	7.36	14:00	6.87	14:20	7.02	13:00	7.12	13:10	7.36	13:20	7.26
13:30	7.09	13:20	7.13	13:40	7.05	13:45	7.41	15:00	6.68	15:20	7.06	14:00	7.08	14:10	7.4	14:20	7.19
14:30	7.12	14:20	7.21	14:40	7.15	14:45	7.32	16:00	6.64	16:20	6.74	15:00	7.09	15:10	7.41	15:20	7.22
15:30	7.15	15:20	7.21	15:40	7.18	15:45	7.35	17:00	6.72	17:20	6.75	16:00	7.12	16:10	7.37	16:20	7.21
16:30	7.03	16:20	7.18	16:40	7.36	16:45	7.41	18:00	6.81	18:20	6.92	17:00	7.12	17:10	7.32	17:20	7.26
17:30	7.19	17:20	7.16	17:40	7.41	17:45	7.46	19:00	6.87	19:20	6.96	18:00	6.96	18:10	7	18:20	6.96

Tabla 7. Conductividad del agua durante un período de 24 horas en las estaciones de muestreo ubicadas río arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3).

	estación 1a				estación 1b				estación 2				estación 3				
	Superior		Inferior		Superior		Inferior		Superior		Inferior		Superior		Medio		
	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	Hora	μS/cm	
Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	Muestreo	
18:30	33.1	18:20	36.2	18:40	38.4	18:45	86.4	20:00	148.6	20:20	146.3	19:00	83.1	19:10	87.3	19:20	87.6
19:30	35.9	19:20	37.1	19:40	35.2	19:45	87.2	21:00	143.3	21:20	144.5	20:00	83.2	20:10	85.5	20:20	86.3
20:30	36.7	20:20	35.3	20:40	37.2	20:45	85.4	22:00	144.2	22:20	142.6	21:00	85.6	21:10	85.2	21:20	83.6
21:30	35.7	21:20	36.2	21:40	36.9	21:45	96.2	23:00	143.1	23:20	140.5	22:00	86.5	22:10	86.1	22:20	85.5
22:30	40.1	22:20	37.1	22:40	37.8	22:45	96.3	0:00	146.2	0:20	147.4	23:00	85.2	23:10	83.3	23:20	85.5
23:30	41.2	23:20	38.1	23:40	37.9	23:45	97.1	1:00	149.3	1:20	149.3	0:00	86.1	0:10	83.4	0:20	86.3
0:30	32.9	0:20	41.2	0:40	36.4	0:45	98.3	2:00	152.2	2:20	148.2	1:00	87.3	1:10	84.3	1:20	87.1
1:30	41.1	1:20	41.2	1:40	38.6	1:45	99.1	3:00	140.3	3:20	138.1	2:00	83.2	2:10	85.4	2:20	88.2
2:30	40.5	2:20	41.3	2:40	38.9	2:45	97	4:00	142.2	4:20	137.6	3:00	83.4	3:10	85.2	3:20	87.4
3:30	42.3	3:20	40.6	3:40	38.7	3:45	96.1	5:00	146.6	5:20	142.7	4:00	90.5	4:10	86.3	4:20	85.3
4:30	43.5	4:20	39.7	4:40	40.1	4:45	95.3	6:00	155.5	6:20	150.6	5:00	91.2	5:10	87.2	5:20	83.2
5:30	41.4	5:20	37.8	5:40	37.9	5:45	97.2	7:00	138.3	7:20	140.4	6:00	90	6:10	86.3	6:20	82.2
6:30	42.3	6:20	41.7	6:40	38.4	6:45	98.2	8:00	139.2	8:20	142.2	7:00	85.3	7:10	85.1	7:20	86.1
7:30	40.6	7:20	48.3	7:40	38.1	7:45	98.1	9:00	136.1	9:20	138.4	8:00	86.5	8:10	84.1	8:20	86.1
8:30	40.1	8:20	41.2	8:40	37.9	8:45	98.2	10:00	142.3	10:20	141.3	9:00	90.7	9:10	83.2	9:20	87.4
9:30	40.1	9:20	36.3	9:40	41.2	9:45	97	11:00	146.2	11:20	146.5	10:00	90.8	10:10	84.3	10:20	88.5
10:30	42.2	10:20	37.9	10:40	40.6	10:45	97	12:00	148.1	12:20	150.3	11:00	90.7	11:10	84.3	11:20	88.7
11:30	41.5	11:20	36.8	11:40	45.1	11:45	97	13:00	142.4	13:20	149.2	12:00	90.7	12:10	84.2	12:20	90.9
12:30	42.3	12:20	37.9	12:40	40.6	12:45	97.1	14:00	147.3	14:20	142.2	13:00	83.4	13:10	84.5	13:20	90.9
13:30	41.4	13:20	38.9	13:40	40.3	13:45	99	15:00	153.2	15:20	148.2	14:00	83.2	14:10	83.7	14:20	83.8
14:30	41.3	14:20	39.2	14:40	41.2	14:45	98.3	16:00	150.1	16:20	145.2	15:00	86.5	15:10	83.6	15:20	83.6
15:30	42.6	15:20	39.8	15:40	40.4	15:45	97.1	17:00	151.1	17:20	143.6	16:00	86.4	16:10	83.6	16:20	86.5
16:30	41.7	16:20	39.6	16:40	40.3	16:45	97.2	18:00	153.2	18:20	146.5	17:00	87.3	17:10	83.3	17:20	85.4
17:30	41.5	17:20	39.7	17:40	40.1	17:45	97.1	19:00	159.3	19:20	149.4	18:00	85.1	18:10	85.5	18:20	85.3

Tabla 8. Concentración de Oxígeno del agua durante un período de 24 horas, en las estaciones de muestreo ubicadas rió arriba del Santuario (estaciones 1a, 1b y 2) y en el cabezal del mismo (estación 3).

estación 1a				estación 1b				estación 2				estación 3					
Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Fondo		Superficie		Medio		Fondo	
Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂	Hora	O ₂
Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo		Muestreo	
18:30	8.13	18:20	8.61	18:40	9.45	18:45	9.12	20:00	8.58	20:20	8.62	19:00	3.56	19:10	8.65	19:20	8.45
19:30	9.31	19:20	9.12	19:40	9.36	19:45	9.14	21:00	8.65	21:20	8.68	20:00	4.16	20:10	9.69	20:20	8.96
20:30	9.26	20:20	9.23	20:40	9.43	20:45	9.15	22:00	8.08	22:20	8.03	21:00	4.26	21:10	9.57	21:20	9.21
21:30	9.21	21:20	9.62	21:40	9.42	21:45	9.16	23:00	8.12	23:20	8.07	22:00	4.27	22:10	9.56	22:20	9.21
22:30	9.25	22:20	10.31	22:40	9.43	22:45	9.17	0:00	8.92	0:20	8.87	23:00	3.97	23:10	9.51	23:20	9.22
23:30	9.23	23:20	10.21	23:40	9.43	23:45	9.16	1:00	8.87	1:20	8.9	0:00	4.06	0:10	9.29	0:20	9.16
0:30	10.01	0:20	10.19	0:40	9.45	0:45	8.17	2:00	8.76	2:20	8.73	1:00	4.12	1:10	9.32	1:20	9.2
1:30	10.04	1:20	9.97	1:40	9.61	1:45	9.18	3:00	8.7	3:20	8.76	2:00	4.02	2:10	9.46	2:20	9.22
2:30	10.05	2:20	9.94	2:40	9.73	2:45	9.15	4:00	8.77	4:20	8.79	3:00	4.08	3:10	9.55	3:20	9.51
3:30	10.05	3:20	9.83	3:40	9.82	3:45	9.2	5:00	8.6	5:20	8.63	4:00	3.97	4:10	9.47	4:20	9.12
4:30	9.61	4:20	9.78	4:40	9.74	4:45	9.21	6:00	8.65	6:20	8.64	5:00	3.92	5:10	9.4	5:20	8.63
5:30	9.39	5:20	9.61	5:40	9.66	5:45	9.13	7:00	8.62	7:20	8.57	6:00	4.02	6:10	8.86	6:20	8.57
6:30	9.61	6:20	9.76	6:40	9.61	6:45	9.13	8:00	8.92	8:20	8.88	7:00	4.02	7:10	8.96	7:20	8.62
7:30	8.72	7:20	9.83	7:40	9.41	7:45	9.12	9:00	8.18	9:20	8.12	8:00	3.99	8:10	9.15	8:20	8.21
8:30	8.63	8:20	9.92	8:40	9.34	8:45	9.12	10:00	8.36	10:20	8.32	9:00	4.32	9:10	8.92	9:20	8.16
9:30	9.61	9:20	9.77	9:40	9.32	9:45	9.14	11:00	8.14	11:20	8.02	10:00	4.23	10:10	8.87	10:20	8.13
10:30	9.12	10:20	9.69	10:40	9.43	10:45	9.15	12:00	8.07	12:20	8.92	11:00	4.36	11:10	9.06	11:20	8.21
11:30	9.12	11:20	9.87	11:40	9.44	11:45	9.16	13:00	8.94	13:20	8.87	12:00	4.14	12:10	9.22	12:20	8.16
12:30	8.21	12:20	8.99	12:40	9.45	12:45	9.12	14:00	8.96	14:20	8.94	13:00	4.33	13:10	9.56	13:20	8.56
13:30	8.21	13:20	8.96	13:40	9.36	13:45	9.21	15:00	8.74	15:20	8.03	14:00	4.62	14:10	9.41	14:20	9.16
14:30	8.26	14:20	8.97	14:40	9.33	14:45	9.26	16:00	8.68	16:20	8.7	15:00	4.63	15:10	9.42	15:20	9.02
15:30	8.21	15:20	8.92	15:40	9.41	15:45	9.21	17:00	8.68	17:20	8.7	16:00	4.61	16:10	9.51	16:20	9.01
16:30	8.23	16:20	8.94	16:40	9.37	16:45	9.27	18:00	8.38	18:20	8.43	17:00	4.63	17:10	8.48	17:20	8.92
17:30	8.26	17:20	8.93	17:40	9.38	17:45	9.24	19:00	8.79	19:20	8.71	18:00	4.69	18:10	9.48	18:20	8.95

**Resumen Final de las Características de la Columna de Agua en el Río Cruces
Durante el Período Abril a Diciembre del 2004**

- i. Existe un evidente incremento de las concentraciones de diferentes parámetros en el tramo E1E2 del Río Cruces, lo que afecta la calidad de agua del mismo durante el período de Abril a Diciembre del 2004, que considera la etapa de operación de la Planta Valdivia de CELCO. Esta tendencia fue observada también en el muestreo realizado en Enero del 2005 por la Universidad Austral de Chile.
- ii. La conductividad promedio del período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (84.73 vs. 42.3 $\mu\text{S/cm}$), tras la descarga; también se ve incrementada durante el período de operación (Abril a Diciembre del 2004) respecto al valor promedio histórico (84.73 vs. 40.28 $\mu\text{S/cm}$). La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos semanales de CELCO, hace estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces.
- iii. La concentración promedio de los Sólidos Suspendidos en el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (7.95 vs. 5.23 mg/L), y también se ve incrementada durante el período de operación respecto al valor promedio histórico (7.95 vs. 5.72 mg/L). La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos semanales y mensuales de CELCO, hace estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces. Por ejemplo, en Abril del 2004, el incremento de la concentración fue de 9.2 mg/L, alcanzando un valor de 14.8 mg/L en la Estación 2 en comparación a los 5.6 mg/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba de CELCO. Esta tendencia de incremento tras la descarga se refleja en el aporte de cargas netas diarias en el tramo E1E2, que equivale en promedio a un aporte de 11.95

ton/d en el período; específicamente en Abril del 2004, donde el aporte registrado en el tramo E1E2 fue de 28.2 ton/d de Sólidos Suspendidos, mientras que la carga asociada al Efluente CELCO fue aproximadamente de 7 ton/d.

- iv. El incremento de la concentración de los Sólidos Suspendidos estuvo asociado mayoritariamente al aporte de la fracción inorgánica. Tras la descarga del efluente de CELCO, se registra un incremento promedio del período (Abril a Diciembre del 2004) de 2.76 mg/L, con un evento importante en Abril del 2004 de 3.8 a 13.4 mg/L (incremento de 9.6 mg/L en la columna de agua). La concentración de Sólidos Suspendidos también se ve incrementada durante el período de operación (Abril a Diciembre del 2004), respecto al valor histórico promedio (7.79 vs. 3.35 mg/L) en la Estación 2. Esta tendencia de incremento en el tramo E1E2 se refleja en el aporte de cargas netas diarias registradas, que equivalen en promedio a un aporte de 12.1 ton/d; donde destaca el aporte asociado a Abril del 2004 de 29.5 ton/d.
- v. La concentración promedio de los Sólidos Disueltos en el período (Abril a Diciembre del 2004) (de predominio mayoritario en el río Cruces y en el Ril), se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (104.67 vs. 78.89 mg/L), tras la descarga, y también se ve incrementada durante el período de operación (Abril a Diciembre del 2004) respecto al valor promedio histórico (104.67 versus 38.7 mg/L). Aquí es importante mencionar que en la Estación 1, la concentración actual se ha visto incrementada respecto al valor histórico (78.89 vs. 42.87 mg/L, situación que puede verse afectada por la descarga de aguas de lavado de áridos y de otras actividades aguas arriba. La tendencia de incremento en el tramo E1E2 se refleja en el aporte de cargas netas diarias, que equivale en promedio a un aporte de ≈130 ton/d; donde específicamente en Noviembre del 2004 el aporte fue de ≈387.4 ton/d.

- vi. La concentración promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), en el período (Abril a Diciembre del 2004), se incrementa levemente en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (3.98 versus 2.74 mg/L), y también se ve incrementada durante el período de operación respecto al valor promedio histórico (3.98 versus 1.17 mg/L). Se observa un incremento entre las condiciones actuales y las históricas en la Estación 1 (2.74 versus 1.33 mg/L), atribuible a descargas ricas en materia orgánica aguas arriba del efluente CELCO. La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos de CELCO, hace estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces. Por ejemplo, en Mayo del 2004 el incremento de la concentración fue de 10.1 mg/L, alcanzando un valor de 19.3 mg/L en la Estación 2 después de la descarga, en comparación a los 9.2 mg/L que registraba el río en la Estación 1. Esta tendencia de incremento tras la descarga se refleja en el aporte de cargas netas diarias del período en el tramo E1E2, que equivale en promedio a un aporte de \approx 2.9 ton/d, donde paralelamente se tendría una descarga de 1050.4 kg/d del efluente CELCO. La variabilidad de la carga asociada al Efluente CELCO se refleja en Junio del 2004, donde la carga asociada fue equivalente a 3 888 kg/d.
- vii. La concentración promedio de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), en el período (Abril a Diciembre del 2004) no incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (19.79 vs. 19.73 mg/L), pero se ve incrementada levemente aguas abajo en el tramo E2E3. Similar a la tendencia de los Sólidos Disueltos, la DQO registra en todas las Estaciones de muestreo del río Cruces, un cambio significativo entre la concentración histórica (\approx 4.5 mg/L) y el período entre Abril a Diciembre del 2004 con un valor de alrededor de 20 mg/L. Este incremento aguas arriba de la descarga de CELCO puede deberse a la descarga del lavado de áridos y de otras actividades aguas arriba. La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos de CELCO, hace estimar que ésta debería reflejarse en

la calidad del agua del río Cruces. Esta tendencia de incremento tras la descarga, se refleja en el aporte de la carga neta diaria del mes de Junio del 2004 en el tramo E1E2, donde la carga neta asociada al Efluente CELCO fue de 5.8 ton/d y el aporte registrado en el río Cruces en el tramo E1E2 fue de 4.6 ton/d.

- viii. La concentración promedio de los Cloratos para el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (0.14 versus 0.08 mg/L), y también se ve incrementada durante el período de operación respecto al valor promedio histórico (0.14 versus 0.08 mg/L). La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos de CELCO, permite estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces. Por ejemplo, en Abril del 2004 el incremento de la concentración fue de 0.52 mg/L, alcanzando un valor de 0.6 mg/L en la Estación 2 después de la descarga, en comparación a los 0.08 mg/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba. Esta tendencia de incremento tras la descarga se refleja en el aporte de cargas netas diarias en el tramo E1E2, el cual equivale en promedio a un aporte de 176.83 kg/d: específicamente en Abril del 2005, el aporte fue de 1 598.4 kg/d de Cloratos, mientras que la carga neta asociada al Efluente CELCO fue de 2136.1 kg/d.
- ix. La concentración promedio de Sulfatos para el período (Abril a Diciembre del 2004) incrementa en la Estación 2, respecto de la Estación 1 (8.83 vs. <0.5 mg/L), y también se ve incrementada durante el período de operación respecto al valor promedio histórico (8.83 vs. 0.8 mg/L). La variabilidad y tendencia de incremento registrada en el tramo E1E2 durante el período, se observa por ejemplo en Diciembre del 2004, donde el incremento de la concentración fue de 14.5 mg/L, alcanzando un valor de 15 mg/L en la Estación 2 después de la descarga, en comparación a < 0.5 mg/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba. Esta tendencia de

incremento en el tramo E1E2, se refleja en el aporte de cargas netas diarias registradas, las que equivalen en promedio a un aporte de \approx 39.1 ton/d; específicamente, en el muestreo asociado a Julio del 2004, el aporte fue de \approx 47.2 ton/d.

- x. La concentración promedio del Sodio en el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (7.88 vs. 3.49 mg/L). La variabilidad de este parámetro en el período se refleja en Abril del 2004, donde el incremento de la concentración fue de 10.6 mg/L, alcanzando un valor de 14 mg/L en la Estación 2, en comparación a 3.4 mg/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba. Esta tendencia de incremento tras la descarga, se refleja en el aporte de cargas netas diarias en el tramo E1E2, que equivalen en promedio a un aporte de \approx 30.1 ton/d; específicamente, en el muestreo asociado a Julio del 2004, el aporte fue de \approx 72.6 ton/d.
- xi. La concentración promedio de los Compuestos Organoclorados Adsorbibles (AOX) en el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (30.33 vs. 2.83 μ g/L). La baja presencia de AOX en la Estación 1 (concentraciones menores a 3 μ g/L) y la alta concentración en el efluente de CELCO registrada tanto en muestras compuestas semanales como mensuales (mayores a 1500 μ g/L), permiten estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces. Por ejemplo, en Abril del 2004 el incremento en la concentración fue de 32 μ g/L, alcanzando un valor de 34 μ g/L en la Estación 2 (después de la descarga), en comparación a 2 μ g/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba. Esta tendencia de incremento tras la descarga, se refleja en el aporte de cargas netas diarias en el tramo E1E2, que equivale en promedio a un aporte de \approx 115.4 kg/d; paralelamente la carga asociada al efluente de CELCO fue de 123.7 kg/d.

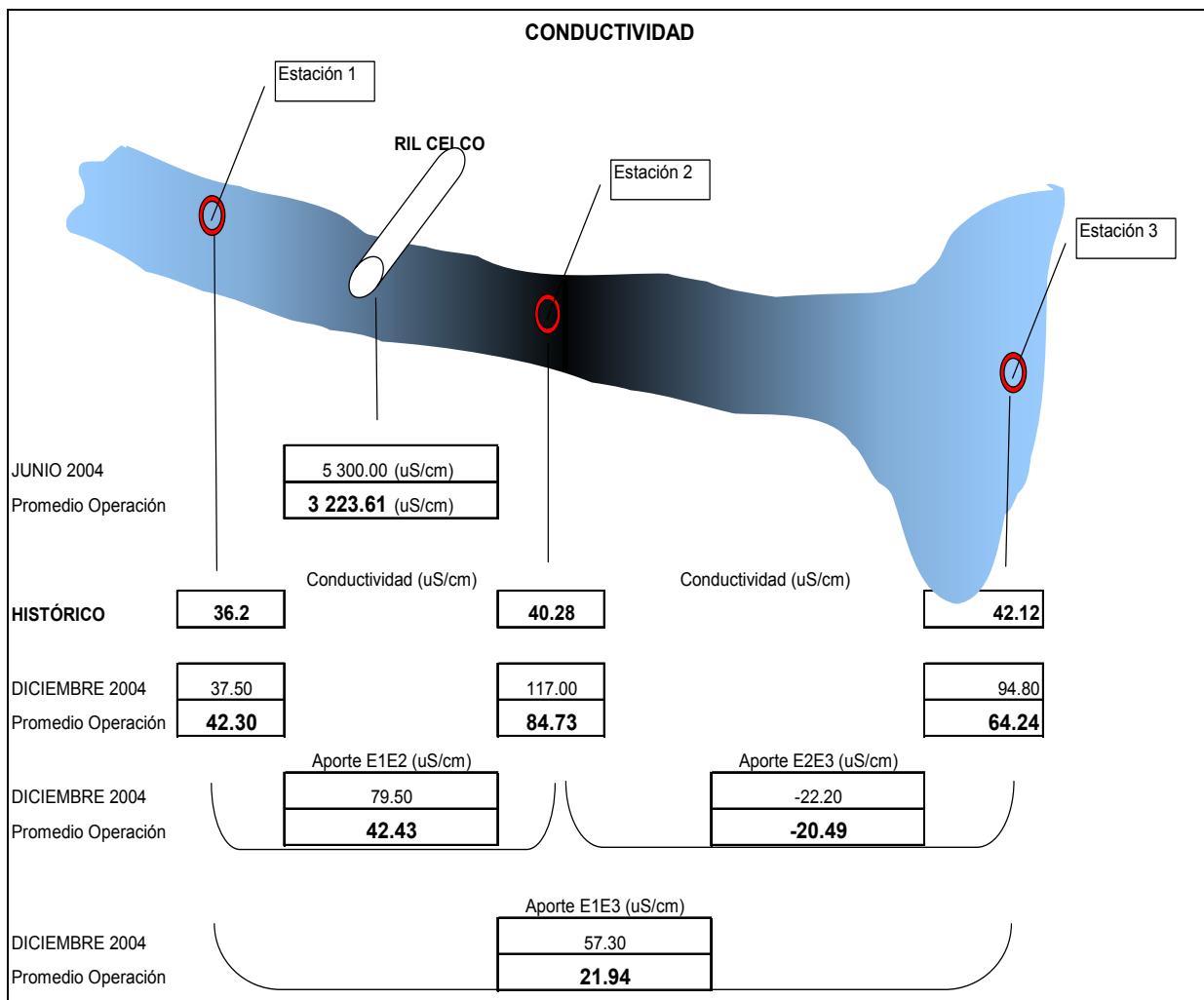
- xii. La concentración promedio de Hierro soluble en el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa levemente en la Estación 2 respecto a la Estación 1 (0.18 vs. 0.12 mg/L), tras la descarga. Sin embargo, las concentraciones actuales (Abril a Diciembre 2004) son inferiores a las registradas históricamente en las Estaciones 1 y 2. La alta variabilidad de este parámetro observada en los muestreos de CELCO, permiten estimar que ésta debería reflejarse en la calidad del agua del río Cruces. Por ejemplo, en Diciembre del 2004, el incremento de la concentración fue de 0.11 mg/L, alcanzando un valor de 0.25 mg/L en la Estación 2 después de la descarga, en comparación a 0.14 mg/L que registraba el río en la Estación 1, aguas arriba. Esta tendencia de incremento tras la descarga se refleja en el aporte de cargas netas diarias en el tramo E1E2, que equivale en promedio a un aporte de 292.33 kg/d; específicamente, en el muestreo asociado a Diciembre del 2004, el aporte fue de 312.44 kg/d. Por otro lado, la carga asociada al efluente de CELCO en el período sólo fue de 5.33 kg/d; para Diciembre del 2004 la carga fue de 9.65 kg/d. Es decir, el aporte de carga neta diaria del Hierro soluble detectada en el tramo E1E2 del río Cruces fue muy superior a la carga neta asociada al efluente de CELCO.
- xiii. La concentración promedio del Aluminio en el período (Abril a Diciembre del 2004) se incrementa levemente en la Estación 2, respecto a la Estación 1 (0.27 vs. 0.19 mg/L), tras la descarga. En Abril del 2004, se registraron las mayores concentraciones en las tres estaciones respecto al histórico (<0.2 mg/L), así como también las máximas dentro del período de operación, con un aporte de 0.48 mg/L en el tramo E1E2. Este aporte significó un aporte de carga neta diaria equivalente a 1472.5 kg/d. Contrariamente, el promedio del período registra un aporte negativo de Aluminio en la columna de agua del río Cruces en el tramo E1E3.

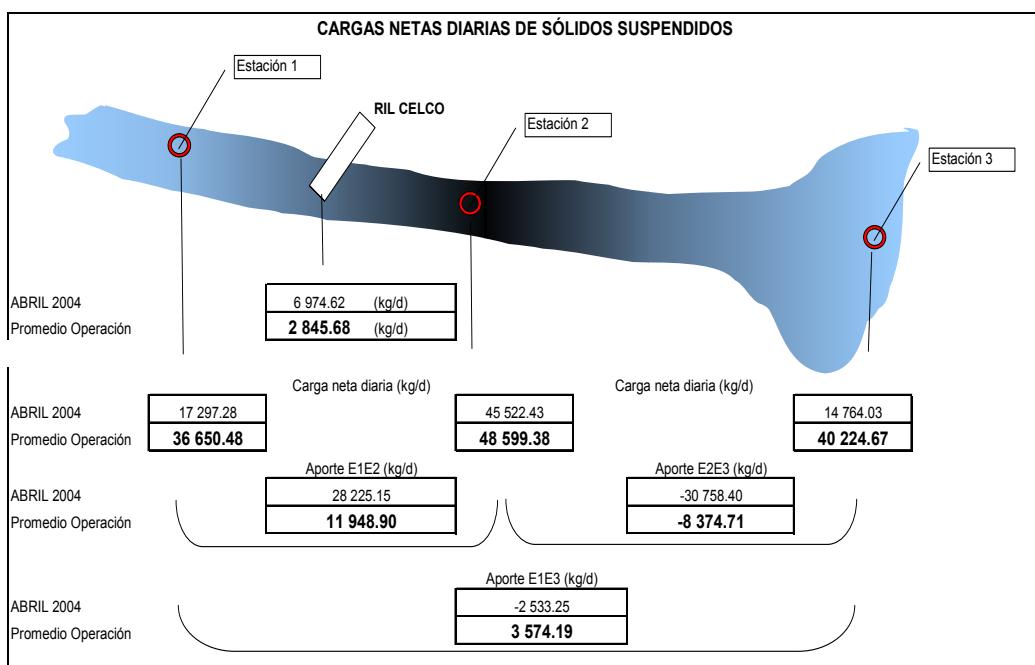
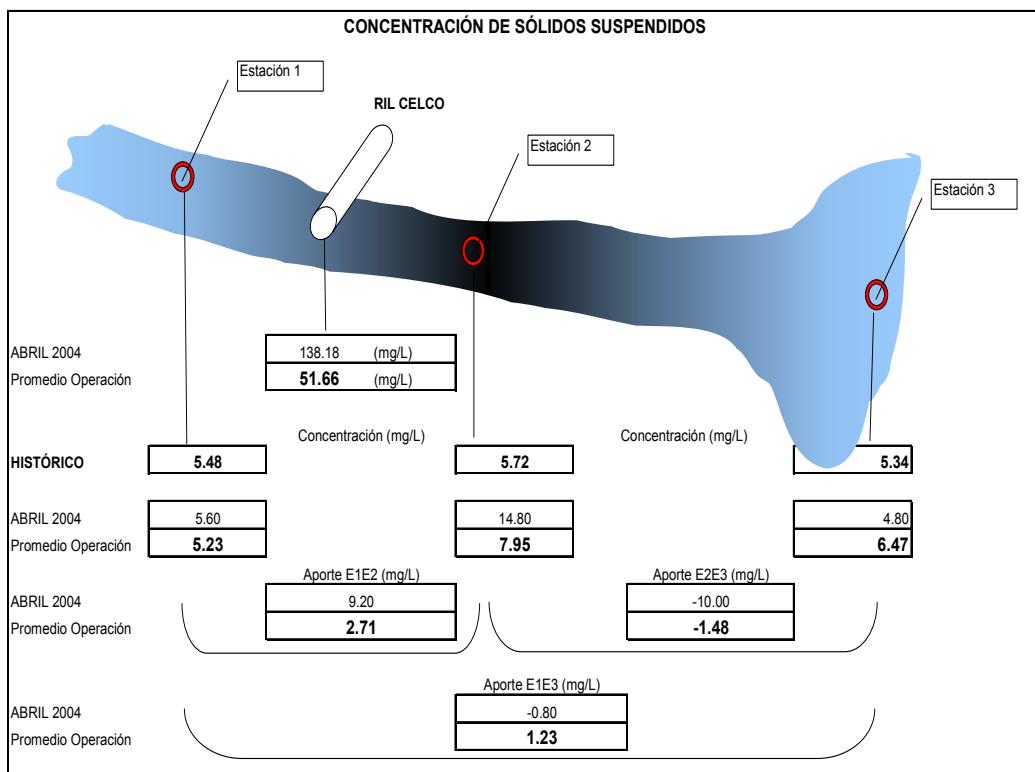
xiv. En conclusión, todos los parámetros analizados, muestran incrementos en la calidad del agua del río Cruces en el tramo E1E2 donde ingresa la descarga del efluente de CELCO. En el tramo E2E3, la mayoría de los parámetros no tienen aportes positivos, pero ingresan al Humedal registrando concentraciones superiores a las medidas en la Estación 1 (aguas arriba). Esta menor concentración en el tramo E2E3, podría estar asociada a factores de dilución, precipitación, incorporación a estructura cristalina en forma de complejos o adsorbida por materias orgánicas y/o inorgánicas.

