



potenciales. En algunas provincias se ha establecido guías y estándares de igual índole. No hay tablas al presente.

Cabe destacar la situación de los ríos internacionales, donde actúa la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) que en función de las competencias y responsabilidades asignadas por los Gobiernos de Argentina y del Uruguay, ha elaborado un Digesto sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay, donde se establece la competencia de la CARU en la determinación de estándares de calidad del agua y condiciones de las descargas y vertimientos por las Partes, lo que lleva a aprobar la zonificación del río y sus usos a propuesta de la CARU, y a ejercer el control y el poder de policía en materia de calidad de las aguas.

Existe una propuesta de niveles guía de calidad del agua según usos que fue llevada por la Argentina al ámbito del Comité Intergubernamental de la Cuenca del Plata para ser aplicada a los tramos internacionales de los ríos de esa Cuenca. Si bien no tiene vigencia formal, es utilizada frecuentemente como referencia para la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua.



El código de aguas (Ley 14859) establece en su artículo 1, que el régimen de las aguas en la república Oriental del Uruguay esta determinado por el propio Código de Aguas, el código civil y sus modificaciones, por leyes especiales, por tratados en que sea parte la Republica, y en normas del derecho internacional.

En el artículo 5 da las características a cumplir los cuerpos de agua de acuerdo a su clasificación, estableciendo los valores límite para una serie de parámetros los cuales se arrojan en la siguiente tabla:

TABLA I. VALORES LÍMITE PARA UNA SERIE DE PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICO, METALES PESADOS Y TÓXICOS ORGÁNICOS PARA LA CUENCA DEL PLATA, URUGUAY.

Parámetros	Máx. permitido
Olor	No Objetable
Materiales flotantes y espumas no naturales	Virtualmente ausente
Color no natural	Virtualmente ausente
Turbidez	max 100 UNT
Ph	Entre 6,0y 9,0
Oxigeno Disuelto	Min 2,5 mg/l
DBO5	Max 15 mg/l
Aceites y grasas	Max 10 mg/l
Detergentes	Máx. 2 mg/l
Coliformes fecales	Ausencia de se deberá exceder el límite de 5000 cf/100 ml
cianuro	Máx. 0,05mg/l



Arsénico	Máx. 0,1 mg/l
Cadmio	Máx. 0,01 mg/l
Cobre	Máx. 1 mg/l
Cromo total	Máx. 0,5 mg/l
Mercurio	Máx. 0,002 mg/l
Niquel	Max 0,2 mg/l
Plomo	Máx. 0,05 mg/l
Zinc	Máx. 0,3 mg/l

Australia y Nueva Zelanda

La Dirección de Calidad del Agua de la Estrategia Nacional Australiana (NWQMS) apunta a alcanzar el uso sostenible de los recursos de agua de Australia y de Nueva Zelanda, protegiendo y realzando su calidad manteniendo el desarrollo económico y social. El NWQMS es una estrategia común desarrollada por dos Consejos Ministeriales - el Consejo de Agricultura y Recursos de Australia y Nueva Zelanda (ARMCANZ) y el Consejo Australiano y Neo Zelandés del Ambiente y Conservación (ANZECC). Conjuntamente, el consejo de Salud Nacional Australiano y de Investigación Médica (NHMRC) está implicado en los aspectos de la estrategia que afectan salud pública. El NWQMS fue creado con el fin de resolver las necesidades futuras proporcionando políticas, pautas de proceso y nacionales para la gerencia de la calidad del agua.



En 1992, el ANZECC desarrollo los Estándares de Calidad de Agua Dulce y Marinas. Desde entonces estos valores se han modificado con el fin de incorporar nueva información científica tanto nacional como internacional.

Valores Límites

Las guías de estándares entregan valores que se han derivado a partir de los principios de evaluación de riesgo, usando datos obtenidos de pruebas de laboratorio en agua limpia. Estos valores representan las mejores estimaciones actuales de las concentraciones de los productos químicos que no deben tener ningún efecto nocivo significativo en el ecosistema acuático.

Calidad

Es ventajoso clasificar ampliamente la calidad del agua en cada sitio como *bueno, moderado o pobre*, pero no existen estándares nacionales formales para tales clasificaciones. Se han desarrollado los siguientes criterios basados en el porcentaje de veces que las condiciones de calidad del agua exceden los Estándares Australianos. Estas clasificaciones son algo arbitrarias pero proporcionan medios útiles y relativamente simples de clasificar ampliamente la calidad del agua.



Los criterios para los metales se ha basado en dos factores: la posición de la media y el percentil 90 de acuerdo a las Guías de Estándares Australianas de Calidad de Agua para la protección de los ecosistemas acuáticos (ANZECC, 1992); y cualquier excedente que podría causar efectos tóxicos.

La clasificación es según la siguiente tabla:

BUENO:	El percentil 90 es inferior o igual los estándares la mayor parte del tiempo.
MODERADO:	El percentil 90 está sobre Guía de Estándares pero la media esta por debajo de los estándares.
POBRES:	La media es mayor o igual a la guía de Estándares o cualquier valor es más de 10 veces lo establecido por la guía.

Los valores están establecidos según el criterio de protección para las especies. No para conservar valores históricos de un cuerpo de agua.

La guía de valores están establecidos en la siguiente tabla:



TABLA II. PARAMETROS Y VALORES LIMITES PARA AGUA DULCE Y MARINA (AUSTRALIA Y NUEVA ZELANDA).

Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L)				Trigger values for marine water (µg/L)				
	Level of protection (% species)				Level of protection (% species)				
	90%	95%	98%	99%	90%	95%	98%	99%	
METALS & METALLOIDS									
Aluminium	pH >6.5	27	55	85	150	ID	ID	ID	ID
Aluminium	pH <6.5	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Antimony		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Arsenic (As III)		1	24	94 ^c	360 ^c	ID	ID	ID	ID
Arsenic (As V)		0.8	13	42	140 ^c	ID	ID	ID	ID
Beryllium		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Bismuth		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Boron		50	370 ^c	880 ^c	1300 ^c	ID	ID	ID	ID
Cadmium	H	0.05	0.2	0.4	0.8 ^a	0.7 ^a	5.5 ^{a,c}	14 ^{a,c}	36 ^{a,c}
Chromium (Cr III)	H	ID	ID	ID	ID	7.7	27.4	48.6	90.6
Chromium (Cr VI)		0.01	1.0 ^c	6 ^a	45 ^a	0.15	4.4	20 ^c	85 ^c
Cobalt		ID	ID	ID	ID	0.005	1	14	150 ^c
Copper	H	1.0	1.4	1.8 ^c	2.5 ^c	0.3	1.3	3 ^c	6 ^a
Gallium		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Iron		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Lanthanum		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Lead	H	1.0	3.4	5.6	9.4 ^c	2.2	4.4	6.6 ^c	12 ^c
Manganese		1500	1500 ^c	2500 ^c	3500 ^c	ID	ID	ID	ID
Mercury (inorganic)	B	0.05	0.6	1.9 ^c	5.4 ^a	0.1	0.4 ^c	0.7 ^c	1.4 ^c
Mercury (methyl)		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Molybdenum		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Nickel	H	8	11	13	17 ^c	7	70 ^c	200 ^a	560 ^a
Selenium (Total)	B	5	11	18	34	ID	ID	ID	ID
Selenium (Sol V)	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Silver		0.02	0.25	0.1	0.2 ^c	0.8	1.4	1.8	2.6 ^c
Tellurium		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Tin (inorganic, Sn IV)		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Thiouylin (as ug/L Sn)		ID	ID	ID	ID	0.0034	0.006 ^c	0.02 ^c	0.05 ^c
Uranium		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Vanadium		ID	ID	ID	ID	50	100	160	280
Zinc	H	2.4	6.0 ^c	15 ^c	31 ^c	7	15 ^c	23 ^c	43 ^c
NON-METALLIC INORGANICS									
Arsenite	D	330	900 ^c	1430 ^c	2300 ^a	500	910	1200	1730
Chlorine	E	6.4	3	6 ^a	13 ^a	ID	ID	ID	ID
Cyanide	F	4	7	11	18	2	4	7	14
Nitrate	J	17	700	3400 ^a	17000 ^a	ID	ID	ID	ID
Hydrogen sulfide	G	0.5	1.0	1.5	2.6	ID	ID	ID	ID
ORGANIC ALCOHOLS									
Ethanol		450	1400	2400 ^c	4500 ^c	ID	ID	ID	ID
Ethylene glycol		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Isopropyl alcohol		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
CHLORINATED ALKANES									
Chloromethanes									
Dichloromethane		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Chloroform		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Carbon tetrachloride		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Chloroethanes									
1,2-dichloroethane		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,1,1-trichloroethane		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID



Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L)				Trigger values for marine water (µg/L)			
	Level of protection (% species)							
	99%	95%	90%	80%	99%	95%	90%	80%
1,1,2-trichloroethane	5400	6500	7300	8400	140	1900	5800 ^c	18000 ^c
1,1,2,2-tetrachloroethane	10	10	10	10	10	10	10	10
Pentachloroethane	10	10	10	10	10	10	10	10
Hexachloroethane	B	250	350	420	500	10	10	10
Chloropropanes								
1,1-dichloropropane	10	10	10	10	10	10	10	10
1,2-dichloropropane	10	10	10	10	10	10	10	10
1,3-dichloropropane	10	10	10	10	10	10	10	10
CHLORINATED ALKENES								
Chloroethylene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,1-dichloroethylene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,1,2-trichloroethylene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,1,2,2-tetrachloroethylene	10	10	10	10	10	10	10	10
3-chloropropene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,3-dichloropropene	10	10	10	10	10	10	10	10
ANILINES								
Aniline	B	250 ^a	1100 ^a	4800 ^a	10	10	10	10
2,4-dichloroaniline	0.6	7	20	80 ^c	10	10	10	10
2,5-dichloroaniline	10	10	10	10	10	10	10	10
3,4-dichloroaniline	1.3	3	6 ^c	13 ^c	85	150	150	250
3,5-dichloroaniline	10	10	10	10	10	10	10	10
Benzidine	10	10	10	10	10	10	10	10
Dichlorobenzidine	10	10	10	10	10	10	10	10
AROMATIC HYDROCARBONS								
Benzene	600	950	1300	2000	500 ^b	750 ^b	920 ^b	1300 ^b
Toluene	10	10	10	10	10	10	10	10
Ethylbenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
o-xylene	200	350	470	840	10	10	10	10
m-xylene	10	10	10	10	10	10	10	10
p-xylene	140	250	250	340	10	10	10	10
o-c-xylene	10	10	10	10	10	10	10	10
Cumene	10	10	10	10	10	10	10	10
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons								
Naphthalene	2.5	16	37	85	50 ^c	70 ^c	90 ^c	120 ^c
Anthracene	B	10	10	10	10	10	10	10
Phenanthrene	B	10	10	10	10	10	10	10
Fluoranthene	B	10	10	10	10	10	10	10
Benzo(a)pyrene	B	10	10	10	10	10	10	10
Nitrobenzenes								
Nitrobenzene	250	550	830	1300	10	10	10	10
1,2-dinitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,3-dinitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,4-dinitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,3,5-trinitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-methoxy-2-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-methoxy-4-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-chloro-2-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-chloro-3-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-chloro-4-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1-chloro-2,3-dinitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,2-dichloro-3-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,3-dichloro-5-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
1,4-dichloro-2-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10
2,4-dichloro-2-nitrobenzene	10	10	10	10	10	10	10	10



Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L)				Trigger values for marine water (µg/L)			
	Level of protection (% species)				Level of protection (% species)			
	99%	95%	90%	80%	99%	95%	90%	80%
1,2,4,5-tetrachloro-3-nitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,5-dichloro-2,4-dinitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,3,5-trichloro-2,4-dinitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1-fluoro-4-nitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Nitrotoluenes								
2-nitrotoluene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
3-nitrotoluene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
4-nitrotoluene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,3-dinitrotoluene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,4-dinitrotoluene	16	65 ^c	130 ^c	250 ^c	ID	ID	ID	ID
2,4,6-trinitrotoluene	100	140	180	210	ID	ID	ID	ID
1,2-dimethyl-3-nitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,2-dimethyl-4-nitrobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
4-nitro-3-nitrotoluene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Chlorobenzenes and Chloronaphthalenes								
Monochlorobenzene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,2-dichlorobenzene	120	160	200	270	ID	ID	ID	ID
1,3-dichlorobenzene	160	200	250	320 ^c	ID	ID	ID	ID
1,4-dichlorobenzene	40	80	75	100	ID	ID	ID	ID
1,2,3-trichlorobenzene	B	3	10	16	30 ^c	ID	ID	ID
1,2,4-trichlorobenzene	B	85	170 ^c	220 ^c	300 ^c	20	65	140
1,3,5-trichlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,2,3,4-tetrachlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,2,3,5-tetrachlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1,2,4,5-tetrachlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Pentachlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Hexachlorobenzene	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
1-chloronaphthalene	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Polychlorinated Biphenyls (PCBs) & Dioxins								
Capafor 21	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1016	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1221	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1232	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1242	B	0.3	0.6	1.0	1.7	ID	ID	ID
Aroclor 1248	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1254	B	0.01	0.03	0.07	0.2	ID	ID	ID
Aroclor 1260	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1262	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Aroclor 1268	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,3,4-trichlorobiphenyl	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
4,4'-dichlorobiphenyl	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,2',4,5,5'-pentachloro-1,1'-biphenyl	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,4,6,2',4',6'-hexachlorobiphenyl	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Total PCBs	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,3,7,8-TCDD	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
PHENOLS and XYLENOLS								
Phenol	35	320	620	1300 ^c	270	400	520	720
2,4-dimethylphenol	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Nonylphenol	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2-chlorophenol	T	340 ^c	450 ^c	620 ^c	870 ^c	ID	ID	ID
3-chlorophenol	T	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
4-chlorophenol	T	160	220	280 ^c	360 ^c	ID	ID	ID
2,3-dichlorophenol	T	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
2,4-dichlorophenol	T	120	160 ^c	220 ^c	270 ^c	ID	ID	ID



Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L)					Trigger values for anoxic water (µg/L)			
		Level of protection (% species)				Level of protection (% species)			
		99%	95%	90%	85%	99%	95%	90%	85%
2,5-dichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
2,6-dichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
3,4-dichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
3,5-dichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
2,3,4-trichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
2,3,5-trichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
2,3,6-trichlorophenol	T	10	10	10	10	10	10	10	10
2,4,5-trichlorophenol	T,B	10	10	10	10	10	10	10	10
2,4,6-trichlorophenol	T,B	3	20	40	95	10	10	10	10
2,3,4,5-tetrachlorophenol	T,B	10	10	10	10	10	10	10	10
2,3,4,6-tetrachlorophenol	T,B	10	20	25	30	10	10	10	10
2,3,5,6-tetrachlorophenol	T,B	10	10	10	10	10	10	10	10
Pentachlorophenol	T,B	3,8	10	17	27*	11	22	33	55*
Nitrophenols									
2-nitrophenol		10	10	10	10	10	10	10	10
3-nitrophenol		10	10	10	10	10	10	10	10
4-nitrophenol		10	10	10	10	10	10	10	10
2,4-dinitrophenol		13	45	60	140	10	10	10	10
2,4,6-trinitrophenol		10	10	10	10	10	10	10	10
ORGANIC SULFUR COMPOUNDS									
Carbon disulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Isopropyl sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
n-propyl sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Propyl disulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Tert-butyl sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Phenyl sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Bis(2-ethylthiocarbonyl)sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Bis(2-ethylthiocarbonyl)disulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
2-methoxy-4-(1,3,2-benzodioxaphosphorin-2-yl)sulfide		10	10	10	10	10	10	10	10
Xanthates									
Potassium amyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Potassium ethyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Potassium heptyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Potassium isopropyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Sodium ethyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Sodium isobutyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Sodium isopropyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
Sodium sec-butyl xanthate		10	10	10	10	10	10	10	10
PHTHALATES									
Dimethylphthalate		3000	3700	4300	5100	10	10	10	10
Dietylphthalate		900	1000	1100	1300	10	10	10	10
Dibutylphthalate	B	9,9	28	402	84,6	10	10	10	10
Di(2-ethylhexyl)phthalate	B	10	10	10	10	10	10	10	10
MISCELLANEOUS INDUSTRIAL CHEMICALS									
Acetonitrile		10	10	10	10	10	10	10	10
Acrylonitrile		10	10	10	10	10	10	10	10
Poly(acrylonitrile-co-butadiene-co-styrene)		200	530	820 ^c	1200 ^c	200	250	280	340
Dimethylformamide		10	10	10	10	10	10	10	10
1,2-dichloroethane		10	10	10	10	10	10	10	10
Diphenylmethane		10	10	10	10	10	10	10	10
Hexachlorobutadiene		10	10	10	10	10	10	10	10
Hexachlorocyclopentadiene		10	10	10	10	10	10	10	10



Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L ⁻¹)				Trigger values for marine water (µg/L ⁻¹)				
	Level of protection (% species)				Level of protection (% species)				
	99%	95%	90%	80%	99%	95%	90%	80%	
buphrosone	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
ORGANOCHLORINE PESTICIDES									
Alkin	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Chlordane	B	0.03	0.03	0.14	0.27 ^c	ID	ID	ID	
DDE	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
DDE	B	0.006	0.01	0.02	0.04	ID	ID	ID	
Dieldrin	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Dieldrin	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Endosulfan	B	0.03	0.2 ^a	0.6 ^a	1.8 ^a	0.005	0.01	0.02	0.05 ^a
Endosulfan alphas	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Endosulfan beta	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Endrin	B	0.01	0.02	0.04 ^c	0.08 ^a	0.004	0.008	0.01	0.02
Heptachlor	B	0.01	0.09	0.25	0.7 ^a	ID	ID	ID	
Lindane		0.07	0.2	0.4	1.0 ^a	ID	ID	ID	
Methoxychlor	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Mirex	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Toxaphene	B	0.1	0.2	0.3	0.5	ID	ID	ID	
ORGANOPHOSPHORUS PESTICIDES									
Azinphos methyl		0.01	0.02	0.05	0.11 ^a	ID	ID	ID	
Chlorpyrifos	B	0.0002	0.01	0.11 ^a	1.2 ^a	0.0005	0.009	0.04 ^a	0.3 ^a
Demeton		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Demeton-S-methyl		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Diazinon		0.0003	0.01	0.2 ^a	2 ^a	ID	ID	ID	
Dimethoate		0.1	0.15	0.2	0.3	ID	ID	ID	
Fenitrothion		0.1	0.2	0.3	0.4	ID	ID	ID	
Malathion		0.002	0.05	0.2	1.1 ^a	ID	ID	ID	
Parathion		0.0007	0.004 ^c	0.01 ^c	0.04 ^a	ID	ID	ID	
Profenofos	B	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Terbufos	B	ID	ID	ID	ID	0.0024	0.05	0.4	3.6 ^a
CARBAMATE & OTHER PESTICIDES									
Carbofuran		0.08	1.2 ^a	4 ^a	15 ^a	ID	ID	ID	
Metomyl		0.5	5.5	9.5	23	ID	ID	ID	
S-methoprene		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
PYRETHROIDS									
Deltamethrin		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Esfenvalerate		ID	0.001 ^a	ID	ID	ID	ID	ID	
HERBICIDES & FUNGICIDES									
Pyridilium herbicides									
Aquaz		0.01	1.4	10	30 ^a	ID	ID	ID	
Paraquat		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Phenoxycetic acid herbicides									
MCPA		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
2,4-D		140	280	450	830	ID	ID	ID	
2,4,5-T		3	96	100	250 ^a	ID	ID	ID	
Sulfonylurea herbicides									
Benzulfuron		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Metazifuron		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Thiocarbamate herbicides									
Molinate		0.1	9.4	14	57	ID	ID	ID	
Triphenop		1	2.6	4.6	6 ^c	ID	ID	ID	
Thiam		0.01	0.2	0.3 ^c	3 ^a	ID	ID	ID	
Triazine herbicides									
Ambrole		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	
Atrazine		0.7	13	45 ^c	156 ^c	ID	ID	ID	



Chemical	Trigger values for freshwater (µg/L ⁻¹)				Trigger values for marine water (µg/L ⁻¹)			
	Level of protection (% species)							
	99%	95%	90%	80%	99%	95%	90%	80%
Hexachloro	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Strobalino	0.2	3.2	11	35	ID	ID	ID	ID
Urea herbicides								
Dicren	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Tosubison	0.02	2.2	20	150 ^c	ID	ID	ID	ID
Miscellaneous herbicides								
Atralin	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Bomacil	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Geofhosate	370	1200	2000	3600 ^a	ID	ID	ID	ID
Imazetapir	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Isomil	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Metsobitir	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Sethoxydis	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Thiuridin	B	2.8	4.4	8	9 ^a	ID	ID	ID
GENERIC GROUPS OF CHEMICALS								
Surfactants								
Linear alkylbenzene sulfonates (LAS)	85	280	520 ^c	1000 ^c	ID	ID	ID	ID
Alcohol ethoxylated sulfates (AES)	340	650	850 ^c	1100 ^c	ID	ID	ID	ID
Alcohol ethoxylated surfactants (AE)	50	140	230	350 ^c	ID	ID	ID	ID
Oil & Petroleum Hydrocarbons	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Oil Spill Dispersants								
BP 1100X	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Corexit 7884	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Corexit 8867		ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Corexit 9627	ID	ID	ID	ID	230	1700	2200	4400 ^a
Corexit 959C	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID

* ID (Insuficiente data) Información insuficiente para derivar a un valor significativo.

Microbiología

Los criterios utilizados se basan en la posición de la media y el percentil 90 de acuerdo a la Guía de Estándares de ANZECC.

BUENO:	El percentil 90 es inferior o igual a los estándares establecidos.
MODERADO:	El percentil 90 es mayor que lo indicado por los estándares del Servicio de Salud, pero la media es menor de lo establecido.



POBRES:	La media es mayor que lo indicado por los estándares del Servicio de Salud o un número específico excede un límite máximo.
----------------	--

Los valores están establecidos en la siguiente tabla:

	Contacto Primario	Límite Superior	Condiciones del Límite Superior
Coliformes fecales	150 organismos/ 100 ml	600 organismos/ 100 ml	4/5 muestras deben contener menos de 600 organismos/100 ml
Escherichia coli	150 organismos/ 100 ml	600 organismos/ 100 ml	4/5 muestras deben contener menos de 600 organismos/100 ml
Enterococci	33 organismos/ 100 ml	60 organismos/ 100 ml	60 es el máximo permitido en cualquier muestra
Streptococci faecal	No existe guía	No existe guía	No existe guía

Nutrientes, turbidez y clorofila *a*

No hay estándares específicos en Australia para nutrientes, turbidez o clorofila *a* en los estuarios, solamente un rango de concentraciones indicativas para los estuarios y aguas costeras.

La siguientes tabla describe un sistema de clasificación para los nutrientes, la turbidez y clorofila *a* en el estuario Port River basado en el



rango de criterios para aguas marinas y de estuario y en las concentraciones históricas observadas en Port Hughes, Australia del Sur y en el Estudio Metropolitano de las Aguas Costeras facultado por el Departamento Australiano Occidental para la Protección del Medio Ambiente (DEP, 1996). La clasificación es determinada por la posición relativa del percentil 90 con respecto a los estándares mínimos y máximos.

	Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/L)	Nitrogeno oxidado (mg/L)	Fosforo Total (mg/L)	Ammonia (mg/L)	Turbidez	Clorofila a (µg/L)
Bueno	<1.0	<0.1	<0.1	<0.05	<5	<1
Moderado	1.0-10.0	0.1-1.0	0.1-1.0	0.05-0.5	5-25	1-10
Pobre	>10.0	>1.0	>1.0	>0.5	>25	>10

Ecuador

La normativa que regula la calidad ambiental especialmente de los estuarios es la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Esta norma ambiental fue dictada bajo la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.



La norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Esta norma define Aguas de estuarios como las aguas correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

Entre los criterios de calidad por usos dictados en la norma destacan:

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.



La norma tendrá en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

La norma establece que *"en los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia"*.

Asimismo, esta norma establece los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.

La Sección 4.1.2.1 establece lo que se entiende por el uso del agua. Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.



Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan en la

Tabla II:

TABLA II. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario en Ecuador.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/P CBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y	Sustancias	mg/l	0,3	0,3	0,3



Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
aceites	solubles en hexano				
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200



00217

Además de los criterios anteriormente indicados (Tabla I), se utilizarán los valores máximos (Tabla III) para la interpretación de la calidad de las aguas.

TABLA III. Límites máximos permisibles adicionales para la interpretación de la calidad de las aguas en Ecuador.

Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Acenaftileno	µg/l	7	2
Acrilonitrilo	µg/l		26
Acroleína	µg/l	0,05	0,2
Antimonio (total)	µg/l		16
Benceno	µg/l	7	300
BHC-ALFA	µg/l		0,01
BHC-BETA	µg/l		0,01
BHC-DELTA	µg/l		0,01
Clorobenceno	µg/l		15
Clorofenol (2-)	µg/l	30	7
Diclorobenceno	µg/l	2	2,5
Diclorobenceno (1,4-)	µg/l		4
Dicloroetano (1,2-)	µg/l	113	200
Dicloroetilenos	µg/l	224	12
Dicloropropanos	µg/l	31	57
Dicloropropenos	µg/l	0,8	2
Difenil Hidrazina (1,2)	µg/l		0,3
Dimetilfenol (2,4-)	µg/l		2
Dodecacloro + Nonacloro	µg/l	0,001	
Etilbenceno	µg/l	0,4	700
Fluoruro total	µg/l	1 400	4
Hexaclorobutadieno	µg/l	0,03	0,1
Hexaclorociclopentadieno	µg/l	0,007	0,05
Naftaleno	µg/l	2	6
Nitritos	µg/l	1 000	60
Nitrobenceno	µg/l	7	27
Nitrofenoles	µg/l	5	0,2
PCB (total)	µg/l	0,03	0,001
Pentaclorobenceno	µg/l		0,03
Pentacloroetano	µg/l	3	4
P-clorometacresol	µg/l		0,03



Parámetros	Unidad	Límite máximo permisible	
		Agua Marina	Agua Dulce
Talio (total)	µg/l	2	0,4
Tetraclorobenceno (1,2,3,4-)	µg/l		0,1
Tetraclorobenceno (1,2,4,5-)	µg/l		0,15
Tetracloroetano (1,1,2,2-)	µg/l	9	24
Tetracloroetileno	µg/l	5	260
Tetraclorofenoles	µg/l	0.5	1
Tetracloruro de carbono	µg/l	50	35
Tolueno	µg/l	50	300
Toxafeno	µg/l	0,005	0,000
Tricloroetano (1,1,1)	µg/l	31	18
Tricloroetano (1,1,2)	µg/l		94
Tricloroetileno	µg/l	2	45
Uranio (total)	µg/l	500	20
Vanadio (total)	µg/l		100

México

Las primeras leyes de aguas en la Republica Mexicana estuvieron referidas a su explotación y uso para irrigación. En tal sentido se puede citar:

- Ley sobre irrigación con aguas federales, 1926
- Ley de aguas de propiedad nacional, 1934
- Ley reglamentaria del párrafo quinto del artículo 27 Constitucional en Materia aguas del subsuelo

En materia de contaminación podemos citar: Ley federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental, 1971. Su carácter es general en cuanto a la especificidad de los organismos federales con competencias en el problema: fija también la responsabilidad del gobierno federal en dictar



decretos y reglamentos para localizar, clasificar y evaluar tipos de contaminación, poner en vigor medidas de control, regular el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas, crear organismos que considere necesarios para hacer cumplir la ley.

En el año 1973 se promulga el Reglamento para la prevención y control de la Contaminación de Aguas, a fin de hacer cumplir cabalmente las disposiciones de la ley de 1971.

Este reglamento esta enfocado en dos aspectos fundamentales: el primero esta referido a aquellas aguas que conservan su estado natural y su aprovechamiento racional, considerando por ejemplo, su capacidad desasimilación de contaminantes. El segundo aspecto se refiere a aquellas aguas cuya calidad se ha deteriorado y a las medidas de control necesarias para que las mismas vuelvan a los niveles de calidad establecidas para su uso específico.

A continuación se mencionan los límites máximos permisibles (**LMP**) para cada uno de los parámetros utilizados de acuerdo con los *Criterios Ecológicos de Calidad del Agua* (1989), para la protección de la vida acuática marina y el *Reglamento para Sustancias Tóxicas en Aguas Costeras* (1973).



Parámetros utilizados	Límites máximos permisibles (LMP) (México)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Los límites para este parámetro son de 150 mg/L, para explotación pesquera y 75 mg/L, para recreación y descargas en estuarios.
pH	El rango para descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales es de 5-10
Coliformes Fecales (CF)	El límite establecido para descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales es de 1,000 NMP/100 mL; El límite de los Criterios Ecológicos es de 200 NMP/100 mL para uso recreativo y protección de la vida acuática marina.
Ortofosfatos (PO ₄), Nitratos (NO ₃) y Nitritos (NO ₂)): los límites máximos de los Criterios Ecológicos para la protección de la vida acuática marina) son 0.002 mg/L, 0.04 mg/L y 0.002 mg/L, respectivamente
Oxígeno Disuelto (OD)	El límite mínimo establecido en los Criterios Ecológicos para la protección de la vida acuática marina es de 5 mg/L
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	El valor del límite máximo establecido en los Criterios Ecológicos es de 0.1 mg/L para la protección de la vida acuática marina y el límite establecido en el Reglamento (1973) para sustancias tóxicas es de 0.001 mg/L.
Heptacloro	El límite máximo establecido en los Criterios Ecológicos es de 0.002 µg/L
Coliformes Totales (CT)	Los límites del Reglamento (1973) para recreación (1,000 NMP/100mL) y explotación pesquera 10,000 NMP/100 mL.
Grasas y Aceites (GyA)	El límite máximo establecido es de 15 mg/L, para explotación pesquera, uso recreativo y estuarios.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	El límite máximo establecido para explotación pesquera es de 150 mg/L y para uso recreativo y estuarios es de 75 mg/L.
Fenoles	El límite establecido en los Criterios Ecológicos es de 0.06 mg/L para la protección de la vida acuática marina y 0.001 mg/L para uso recreativo.
Ortofosfatos (PO ₄)	Nitratos (NO ₃) y Nitritos (NO ₂): Los límites máximos establecidos en los Criterios Ecológicos (para la protección de la vida acuática marina) son de 0.002 mg/L, 0.04 mg/L y 0.002 mg/L, respectivamente.
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	El límite de los Criterios Ecológicos es de 0.1 mg/L.
Aldrin, Dieldrin, Endrin y Lindano	El límite de los Criterios Ecológicos (para la protección de la vida acuática marina y uso recreativo) y del Reglamento (1973) para sustancias tóxicas en aguas costeras es 0.001 mg/L.
Sulfuros	El límite máximo establecido en los Criterios Ecológicos es de 0.002 mg/L para la protección de la vida acuática marina y para uso recreativo



Estados Unidos

En Estados Unidos, el marco regulatorio respecto a la calidad de agua esta establecido por la Ley de Agua Limpia (LAL), cuyo objetivo principal es restaurar y mantener la integridad química, física y biológica de las aguas navegables, tarea que debe ser coordinada entre el estado federal y los estados. Los criterios de relación entre el estado federal y los estados están establecidos en esta norma.

Los estados son los responsables de tomar las facultades y responsabilidades de la LAL, incluyendo la administración de un Sistema Nacional de Permisos de Eliminación y Descarga de Contaminantes llamado National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)¹. Hasta la fecha, treinta y nueve estados de EEUU administran su sistema de permisos en el marco del NPDES con la aprobación de EPA.

Criterios de fijación de estándares

Dos ejes valorativos han sido planteados en torno a la fijación de estándares:

Estándares	Ejes
Estándares basado en los daños ocasionados (harm-based standards)	Considera que los estándares de calidad del agua se fijan, en virtud del daño que puede ocasionarse a la salud o al ambiente.

¹ http://www.fam.org.ar/docs/p12/publicaciones12_f.html



<p>Estándares basado en la tecnología de aplicación (technology-based standards).</p>	<p>Basa la determinación de los estándares de calidad de los efluentes líquidos en virtud del tratamiento de los mismos, a través del concepto de uso de la mejor tecnología practicable y de mejor tecnología disponible con la finalidad de prevenir la posibilidad de ocasionar un daño a la salud o al medio ambiente.</p>
---	--

Ambos conceptos se encuentran combinados, considerando que si bien la estrategia dominante apunta en un inicio al cambio tecnológico para disminuir los efluentes, la ley también considera relevantes aquellos elementos basados en el daño que pueda causarse al ambiente o a la salud por contaminar aguas.

Relaciones entre el estado federal y los estados

Cada estado posee la facultad de designar el o los usos prioritarios para un curso de agua en su ámbito territorial, y asimismo establecer estándares para cada segmento de un curso de agua, señalando las máximas concentraciones de contaminantes que pueden realizarse sin alterar el o los usos del curso. Tanto la asignación y redesignación de usos, como los estándares que establece cada estado por segmento son sometidos a revisión de la EPA. Los criterios que debe utilizar la EPA para realizar tal revisión deben basarse en los principios de la LAL, y la coordinación interjurisdiccional de los estándares.