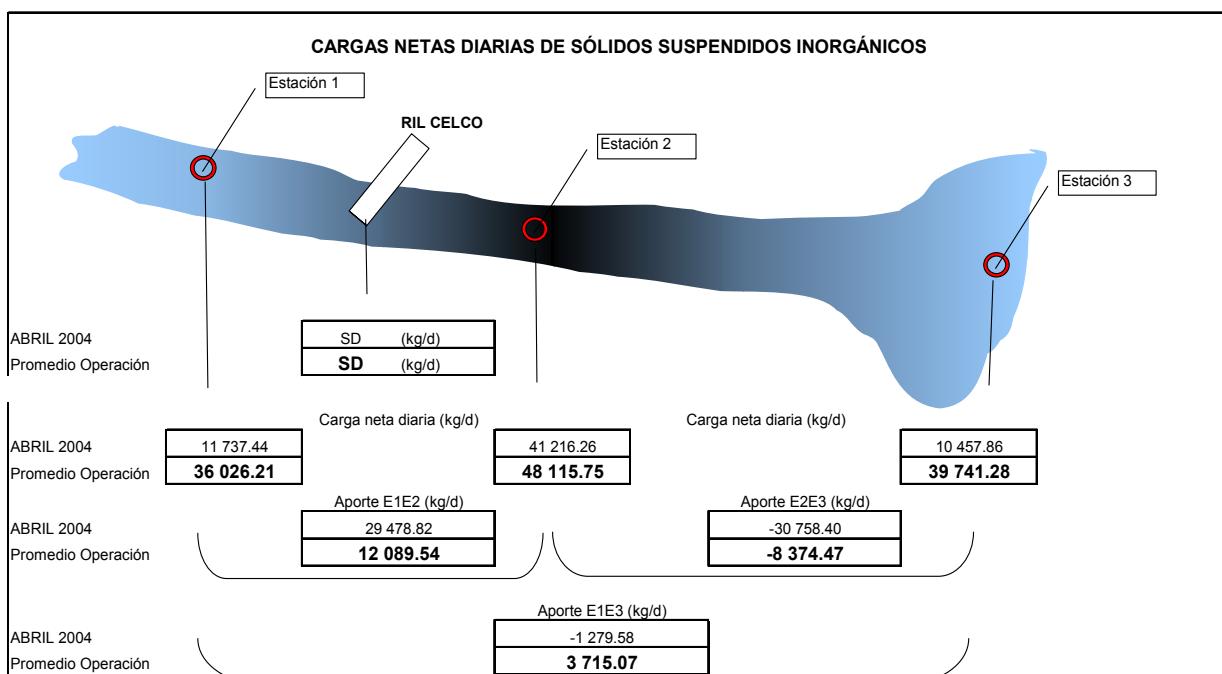
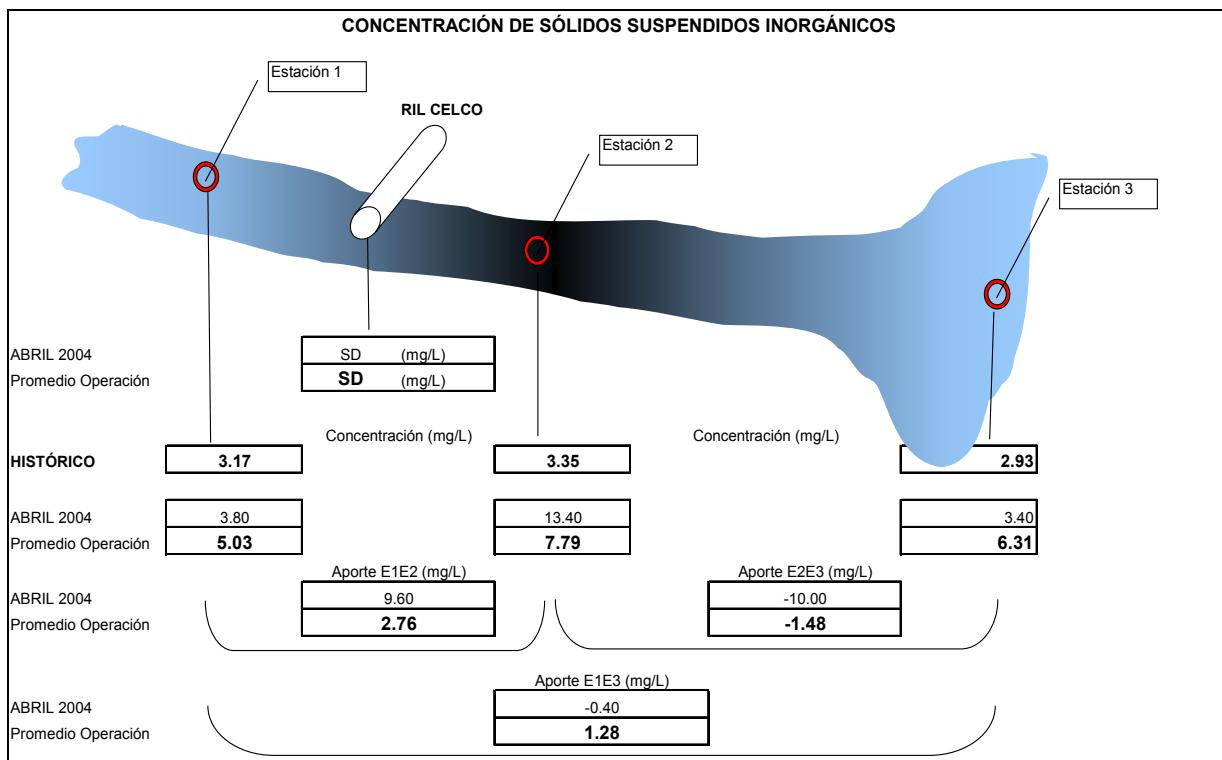
ANEXO III

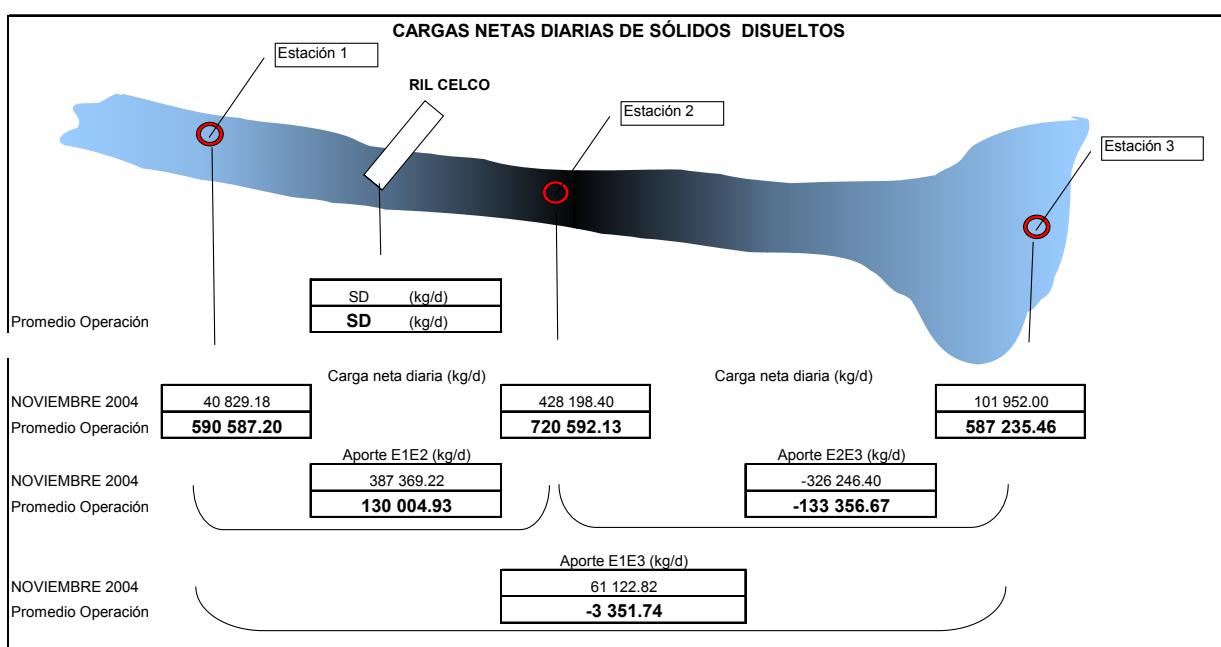
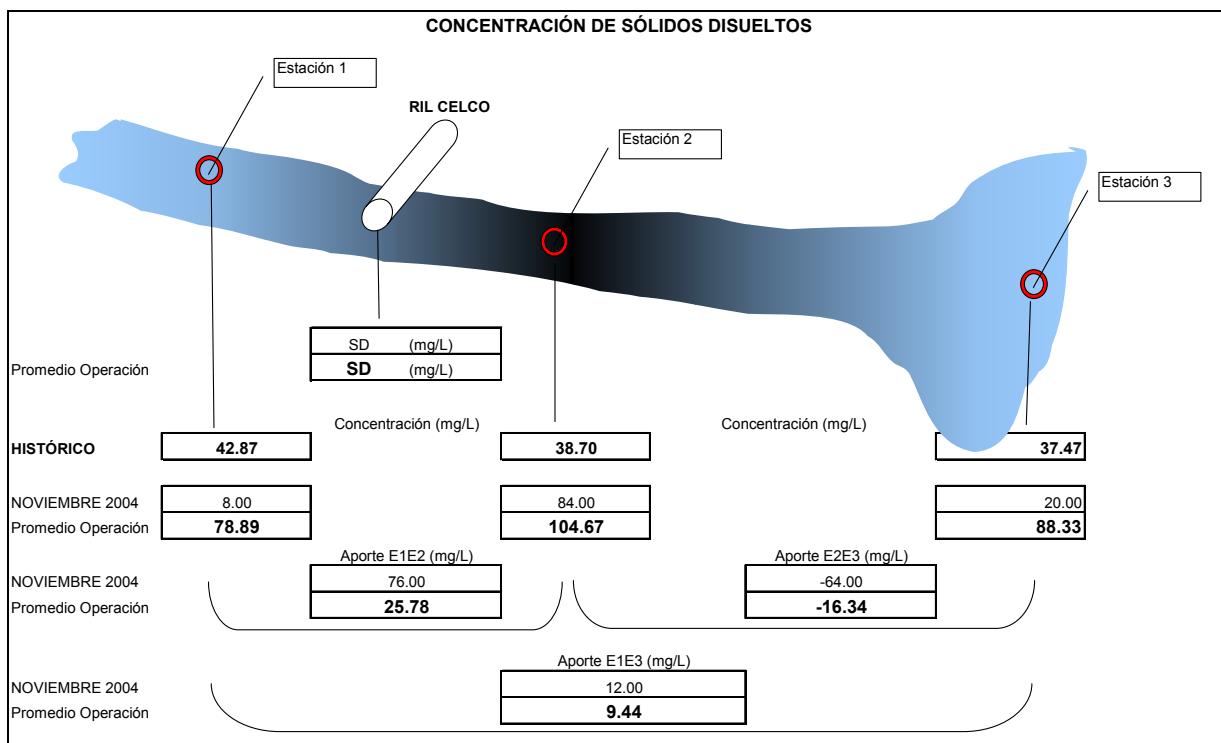
ESQUEMAS DE DISTRIBUCION DE CONCENTRACIONES Y CARGAS NETAS ASOCIADAS AL EFLUENTE DE CELCO Y A LAS AGUAS DEL RIO CRUCES DURANTE EL PERIODO ABRIL-DICIEMBRE DEL 2004

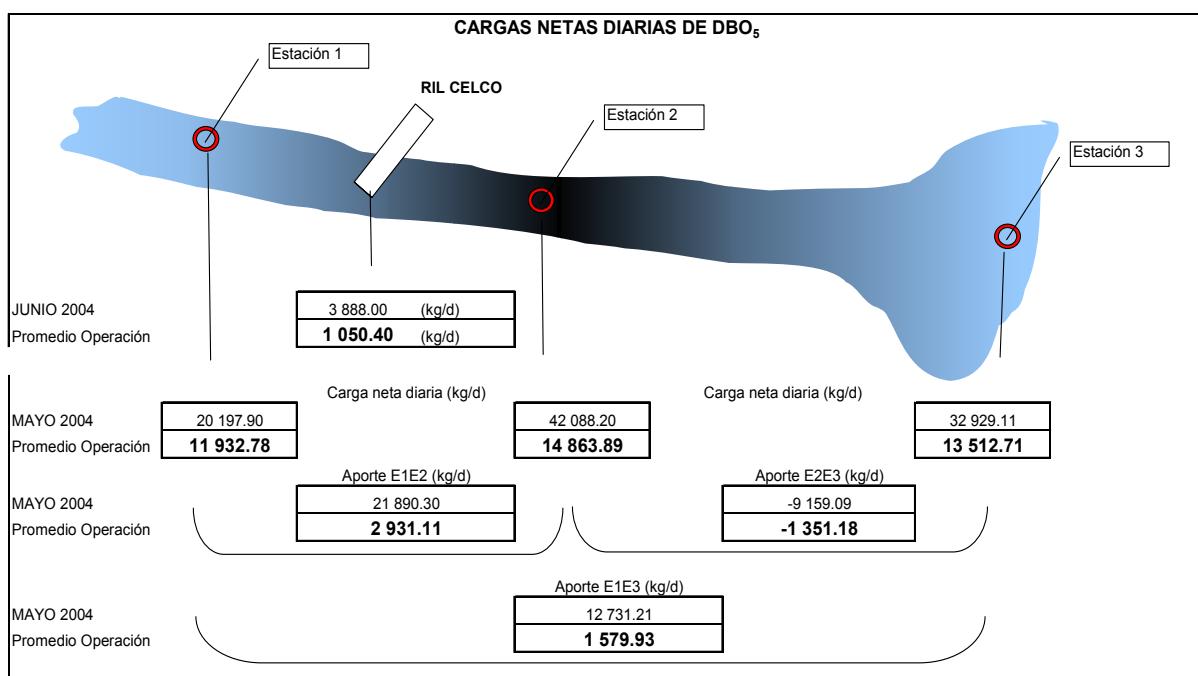
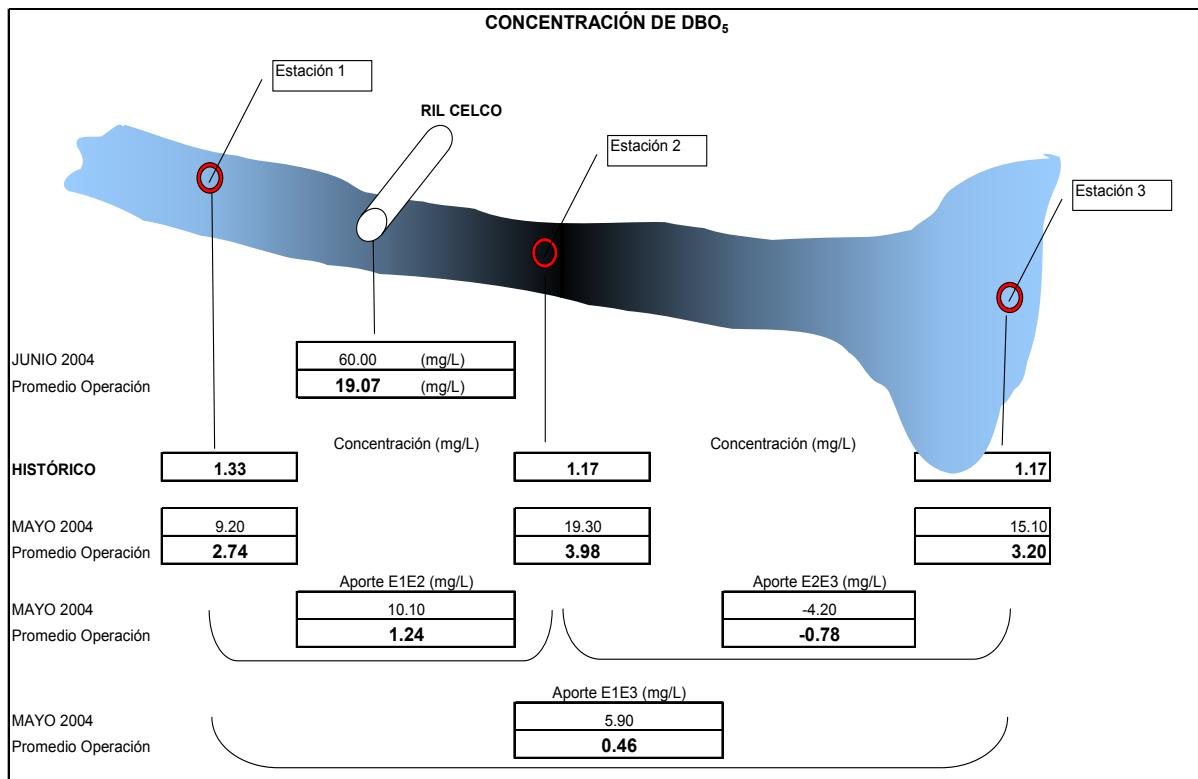
**(análisis basados en Informes Ambientales
entregados por CELCO a CONAMA)**

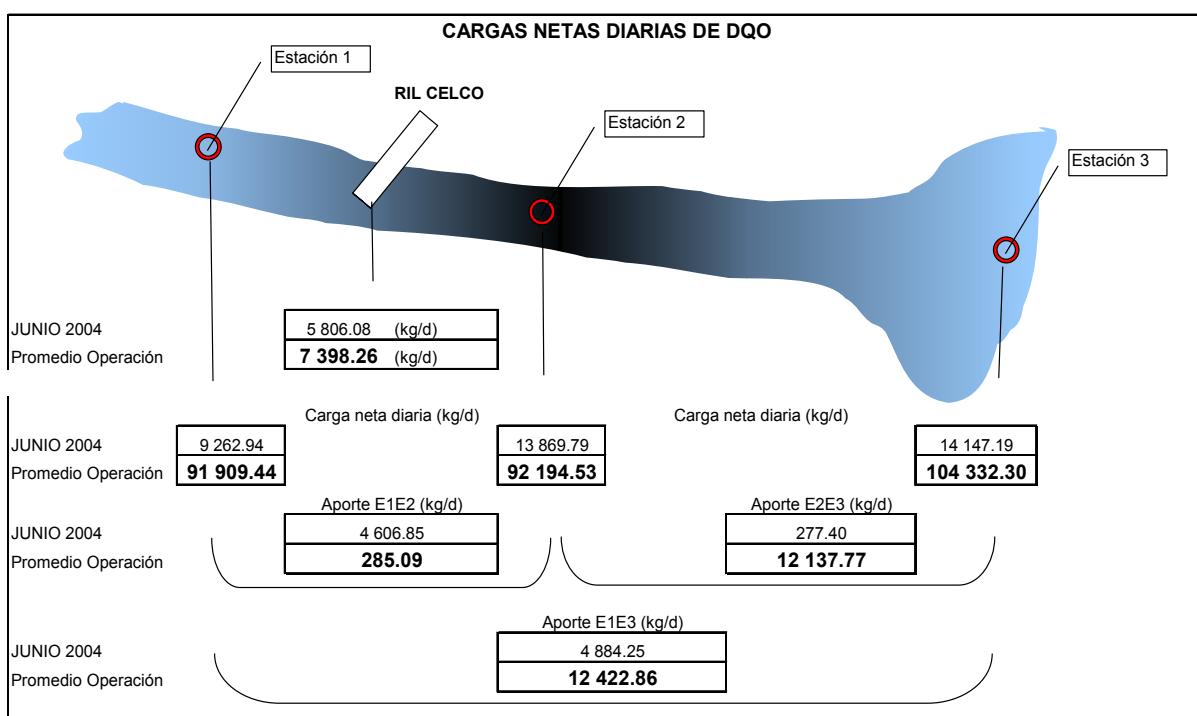
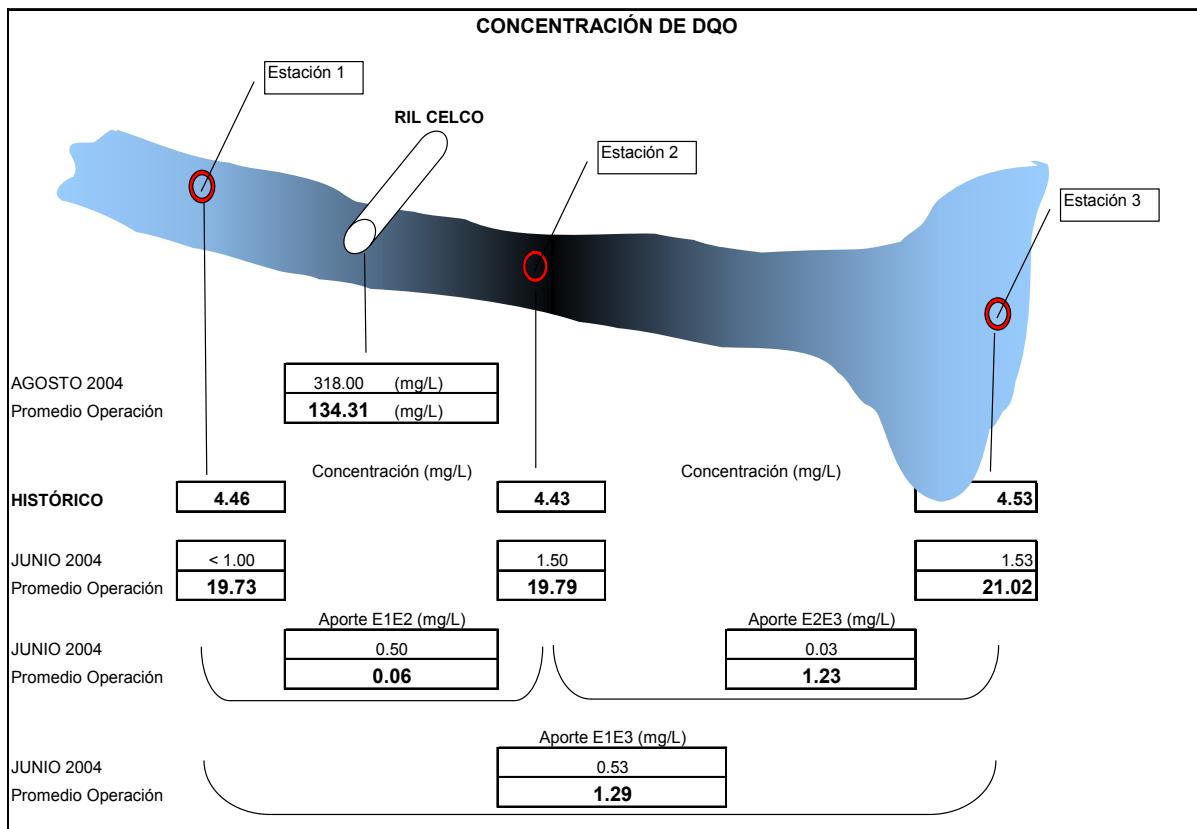


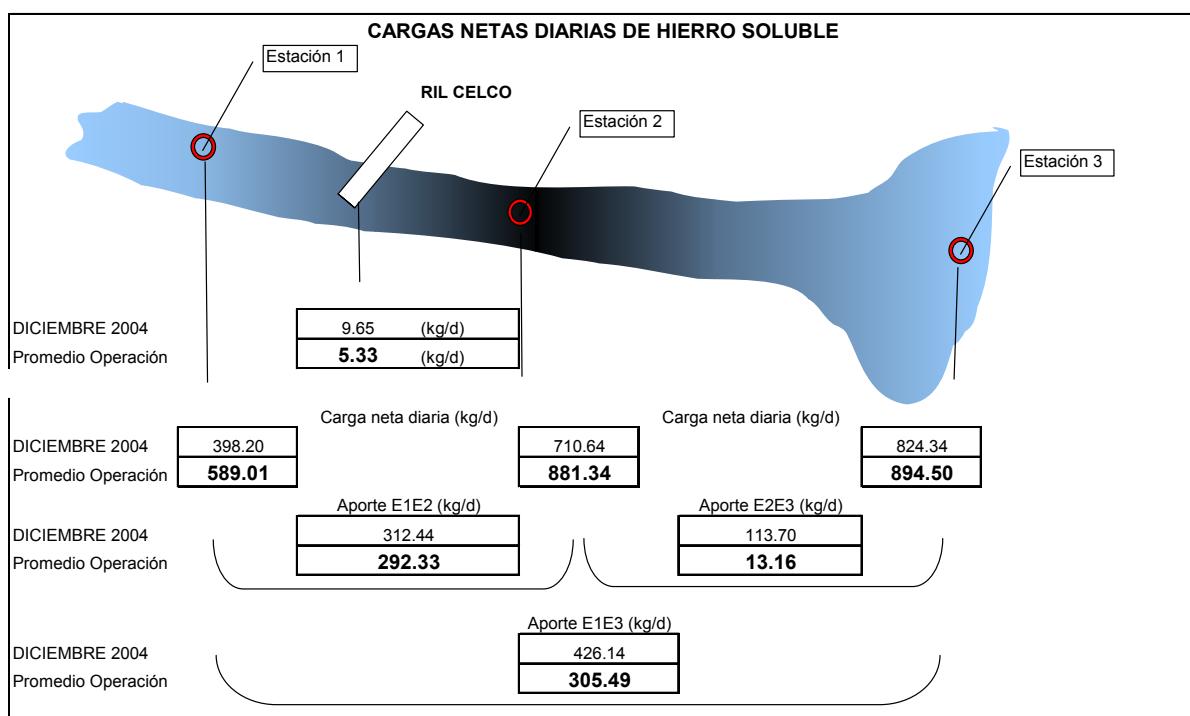
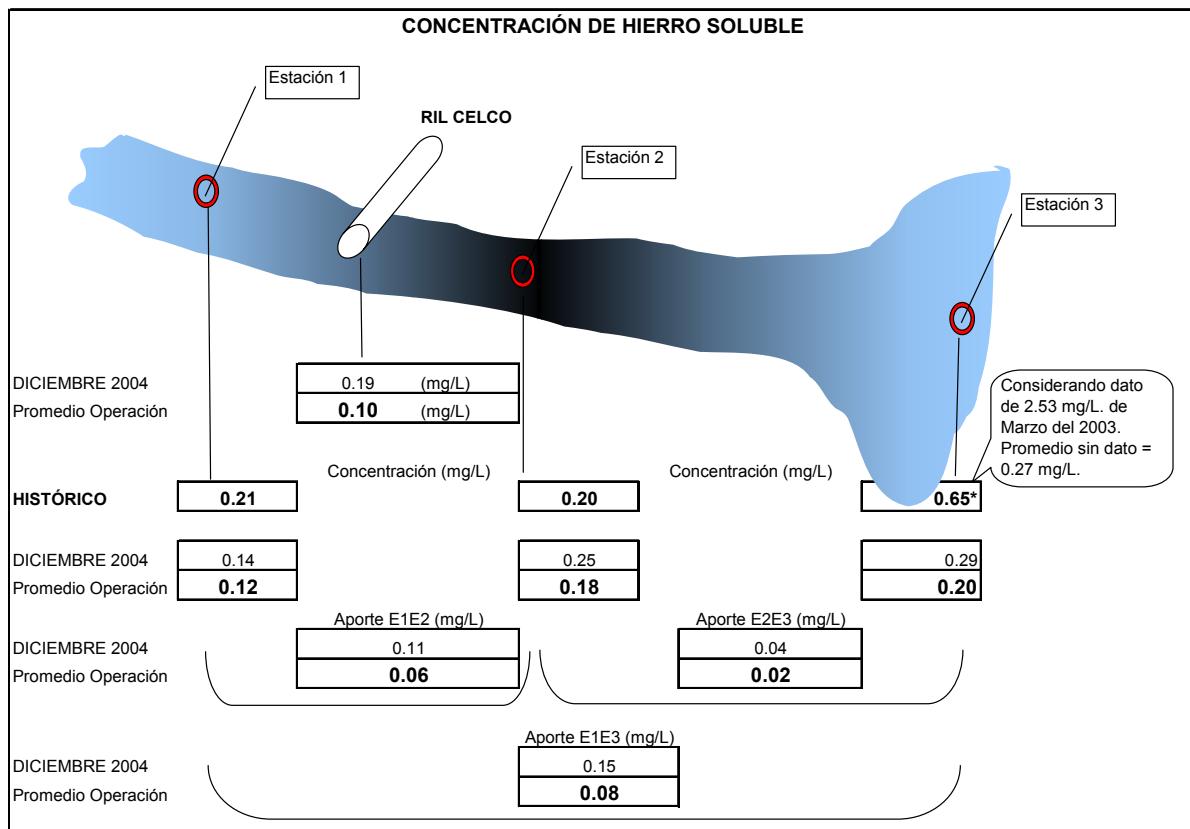