De los 102 estuarios en Estados Unidos, solo 28 han sido designados de importancia nacional. Los siguientes son los estuarios de importancia:

- Albemarle-Pamlico
- Barataria-Terrebonne
- Barnegat Bay
- Buzzards Bay
- Casco Bay
- Charlotte Harbor
- Corpus Christi
- Delaware Estuary
- Delaware Inland Bays
- Galveston Bay
- Indian River Lagoon
- Long Island Sound
- Lower Columbia River
- Maryland Coastal Bay
- Massachusetts Bays
- Mobile Bay
- Morro Bay
- Narragansett Bay
- NH Estuaries
- NY-NJ Harbor
- Peconic Bay
- Puget Sound
- San Francisco Bay
- San Juan Bay
- Santa Monica Bay
- Sarasota Bay
- Tampa Bay
- Tillamook Bay

Ejemplo de valores y estándares en el Estuario de San Francisco esta en las siguientes tablas:

Parámetro	Criterios para Elementos Tóxicos en California (Saltwater)		Plan Océanico de California/ Vida Acuática Marina		Agua Potable Estatal y Federal
	CMC µg/l	CCC µg/l	Máximo Diario µg/l	Máximo Inst. µg/l	MCL µg/l
Cobre	4.8	3.1	12	30	1300
Plomo	210	8.4	8	20	15
Mercurio	Reservado	Reservado	0.16	0.4	2
Selenio	290	71	60	150	50
PCBs	NA	0.03	NA	NA	0.5
Glifosato	NA	NA	NA	NA	700

CMC: Criteria Maximum Concentration/Criterio de Concentración máxima

CCC: Criteria Continuous Concentration/Criterio de Concentración Acumulada

NA: no disponible

Reservado: Actualmente no se exige, sin embargo en algún momento se podría exigir, por lo cual se reserva el valor.



Concentración de Metales, Límites Mínimos y Máximos y Criterios de Calidad de Agua para el Estuario de San Francisco.

	Ag µg/l	As µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Se µg/l	Zn µg/l
Mínimo	0.002	ND	0.009	0.29	0.42	0.0006	0.63	0.05	ND	0.77
Máximo	0.20	9.4	0.36	101	20	0.73		15.8	68	98.6
Criterio de Calidad de Agua 1 -hr	23	69	43	1100	-	2.1	-	140	-	58
Criterio de Calidad de Agua 4 -días		36	9.3	50	-	0.025	7.1	5.6	-	

3.2 Aplicabilidad y Comparación con Escenarios Internacionales

Respecto a este tema el grupo consultor en su análisis propone las siguientes consideraciones:

- Las Normas de Calidad Ambiental son necesarias, aceptadas, concordadas y aplicadas en la Comunidad Internacional. Por ello justificamos que se desarrollen en nuestro medio.
- Generalmente se trata de normas de aplicaciones en todo un país. Esto no nos parece conveniente y creemos más racional una guía nacional y normas por cuenca específica, como se esta haciendo en Chile.
- Hay países como Uruguay y Estados Unidos que tienen normas específicas para estuarios, como se analizó en la sección anterior.



Al comparar los valores límites para la Cuenca de la Plata con los valores de la Guía CONAMA (para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental), estos se asemejan a los valores máximos establecidos para la Clase 3, clase de regular calidad adecuada para bebida de animales y para riego restringido.

- En general, vemos en las tablas internacionales que los valores son más amplios respecto a la tabla N° 1 Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental.
- Interesante de destacar es que en la mayoría de los países el objetivo de protección es la naturaleza, los ecosistemas y la biodiversidad. Por lo cual creemos que en el caso de la cuenca del Río Valdivia debiera ser esa la meta y no la calidad histórica.
- Interesante es también la definición de límites estuarinos de la norma de Ecuador, la cual define aguas de estuarios como las aguas correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.



4. PROPUESTA DE AMBITOS DE APLICACION Y AREA DE VIGILANCIA

En la actualidad, se hace necesario contar con una norma secundaria de calidad de aguas en la cuenca del Río Valdivia, capaz de establecer objetivos de calidad, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales.

Esta norma de calidad tiene como objeto ser un instrumento básico para el desarrollo sustentable de la cuenca, al proponer las condiciones en las que el agua se considere apta para la protección de la biodiversidad, lo cual no excluye el desarrollo de las industrias dentro de la cuenca, siempre y cuando éste este dentro del marco normativo.

En esta sección se parte por analizar el ámbito de aplicación. Así fue como en las diversas entrevistas y visitas técnicas a Valdivia, pudimos vislumbrar varios escenarios en cuanto a que normar y donde.

4.1 Ámbito de aplicación

La tabla 4.1 siguiente presenta los escenarios posibles a normar y los argumentos a favor o en contra que se analizaron:



TABLA 4.1. POSIBLES AMBITOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD.

AMBITOS DE APLICACION	RAZONES A FAVOR	RAZONES EN CONTRA
<p>Toda la Cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se resguardarían todos los puntos frágiles de la cuenca (i.e. humedal). ▪ Se regulan ciudades ribereñas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normativa sería muy generalizada. ▪ Incluiría sectores nunca antes monitoreados. ▪ Existen pocos datos, se normaría sin base estadística. ▪ Ya existe una norma para el Río Cruces.
<p>Solo Ríos Calle Calle y Valdivia</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cruces ya esta normado. ▪ Existe algún grupo de datos estadísticos de respaldo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humedal no estaría dentro de la norma. ▪ Aun así hay poca base estadística
<p>Solo el Río Valdivia como un estuario</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existen datos del POAL. ▪ Se piensa que las mareas "bombean" contaminación al humedal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pocos datos agua abajo de Est. trasbordador. ▪ No se desea dejar fuera el humedal.
<p>Humedal</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La comunidad y autoridades quieren que se norme. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prácticamente no hay datos. ▪ Increíblemente no hay información.



La tabla anterior permite algunos comentarios generales:

- Hacer una norma en toda la cuenca, la descartamos dado que al no existir buenos datos, tendría una pobre base estadística y podría significar un error estratégico importante.
- Hacer una norma solo para el Río Valdivia, es una alternativa que el grupo consultor considera válida. Sin embargo antes de decidir hicimos una exploración más detallada en la base estadística existente.
- A priori, no consideramos que se deba normar el Humedal, por lo carencia de datos. Sin embargo, en nuestras entrevistas pudimos constatar el claro deseo de las autoridades y comunidad de Valdivia, que sus expectativas de protección al humedal sean consideradas. Así que preparamos una propuesta muy básica, basada solo en algunos parámetros donde se contaba con 2010 datos. Por lo cual los límites se basan más bien en consideraciones teorías de bioensayos (que básicamente se refuerza con la guía de CONAMA).

Para lo anterior, se juntó todas las bases de datos disponibles, especialmente los de la DGA, Celco, Poal y U. Austral, que son las bases independientes más importantes, como se comentó en la sección 2.1, enfoque metodológico. Así se constató que la base estadística para el



Humedal es casi inexistente, para el Río Cruces es mayor pero ya esta normado. En el caso del Calle Calle y el Río Valdivia hay datos en cantidad comparable o similar entre ellos. Un mayor detalle se muestra en la tabla 4.2 siguiente:

TABLA 4.2 RESUMEN DE BASE ESTADÍSTICA PARA RIO CALLE CALLE y RIO VALDIVIA

RIO CALLE CALLE		RIO VALDIVIA	
PARÁMETROS CON SERIES DE VARIOS AÑOS	PARÁMETROS CON MAS DE 10 DATOS PUNTUALES	PARÁMETROS CON SERIES DE VARIOS AÑOS	PARÁMETROS CON MAS DE 10 DATOS PUNTUALES
Conductividad	Amonio	Conductividad	Temperatura
Oxigeno	Zinc	Oxigeno	Selenio
PH	Cadmio	PH	Arsénico
RAS	Plomo	RAS	Estaño
Cromo	Coliformes	Cloruros	Plomo
Sulfato		Sulfato	Coliformes
Boro		Boro	
Cobre		Cobre	
Hierro		Cromo	
Aluminio		Hierro	
Mercurio		Manganeso	
		Aluminio	
		Mercurio	



La tabla anterior se refiere a los ríos Calle Calle, Valdivia, ahora para el caso particular del Humedal del Río Cruces, entre el Fuerte San Luis de Alba y La Isla Teja, la situación estadístico es lo siguiente:

TABLA 4.3 RESUMEN DE BASE ESTADÍSTICA PARA EL HUMEDAL DE RIO CRUCES

PARÁMETROS CON MAS DE 10 DATOS PUNTUALES ANOS	PARÁMETROS CON AL MENOS 2 DATOS PUNTUALES
pH	Fierro
Cobre	Cobre
	Manganeso
	Zinc
	Plomo

Por ello, el grupo consultor propone una norma de calidad que involucre a estos dos Ríos; Calle Calle desde que desagua el L. Riñihue (Río San Pedro) y el Río Valdivia desde la Ciudad hasta su salida al mar, incluyendo todo su estuario. Además y en forma tentativa propone se considere una norma para el humedal del Río Cruces.