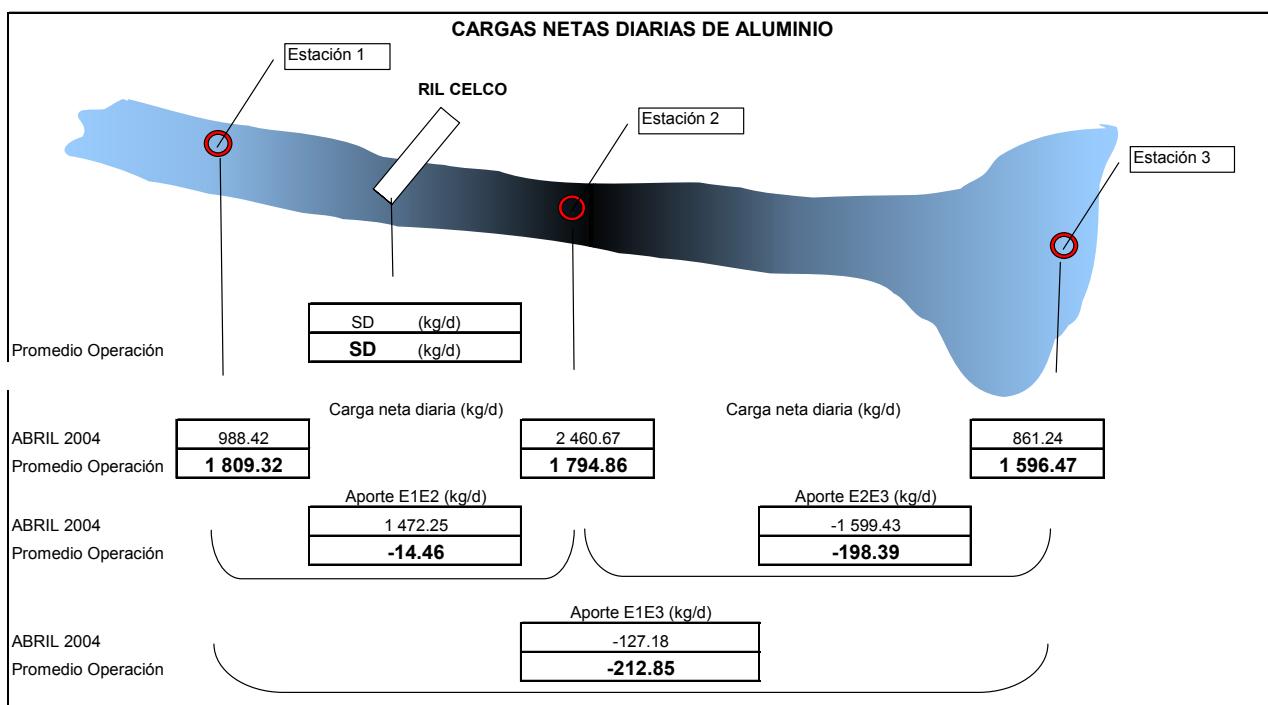
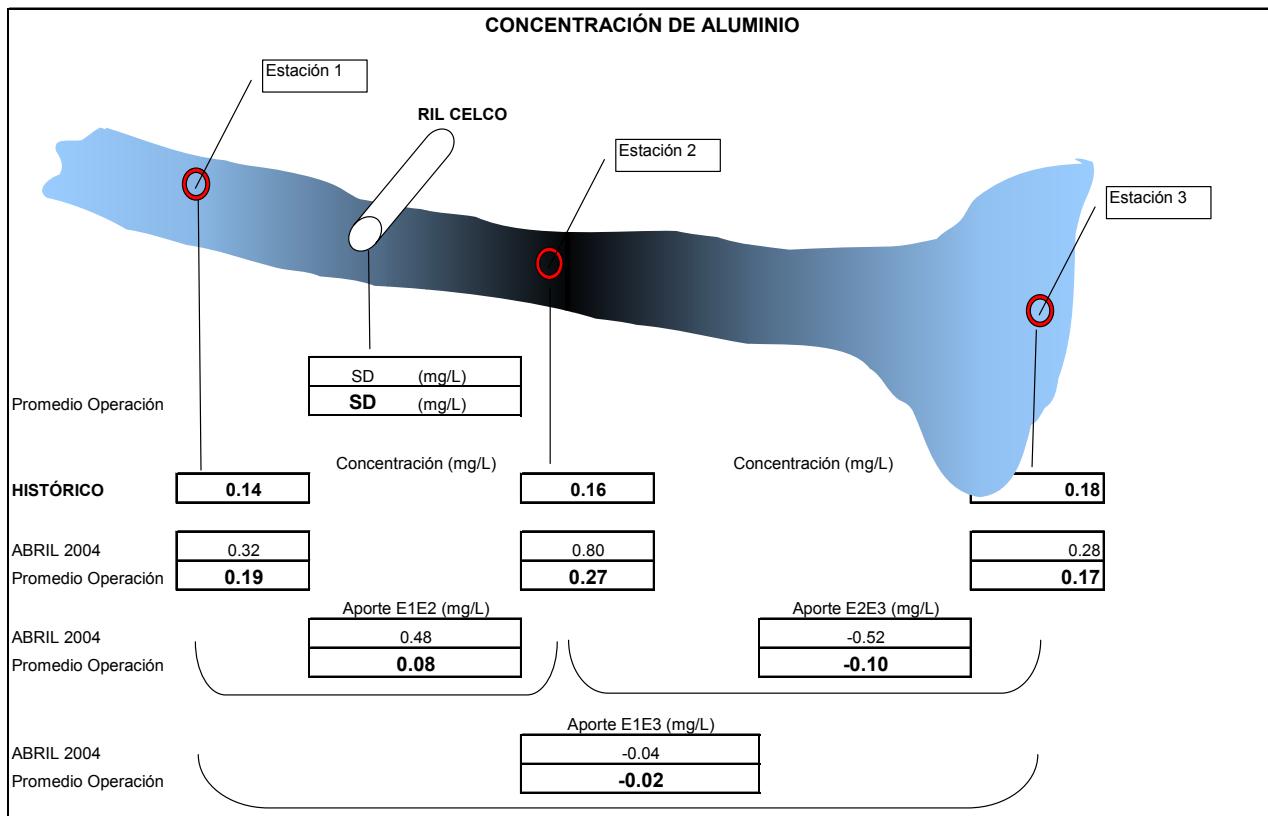


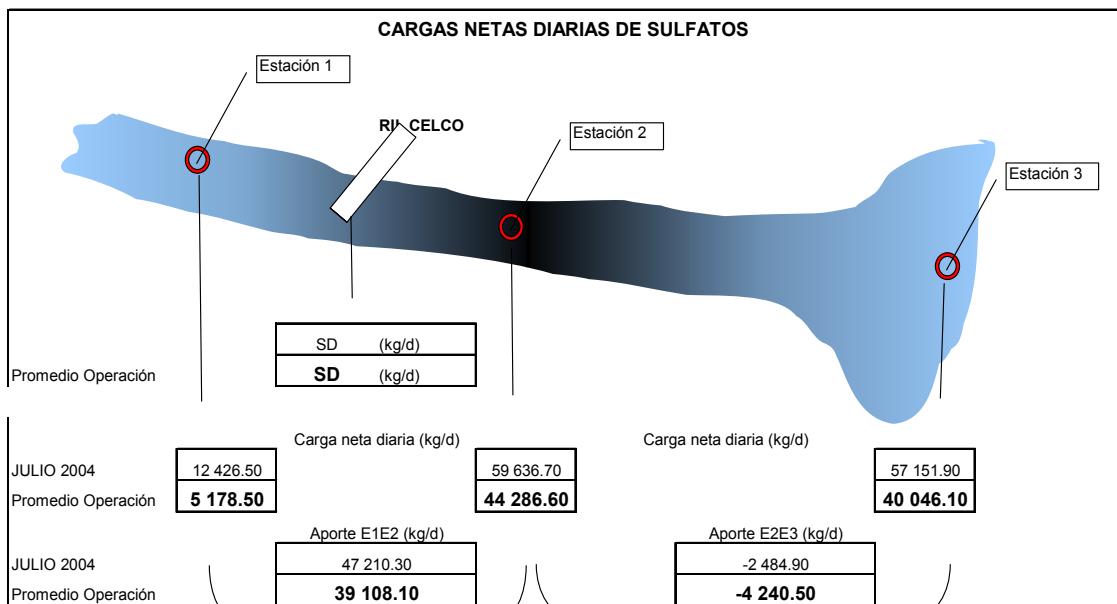
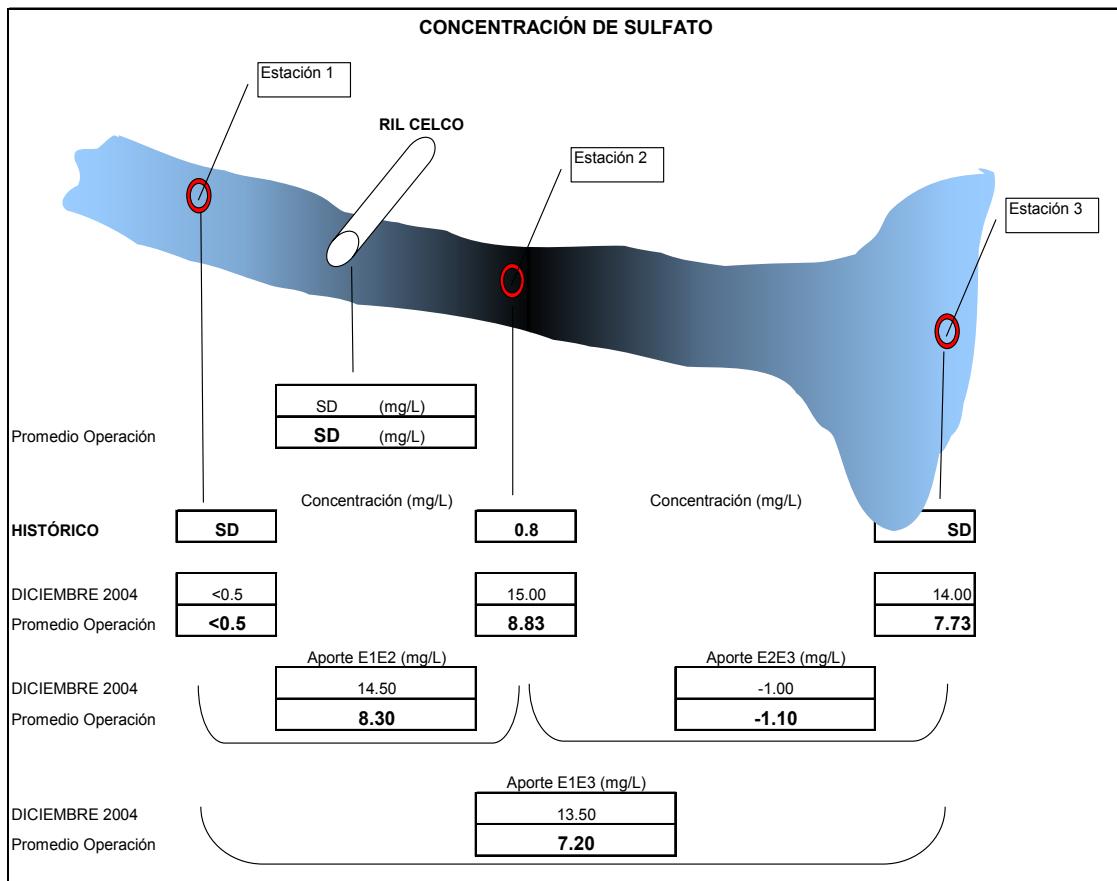


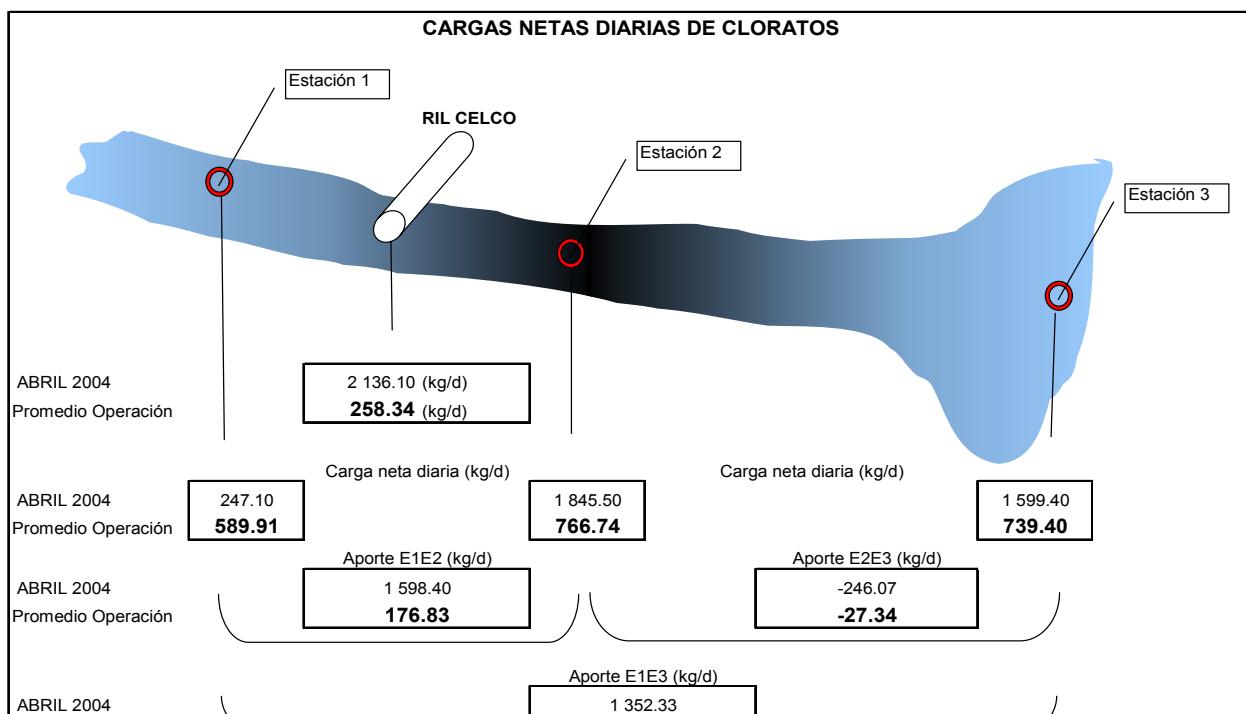
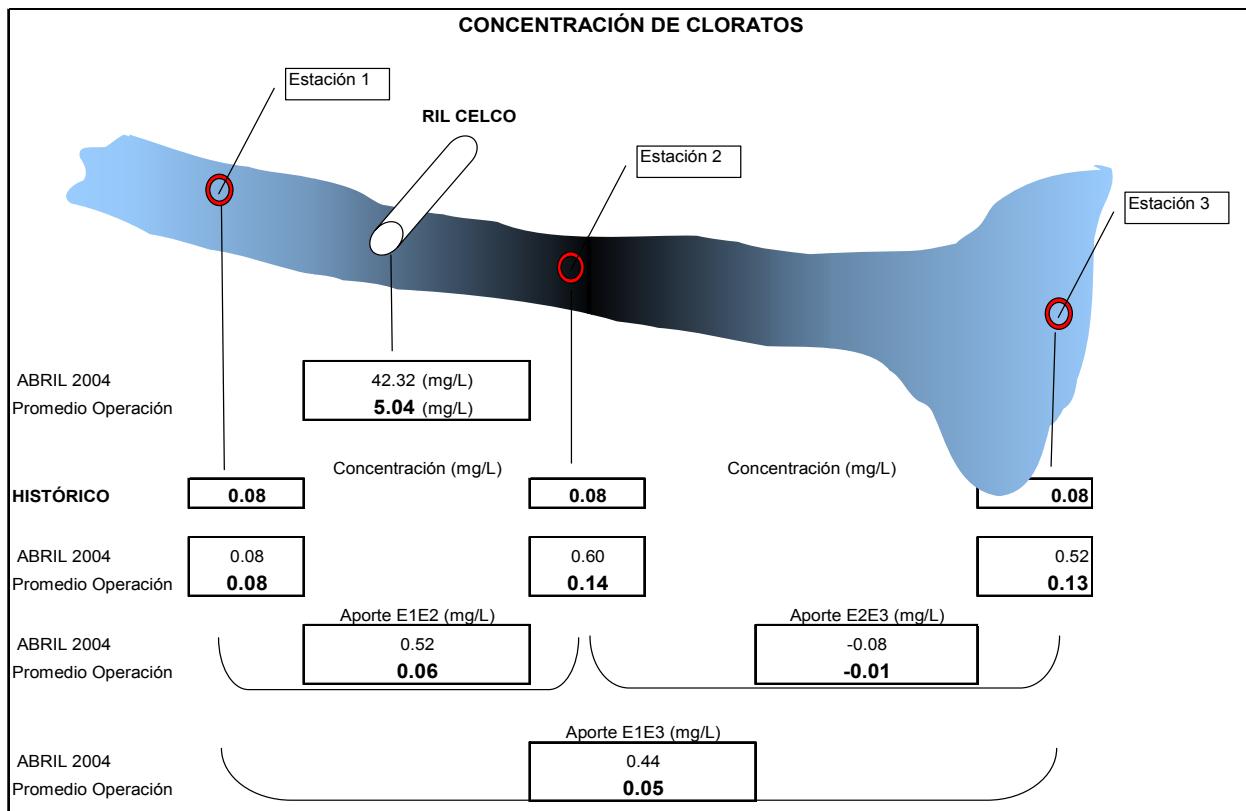


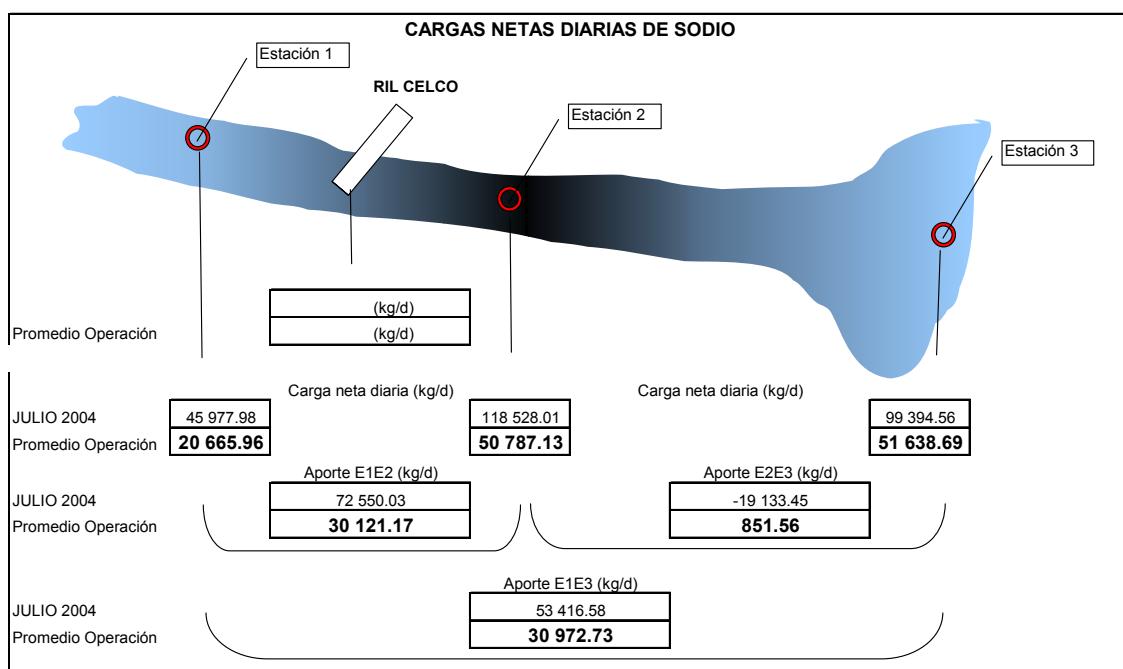
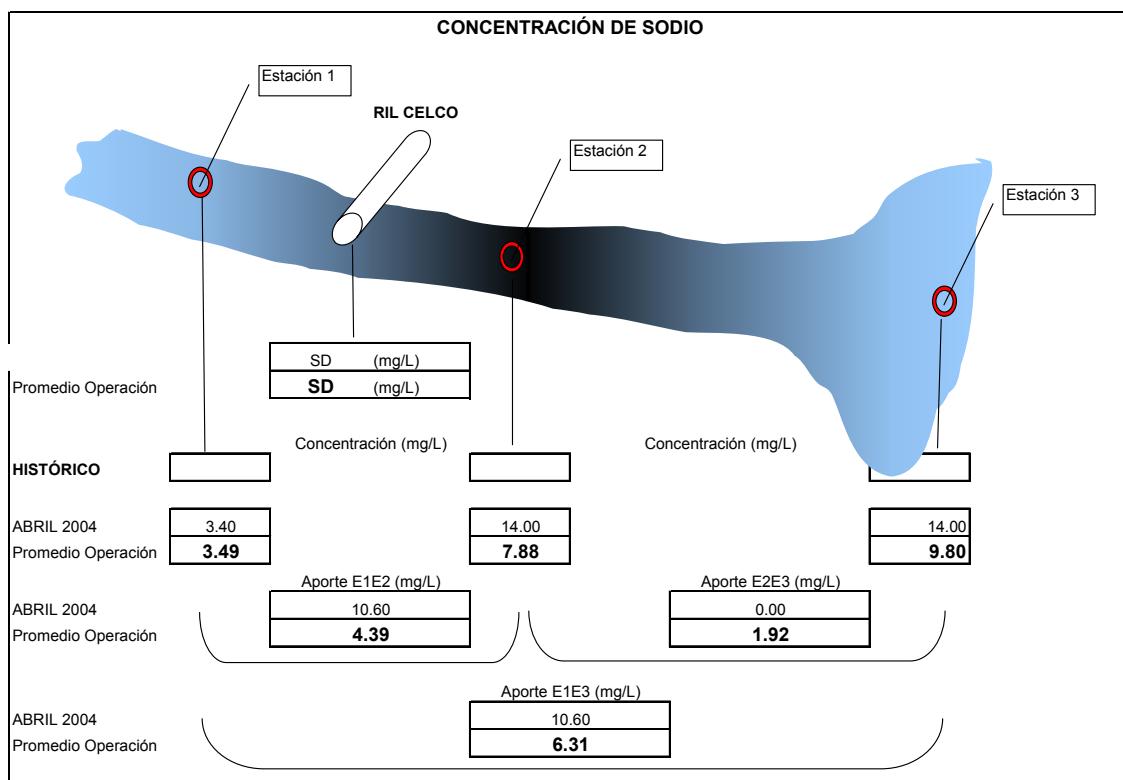


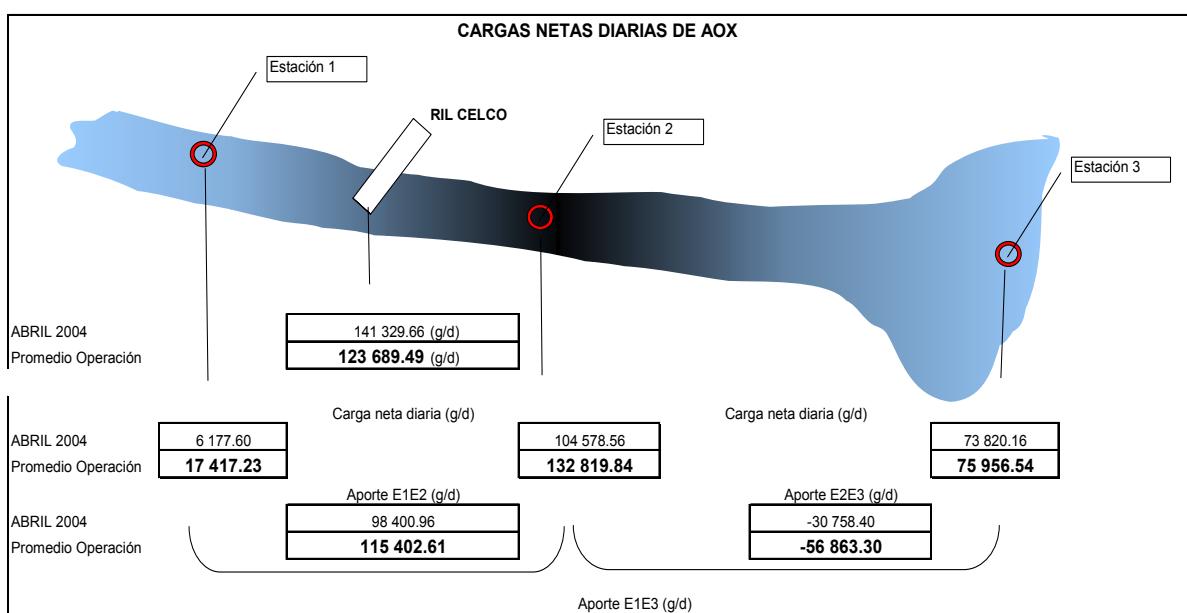
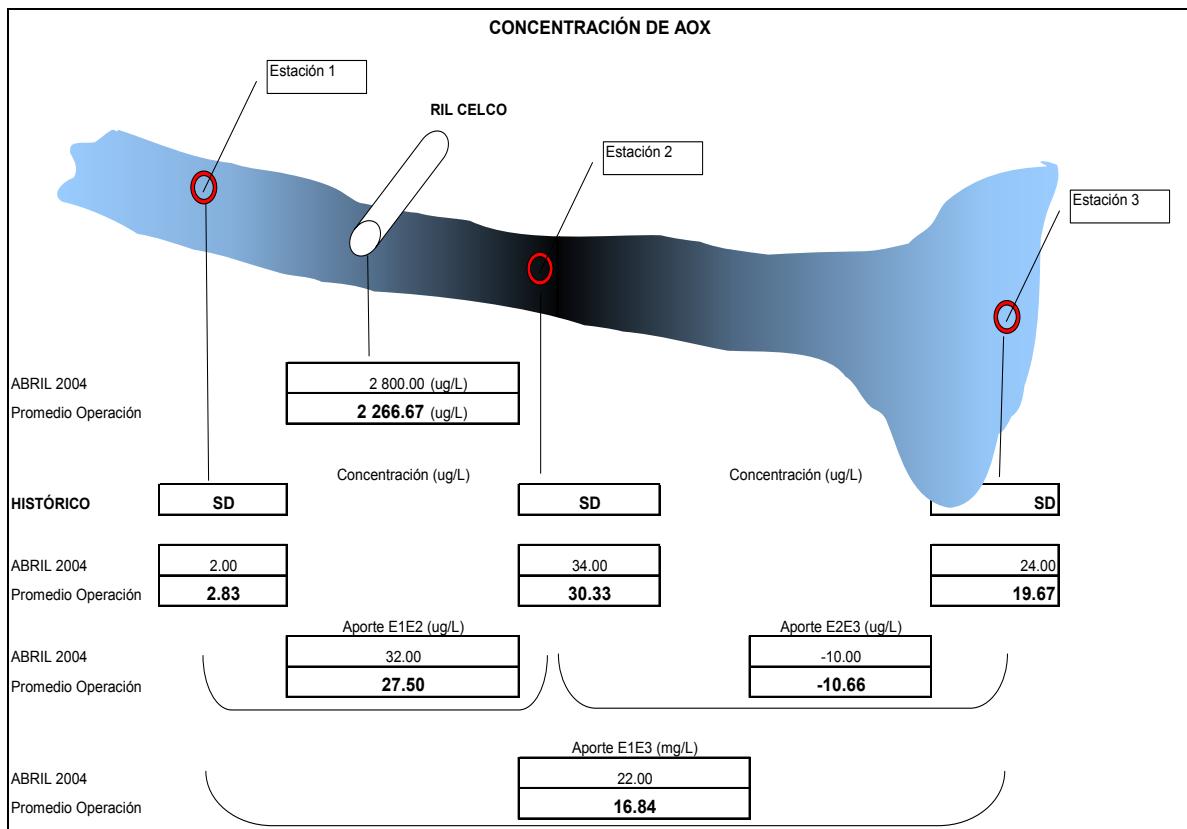