Así se velará por la calidad de las aguas que eventualmente pudieran entrar desde "abajo" hacia el santuario debido a la cuña de sal-efecto mareas.



Por otra parte, a pesar que habrá un estudio específico para determinar usos presentes y futuros de la cuenca que apoyen esta futura norma de calidad, a la sazón se dispone solo de alguna información sobre usos de los dos Ríos Mencionados:

- Río Calle Calle desde la desembocadura del L. Riñihue (Río San Pedro), hay regadío, actividad agrícola, lecherías y en el Sector de Cuesta Soto hay captación de agua potable para Valdivia.
- Entrando a valdivia se ubica el barrio industrial de Collico con madereras, curtiembre, frigorífico y más abajo astillero.
- La ciudad de valdivia evacua sus aguas servidas en el sector Las Mulatas. Antes de esto hay un sector de la ciudad donde hacen faenas de logística una flota pesquera, luego hacia Corral hay cultivo de salmones y choritos, además de actividad portuaria de productos forestales. A futuro solo se visualiza un incremento del uso recreativo-turístico de las aguas del R. Valdivia.
- Dado esta multiplicidad de actividades, algunas de las cuales son contaminantes y están aguas arriba de otras que requieren de aguas limpias, la normativa deja poco espacio y debe permitir compatibilizar todos esos usos, en cuanto sean legítimos y ajustados a las normas. Este punto es de preocupación especial de la I. Municipalidad de Valdivia, en su deseo de buscar un



desarrollo armónico y sustentable a la ciudad y a la nueva región.

Hacemos notar también que autoridades de salud de Valdivia, les parece conveniente evaluar una posible norma primaria para las aguas del R. Valdivia. Algunas de sus razones son:

- En verano se captan aguas del Calle Calle para abastecer un 40% de la ciudad de Valdivia (Cuesta Soto).
- Se desea dar un uso recreacional a las aguas frente a la ciudad de Valdivia. Actualmente no hay playas habilitadas, pero sí las hubo en el pasado. Eso fomentaría el turismo.
- Se cultivan mitílidos y salmones en el sector bajo del estuario.

Sin embargo, CONAMA nos ha informado que una norma de calidad primaria para esta cuenca y otras, es una materia de estudio en curso, por lo cual sin perjuicio de ello, se desea ahora implementar una calidad secundaria como un fin más inmediato.



4.2 Propuesta de Parámetros y Límites

Proponemos en consecuencia, normar los parámetros señalados en la Tabla 4.2 y 4.3. Mas adelante, cuando se tengan estadísticas más completas, se podrán normar otros.

Para llegar a proponer límites algunos de los criterios empleados son:

- Se tomaron todos los datos disponibles y se ponderó con mayor peso estadístico, cuando se trataba de series de tiempo largas, donde se contaba con promedios. Con menor peso se ponderó los datos puntuales de monitoreos particulares.
- Luego se calculó el percentil 66, para así ser consistentes con los criterios de la DGA.
- Se calculó y presentó también el valor máximo registrado en los ríos, llamándolo valor crítico medido.
- Se presentó también los valores de la tabla de Guía de CONAMA, indicando entre paréntesis la clase correspondiente. Hacemos notar en este punto que esta guía se construyó en base a referencias internacionales basadas en bioensayos específicos para cada parámetro. Por lo cual los límites allí expresados son coincidentes con nuestros criterios de protección y conservación de la biodiversidad.



En particular nuestro criterio fundamental fue usar la clase 1 ya que esta corresponde a aguas de muy buena calidad adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas.



#00235

**TABLA 4.4 RESUMEN DE PROPUESTA PARA
RIO CALLE CALLE y RIO VALDIVIA**

PARAMETRO	PERCENTIL 66		VALOR MAS CRITICO MEDIDO	VALOR SEGÚN GUIA (aguas continentales - (clase)	LIMITE PROPUESTO	COMENTAR.
	R. CALLE CALLE	R. VALDIVIA				
Aluminio mg/l	0.168	0.33	0.4	0.09 (1)- 0.1(2)-5(3)	0.33	Percentil 66
Amonio mg/l	0.081	0.07	1.47	1(1)- 1.5 (2)	1	Según guía clase 1
Cadmio µg/l	0.15	0.15	10	2(1)-10(2)	2	Según guía clase 1
Cobre µg/l	4.6	2.2	15.2	9(1)	9	Según guía clase 1
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	107	540	16000	1000(1)	1000	Según guía clase 1
Cromo Total ug/l	15	15	50	10(1) -100(2)	15	Percentil 66
Hierro mg/l	0.17	0.35	0.38	0.8 (E) -1(1)	1	Según guía clase 1
Mercurio µg/l	0.25	0.13	6	0.05(1 y 2)	0.25	Percentil 66
Oxigeno mg/l	10.6	9.9	8.5	7.5(1)	7.5	Según guía clase 1
pH	7.1	7.1	8.5	6.5 - 8.5(1)	6.5 - 8.5	Según guía clase 1
Plomo mg/l	0.01	0.03	0.03	0.0025(1) - 0.2(2)	0.03	Percentil 66
Sulfato mg/l	0.9	37.6	500	150(1)	150	Según guía clase 1
Zinc mg/l	0.04	0.04	3	0.12(1)	0.12	Según guía clase 1



**TABLA 4.5 RESUMEN DE BASE ESTADÍSTICA PARA
EL HUMEDAL DEL RIO CRUCES**

PARAMETRO	PERCENTIL 66 Humedal	VALOR MAS CRITICO MEDIDO	VALOR SEGÚN GUIA (aguas continentales - clase)	LIMITE PROPUESTO	COMENTAR.
Manganeso	0.04	0.04	0.05(1)	0.05	Según guía Clase 1
Cobre µg/l	23.28	26	9(1)-200(2)	26	Percentil 66
Hierro mg/l	0.31	0.32	0.8 (E) -1(1)	1	Según guía Clase 1
Zinc	0.02	0.02	0.092(e)-0.12(1)	0.12	Según guía Clase 1
pH	7.22	9.69	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	Según guía Clase 1
Plomo mg/l	0.01	0.01	0.0025(1) - 0.2(2)	0.01	Percentil 66

Respecto a las tablas anteriores, se puede justificar ambientalmente los parámetros elegidos:

En general, nuestra propuesta busca que se protejan las comunidades acuáticas, es decir, se cumpla con la Clase 1. Excepto en los parámetros que naturalmente en estos ríos superan levemente a esa clase. Tal es el caso de:

- Aluminio (supera 4 veces la clase 1)
- Cromo Total (supera 1.5 veces la clase 1)
- Mercurio (supera 5 veces la clase 5)
- Plomo (supera 12 veces la clase 1)



En esos casos se propuso como límite el valor del percentil 66 más alto de los ríos. A continuación se justificará estos criterios con mayor base científica tomando en cuenta el objetivo del estudio y la toxicidad de los elementos.

JUSTIFICACION DE PARAMETROS PROPUESTOS

- **ALUMINIO:** Este elemento y sus distintas formas tienen reconocida toxicidad para plantas y animales. Se han demostrado acciones perjudiciales del catión en sistemas celulares y sobre distintos órganos tales como cerebro, hígado, hueso, músculo esquelético, corazón y médula ósea. Además, la toxicidad del aluminio ha sido asociada a una reducción de la absorción de varios nutrientes de las plantas. Se ha señalado que produce precipitación de los fosfatos en el interior de la pared celular; ha sido observado que un exceso de aluminio interfiere la división celular en las raíces, así como el proceso de absorción y utilización de algunos iones (TONEATTI & RIVERA 2006). Resultados de la sensibilidad de *Daphnia magna* fueron CL 50-48h 5.51, 10.85 y 16.2 mg/l de aluminio en agua blanda, moderadamente dura y dura. Nuestra propuesta está muy por debajo de esto.
- **CADMIO:** El impacto del cadmio en los organismos acuáticos depende de una gran variedad de formas químicas posibles que pueden afectar a la toxicidad y acumulación de los organismos (www.ldx.cesca.es). En animales, la administración parenteral de cadmio en dosis superiores a 2 mg Cd/kg de peso corporal produce necrosis testicular. La concentración letal media del acetato de cadmio para un pez venezolano fue de 22,96 mg/l en 96 h y se observaron los siguientes biomarcadores externos: Nado letárgico en la superficie, exoftalmia, hipersecreción mucosa, opacidad de la córnea, cambios en la pigmentación de la piel, asfixia, hemorragia en los ojos y opérculo, deshilachamiento de las aletas y acumulación de líquido en la cavidad abdominal (Velásquez *et al* 2005). Los resultados de los bioensayos del Segundo Informe de Avance del Programa de Monitoreo Ecotoxicológico de los Efluentes Industriales en el Río Cruces indican que el valor referencial de toxicidad aguda en *Tetraselmis chuii* fue de 5,44 mg/L, en *Daphnia magna* fue de



0,1107 - 0,1108 mg/L y en *Oncorhynchus mykiss* (96 h) fue de 18,05 mg/L. Nuestra propuesta es de 3 ppm.

- **COBRE:** Scelzo (1997) indica que resultados del test de toxicidad aguda sobre larvas nauplius mostraron una relación directa entre mortalidad y concentración de cobre. A una concentración de 1000 ppb, los nauplius mueren en menos de 24 hr. Los valores de LC50 para los diferentes períodos de los restantes tratamientos fueron: 660 ppb para 24 hr, 378,5 ppb para 48 hr y 212,3 ppb para 72 hr. La muda (crecimiento) de las larvas fue inhibida a concentraciones superiores a 125 ppb. En el «control», las larvas mudaron a protozoa a partir de las 72 hr y todas las larvas se encontraron en este estadio a las 96 hr. Los resultados de los bioensayos del Segundo Informe de Avance del Programa de Monitoreo Ecotoxicológico de los Efluentes Industriales en el Río Cruces indican que el valor referencial de toxicidad aguda en *Selenastrum capricornatum* fue de 0,85 mg/L, en *C. carpio* (96 h) fue de 0,060 mg/L y en *Allium cepa* fue de 0,15 mg/L. Aquí hay un problema ecotoxicológico puesto que los valores naturales en el río, son altos.
- **COLIFORMES FECALES:** Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua. La contaminación fecal del agua produce dos hechos notables desde un punto de vista sanitario: a) la incorporación de un gran número de microorganismos pertenecientes a la flora fecal, y b) la incorporación de materias orgánicas fecales. La mayor abundancia de coliformes fecales esta compuesta por la bacteria *Escherichia coli*. La contaminación fecal es el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos procedentes de enfermos y portadores, y la transmisión hídrica a la población susceptible. Por ello el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población.
- **CROMO TOTAL:** Se ha demostrado que el cromo IV penetra en la piel a través de las glándulas sudoríparas, reduciéndose a cromo III en el corion. Se ha demostrado que este CrIII reacciona con las proteínas, formando complejos antígeno-anticuerpo. Esto explica la localización de las lesiones alrededor de las glándulas sudoríparas y el porqué cantidades muy pequeñas de dicromato pueden producir



sensibilización. Lacma & Vera (2004) indican que los resultados de las pruebas registraron una concentración letal media (CL50) de 61.12 mg de Cr IV/Kg de sedimento con un tiempo de exposición de 96 horas. Los resultados de los bioensayos del Segundo Informe de Avance del Programa de Monitoreo Ecotoxicológico de los Efluentes Industriales en el Río Cruces indican que el valor referencial de toxicidad aguda en *D. magna* fue de 436 mg/L y en *O. mykiss* (96h) fue de >100 mg/L. Nuestra propuesta esta por debajo de este xxx

- **HIERRO:** El hierro es un irritante local para los pulmones y el tracto gastrointestinal. Estudios indican que la exposición prolongada a una mezcla de polvo de hierro y otros metales puede afectar a la función pulmonar. Los experimentos en animales indican que el polvo de óxido de hierro podría actuar como una sustancia "co-cancerígena", favoreciendo el desarrollo del cáncer cuando se combina simultáneamente con la exposición a sustancias cancerígenas. Con el hierro, la sensibilidad de *Daphnia magna* fue igualmente mayor en agua blanda (CL-50-48h 1.83 mg/l) y disminuyó a medida que aumentaba la dureza (CL 50-48h 3.66 agua moderadamente dura 5.05 mg/l agua dura). Nuestra propuesta esta por debajo de este.
- **MERCURIO:** Iannacone & Alvaríño (2003) realizaron bioensayos con *Emerita analoga*. Los ensayos ecotoxicológicos a 48 h y 96 h de exposición mostraron un valor de Concentración Letal media (CL50) promedio de 14,20 mg/L y 7,48 mg/L, respectivamente. Los parámetros de Concentración de efectos no observables (NOEC) y de Concentración más baja de efectos observables (LOEC) fueron 0,65 mg/L y 1,63 mg/L a 96 h de exposición, respectivamente. Aquí hay otro problemas ya que en el río en estudio tienen valores altos pero nuestra propuesta es 0.25 ppm por debajo de la CL50.
- **OXIGENO:** Este elemento es vital para la vida animal y vegetal. Bajas concentraciones de oxígeno (< 1 mg/l) provocan la muerte de animales y plantas. Concentraciones de 5 mg/l son consideradas favorables para la vida acuática.
- **PH:** La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El pH del agua puede variar entre 0 y 14 (www.lennntech.com). Mientras más ácido o alcalino un cuerpo de agua, mas son las probabilidades que se diversidad presente cambios. Por esta razón es importante controlar la variación de pH del agua.



- **PLOMO:** El plomo limita la síntesis clorofílica de las plantas. Los ríos contienen una concentración media de 3 a 30 ppb. El fitoplancton contiene aproximadamente 5-10 ppm de plomo, los peces de agua dulce aproximadamente 0.5-1000 ppb, y las ostras 500 ppb aproximadamente. La organización mundial de salud (WHO) estableció en 1995 como límite legal 50 ppb de plomo, este límite decrecerá hasta 10 ppb en el 2010 (www.lenntech.com). Nuestra propuesta es de 30 ppb.
- **SULFATO:** Los sulfatos son las sales o los ésteres del ácido sulfúrico. En altas concentraciones pueden ser tóxicos para las especies que pueblan los cuerpos de agua. Los resultados de los bioensayos del Segundo Informe de Avance del Programa de Monitoreo Ecotoxicológico de los Efluentes Industriales en el Río Cruces indican que el valor referencial de toxicidad aguda en *S. capricornutum* fue de 3.359 mg/L, en *Daphnia sp.* fue de 7.442 mg/L, en *O. Mykiss* fue de 9.900 mg/L.
- **ZINC:** Las sales de zinc son irritantes para el tracto gastrointestinal y su concentración en solución acuosa con efectos eméticos varía entre 675 y 2.280 ppm. En un experimento diseñado principalmente para evaluar la carcinogénesis, se suministró a grupos de 24 ratones dosis de 1.250 a 5.000 ppm de sulfato de zinc en el agua de bebida durante un año. No se observaron efectos adversos por este tratamiento, a excepción de anemia grave en los animales que recibieron 5.000 ppm. La incidencia de tumores no fue significativamente distinta de la observada en los animales control. En cuanto a un estudio sobre la sensibilidad de *Daphnia magna* al zinc, se determinó que es más sensible a este metal en agua blanda (CL50-48h 0.49 mg/l) que en agua moderadamente dura (CL-50-48h 1.17 mg/l) y dura (2.84 mg/l). Nuestra propuesta cumple adecuadamente con la protección de la biodiversidad.

En el caso del humedal se incluyó Conductividad dado que existen datos y es un tema de preocupación de la comunidad, aunque el límite fijado debe dejar espacio a nuestro juicio, para fluctuaciones naturales de este parámetro.



- Debiera ser preocupante y motivar estudios específicos de la situación del mercurio. Los valores del percentil 66 son altos, superan la clase 1 y un valor puntual de 6 es preocupante. Habría que explorar fuentes naturales de mercurio o residuos de lavaderos de oro.
- También resulta interesante el valor de coliformes fecales, nos parecen altos en ambos rios. Se propuso 1000, como señala la guía para clase 1, pero si se quiere a futuro utilizar las aguas para contacto directo y aun mas, con fines de acuicultura de mitílidos, debiera revisarse a la baja ese valor. Las mejoras en los sistemas de alcantarillado, el evitar la infiltración durante lluvias, debiera ayudar a tal propósito.
- Hacemos notar que no se considero la conductividad, dado que a nuestro juicio sus valores son afectados por diversos procesos físico totalmente naturales (penetración de sal-resuspensión de sedimentos etc) y podría confundir eventuales planes de descontaminación. Por la misma razón no se considero Sólidos Suspendidos.
- Tampoco se considero la DBO5, puesto que desde el punto de vista de la biota lo critico es el oxigeno disuelto. En efecto, el oxigeno, nos parece mejor indicador y una mejor variable a normar.