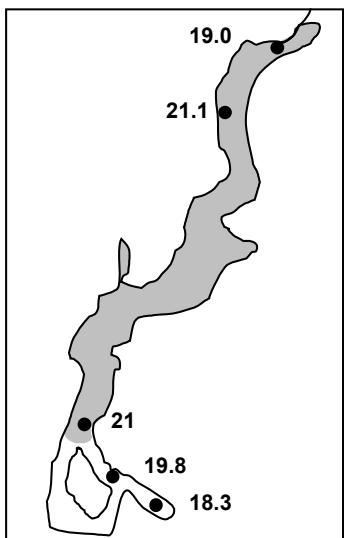
ANEXO IV

**REPRESENTACION GRAFICA DE LA
VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LAS
CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y
FITOPLANCTONICAS, DE LAS AGUAS DEL
ESTUARIO DEL CRUCES, CANAL MAREAL CAU-
CAU Y ESTUARIO DEL RIO CALLE-CALLE**

(ver Capítulo 7)

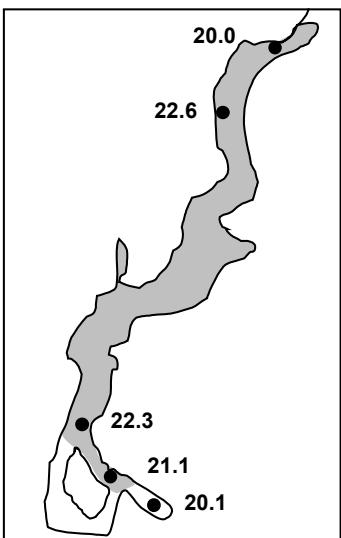
Temperatura (°C)

29 de Diciembre



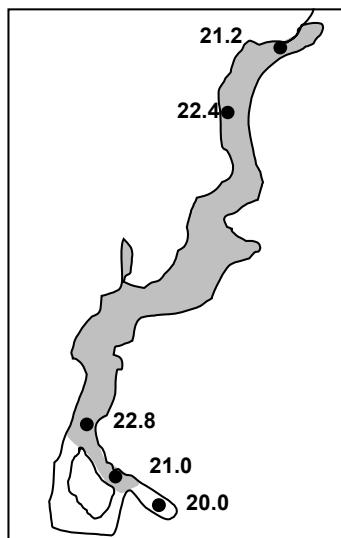
marea alta

3 de Enero



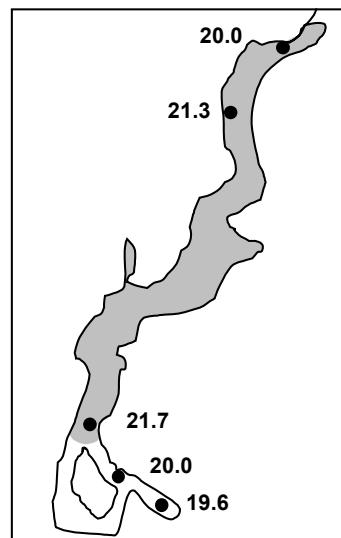
marea bajando

5 de Enero



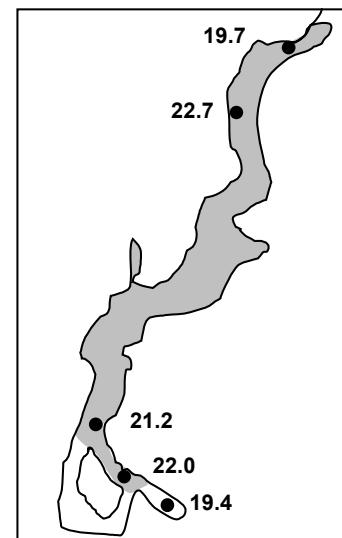
marea bajando

7 de Enero



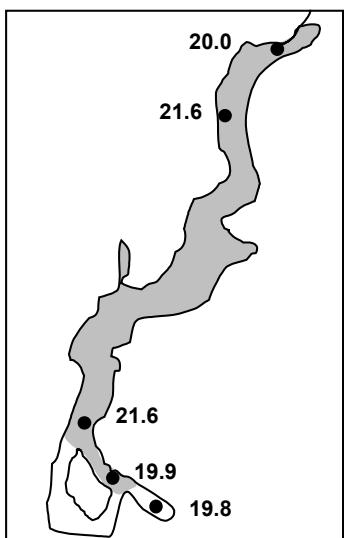
marea alta

9 de Enero



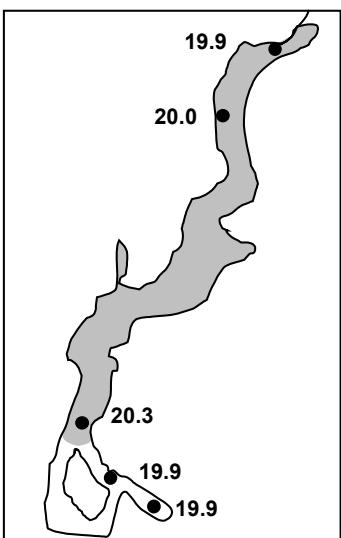
marea bajando

11 de Enero



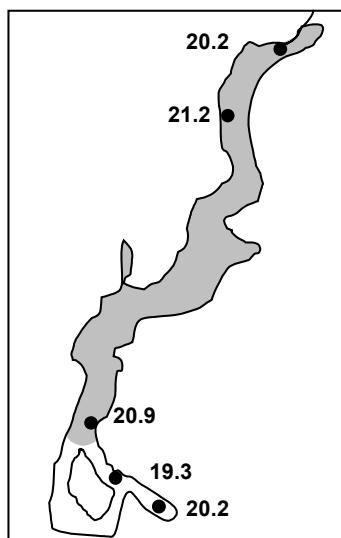
marea subiendo

13 de Enero



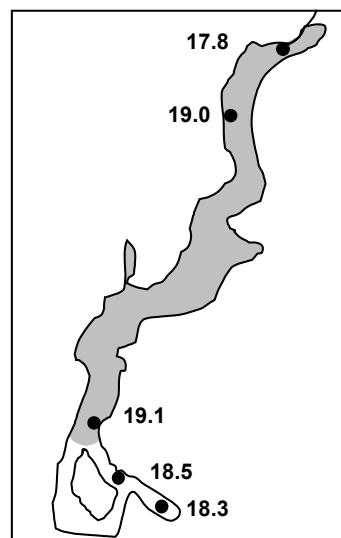
marea baja

15 de Enero



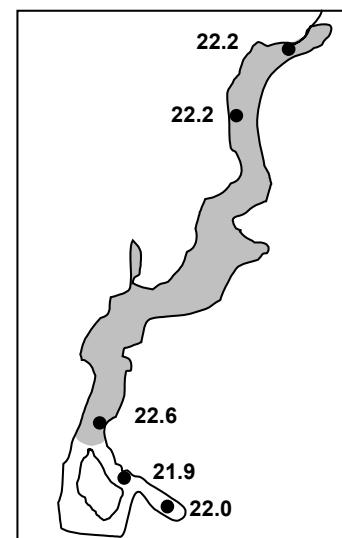
marea baja

30 de Enero



marea baja

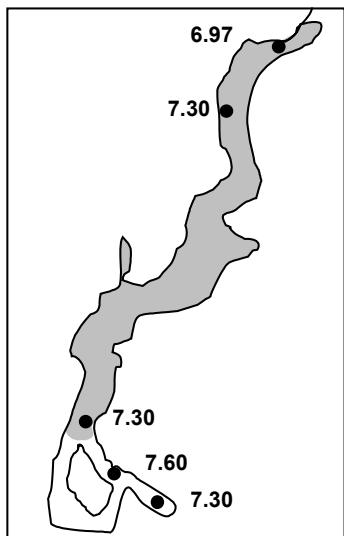
19 de Febrero



marea alta

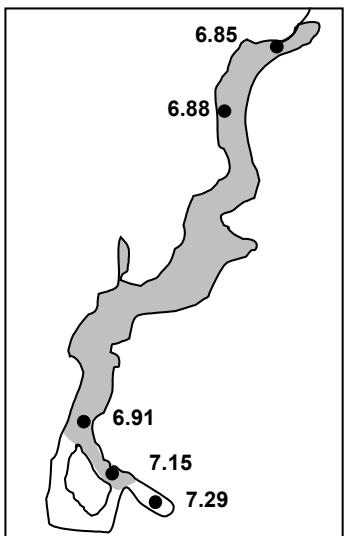
Valores de pH (+H)

29 de Diciembre



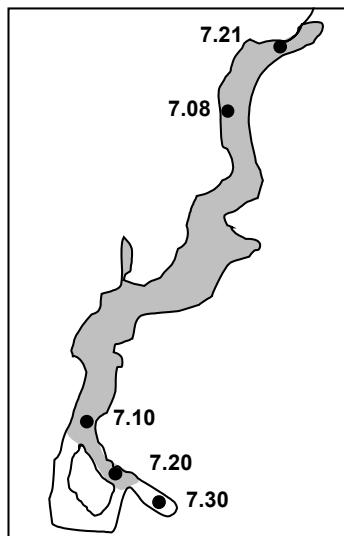
marea alta

3 de Enero



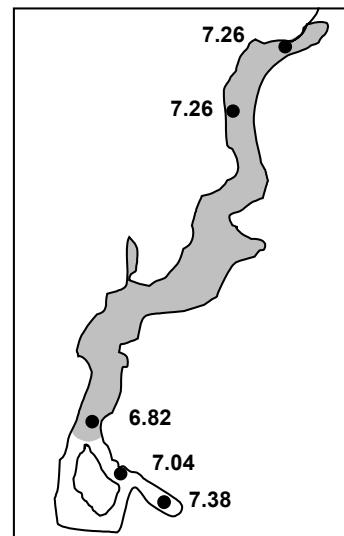
marea bajando

5 de Enero



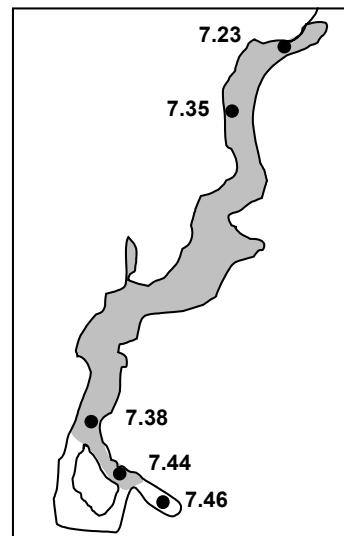
marea bajando

7 de Enero



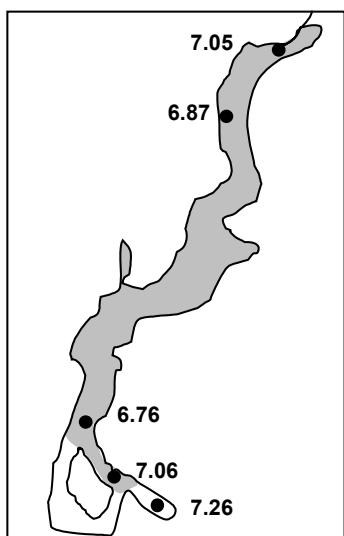
marea alta

9 de Enero



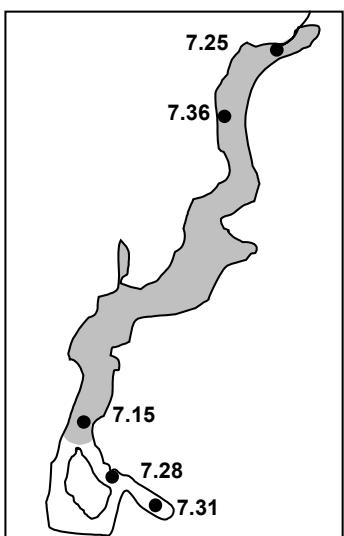
marea bajando

11 de Enero



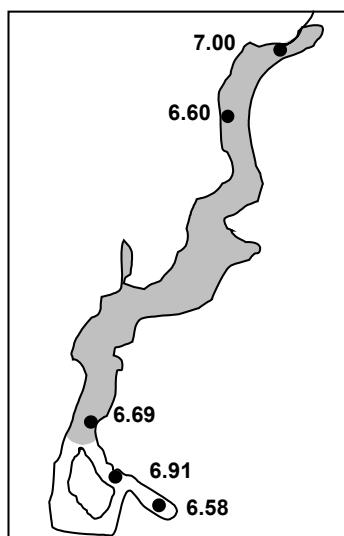
marea subiendo

13 de Enero



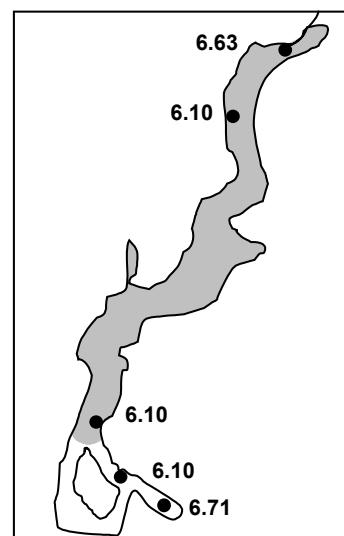
marea baja

15 de Enero



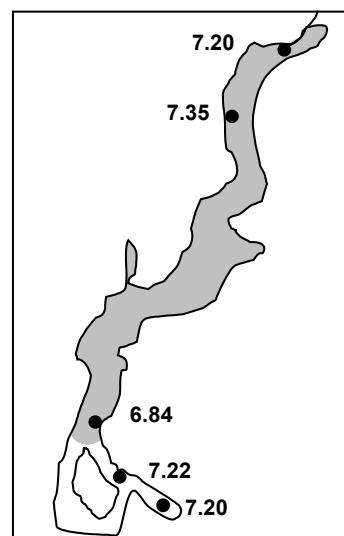
marea baja

30 de Enero



marea baja

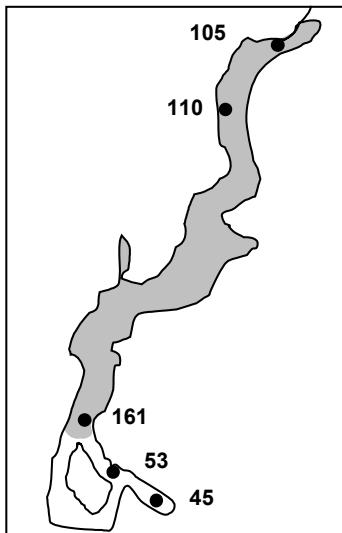
19 de Febrero



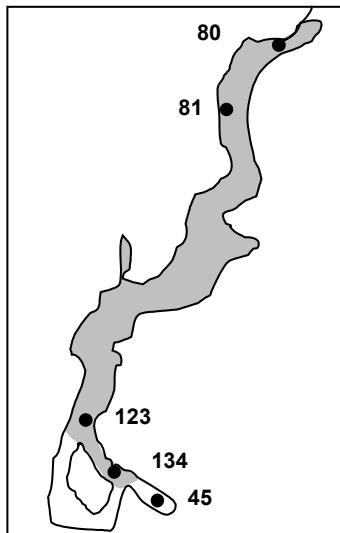
marea alta

Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

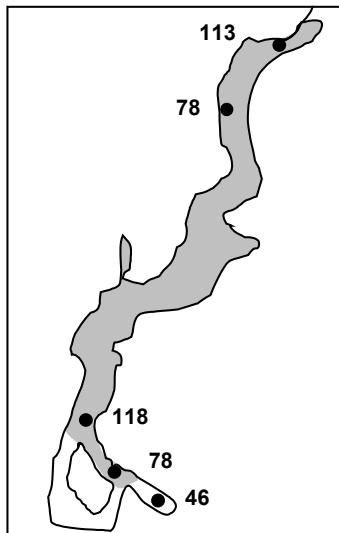
29 de Diciembre



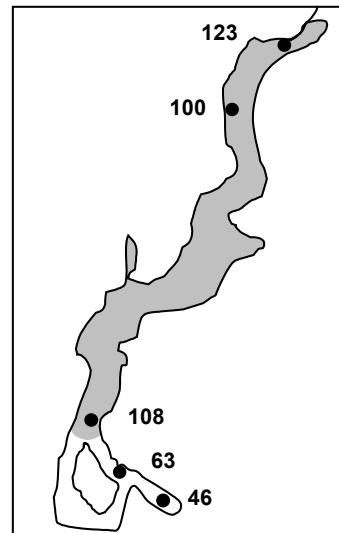
3 de Enero



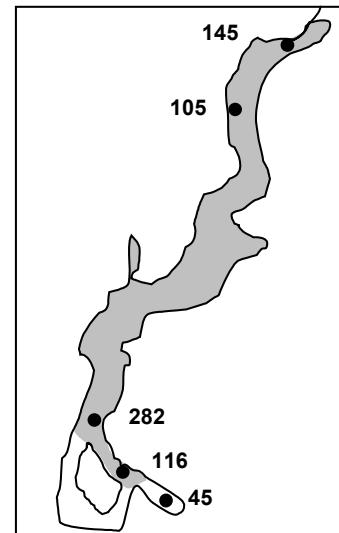
5 de Enero



7 de Enero



9 de Enero



marea alta

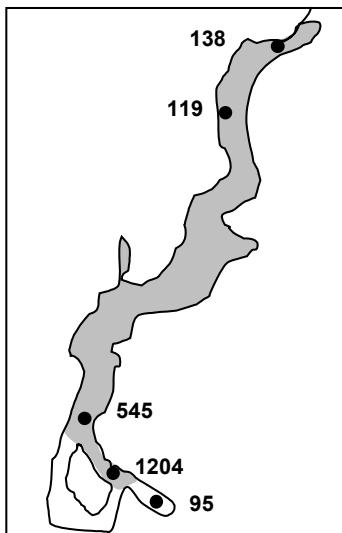
marea bajando

marea bajando

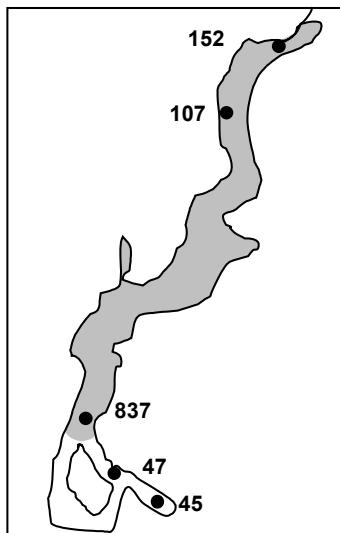
marea alta

marea bajando

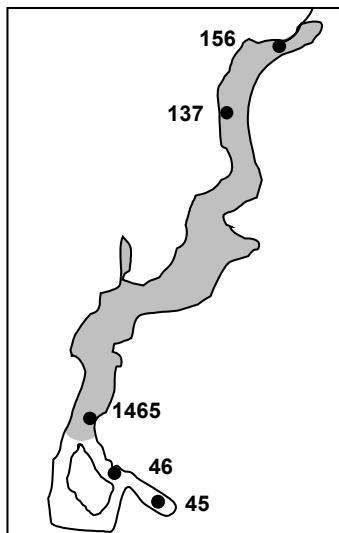
11 de Enero



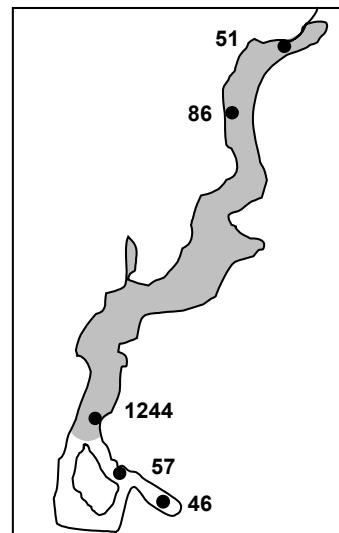
13 de Enero



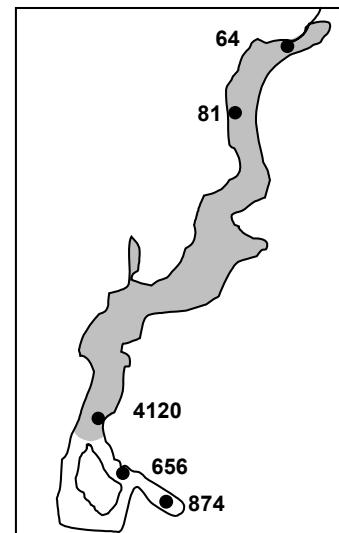
15 de Enero



30 de Enero



19 de Febrero



marea subiendo

marea baja

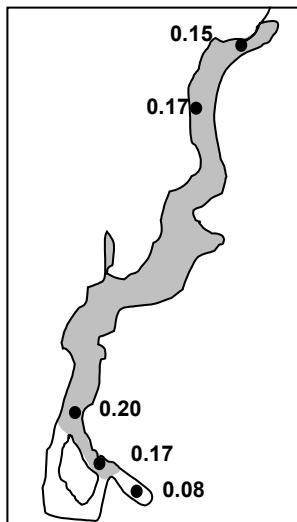
marea baja

marea baja

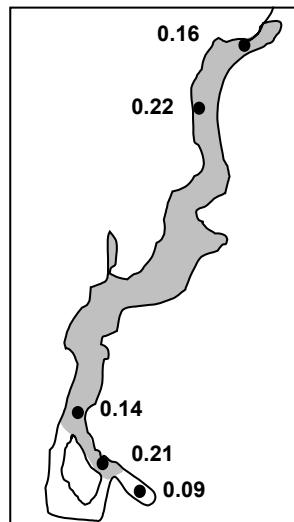
marea alta

Concentración de Nitrógeno Kjeldahl (mg/L)

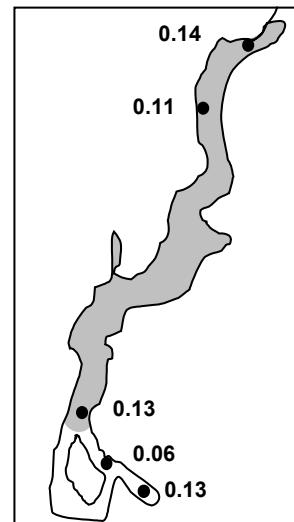
3 de Enero



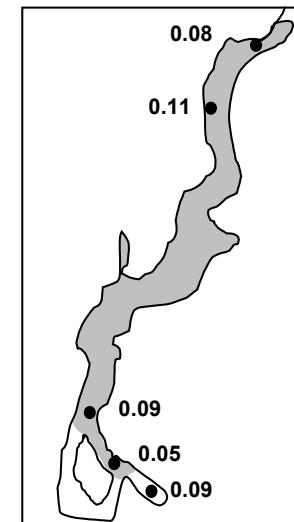
5 de Enero



7 de Enero



9 de Enero



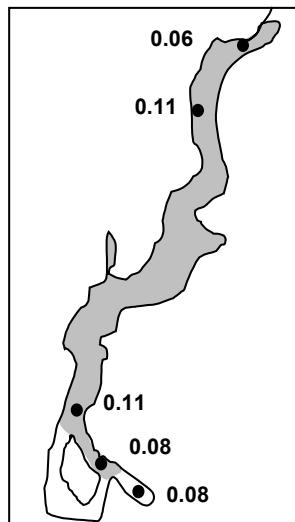
marea bajando

marea bajando

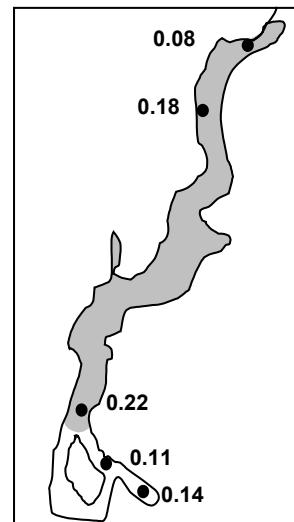
marea alta

marea bajando

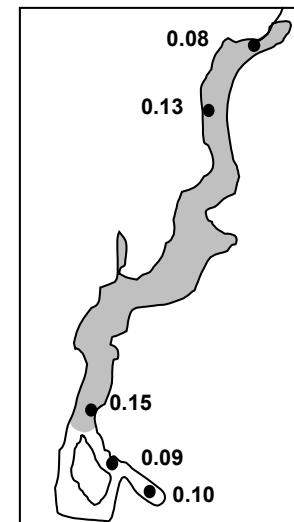
11 de Enero



13 de Enero



15 de Enero



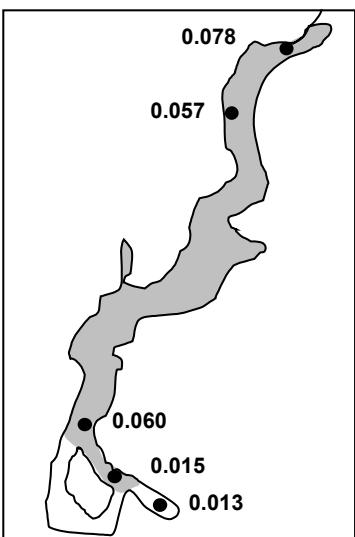
marea subiendo

marea baja

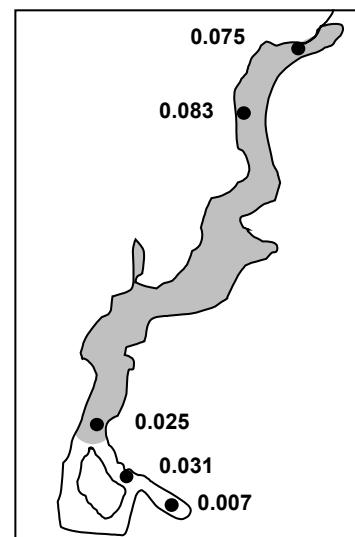
marea baja

Concentración de Nitratos (mg/L)

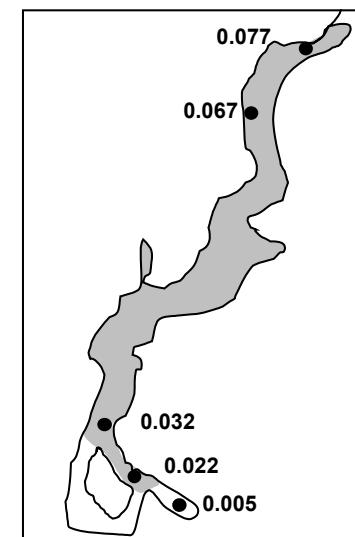
5 de Enero



7 de Enero



9 de Enero

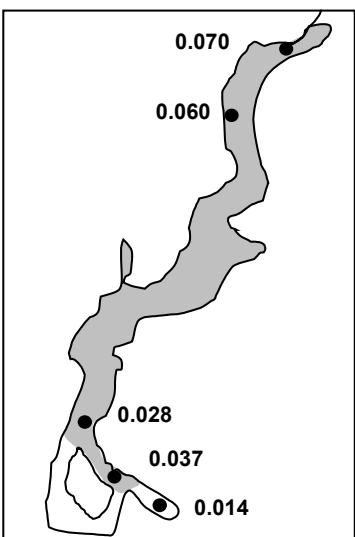


marea bajando

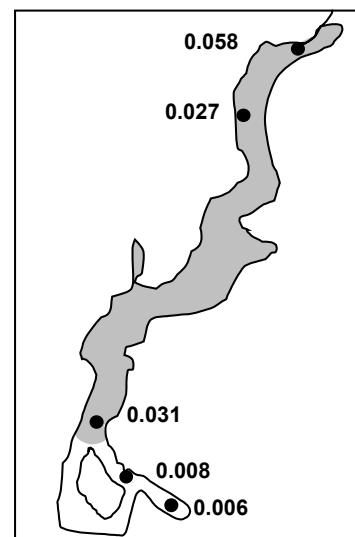
marea alta

marea bajando

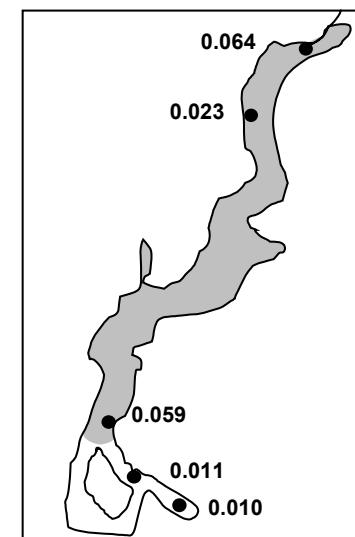
11 de Enero



13 de Enero



15 de Enero

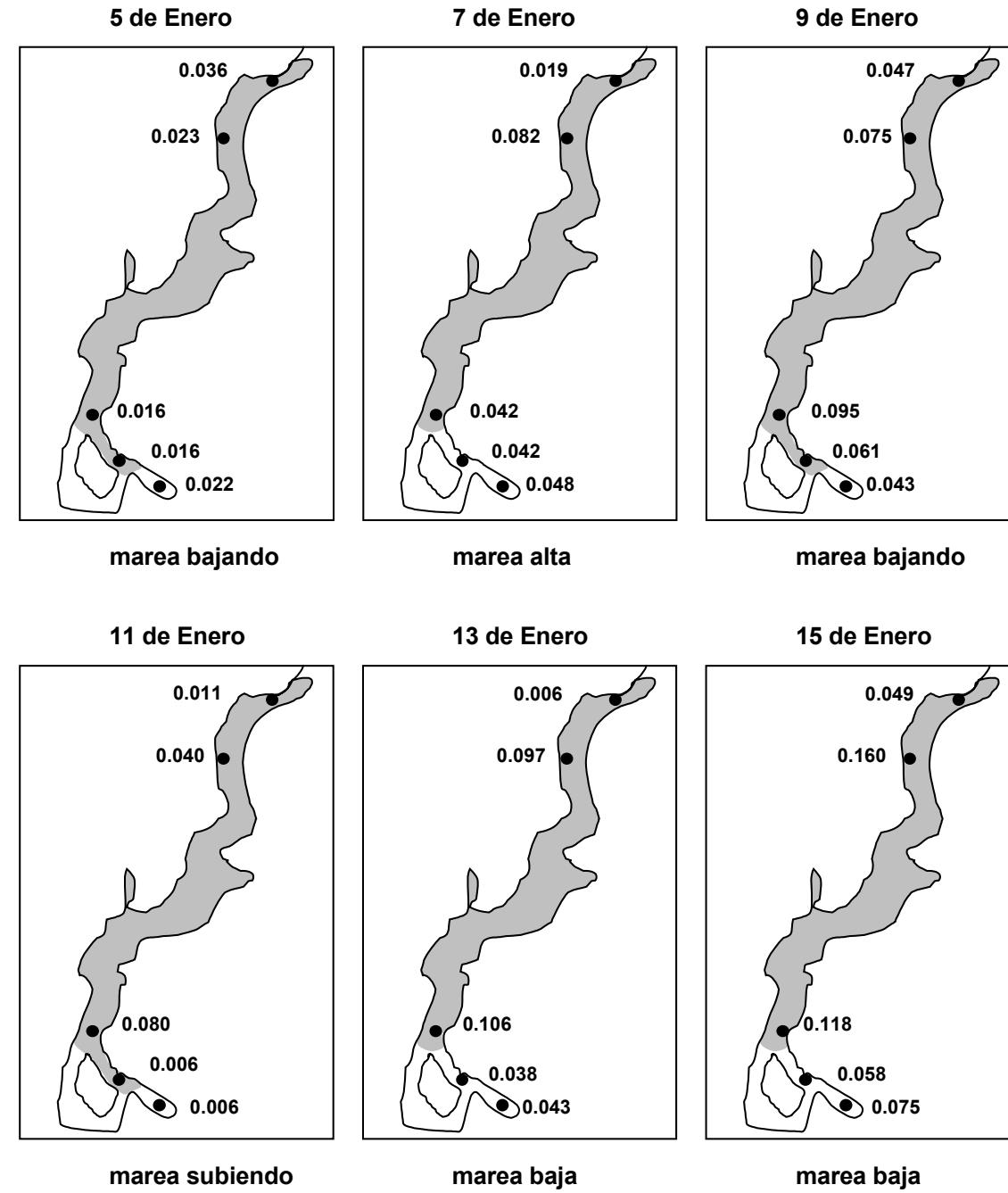


marea subiendo

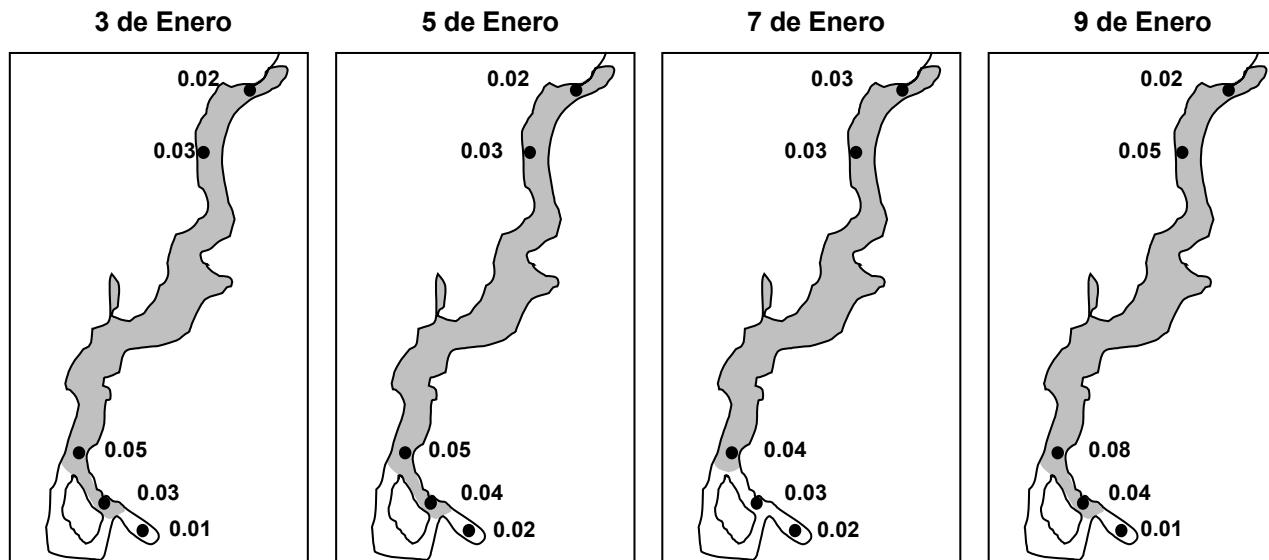
marea baja

marea baja

Concentración de Amonio (mg/L)



Concentración de Fósforo total (mg/L)



marea bajando

marea bajando

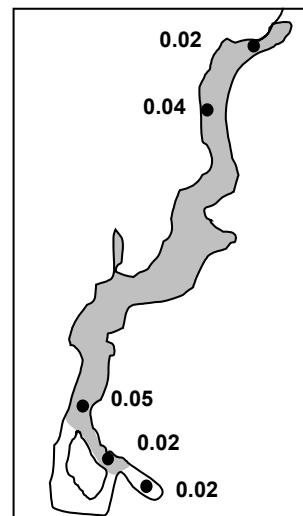
marea alta

marea bajando

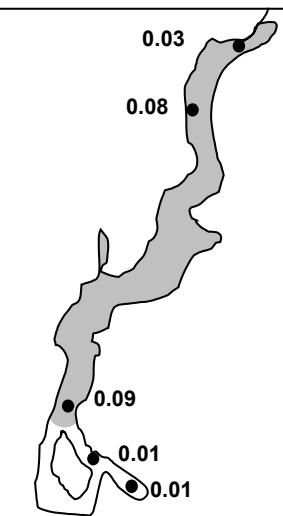
11 de Enero

13 de Enero

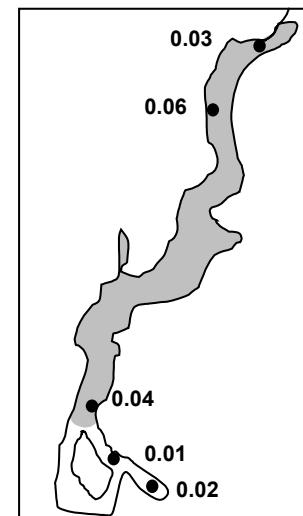
15 de Enero



marea subiendo



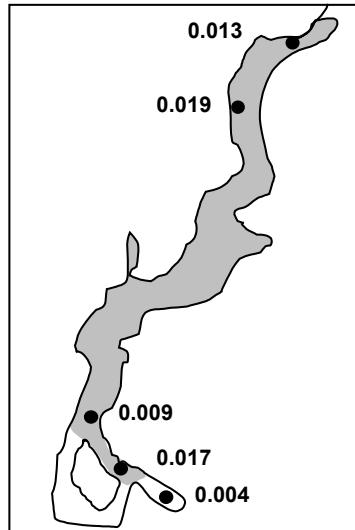
marea baja



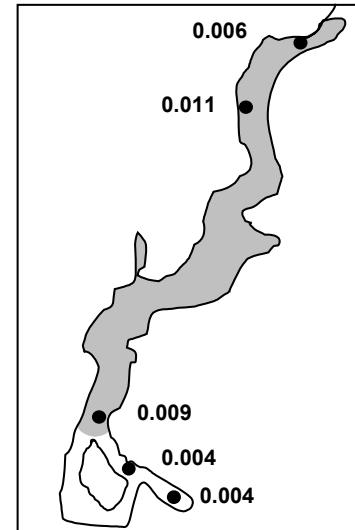
marea baja

Concentración de Fósforo soluble (mg/L)

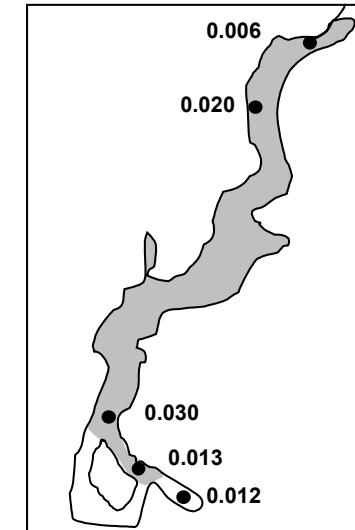
5 de Enero



7 de Enero



9 de Enero

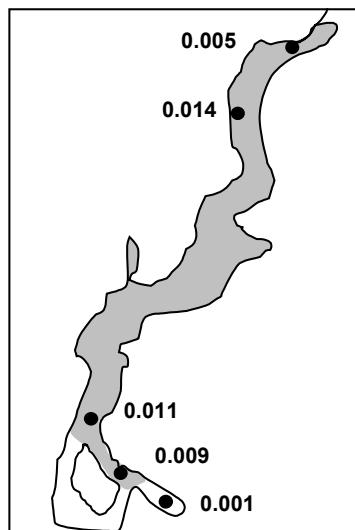


marea bajando

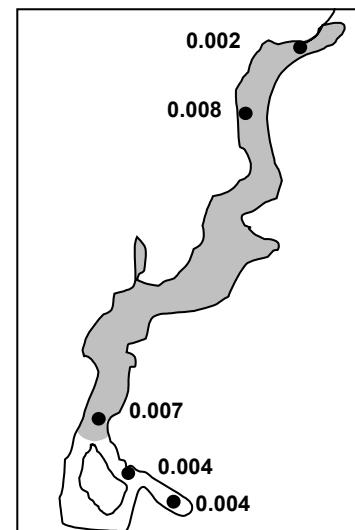
marea alta

marea bajando

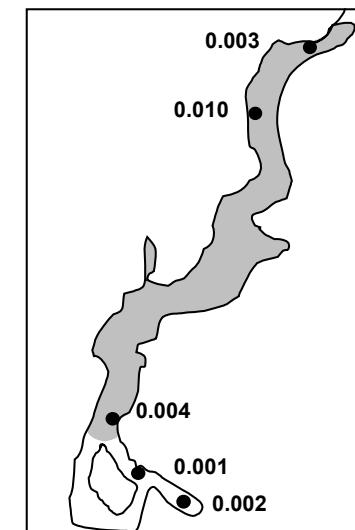
11 de Enero



13 de Enero



15 de Enero

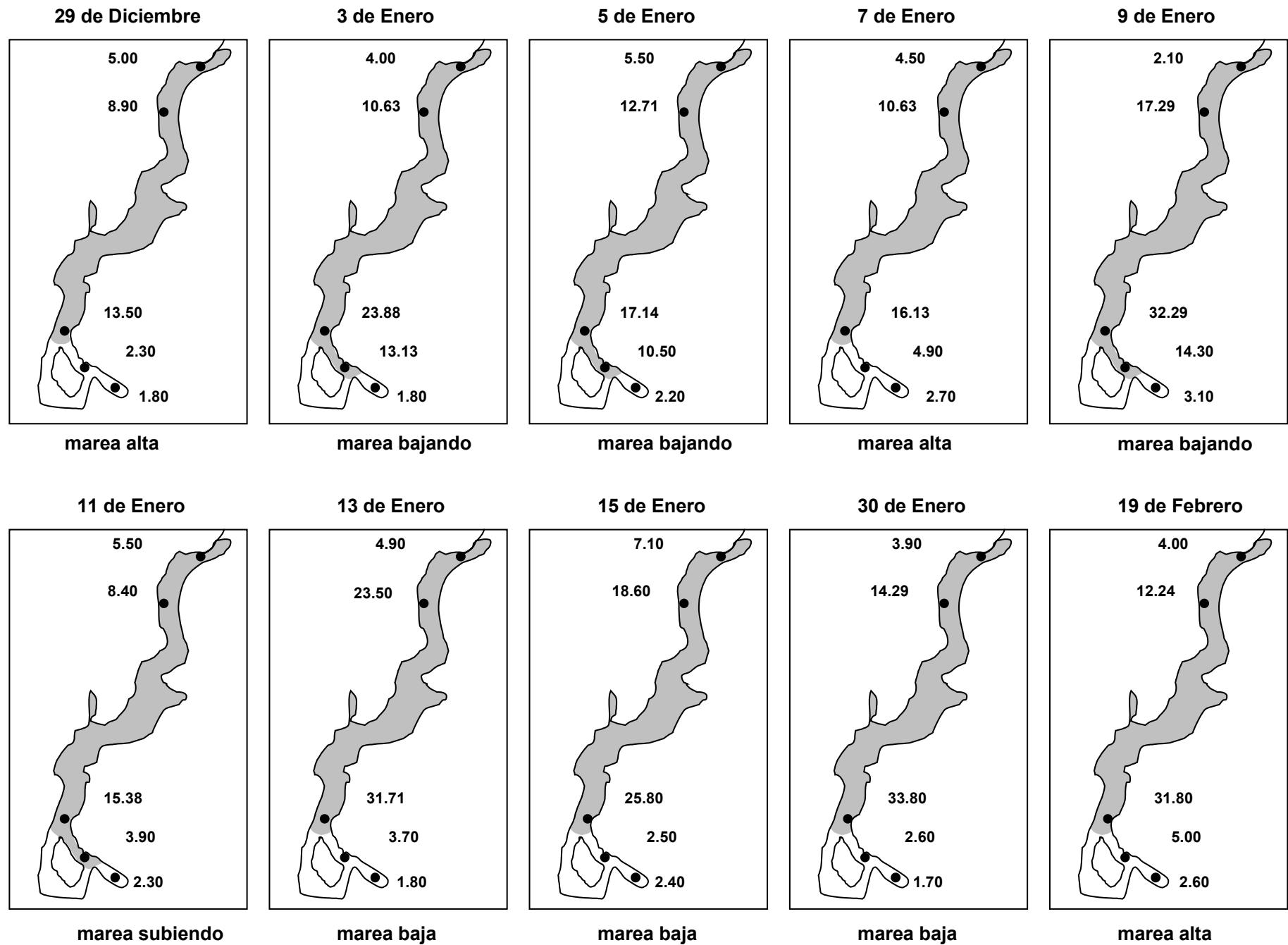


marea subiendo

marea baja

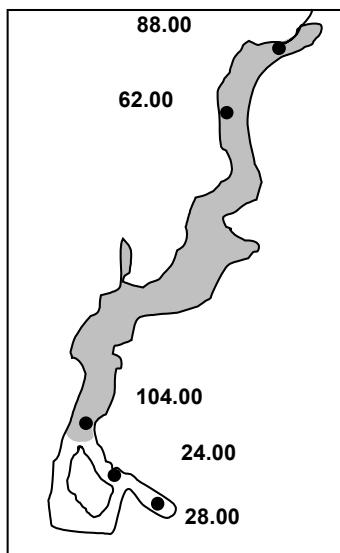
marea baja

Sólidos Suspensidos totales (mg/L)



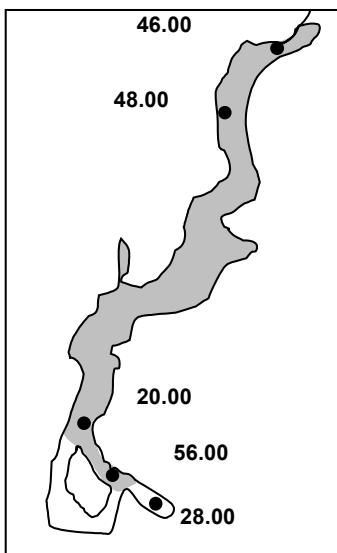
Sólidos Disueltos totales (mg/L)

29 de Diciembre



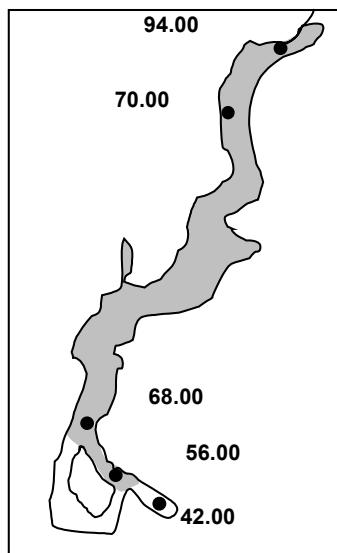
marea alta

3 de Enero



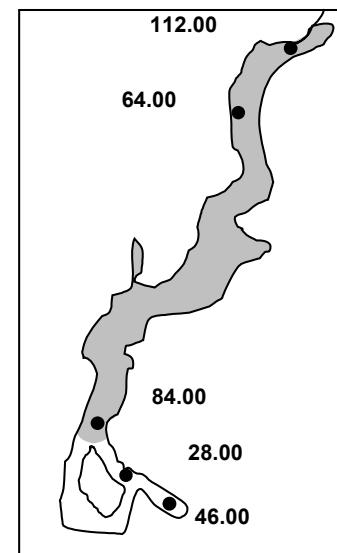
marea bajando

5 de Enero



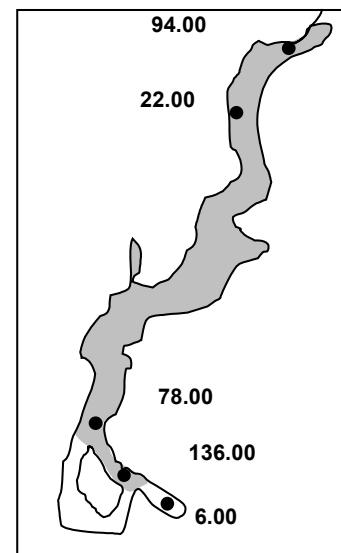
marea bajando

7 de Enero



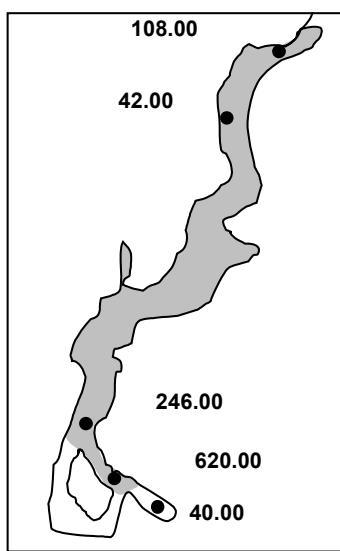
marea alta

9 de Enero



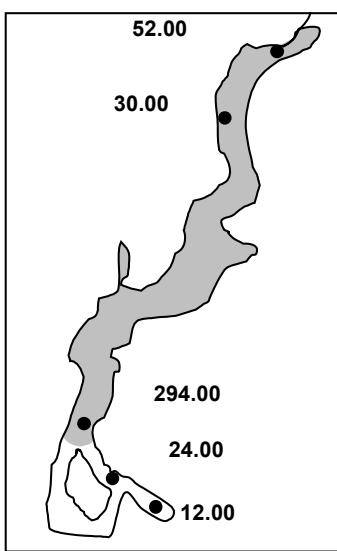
marea bajando

11 de Enero



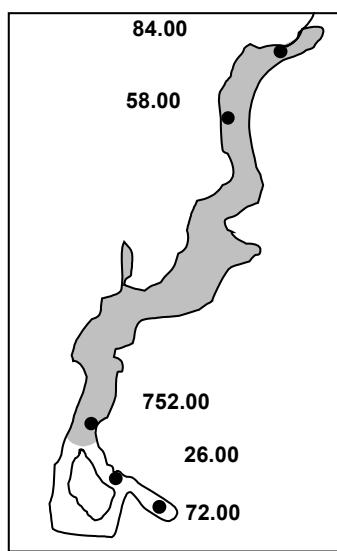
marea subiendo

13 de Enero



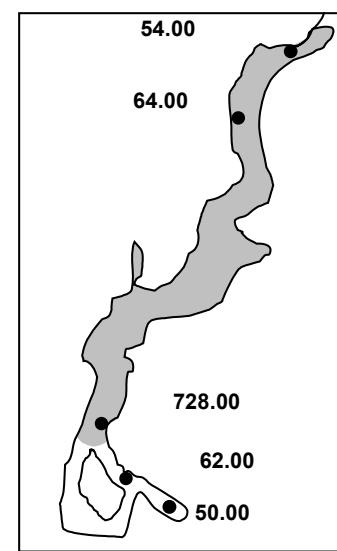
marea baja

15 de Enero



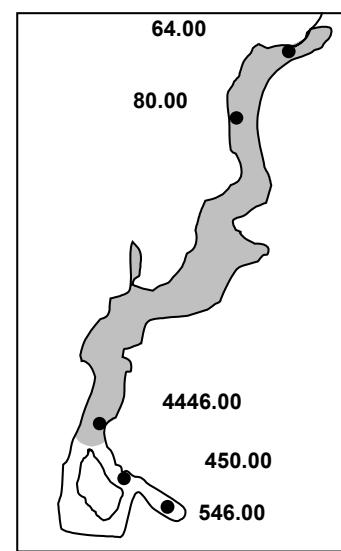
marea baja

30 de Enero



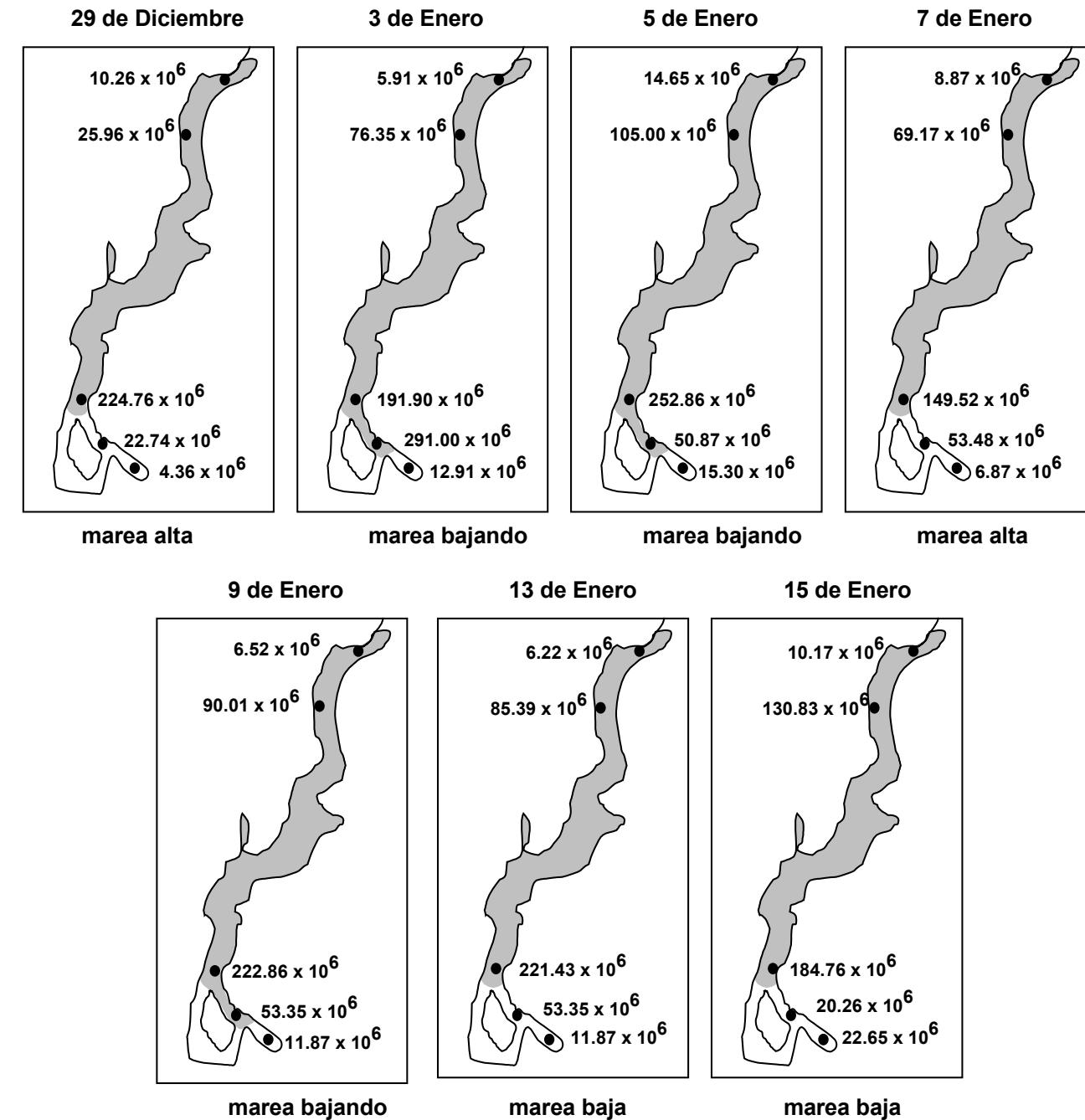
marea baja

19 de Febrero



marea alta

Fitoplancton abundancia total



ANEXO V

ESTUDIOS DE FISIOLOGÍA ECOLÓGICA EN EL CISNE DE CUELLO NEGRO

**“CORRELATOS FISIOLÓGICOS DE LA MORTALIDAD MASIVA DEL CISNE DE
CUELLO NEGRO *Cygnus melanocoryphus* EN EL SANTUARIO DE LA
NATURALEZA, RÍO CRUCES, VALDIVIA”.**

Paulina Artacho¹

Luis Castañeda¹

Mauricio Soto²

Claudio Verdugo³

Roberto F. Nespolo¹

Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

RESUMEN

El Santuario de la Naturaleza “Carlos Anwandter”, Río Cruces, Valdivia, X^a Región, es un conjunto de humedales naturales de tipo continental, que fue declarado sitio de alta prioridad para la conservación en 1981 (sitio Ramsar N° 6CL001), formando parte de los 9 sitios Ramsar que existen en Chile. Desde aquel entonces, las poblaciones del Cisne de cuello negro, *Cygnus melanocoryphus* ha aumentado desde unos pocos cientos a alrededor de cinco mil en el año 2003. Sin embargo, la mortalidad espontánea de algunas decenas de individuos y el desplazamiento de alrededor de la mitad de la población a otros cuerpos de agua durante el 2004 ha generado preocupación pública. La magnitud de estos 2 eventos (i.e., mortalidad y desplazamiento) ha sido registrada gracias al trabajo de CONAF. No más de 100 individuos se registraron muertos sin causa aparente durante 2004, y el éxodo se cuenta en alrededor de 2500 individuos. Sin embargo, el abandono casi total del humedal como sitio de reproducción es menos conocido, y probablemente más importante en términos ecológicos.

Como un análisis orientado a establecer el estado de salud fisiológica en los Cisnes aún presentes en el humedal, nuestro equipo realizó un monitoreo mensual de variables morfológicas, bioquímicas y hematológicas en 140 aves adultas, desde comienzos de Agosto de 2004. Nuestros resultados indican que las aves están en la etapa inicial de desnutrición, con una baja en peso y condición nutricional que llega a un 20 a 25% respecto a comienzos de año. Las enzimas hepáticas no muestran indicios claros de daño toxicológico y las variables metabólicas sugieren que las aves están comenzando a utilizar las reservas de grasa corporales. No hay indicios de utilización de proteínas corporales. El análisis de la hematología muestra una anemia leve, junto a una leucopenia progresiva que sugiere inmunodepresión. Tanto la baja en la condición nutricional como en parámetros sanguíneos son más pronunciados en las hembras, que – creemos – son más vulnerables dado el costo energético de la producción de huevos. La depresión inmunológica podría estar siendo aprovechada por patógenos oportunistas que producen parasitosis y otras patologías descritas en las necropsias de las aves muertas, lo cual concuerda con la mortalidad observada.

DESARROLLO

El Cisne de cuello negro es un ave herbívora, que forrajea sobre material vegetal disponible en el río y en la ribera. Se reproduce anualmente poniendo entre 2 a 6 huevos. La edad de madurez reproductiva se alcanza a los 2 años y forman parejas estables que probablemente se mantienen durante numerosos eventos reproductivos (Schlatter et al. 2002). Como vertebrado herbívoro no buceador, esta ave está restringida a los cursos de aguas calmas de baja profundidad donde puede encontrar las plantas acuáticas de las que se alimenta, principalmente del género *Egeria* (luchecillo) (Corti & Schlatter 2002).

Aproximadamente desde Septiembre de 2004, la aparición periódica de numerosos Cisnes muertos en diversos sectores del Río Cruces provocó alarma pública. Sin embargo, el número real de aves muertas ha sido una cifra poco conocida a pesar de que CONAF mantiene un registro público. Las muertes por causas desconocidas variaron entre 2 a 24 por mes, con un total de 99 aves muertas en todo el año. Sin embargo, a juzgar por los censos mensuales de la última década es claro que la mortalidad no fue la causa de la reducción poblacional, sino un desplazamiento a otros sectores de la región.

Si bien uno de los aspectos más importantes del estudio de un problema ecológico es indagar las causas proximales y últimas, un aspecto igualmente importante es caracterizar la real magnitud del problema. En el caso particular de la “mortalidad masiva” de *C. melanocoryphus*, a la fecha continúan existiendo numerosos vacíos en torno a la realidad de lo que está pasando en esta población. Por ejemplo, un aspecto tan simple como definir qué tan masiva es la mortalidad, comparado con otros eventos similares ocurridos en el mundo es un primer paso necesario para establecer la magnitud del evento. Es así como la comparación del registro de Cisnes muertos efectuado por la Conaf con mortalidades masivas reportadas en el mundo por causas humanas y naturales (véase Tabla 1) sugiere inmediatamente que la mortalidad del Cisne de cuello negro difícilmente puede ser catalogada como de “masiva”. Por otro

lado, y ecológicamente hablando, muchas veces los efectos más perjudiciales sobre una población estable no se relacionan con la mortalidad ocasional de decenas de animales, sino más bien con la pérdida de variabilidad genética o con la omisión de un evento reproductivo que elimina una cohorte entera de los futuros eventos reproductivos.

Tabla 1. Breve revisión bibliográfica sobre mortalidades masivas registradas en el mundo en los últimos 5 años por causas humanas y naturales. Cuando no se indica lo contrario, las Muertes sucedieron en periodos de pocos meses.

Espezie	Mortalidad estimada	Causa	Lugar	Año	Referencia
Guanaco	Sobre 500 inds.	Inanición, parasitismo	Chubut, Argentina	2003	Beldomeico et al. (2003)
Pingüino enano	1526 inds.	Inanición, parasitismo	Sur de Australia	1995	Dann et al. (2000)
Bivalvo	63 millones	desconocida	Argentina	1995	Fiori et al. (1999)
Ciervo dama	1500 inds.	Veneno para opossums	Nueva Zelandia	2003	Nugent & Yockney (2004)
Aves silvestres	Cientos de miles en pocos años	West Nile disease	Norteamérica	1999-2004	Marra et al. (2004)
Aves marinas	Cientos de miles en pocos años	Marea roja	Pacifico Austral	2000	Shumeay et al. (2003)
Aves marinas	2292 individuos	Derrame de petróleo	Rhode Island, USA	1996	Sperduto et al. (2003)
Halcones y buitres	75-100 al año	Turbinas eólicas	Estrecho de Gibraltar	1994	Barrios & Rodriguez (2004)
Flamencos	Varios cientos	cianobacterias	Kenya		Krienitz et al. (2003)
Cuervos y paserinos	17339 individuos	West – Nile disease	New York	1999	Eidson et al. (1999)
Aves acuáticas	Decenas de individuos	Proliferación de cianobacteria	Bélgica	1995	Wiesing et al. (1998)
Aves acuáticas	Decenas de individuo	Proliferación de cianobacteria	Dinamarca	1997	Onodera et al. (1997)
Patos	20 individuos	Proliferación de cianobacteria	Japón	1995	Matsunaga et al. (1999)

Por razones muy diferentes a esta contingencia ambiental, nuestro equipo de trabajo se encontraba trabajando en la población de Cisnes del santuario varias semanas previas a la aparición de individuos muertos. Es así como pudimos elaborar un perfil fisiológico completo de una muestra de individuos mensual, antes y después de las mortalidades. Numerosas fuentes han entregado información de diversa confiabilidad respecto a la salud de los Cisnes en el santuario. Notablemente, el primer informe solicitado por CONAMA sugiere que las aves están desnutridas y no afectadas por contaminantes. Por lo tanto, nuestro estudio se enfocó primero en caracterizar esta desnutrición en comparación con un estudio anterior (realizado en el año 2003), el cual se utilizó como control, centrándose en establecer la magnitud y consecuencias fisiológicas de la desnutrición a lo largo del tiempo en un sector del humedal. Un segundo objetivo consistió en establecer posibles consecuencias en las propiedades fisiológicas de la sangre tales como la capacidad de transporte de oxígeno y condición

inmunológica. Estos aspectos han sido muy estudiados tanto en aves como en mamíferos silvestres y domésticos (Totzke et al. 1999; Domingo-Roura et al. 2001; Vleck & Vleck 2002) y de su caracterización en condiciones de ayuno ha surgido el modelo de inanición clásico (Fig. 2). Este modelo muestra los cambios plasmáticos que ocurren durante la deprivación de ingesta que corresponden a tres etapas bien definidas:

- i) El consumo de las reservas de glicógeno, que puede durar entre dos y cinco días, está caracterizado por bajos niveles de betahidroxibutirato (BOH) (bajo niveles de metabolismo lipídico), altos niveles de glucosa y triglicéridos (reflejo de las reservas de grasas y proteínas) y (en aves herbívoras) bajos niveles de ácido úrico y urea (bajo metabolismo de proteínas).
- ii) Transición al consumo de reservas de grasa, marcada por los aumentos plasmáticos de BOH, reducción gradual de triglicéridos, altos niveles de glucosa y niveles crecientes de urea y ácido úrico.
- iii) Utilización de proteínas como reserva energética luego del término de las reservas lipídicas: BOH reduce sus niveles a cero, se incrementan los niveles de urea y ácido úrico, hasta la reducción de los niveles de glucosa plasmática lo cual provoca la muerte por shock hipoglicémico y/o desbalance electrolítico.

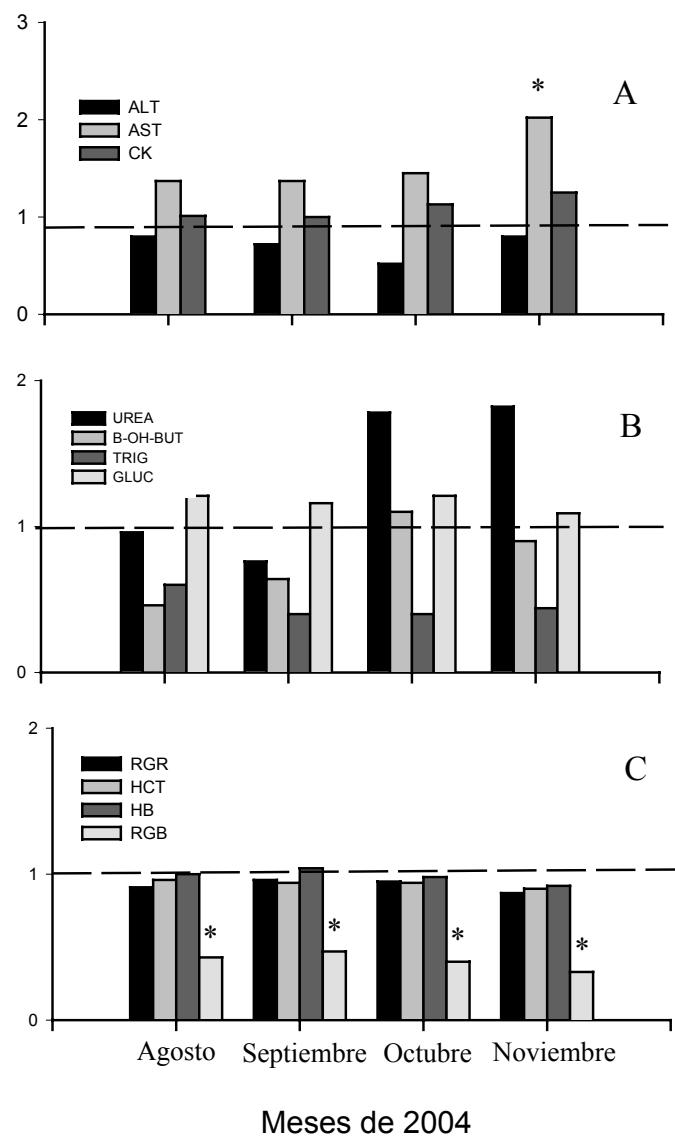


Figura 1. Variables fisiológicas determinadas mensualmente en individuos de *C. melanocoryphus* entre Agosto y Noviembre de 2004. Los valores están expresados de manera relativa, como la razón entre el promedio observado y el control (i.e., 1.0 indica no diferencia con el control). Los valores controles para cada variable fueron obtenidos en su mayoría de un estudio efectuado el 2003 en la misma población, y en algunos casos (CK, UREA, β -OH-BUT, TRIGLICERIDOS) corresponden a valores obtenidos de gansos domésticos. Los asteriscos indican que la muestra difiere significativamente con 1.0 (i.e., con el control), luego de un ANOVA de una vía, y una comparación a – posteriori de Tukey. ALT = alanino aminotransferasa; AST = aspartato aminotransferasa; CK = creatinquinasa; β -OH-BUT = beta hidroxibutirato; TRIG = triglicéridos; GLUC = glucosa; RGR = recuento glóbulos rojos; HCT = hematocrito; HB = concentración de hemoglobina; RGB = recuento de glóbulos blancos.

Nuestros resultados concuerdan con la etapa I de desnutrición, fundamentalmente por los bajos niveles de BOH encontrados (Fig 1), y porque la reducción en peso no es superior al 20% en circunstancias de que la mayoría de las aves silvestres pueden reducir su masa corporal en más de un 50% (Totzke et al. 1999; Alonso-Alvarez & Ferrer 2001; Vleck & Vleck 2002), y por los valores relativamente altos de triglicéridos (Fig.1). La glucosa plasmática, a su vez, resultó alta lo cual unido al hecho de observar defecación en todas las aves muestreadas, indica que los Cisnes se estaban alimentando (Fig. 1).

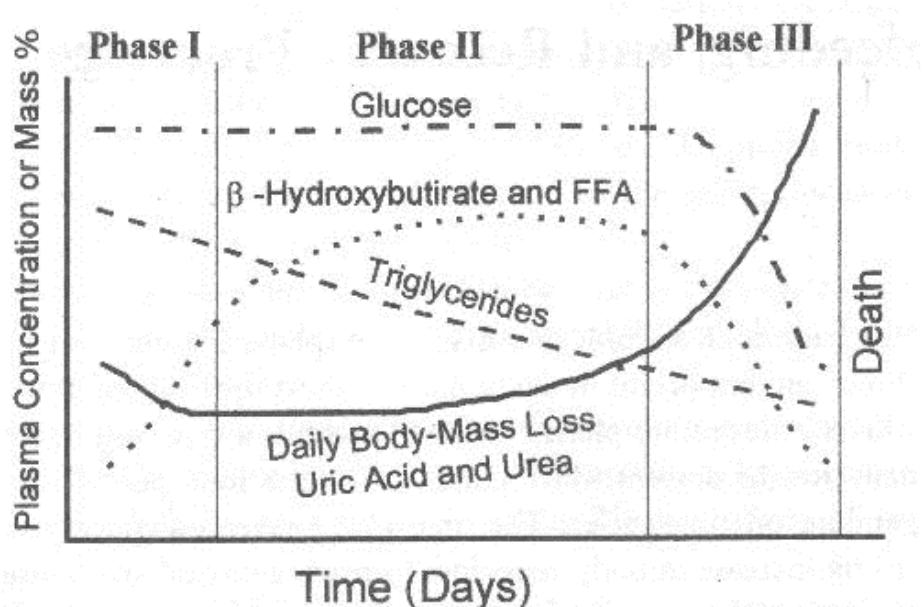


Figura 2. Modelo generalizado de las 3 fases para la deprivación de ingesta desarrollado para aves en base a numerosos estudios empíricos (véase Vleck & Vleck 2002 y referencias citadas).

La maximización de la adecuación darwiniana trae como consecuencia que los recursos sean escasos y la mantención del balance energético obliga a los animales a tomar “decisiones” fisiológicas, en base a la integración de señales sociales, ambientales y fisiológicas (Vleck & Vleck 2002). En nuestro caso, la integración de nuestros resultados con las observaciones de campo sugiere que los Cisnes del

Santuario abortaron tempranamente la reproducción al identificar que no existía “excedente” energético necesario para este proceso. La persistencia de esta situación, creemos, obligó a las aves a desplazarse a otros cursos de aguas en busca de alimento. Si bien *C. melanocoryphus* es un ave voladora, los anseriformes en general no son aves eminentemente voladoras por lo cual este desplazamiento podría haber significado un costo energético importante, sobre todo considerando su condición nutricional. Este razonamiento ha sido planteado numerosas veces en aves silvestres enfrentadas a cuellos de botella nutricionales (Totze et al. 1999, Domingo-Roura et al. 2001, Vleck & Vleck 2002, Sarasola et al. 2004) y sugiere que, unido a la depresión inmunológica encontrada por nosotros, una parte de las aves morirá espontáneamente, especialmente los juveniles y los individuos defectuosos (con malformaciones óseas, véase primer informe CONAMA). Lo anterior explica las muertes observadas y no hace necesaria alguna explicación referente a intoxicación o algún otro factor exógeno. La mayoría de los experimentos que se han realizado para determinar la toxicidad de una sustancia natural o artificial (e.g., aspergilosis, organoclorados) han reportado elevación de las enzimas hepáticas en conjunto, y en los mismos individuos (Santin et al. 2004; Ozardah et al. 2004; Oluwafemi et al. 2004). En nuestro caso no se observa dicho incremento, lo cual indicaría que los Cisnes no han estado en contacto con sustancias tóxicas recientemente.

Los resultados de los análisis hematológicos muestran indicios de una anemia leve que afecta mayormente y significativamente a las hembras (resultados no presentados), y una marcada leucopenia comparado al grupo control. Es sabido que el costo de la reproducción en las aves es claramente mayor en las hembras por la producción de huevos. Aunque no se registraron puestas el 2004, es muy probable que las aves hayan incurrido en la síntesis de huevos y abortado el evento reproductivo debido al cuello de botella nutricional. Aunque los huevos hayan sido reabsorbidos, el costo de su producción es notablemente mayor que su contenido energético lo cual podría haber dejado a las hembras en un estado fisiológico más vulnerable que los machos, como reflejan los datos.

Referencias

- Alonso-Alvarez C y Ferrer, M. 2002. A biochemical study of fasting, subfeeding, and recovery processes in yellow-legged gulls. *Physiological and Biochemical Zoology* 74: 703-173.
- Barrios, L. y Rodríguez, A. 2004. Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Beldomenico, P.M., Uhart, M., Bono, M.F., Marull, C., Baldi, R. y Peralta, J.L. 2003. Internal parasites of free-ranging guanacos from Patagonia. *Veterinary Parasitology* 118: 71-77.
- Corti P., y Schlatter R.P. 2002. Feeding ecology of the black-necked swan *Cygnus melancoryphus* in two wetlands of southern Chile. *Studies in Neotropical Fauna and Environment* 37: 9-14.
- Dann, P., Norman, F.I., Cullen, J.M., Neira, F.J. y Chiaradia, A. 2000. Mortality and breeding failure of little penguins, *Eudyptula minor*, in Victoria, 1995-96, following a widespread mortality of pilchard, *Sardinops sagax*. *Marine and Freshwater Research* 51: 355-362.
- Domingo-Roura, X., Newman, C., Calafell, F. y Macdonald, D.W. 2001. Blood biochemistry reflects seasonal nutrition and reproductive constraints in the Eurasian Badger (*Meles meles*). *Physiological and Biochemistry Zoology* 74: 450-460.
- Eidson, M., Komar, N., Sorhage, F., Nelson, R., Talbot, T., Mostashari, F. y McLean, R. 1999. Crow deaths as a sentinel surveillance system for West Nile virus in the Northeastern United States. *Emerging Infectious Diseases* 7: 615-620.
- Fiori, S.M. y Cazzaniga, N.J. 1999. Mass mortality of the yellow clam, *Mesodesma mactroides* (Bivalva: Mactracea) in Monte Hermoso beach, Argentina. *Biological Conservation* 89: 305-309.
- Krienitz, L., Ballot, A., Kotut, K., Wiegand, C., Putz, S., Metcalf, J.S., Codd, G.A. y Pflugmacher, S. 2003. Contribution of hot spring cyanobacteria to the mysterious deaths of Lesser Flamingos at Lake Bogoria, Kenya. *FEMS Microbiology Ecology* 43: 141-148.
- Marra, P.P., Griffing, S., Caffrey, C., Kilpatrick, A.M., McLean, R., Brand, C., Saito, E., Dupuis, A.P., Kramer, L. y Novak, R. 2004. West Nile virus and wildlife. *BioScience* 54: 393-402.
- Matsunaga, H., Harada, K.I., Senma, M., Ito, Y., Yasuda, N., Ushida, S. y Kimura, Y. 1999. Possible cause of unnatural mass death of wild birds in a pond in Nishinomiya, Japan: sudden appearance of toxic cyanobacteria. *Natural Toxins* 7: 81-84.

Merila, J., Kruuk, L.E.B. y Sheldon, B.C. 2001. Natural selection on the genetical component of variance in body condition in a wild bird population. *Journal of Evolutionary Biology* 14: 918-929.

Nugent, G. y Yockney, I. 2004. Fallow deer deaths during aerial-1080 poisoning of possums in the Blue Mountains, Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 31: 185-192.

Oluwafemi, F. y Taiwo, V.O. 2004. Reversal of toxicogenic effects of aflatoxin B-1 on cockerels by alcoholic extract of African nutmeg, *Monodora myristica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 333-340.

Onodera, H., Oshima, Y., Henriksen, P. y Yasumoto, T. 1997. Confirmation of anatoxin-a(s), in the cyanobacterium *Anabaena lemmermannii*, as the cause of bird kills in Danish lakes. *Toxicon* 35: 1645-1548.

Ozardah, Y., Bitiren, M., Karakilcik, A.Z., Zerin, M., Aksoy, N. y Musa, D. 2004. Effects of selenium on histopathological and enzymatic changes in experimental liver injury of rats. *Experimental and Toxicologic Pathology* 56:59-64.

Santin, E., Maiorka, A., Krabbe, E.L., Paulillo, A.C. y Alessi, A.C. 2004. Effects of hydrated sodium calcium aluminosilicate on the prevention of the toxic effects of ochratoxin. *Journal of Applied Poultry Research* 11: 22-28.

Sarasola, J.H., Negro, J.J. y Travaini, A. 2004. Nutritional condition and serum biochemistry for free-living Swainson's Hawks wintering in central Argentina. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 137: 697-701.

Schlatter, R.P., Navarro, R.A. y Corti, P. 2002. Effects of El Niño Southern Oscillation on numbers of Black-Necked swans at Rio Cruces Sanctuary, Chile. *Waterbirds* 25: 114 – 122.

Shumway, S.E., Allen, S.M y Boersma, P.D. 2003. Marine birds and harmful algal blooms: sporadic victims or order-reported events? *Harmful Algae* 2: 1-17.

Sperduto, M.B., Powers, S.P. y Donlan, M. 2003. Scaling restoration to achieve quantitative enhancement of loon, seaduck, and other seabird populations. *Marine Ecology – Progress Series* 264: 221-232.

Totzke, U., Fenske, M., Hüppop, O., Raabe, H. y Schach, N. 1999. The influence of fasting on blood and plasma composition of Herring Gulls (*Larus argentatus*). *Physiological and Biochemical Zoology* 72: 426-437.

Vleck, C.M. y Vleck, D. 2002. Physiological condition and reproductive consequences in Adélie Penguins. *Integrative and Comparative Biology* 42: 76-83.

Wirsing, B., Hoffmann, L., Heinze, R., Klein, D., Daloze, D., Braekman, J.C. y Weckesser, J. 1998. First report on the identification of microcystin in a water bloom collected in Belgium. *Systematic and Applied Microbiology* 21: 23-27.

ANEXO VI

TASAS DE FOTOSINTESIS DE *Egeria densa* EN CONDICIONES EXPERIMENTALES

Antecedentes

Los resultados expuestos en el Segundo Informe, mostraron que altas concentraciones de Hierro y otros metales, afectaron significativa y negativamente la sobrevivencia de plantas de *Egeria densa* en el Santuario. De acuerdo a la bibliografía científica disponible, uno de los principales procesos biológicos que se ve afectado en las plantas (producto de la contaminación con metales pesados) es la fotosíntesis. Cuando uno de esos metales es el Hierro una de las características más destacables que se observa en las plantas es un tono bronceado (café) en las hojas, similar al observado en plantas de *E. densa* provenientes del Santuario.

Debido a lo anterior, se evaluaron experimentalmente, las diferencias en la capacidad fotosintética de plantas, cuyas estructuras anatómicas evidenciaban condiciones normales (plantas color verde) vs plantas en condiciones anormales (plantas color café). Ya que el Hierro fue uno de los metales pesados con altos valores de concentración encontrados en las aguas del Santuario y cauces tributarios y a como fue señalado anteriormente, fue uno de los principales tóxicos responsables de las altas mortalidades de las poblaciones de *E. densa*, se realizaron experimentos de laboratorio a fin de evaluar directamente el efecto de este metal sobre el proceso de fotosíntesis de estas plantas. Se realizaron además experimentos de terreno con el objetivo de evaluar el eventual efecto de aguas del río Cruces donde se produce la descarga de los residuos líquidos de CELCO.

Metodología

Para evaluar las eventuales diferencias entre la fotosíntesis neta (FN) de plantas de *E. densa* verdes vs aquellas de color café, se recolectaron ramas de Luchecillo, desde las orillas del estuario del río Calle-Calle. En el laboratorio se seleccionaron, ramas de aproximadamente un gramo de peso fresco de ambos tipos de plantas. Estas ramas (tres por cada estado) fueron incubadas en botellas para análisis de DBO de 300 ml con agua destilada por un período de 6 horas con luz constante de

aproximadamente 100 umol fotones/m²/seg y a una temperatura de 19°C. Previo al comienzo de los experimentos, se estimó la concentración de oxígeno del agua, mediante el método de Winkler. Una vez finalizada la incubación, se estimó la concentración de oxígeno, valor que fue substraído al inicial, para estimar la producción neta de oxígeno. Con este valor se estimó la fotosíntesis neta, mediante la siguiente formula: O_2 final – O_2 inicial / n° de horas de incubación / gramos de planta incubados.

Para evaluar el efecto de las concentraciones de Hierro sobre la fotosíntesis de *E. densa*, se recolectaron plantas de aproximadamente un gramo de peso fresco, desde las orillas del estuario del río Calle-Calle cuyo crecimiento y características anatómicas evidenciaban que las mismas estaban en condiciones normales. La incubación de las plantas y la estimación de la fotosíntesis neta se hicieron siguiendo la metodología descrita anteriormente. El diseño experimental incluyó los siguientes tratamientos (T), cada uno con tres réplicas:

T1: plantas mantenidas en aguas del Calle-Calle + 2 mg/L de sal de Cloruro de Hierro

T2: plantas mantenidas en aguas del Calle-Calle + 1.5 mg/L de sal de Cloruro de Hierro

T3: plantas mantenidas en aguas del Calle-Calle + 0.5 mg / L de sal de Cloruro de Hierro

T4: plantas mantenidas en aguas del Calle-Calle + 0.1 mg / L de sal de Cloruro de Hierro

T5: agua del Calle-Calle sin plantas (control para fotosíntesis del fitoplancton).

Previo al inicio de los experimentos, las plantas fueron ambientadas en laboratorio, en aguas del Calle-Calle y con las distintas concentraciones de Hierro, por un período de 36 horas.

El eventual efecto de las aguas del río Cruces donde se produce la descarga de los residuos líquidos de CELCO, sobre la fotosíntesis de *E. densa*, se evaluó manteniendo plantas de Luchecillo en esas aguas y en aguas río arriba de la descarga

(zona control) por períodos de 3 y 6 días. La metodología para la instalación de las plantas en el río, fue similar a la descrita para los experimentos de terreno y ya explicado en el Segundo Informe de este estudio. Las plantas mantenidas en estas condiciones fueron traídas al laboratorio, donde se estimó su tasa de fotosíntesis neta siguiendo la metodología descrita anteriormente.

Resultados

Después de seis horas, las plantas de *Egeria densa* en mal estado (color café) provenientes del Calle-Calle no mostraron capacidad para realizar fotosíntesis. Contrariamente, las plantas verdes de la misma procedencia mostraron un valor de fotosíntesis neta (FN) cercano a 0,018 mg O₂/h/g peso fresco de Luchecillo.

Los resultados de la exposición de *E. densa* a distintas concentraciones de sales de Hierro (0,1 a 2 mg/L) por 24 horas, muestran una disminución de hasta un 23 % en FN. Los valores de FN y la concentración de sales de Hierro mostraron una correlación significativa ($P<0.05$) y negativa con un valor de r de 0,99 (Fig. 1). Los valores de FN variaron desde 0,16 hasta 0,21 mg O₂/h/g peso fresco de Luchecillo. Esto reafirma las conclusiones del Segundo Informe, donde se indicaron los efectos tóxicos del Hierro.

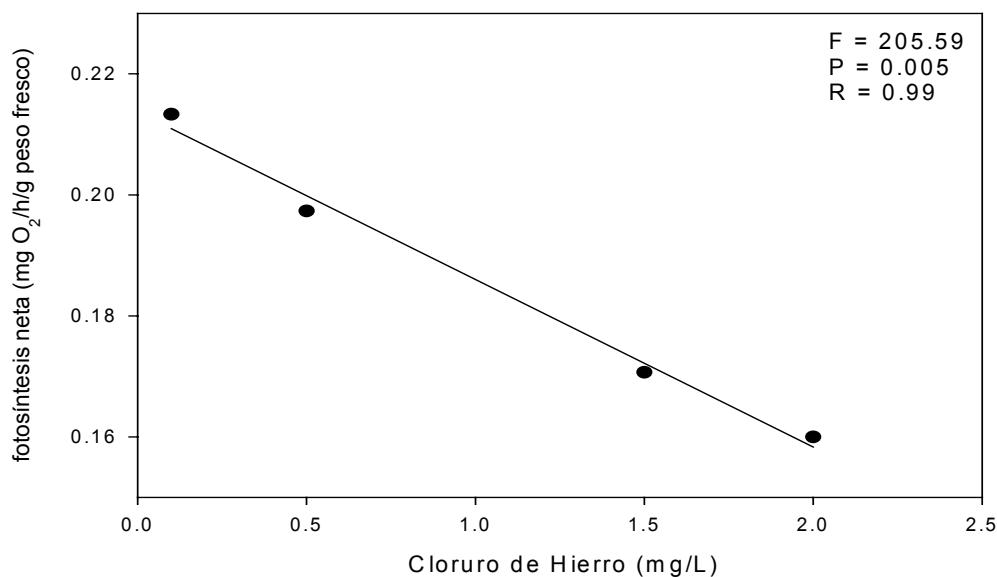


Figura 1. Curva de regresión lineal simple entre los valores de fotosíntesis neta de las plantas de Luchecillo y la concentración de sales de Cloruro de Hierro (mg/L). Se entregan los valores de F, P y R, resultantes del análisis.

Las plantas mantenidas en forma continua en aguas del río Cruces inmediatamente alcanzadas por los riles del CELCO, presentaron valores de FN significativamente más altos con respecto al control (aguas arriba del efluente CELCO). Los valores de FN fueron 42% y 55% (3 y 6 días, respectivamente), más altos que los registrados en el experimento control.

Las plantas mantenidas en las aguas donde descarga el efluente de CELCO, mostraron un aumento de FN a medida que aumentó el tiempo de exposición; desde 0,19 (3 días de exposición) a 0,28 (6 días de exposición) mg O₂/h/g peso fresco. No se sabe qué fenómeno estaría determinando que el valor de FN medido en plantas expuestas a esas aguas, sea mayor que el valor encontrado en condiciones controles (aguas arriba del efluente CELCO). Sin embargo, se puede hipotetizar, que esto podría deberse a un mayor contenido de nutrientes en las aguas del efluente, lo que al menos en exposiciones breves de *Egeria densa* a estas condiciones, podría aumentar transitoriamente la tasa de fotosíntesis. Posiblemente, exposiciones más prolongadas y continuas, a esas aguas, puedan mostrar una disminución en el valor de FN. La

hipótesis de facilitamiento de la FN en presencia de nutrientes se sustenta además por el hecho de que plantas de *Egeria densa* expuestas a aguas del efluente, aumentaron cerca de un 5% su peso fresco, no así plantas mantenidas en condiciones control (aguas arriba del efluente).

ANEXO VII

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN VALDIVIA

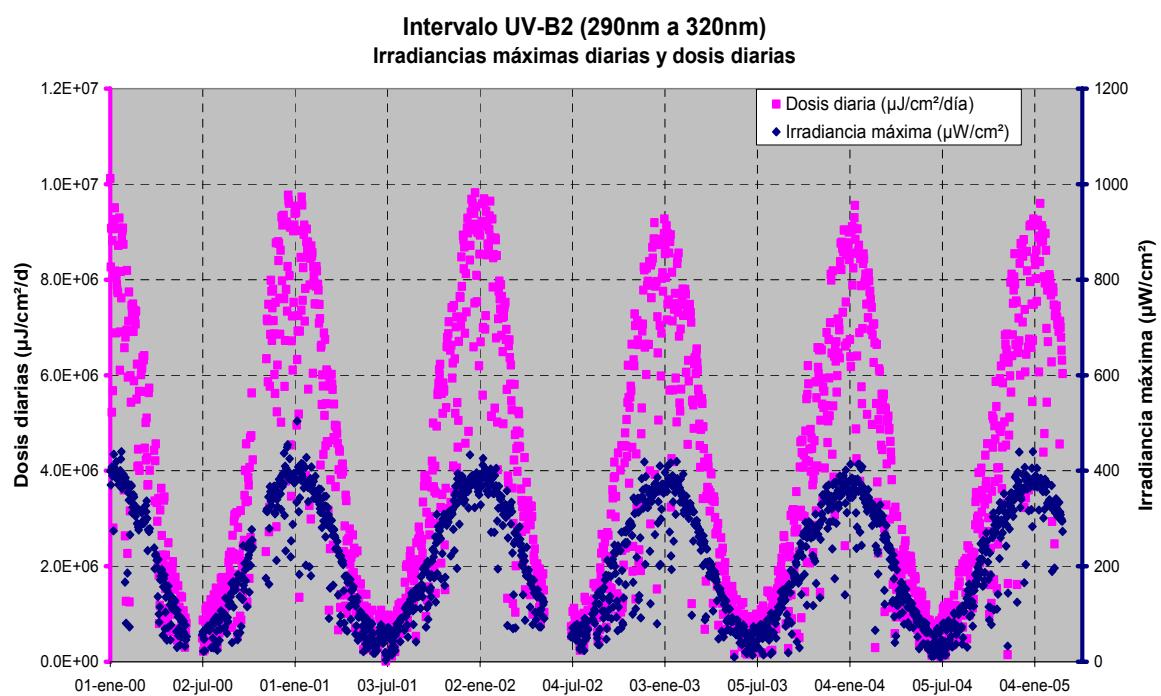
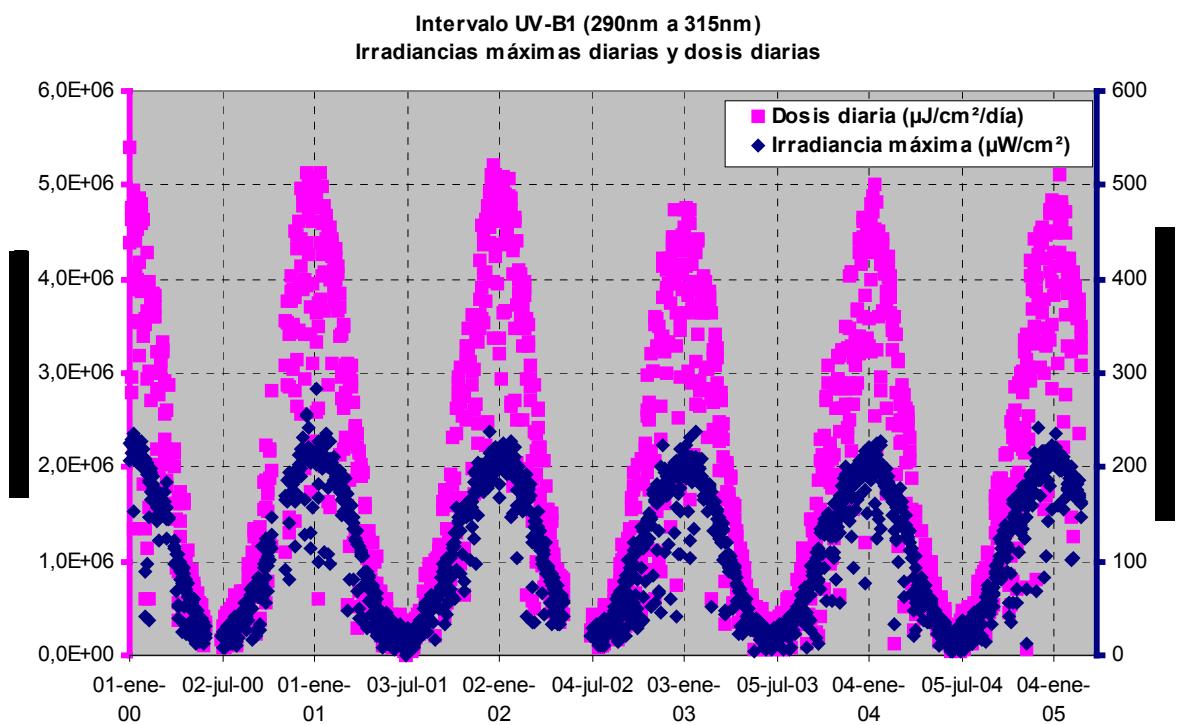
Radiación Ultravioleta en Valdivia

Se analizó la variación anual de diferentes dosis de radiación ultravioleta desde el 1º de Enero del 2000 al 28 de Febrero del 2005. Esta serie de datos proviene del Instituto de Física de la UACH y fueron obtenidos con un espectrorradiómetro ultravioleta de alta resolución (SUV-100, BSI, Ca. USA) instalado en el edificio de la Facultad de Ciencias en el Campus Isla Teja. Se analizaron:

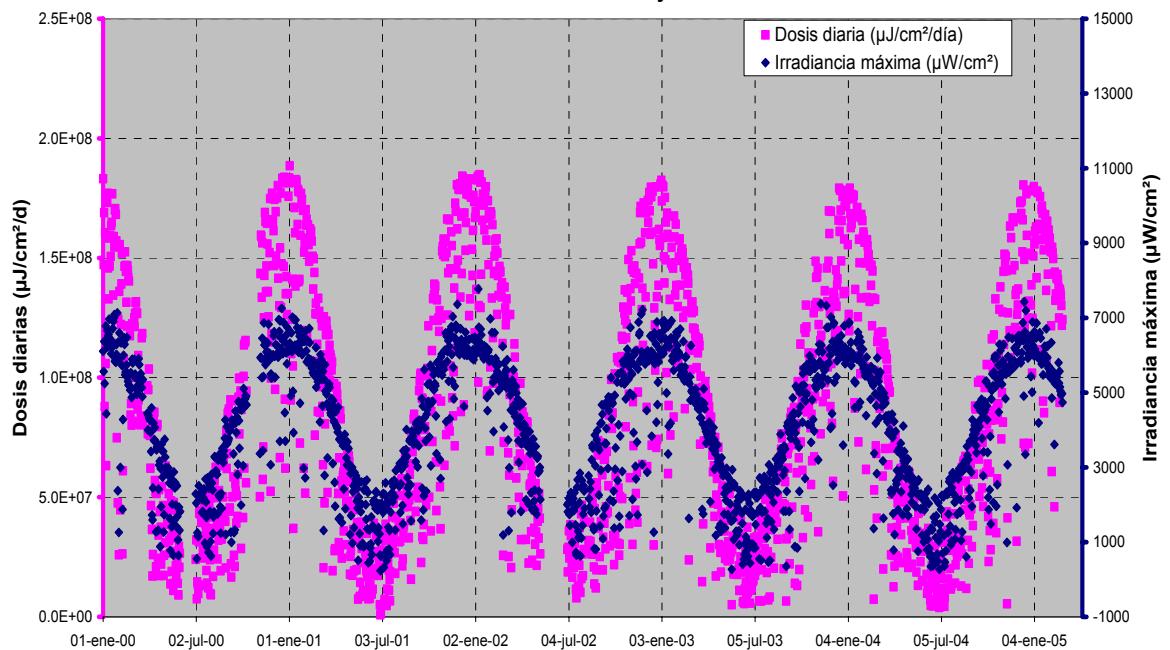
- intervalo UV-B1 (290-315nm),
- intervalo UV-B2 (290-320nm),
- intervalo UV-A (320-400nm)
- dosis de Caldwell, que corresponde a una dosis biológica que pondera el espectro solar ultravioleta con un espectro de acción específico para cuantificar daños en plantas.

Los gráficos que se muestran más adelante informan acerca de las integrales diarias y las tasas de dosis máximas de cada día para los intervalos UV-B1, UV-B2, UV-A y dosis de Caldwell. No se observa ninguna tendencia de alza ni diferencias entre los años analizados.

Es bien conocido que ha habido un adelgazamiento de la capa de ozono, un fenómeno global, pero más pronunciado en latitudes mayores y en particular en el hemisferio sur. Por otra parte, se ha demostrado que la disminución de ozono estratosférico provoca un aumento de la radiación ultravioleta en las longitudes de onda más cortas. Potencialmente por este motivo podría esperarse un alza en la Dosis de Caldwell y la dosis UV-B1, cosa que no se observa en los gráficos adjuntos (ver análisis estadísticos más adelante).



Intervalo UVA (320nm a 400nm)
Irradiancias máximas diarias y dosis diarias



Tasa de dosis y dosis diaria de Caldwell (daño en plantas)
Irradiancias máximas diarias y dosis diarias

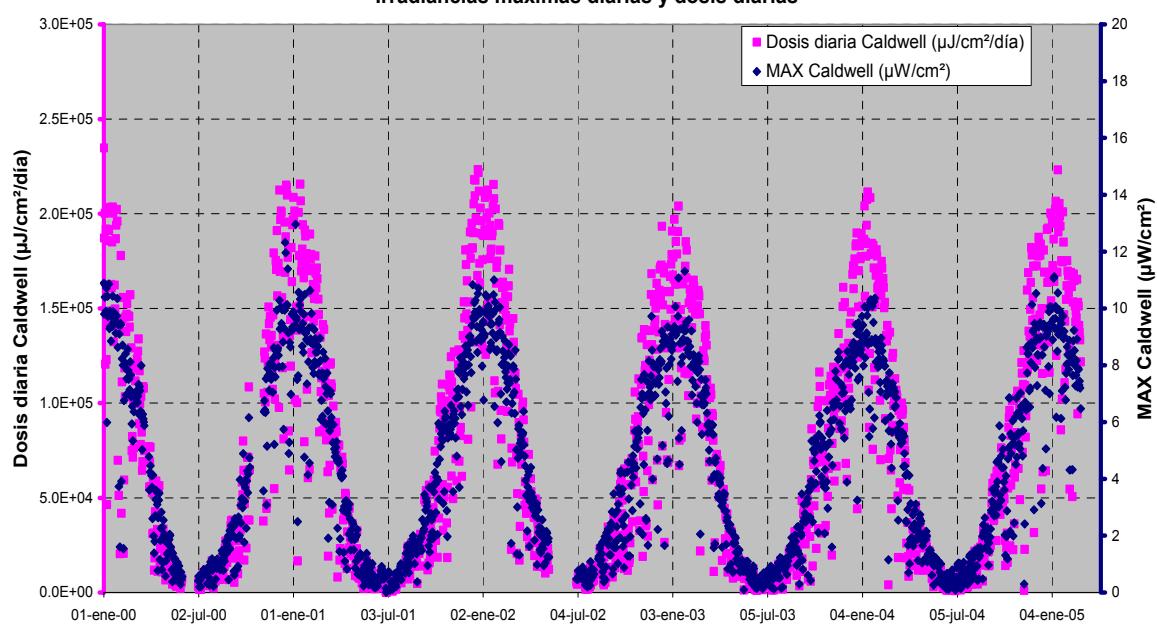


Tabla 1. Test de diferencias pareadas para la comparación entre la UVB1, UVB2, Caldwell y PAR registrada durante el año 2004 y la registrada durante los años 2000 al 2003. Se incluye una comparación entre los años 2004 y 2005 para los meses de Enero y Febrero. Comp = años comparados; N = total de datos; Δ = diferencia promedio entre años para la variable respectiva; E.E.= Error Estándar (para comparar tamaños de muestras diferentes); I.C. = Intervalo de confianza de la diferencia promedio; T = estadígrafo de prueba para la hipótesis nula, $H_0: \Delta = 0$; P = valor de probabilidad; en negrilla se muestran los valores de probabilidad significativos, i.e., $P < 0.05$; el asterisco (*) indica valores de probabilidad que permanecen significativo aún usando la corrección de Bonferroni a valores de probabilidad menores a 0.0125. ns = diferencias pareadas no significativas

Variable	Descriptor	Comp.	N	Δ	E.E	I.C. del 95.0%	T	P	
UVB1	Irradiancia	04-00	298	-3.71	2.14	(-7.92;0.50)	-1.7	0.084	ns
	máxima	04-01	359	-4.04	1.78	(-7.53;-0.54)	-2.3	0.024	ns
	($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	04-02	303	3.96	2.24	(-0.45;8.37)	1.8	0.078	ns
		04-03	362	0	1.77	(-3.48;3.49)	0.0	0.999	ns
		05-04	58	4.83	4.62	(-4.42;14.08)	1.1	0.300	ns
	Dosis diaria	04-00	298	-35264	53469	(-140490;69962)	-0.7	0.510	ns
	($\mu\text{J}/\text{cm}^2/\text{día}$)	04-01	359	-107170	47162	(-199918;-14421)	-2.3	0.024	ns
		04-02	303	49626	52427	(-53541;152794)	1.0	0.345	ns
		04-03	362	-1838	43608	(-87597;83920)	0.0	0.966	ns
		05-04	58	209421	144494	(-79923;498765)	1.5	0.153	ns
UVB2	Irradiancia	04-00	298	-7.25	3.99	(-15.09;0.60)	-1.8	0.070	ns
	máxima	04-01	359	-8.51	3.25	(-14.91;-2.12)	-2.6	0.009	*
	($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	04-02	303	5.28	4.16	(-2.92;13.47)	1.3	0.206	ns
		04-03	362	-1.76	3.28	(-8.20;4.68)	-0.5	0.591	ns
		05-04	59	8.59	7.65	(-6.71;23.90)	1.1	0.266	ns
	Dosis diaria	04-00	298	-82319	103367	(-285744;121106)	-0.8	0.426	ns
	($\mu\text{J}/\text{cm}^2/\text{día}$)	04-01	359	-241422	91431	(-421231;-61613)	-2.6	0.009	ns
		04-02	303	49786	102640	(-152195;251766)	0.5	0.628	ns
		04-03	362	-46892	85100	(-214246;120462)	-0.6	0.582	ns
		05-04	59	411340	271557	(-132240;954919)	1.5	0.135	ns
UVA	Irradiancia	04-00	298	-133.5	74	(-279.2;12.2)	-1.8	0.072	ns
	Máxima	04-01	359	-220.1	63.1	(-344.1;-96.0)	-3.5	0.001	*
	($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	04-02	303	8.3	77.5	(-144.1;160.8)	0.1	0.914	ns
		04-03	362	-124.9	64	(-250.7;1.0)	-2.0	0.052	ns
		05-04	59	126	112	(-98;351)	1.1	0.265	ns
	Dosis diaria	04-00	298	-1789294	2188373	(-6095976;2517389)	-0.8	0.414	ns
	($\mu\text{J}/\text{cm}^2/\text{día}$)	04-01	359	-6288212	1950258	(-1.0E+07;-2452810)	-3.2	0.001	*
		04-02	303	-245195	2170979	(-4517357;4026968)	-0.1	0.910	ns
		04-03	362	-2424100	1815019	(-5993440;1145239)	-1.3	0.183	ns
		05-04	59	6742265	5288666	(-3844151;17328681)	1.3	0.207	ns

Continuación tabla 1

Variable	Descriptor	Comp.	N	Δ	E.E	I.C. del 95.0%	T	P
Caldwell	Máxima ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	04-00	298	-0.121	0.0971	(-0.3121;0.0701)	-1.3	0.214 ns
		04-01	359	-0.0889	0.0828	(-0.2517;0.0739)	-1.1	0.284 ns
		04-02	303	0.249	0.1	(0.052;0.447)	2.5	0.014 ns
		04-03	362	0.0669	0.0789	(-0.0883;0.2220)	0.9	0.397 ns
		05-04	59	0.359	0.239	(-0.120;0.838)	1.5	0.139 ns
	Dosis diaria ($\mu\text{J}/\text{cm}^2/\text{día}$)	04-00	298	-348	2198	(-4674;3978)	-0.2	0.874 ns
		04-01	358	-2740	1931	(-6539;1058)	-1.4	0.157 ns
		04-02	303	3537	2120	(-635;7709)	1.7	0.096 ns
		04-03	362	1282	1774	(-2207;4771)	0.7	0.470 ns
		05-04	59	11232	6189	(-1157;23620)	1.8	0.075 ns

ANEXO VIII

PLUVIOMETRIA Y CAUDALES DE LOS RIOS CRUCES, CALLE-CALLE E INAQUE

PLUVIOMETRIA

Se analizó la variabilidad interanual de las precipitaciones en la ciudad de Valdivia, tomando como base los datos obtenidos en la estación metereológica de la UACh, ubicada en la Isla Teja. El objetivo fue evaluar la posibilidad de que el agua caída durante el año 2004 haya sido mayor que la caída durante los años anteriores.

La Tabla 1 muestra que con excepción del año 2002, las precipitaciones máximas ocurrieron durante los meses de Junio y Julio. La misma Tabla y la Figura 1 muestran que el área bajo la curva de las precipitaciones fue menor durante los años 2003 y 2004 *versus* los otros años.

Tabla 1. Mes de mayor precipitación y valores del área bajo la curva de precipitaciones totales diarias para los años 2000-2004.

Año	Mes mayor precipitación	Área bajo la curva
2000	Junio	2713.3
2001	Julio	2245.7
2002	Octubre	3138.6
2003	Junio	2305.0
2004	Julio	2460.2

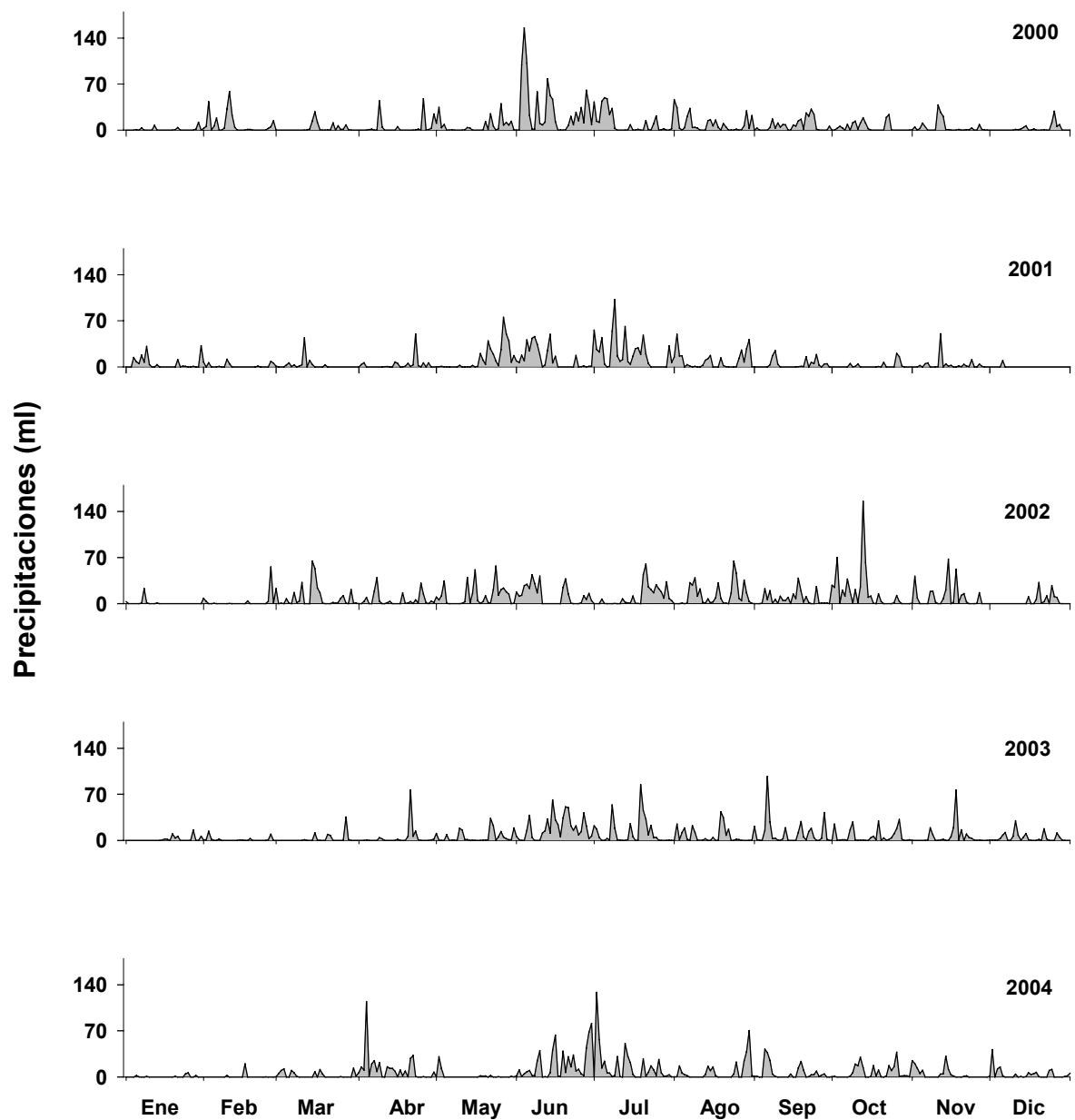


Figura 1. Precipitaciones totales diarias registradas en la ciudad de Valdivia durante los años 2000-2004 (fuente: Instituto de Geociencias, UACH).

Se realizó una comparación pareada de las precipitaciones mensuales registradas durante los años 2004-2003, y una comparación de las precipitaciones anuales registradas entre el año 2000 y el 2004. Δpp corresponde a la diferencia promedio en las precipitaciones para una determinada escala temporal; por ejemplo, las precipitaciones registradas en el 2004 menos las precipitaciones registradas en el 2003; entonces $\Delta pp = pp_{2004} - pp_{2003}$. Por lo tanto, la hipótesis nula es $H_0: \Delta pp = 0$.

Tabla 2. Comparación pareada de las precipitaciones mensuales registradas durante los años 2004-2003, y las precipitaciones anuales registradas entre el año 2000 y el 2004 en la ciudad de Valdivia. IC= intervalo de confianza del 95% para Δpp ; T=estadígrafo descriptivo, P=valor de probabilidad; ns=no significativo cuando $P > 0.05$

Comparación	Escala temporal	n	Δpp	d.e	I.C 95%	T	P
2004-2003	Enero	31	-0.932	3.993	(-2.397 ; 0.532)	-1.3	0.204 ns
	Febrero	29	-0.128	5.007	(-2.032 ; 1.777)	-0.1	0.892 ns
	Marzo	31	0.59	8.46	(-2.51 ; 3.69)	0.4	0.700 ns
	Abril	30	7.71	24.28	(-1.36 ; 16.77)	1.7	0.093 ns
	Mayo	31	-3.28	10.78	(-7.23 ; 0.67)	-1.7	0.101 ns
	Junio	30	-0.01	27.46	(-10.26 ; 10.25)	0	0.999 ns
	Julio	31	4.74	32.68	(-7.25 ; 16.73)	0.8	0.426 ns
	Agosto	31	0.34	21.23	(-7.45 ; 8.12)	0.1	0.930 ns
	Septiembre	30	-3.69	14.65	(-9.17 ; 1.78)	-1.4	0.178 ns
	Octubre	31	1.53	13.69	(-3.50 ; 6.55)	0.6	0.540 ns
	Noviembre	30	-1.9	17.27	(-8.35 ; 4.55)	-0.6	0.552 ns
	Diciembre	31	0.2	11.41	(-3.99 ; 4.38)	0.1	0.924 ns
2004-2003	Anual	365	0.432	18.07	(-1.425 ; 2.289)	0.5	0.648 ns
2004-2002	Anual	365	-1.85	21	(-4.01 ; 0.31)	-1.7	0.093 ns
2004-2001	Anual	365	0.594	18.62	(-1.320 - 2.507)	0.6	0.542 ns
2004-2000	Anual	365	-0.68	20.67	(-2.81 - 1.44)	-0.6	0.527 ns

En todos los casos no se puede rechazar H_0 , dado que el valor de P es mayor que el valor critico de 0.05. Es decir, no existen diferencias significativas en la cantidad de agua caída mensualmente entre los años 2003 y 2004, ni entre los años estudiados y el 2004. Dicho de otro modo, la cantidad de lluvia caída durante el 2004 fue similar a la caída en los años anteriores. Mayores explicaciones en Figura 2.

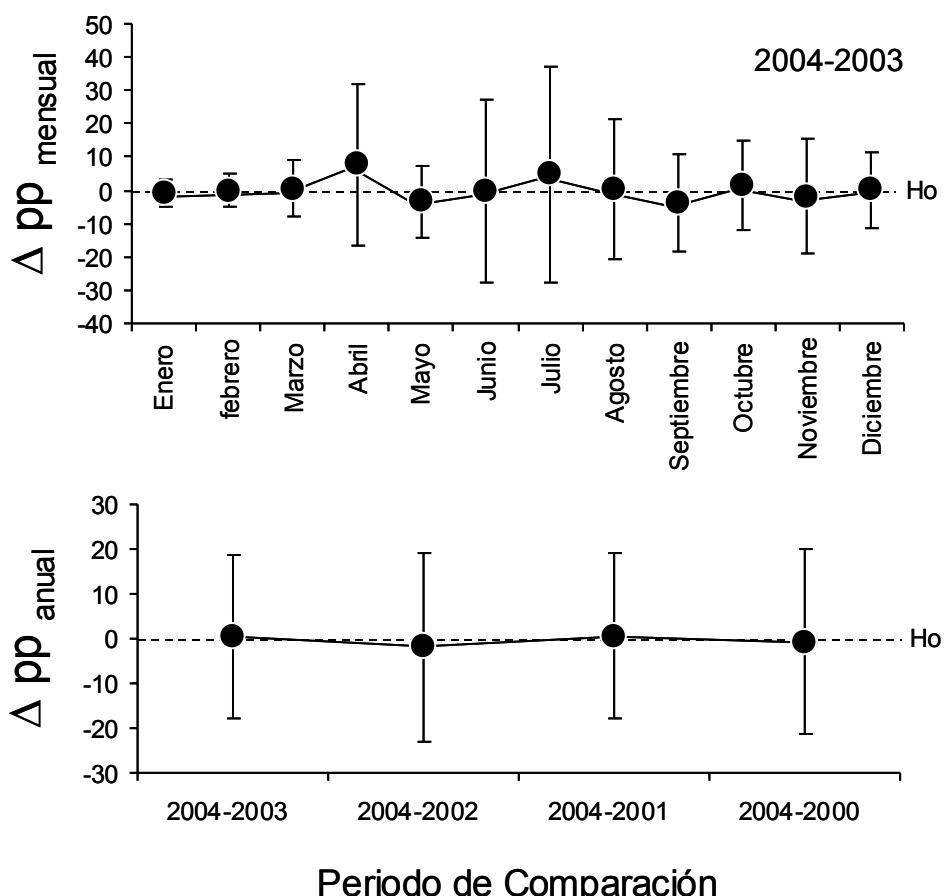


Figura 2. Diferencias promedio (± 1 d.e) mensuales y anuales en las precipitaciones registradas en la zona de Valdivia. Δpp corresponde a la diferencia promedio registrada para cada escala de comparación y fue calculada como la resta entre la lluvia caída durante los años 2004 y 2003 en el caso mensual y entre el 2004 y el resto de los años de estudio para el caso anual. La linea segmentada representa a $\Delta pp = 0$, el caso cuando la lluvia caída durante el 2004 es igual a la registrada en el mismo mes para el 2003; es decir, cuanto se cumple la hipótesis nula puesta a prueba en los resultados de la Tabla anterior. Debido a las variaciones en torno a la diferencia promedio, Δpp , en todos los casos ésta es indistinguible de cero, es decir se cumple la hipótesis nula.

CAUDALES

Se analizó la variabilidad interanual en los caudales de los ríos Cruces en Rucaco y Calle-Calle en San Javier, tomando como base los datos del Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. El objetivo fue evaluar la posibilidad de que durante el año 2004 hayan ocurrido mayores caudales que durante los años anteriores, lo que podría haber resultado en mayor arrastre de sedimentos a los cauces hídricos. Se agrega el caudal del Inaque como referencia ya que aporta aguas al cauce del río Cruces, más abajo de Rucaco.

La Tabla 3 muestra que con excepción del año 2002, los mayores caudales en el río Cruces (sector Rucaco) ocurrieron durante los meses de Junio y Julio. La misma Tabla y la Figura 3 muestran que el área bajo la curva de caudal fue menor durante el año 2004 *versus* la de los otros años; en general, el valor máximo de caudal no superó los 800 m³/s (Fig. 2).

Tabla 3. Valores del área bajo la curva de caudales medios diarios para los años 2000-2004.

Año	Mes Mayor Promedio Caudal	Área bajo la curva
2000	Junio	32860.19
2001	Julio	33669.14
2002	Octubre	38220.11
2003	Junio	31655.15
2004	Julio	28034.31

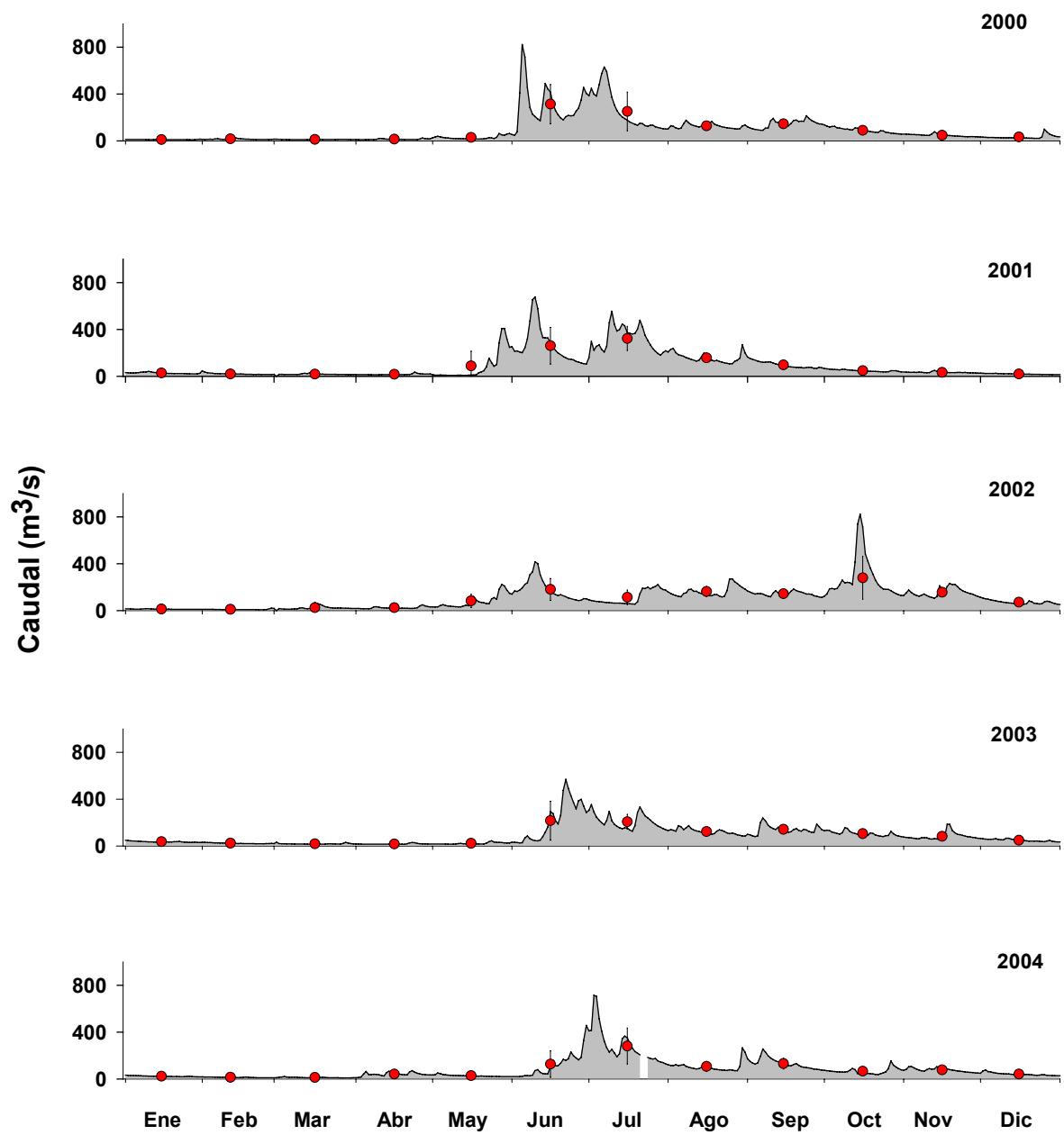


Figura 3. Caudales medios diarios y promedios mensuales (puntos rojos) del río Cruces en Rucaco, años 2000-2004 (fuente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas)

La Tabla 4, muestra que con excepción del año 2002, los mayores caudales en el río Calle-Calle ocurrieron durante los meses de Junio y Julio. La misma Tabla y la Figura 4 muestran que el área bajo la curva de caudal del año 2004 fue similar a la del año 2003; en general, el valor máximo de caudal no superó los 2400 m³/s (Fig. 4).

Tabla 4. Valores del área bajo la curva de caudales medios diarios para los años 2000-2004 en el Río Calle-Calle, sector San Javier.

Año	Mes Mayor Promedio Caudal	Área bajo la curva
2000	Junio	188063.5
2001	Julio	156633.0
2002	Octubre	217465.9
2003	Julio	172754.5
2004	Julio	178542.5

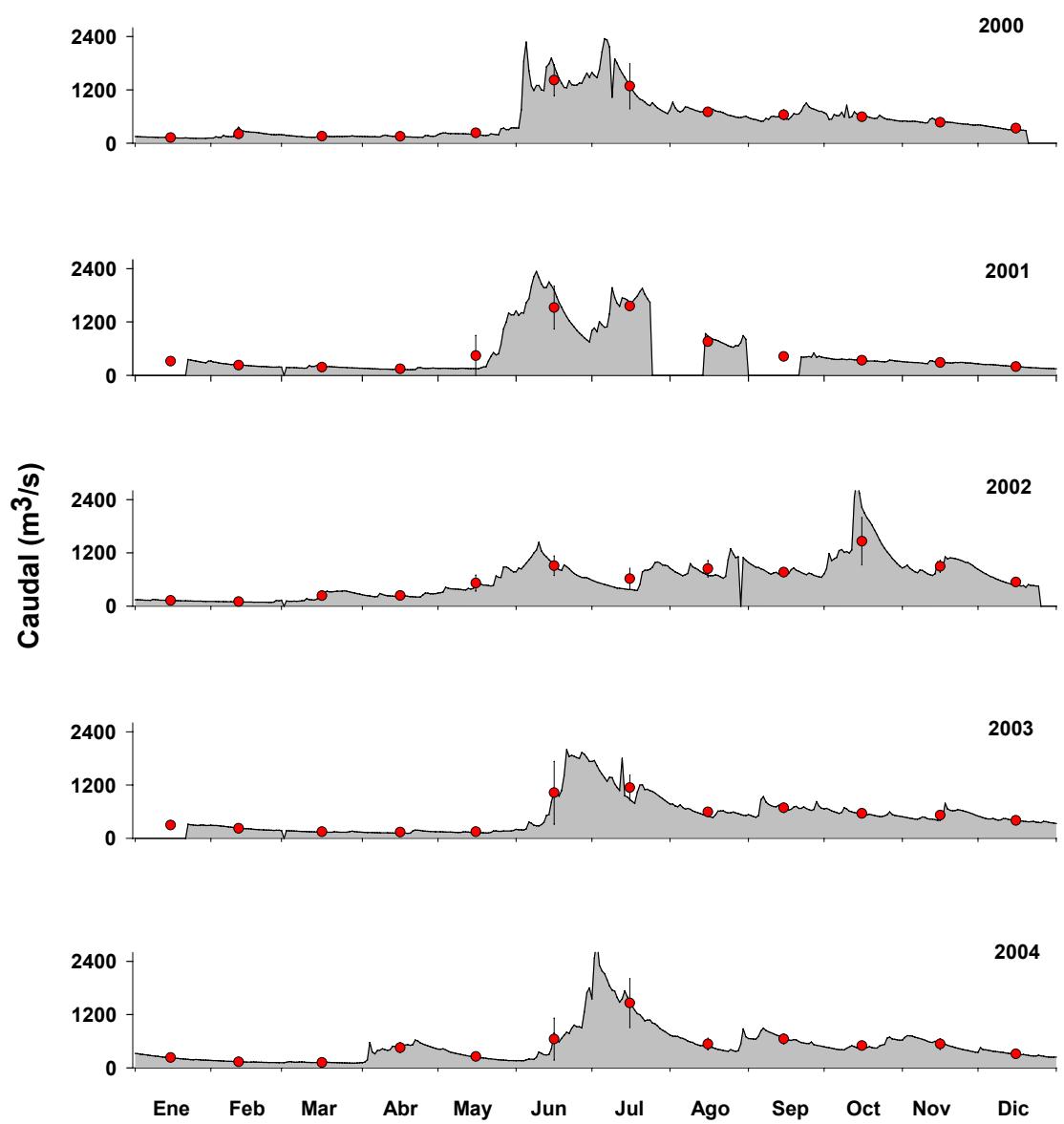


Figura 4. Caudales medios diarios y promedios mensuales (puntos rojos) del río Calle-Calle en San Javier, años 2000-2004 (fuente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas)

La Tabla 5, muestra que con excepción del año 2002, los mayores caudales en el río Inaque ocurrieron durante los meses de Junio y Julio. La misma Tabla y la Figura 5 muestran que el área bajo la curva de caudal del año 2004 fue menor a la del año 2003; en general, el valor máximo de caudal no superó los 200 m³/s (Fig. 5).

Tabla 5. Valores del área bajo la curva de caudales medios diarios para los años 2000 – 2004 en el río Inaque

Año	Mes Mayor Promedio Caudal	Área bajo la curva
2000	Junio	7695.5
2001	Julio	7982.8
2002	Octubre	9149.8
2003	Junio	7515.8
2004	Julio	7322.7

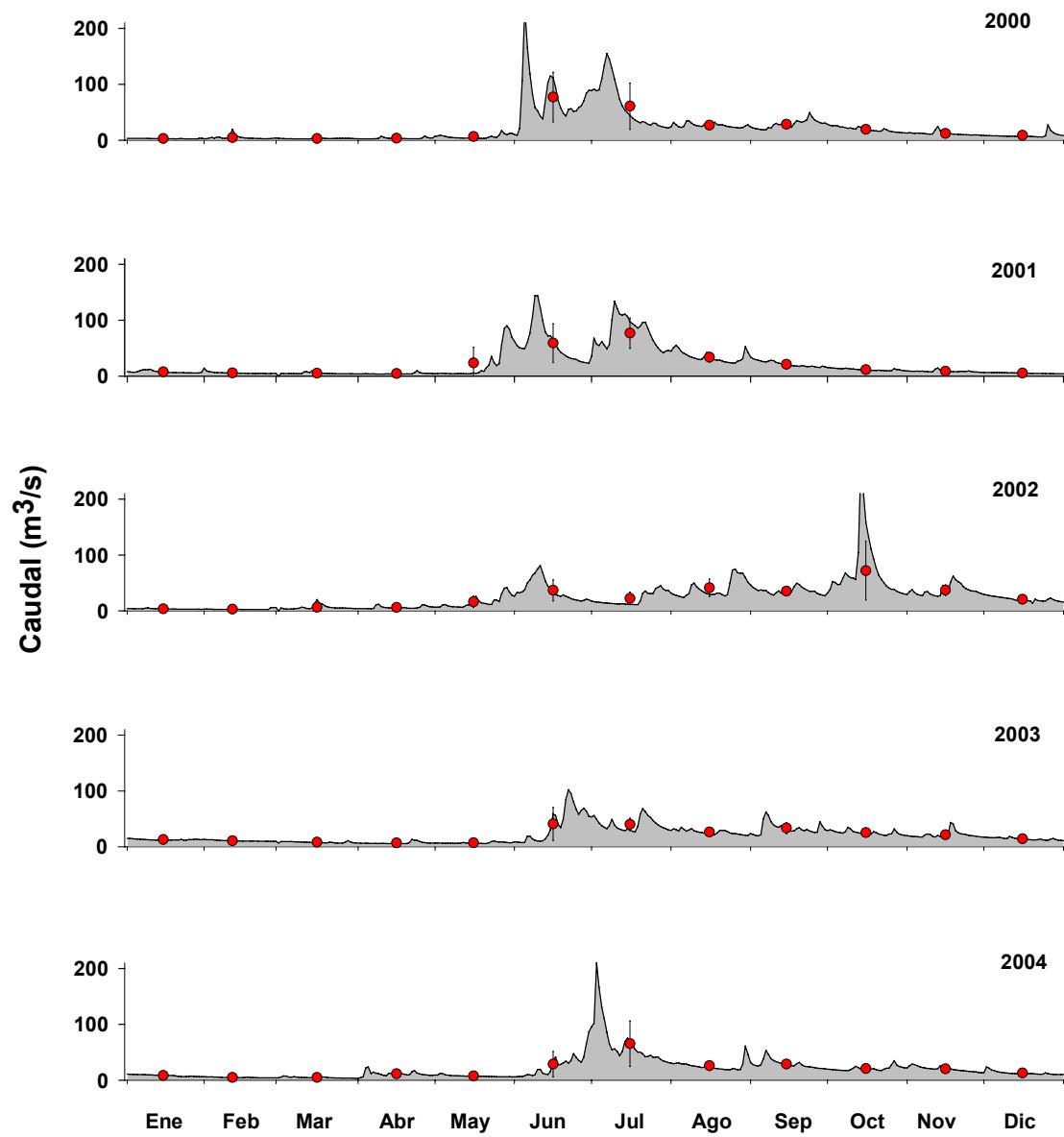


Figura 5. Caudales medios diarios y promedios mensuales (puntos rojos) del río Inaque, años 2000-2004 (fuente: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas)

ANEXO IX

CONCENTRACION DE DIOXINAS Y FURANOS POLICLORADOS EN TEJIDOS DE CISNES DE CUELLO NEGRO Y PLANTAS DE LUCHECILLO

**REPORTE SOBRE LA COMPOSICIÓN DE DIOXINAS Y FURANOS POLICLORADOS
(PCDD/F) Y LAS CONCENTRACIONES EN EQUIVALENTES DE TOXICIDAD (TEQ)**

Nombre del cliente: Servicio Agrícola y Ganadero
 Identificación de la muestra: compósito de 5 muestras de músculo de cisne
 Fecha del muestreo:
 % Grasa: 2.48%

Tipo de matriz: músculo de cisne
 Número del envío de RPC: 47737-1
 Código de la muestra de RPC: 426748A (duplicado)
 Fecha del análisis: 31-marzo-05
 Muestra en blanco del laboratorio correspondiente: 000024

Dioxinas y Furanos Policlorados	Concentración (nota 1)	Concentración en Equivalentes de Toxicidad (TEQ) (nota 2)	Límite de Detección del Método (LDM)	Grupos	Número de Picos	Concentración (nota 1)	Límite de Detección del Método (LDM)		
Congéneres	pg/g pe	pg OMS-PCDD/F-TEQ/g pe	pg/g pe	Homólogos		pg/g pe	pg/g pe		
2,3,7,8-TCDD	ND	< 0.02	0.02	TCDD	0	ND	0.02		
1,2,3,7,8-PeCDD	ND	< 0.02	0.02	PeCDD	0	ND	0.02		
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	HxCDD	0	ND	0.02		
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	HxCDD	1	0.03	0.02		
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	OCDD	1	0.10	0.02		
1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	NDR	< 0.0004	(0.04)	TOTAL DE DIOXINAS POLICLORADAS		0.13			
OCDD	0.10	0.00001	0.02	TCDF	0	ND	0.02		
2,3,7,8-TCDF	ND	< 0.002	0.02	PeCDF	1	0.03	0.02		
1,2,3,7,8-PeCDF	ND	< 0.001	0.02	HxCDF	0	ND	0.02		
2,3,4,7,8-PeCDF	0.03	0.015	0.02	HxCDF	0	ND	0.02		
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	OCDF	0	ND	0.02		
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	TOTAL DE FURANOS POLICLORADOS		0.03			
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	nota 1: Los resultados son corregidos por la recuperación de análogos marcados y no corregidos por la muestra en blanco					
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	nota 2: Esta concentración es la concentración detectada (límite de detección del método en caso de ND o NDR) multiplicada por su TEF (OMS 1998)					
1,2,3,4,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.0002	0.02	E significa:	Posibilidad de interferencia de éster difenilico clorado.				
OCDF	ND	< 0.000002	0.02	gr. Significa:	grasa				
TOTAL (Mín. Posible: Detectado + [0 x LDM x TEF])	0.02			ND significa:	No detectado				
TOTAL (Detectado + [0.5 x LDM x TEF])	0.04			NDR significa:	No detectado debido a una relación de abundancia isotópica fuera de los límites				
TOTAL (Máx. Posible: Detectado + [1 x LDM x TEF])	0.07			pe significa:	Peso entero				
				ps significa:	Peso seco				

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDD	2000	102
13C12-1,2,3,7,8-PeCDD	2000	95
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDD	2000	100
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDD	2000	93
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	2000	90
13C12-OCDD	4000	81

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDF	2000	107
13C12-1,2,3,7,8-PeCDF	2000	96
13C12-2,3,4,7,8-PeCDF	2000	94
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDF	2000	103
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDF	2000	99
13C12-2,3,4,6,7,8-HxCDF	2000	100
13C12-2,3,7,8,9-HxCDF	2000	100
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2000	90
13C12-1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2000	90

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TOXICIDAD (TEF) DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1998)

Dioxinas/Furanos Policlorados	Factor de Equivalencia (TEF)
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	
1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	0.01
OCDD	0.0001
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8-HpCDF	
OCDF	0.0001

Troy Smith
 Analista

químico
 Título

Firma

Fecha

**REPORTE SOBRE LA COMPOSICIÓN DE DIOXINAS Y FURANOS POLICLORADOS
(PCDD/F) Y LAS CONCENTRACIONES EN EQUIVALENTES DE TOXICIDAD (TEQ)**

Nombre del cliente: **Servicio Agrícola y Ganadero** Tipo de matriz: **músculo de cisne**
 Identificación de la muestra: **compósito de 5 muestras de** Número del envío de RPC: **47737-1**
músculo de cisne Código de la muestra de RPC: **426748**
 Fecha del muestreo: **31-marzo-05** Fecha del análisis: **31-marzo-05**
 % Grasa: **2.32%** Muestra en blanco del laboratorio correspondiente: **000024**

Dioxinas y Furanos Policlorados	Concentración (nota 1)	Concentración en Equivalentes de Toxicidad (TEQ) (nota 2)	Límite de Detección del Método (LDM)	Grupos	Número de Picos	Concentración (nota 1)	Límite de Detección del Método (LDM)
Congéneres	pg/g pe	pg OMS-PCDD/F-TEQ/g pe	pg/g pe	Homólogos		pg/g pe	pg/g pe
2,3,7,8-TCDD	0.02	0.02	0.02	TCDD	1	0.02	0.02
1,2,3,7,8-PeCDD	ND	< 0.02	0.02	PeCDD	0	ND	0.02
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	HxCDD	0	ND	0.02
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	HxCDD	0	NDR	(0.06)
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	OCDD	1	0.31	0.03
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	NDR	< 0.0006	(0.06)	TOTAL DE DIOXINAS POLICLORADAS		0.33	
OCDD	0.31	0.000031	0.03	TCDF	0	ND	0.02
2,3,7,8-TCDF	ND	< 0.002	0.02	PeCDF	1	0.03	0.02
1,2,3,7,8-PeCDF	ND	< 0.001	0.02	HxCDF	0	ND	0.02
2,3,4,7,8-PeCDF	0.03	0.015	0.02	HxCDF	0	ND	0.02
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	OCDF	1	0.02	0.02
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	TOTAL DE FURANOS POLICLORADOS		0.05	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	nota 1: Los resultados son corregidos por la recuperación de análogos marcados y no corregidos por la muestra en blanco			
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	nota 2: Esta concentración es la concentración detectado (límite de detección del método en caso de ND o NDR) multiplicada por su TEF (OMS 1998)			
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ND	< 0.0002	0.02	E significa: Posibilidad de interferencia de éter difenilico clorado.			
1,2,3,4,7,8-HpCDF	ND	< 0.0002	0.02	gr. Significa: grasa			
OCDF	0.02	0.000002	0.02	ND significa: No detectado			
TOTAL (Min. Posible: Detectado + [0 x LDM x TEF])	0.04			NDR significa: No detectado debido a una relación de abundancia isotópica fuera de los límites			
TOTAL (Detectado + [0.5 x LDM x TEF])	0.05			pe significa: Peso entero			
TOTAL (Máx. Posible: Detectado + [1 x LDM x TEF])	0.07			ps significa: Peso seco			

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDD	2000	100
13C12-1,2,3,7,8-PeCDD	2000	92
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDD	2000	99
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDD	2000	92
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	2000	85
13C12-OCDD	4000	74

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDF	2000	107
13C12-1,2,3,7,8-PeCDF	2000	95
13C12-2,3,4,7,8-PeCDF	2000	91
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDF	2000	106
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDF	2000	101
13C12-1,2,3,7,8-HxCDF	2000	98
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2000	86
13C12-1,2,3,4,7,8-HpCDF	2000	83

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TOXICIDAD (TEF) DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1998)

Dioxinas/Furanos Policlorados	Factor de Equivalencia (TEF)
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
OCDD	0.0001
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8-HpCDF	
OCDF	0.0001

Troy Smith
Analista

químico
Título

Firma

Fecha

**REPORTE SOBRE LA COMPOSICIÓN DE DIOXINAS Y FURANOS POLICLORADOS
(PCDD/F) Y LAS CONCENTRACIONES EN EQUIVALENTES DE TOXICIDAD (TEQ)**

Nombre del cliente: Servicio Agrícola y Ganadero
 Identificación de la muestra: compósito de planta acuática
 #1, #2 y #3
 Fecha del muestreo:

Tipo de matriz: planta acuática
 Número del envío de RPC: 47737-2
 Código de la muestra de RPC: 426749
 Fecha del análisis: 31-marzo-05
 Muestra en blanco del laboratorio correspondiente: X00024

Dioxinas y Furanos Policlorados	Concentración (nota 1)	Concentración en Equivalentes de Toxicidad (TEQ) (nota 2)	Límite de Detección del Método (LDM)	Grupos	Número de Picos	Concentración (nota 1)	Límite de Detección del Método (LDM)	
Congéneres	pg/g pe	pg OMS-PCDD/F-TEQ/g pe	pg/g pe	Homólogos		pg/g pe	pg/g pe	
2,3,7,8-TCDD	ND	< 0.02	0.02	TCDD	3	1.28	0.02	
1,2,3,7,8-PeCDD	ND	< 0.02	0.02	PeCDD	0	ND	0.02	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ND	< 0.002	0.02	HxCDD	2	0.30	0.02	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	NDR	< 0.005	(0.05)	HxCDD	2	2.10	0.02	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	NDR	< 0.006	(0.06)	OCDD	1	13.7	0.03	
1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	1.07	0.0107	0.02	TOTAL DE DIOXINAS POLICLORADAS		17.7		
OCDD	13.7	0.00137	0.03	TCDF	1	0.02	0.02	
2,3,7,8-TCDF	ND	< 0.002	0.02	PeCDF	0	ND	0.02	
1,2,3,7,8-PeCDF	ND	< 0.001	0.02	HxCDF	3	0.18	0.02	
2,3,4,7,8-PeCDF	ND	< 0.01	0.02	HxCDF	3	0.65	0.02	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	OCDF	1	0.98	0.02	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	TOTAL DE FURANOS POLICLORADOS		1.83		
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.02	0.002	0.02	nota 1: Los resultados son corregidos por la recuperación de análogos marcados y no corregidos por la muestra en blanco				
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ND	< 0.002	0.02	nota 2: Esta concentración es la concentración detectada (límite de detección del método en caso de ND o NDR) multiplicada por su TEF (OMS 1998)				
1,2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.21	0.0021	0.02	E significa:	Posibilidad de interferencia de éter difenilico clorado.			
1,2,3,4,7,8,9-HxCDF	0.02	0.0002	0.02	gr. Significa:	grasa			
OCDF	0.98	0.000098	0.02	ND significa:	No detectado			
TOTAL (Min. Posible: Detectado + [0 x LDM x TEF])	0.02			NDR significa:	No detectado debido a una relación de abundancia isotópica fuera de los límites			
TOTAL (Detectado + [0.5 x LDM x TEF])	0.05			pe significa:	Peso entero			
TOTAL (Máx. Posible: Detectado + [1 x LDM x TEF])	0.09			ps significa:	Peso seco			

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDD	2000	103
13C12-1,2,3,7,8-PeCDD	2000	95
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDD	2000	101
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDD	2000	93
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	2000	91
13C12-OCDD	4000	82

Análogos	Cantidad Agregada (pg)	Recuperación %
13C12-2,3,7,8-TCDF	2000	107
13C12-1,2,3,7,8-PeCDF	2000	97
13C12-2,3,4,7,8-PeCDF	2000	94
13C12-1,2,3,4,7,8-HxCDF	2000	103
13C12-1,2,3,6,7,8-HxCDF	2000	96
13C12-2,3,4,6,7,8-HxCDF	2000	102
13C12-1,2,3,7,8,9-HxCDF	2000	99
13C12-1,2,3,4,6,7,8-HxCDF	2000	89
13C12-1,2,3,4,7,8,9-HxCDF	2000	88

FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TOXICIDAD (TEF) DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1998)

Dioxinas/Furanos Policlorados	Factor de Equivalencia (TEF)
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	
1,2,3,4,6,7,8-HxCDD	0.01
OCDD	0.0001
2,3,7,8-TCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HxCDF	0.0001

Troy Smith
 Analista

químico
 Título

Firma

Fecha