Comparando la propuesta para la cuenca del Río Valdivia y Humedal del Cruces, con algunas normas internacionales, se elaboró la siguiente tabla (4.6).



TABLA 4.6 TABLA COMPARATIVA DE NORMAS INTERNACIONALES

PARAMETRO	PROPUESTA AQUAMBIENTE	NORMA INTERNACIONAL	COMENTARIO
Aluminio mg/l	0.33	0.15 (Máx.) Norma Australia y Nueva Zelanda	Es comparable. El valor propuesto por Australia establece un nivel de protección de especies al 80%).
Amonio mg/l	1	0.91 (Máx.) Norma Australia y Nueva Zelanda	Es comparable. El valor propuesto por Australia establece un nivel de protección de especies al 95%).
Cadmio µg/l	2	10 (Máx.) Norma de la Cuenca del Plata, Uruguay.	El valor establecido para la Cuenca es superior al valor aquí propuesto.
Cobre µg/l	9	12 (Máx. Diario) Norma Estados Unidos, Estuario de San Francisco	El valor establecido para el Estuario de San Francisco es el máximo diario dentro del Plan Oceánico para el estado de California, EEUU. El valor es superior al valor aquí propuesto.
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	600 organismos/ 100 ml (Máx.) Norma Australia y Nueva Zelanda	El valor propuesto por Australia es inferior al valor aquí propuesto.
Cromo Total µg/l	15	50 (Máx.) Norma Ecuador	El valor propuesto por Ecuador es superior al valor aquí propuesto.
Hierro mg/l	1	0.3 (Máx.) Norma Ecuador	El valor establecido como máximo es inferior al valor aquí propuesto.



Mercurio µg/l	0.25	0.1 (Máx.) Norma Australia y Nueva Zelanda	Es comparable. El valor propuesto por Australia establece un nivel de protección de especies al 99%).
Oxígeno mg/l	7.5	5 Norma México	Es comparable, el valor es similar a lo establecido en los Criterios Ecológicos para la protección de la vida acuática marina.
pH	6.5-8.5	6.0-9.0	Es comparable, el rango de valores es similar a lo establecido en la Norma de Uruguay.
Plomo mg/l	0.03	0.05 (Máx.) Norma para la Cuenca del Plata, Uruguay.	Es comparable, los valores máximos son muy similares.
Sulfato mg/l	150	---	No se encontraron valores referenciales en normas internacionales
Zinc mg/l	0.12	0.3 (Máx.) Norma para la Cuenca del Plata, Uruguay.	El valor establecido para la Cuenca es superior al valor propuesto.



4.3 Influencia de la estacionalidad

Debe tenerse presente que las variaciones estacionales pueden tener algunos efectos que comentamos a continuación:

- El primer hecho interesante es que debido a las precipitación intensas en la cuenca y que estas aun en verano permiten a los ríos tener un caudal importante, estos flujos no sufren, por ahora, condiciones de caídas dramáticas en sus caudales.
- Analizando los Monitoreos nos han permitido constatar que las fluctuaciones de concentración de los parámetros no son dramáticas. Por lo que no es esperable que la norma de calidad sea sobrepasada por eventos naturales estacionales.



5. METODOLOGIAS DE MUESTREO FUTURO Y ANALISIS APLICABLE

5.1 Áreas de Vigilancia

Según la guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental, un área de vigilancia es el cuerpo o curso de aguas determinada por la autoridad para efectos de proponer, asignar y gestionar la calidad.

Al respecto proponemos las siguiente áreas de vigilancia de la norma:

RIO CALLE CALLE

- 1.- Sector Ciudad de Los Lagos. Zona donde se define el cauce principal de este Río, después de llamarse Río San Pedro. Daría una visión del aporte desde la parte alta de la cuenca. Esta área esta representativa desde el nacimiento del río en el L. Riñihue y hasta Los Lagos.
- 2.- Sector Cuesta Soto, antes de la bocatoma de agua potable, sector de interés para la salud de la población. Este sector va desde Antilhue hasta antes del barrio Industrial.
- 3.- Sector Collico antes y después de descargas industriales. Es una zona de fuerte intervención antropica y donde hay que verificar si los Riles descargados afectan o no al río. Esta área representa el sector desde antes del barrio Industrial hasta el sector Estación de trenes.
- 4.- Sector Costanera área de gran atractivo turístico para la ciudad. Hay que verificar que el río Calle Calle tenga buena calidad, antes de confluir al



R. Valdivia. Representa área norte de Valdivia desde Estación hasta Cau Cau.

RIO VALDIVIA

5.- Frente a mercado fluvial, área de fuerte intervención antropica y al mismo tiempo de uso turístico. Representa desde Cau Cau hasta Sur de Isla Teja.

6.- Sector la mulatas- Confluencia con Río Cruces. al sur de Isla Teja. Aquí el río ya recibió impactos antropicos de las faenas de lanchas al costado sur de la ciudad de Valdivia y de la descarga de aguas servidas de la ciudad. Permite también vigilar si hay efectos adversos que puedan ser "bombeados" por el Cruces hacia el Santuario. Este sector representa el área desde confluencia Río Cruces hasta Isla San Francisco.

7.- Bahía de Corral. Sector de uso para acuicultura mezclado con actividades portuarias-forestales. Representa el sector más estuarino desde Isla San Francisco hasta Corral.

8.- Humedal del Río Cruces. Sitio de alta fragilidad, donde se centra la atención nacional y que constituye un sitio Ramsar. Incluirlo en un plan de vigilancia permitiría también contar con datos públicos donde no los hay. Aquí proponemos dos estaciones al centro mismo del Humedal ya que hay otros monitoreos en sus extremos .



Nº 00247

5.2 Plan de muestreo y estaciones

Proponemos que se monitoreen los 13 parámetros propuestos y una frecuencia de 2 veces al año, invierno y verano. Para el Humedal, son siete los parámetros a muestrear, pero podrían monitorearse los mismos trece y así mejorar la base estadística.

Cada estación de muestreo debe tomarse aguas en superficie y cercana al fondo (dependiendo de cada lugar).

En el caso de las áreas de vigilancia 6 y 7 (Las Mulatas y Bahía Corral), por tratarse de una zona con alta influencia de las mareas, los muestreos debieran replicarse en marea Llenante y Vaciante y promediar ambos valores.

5.3 Aspectos metodológicos

Según CONAMA (2006), las condiciones de preservación y manejo de las muestra deberán regirse en base a las metodologías establecidas en los siguientes textos y en sus versiones actualizas, considerando aquellos que se dicten a futuro.

- NCh 411/3. Of. 96. Calidad del agua- Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de muestras.



- "Collection and Preservation of Samples" descritas en el numero 1060 del "Standard Methods" for Examination of Water and wastewater. 20th edition 1998. APHA-AWWA-WPCF.

A su vez los análisis de pH y oxígeno deben hacerse in situ, mientras que el resto debieran ejecutarse en laboratorios acreditados por el INN para este tipo de ensayos.



6. Conclusiones y Recomendaciones para el anteproyecto

- o La disponibilidad de información estadística para la cuenca del Río Valdivia es escasa.
- o Aun así se proponen a consideración de CONAMA una norma para el Río Calle Calle y Valdivia, consistente en 13 parámetros. Esto considerando que hay que normar con la información que se tiene y que, en la medida que mas adelante se cuente con nueva información, estas normas pueden ser revisadas.
- o También y considerando las expectativas de la comunidad de Valdivia, se proponen unos parámetros y valores límites para el Humedal del Río Cruces. Se proponen 7 parámetros, donde al menos se cuenta con datos. Se cuenta además con una guía (CONAMA) que se construyó con información científica de bioensayos, por lo tanto representa límites de tolerancia de los organismos.
- o Se eligió como criterio para proponer límites, la protección y conservación de la biodiversidad y no los rangos históricos del río. No obstante para cada parámetro se propuso un valor límite analizando caso a caso. En algunos caso se uso el percentil 66%, en otros el máximo medido y en otros la guía de CONAMA.
- o Llama mucho la atención que prácticamente no existan datos públicos para el humedal. Si existieran datos no publicados, en



www.aquambiente.tie.cl

00250 52

bases de proyectos científicos con financiamiento estatal, sería muy conveniente que estos fuesen liberados para uso público.

- o También nos parecería recomendable realizar unas 4 campañas (estacionales) de medición de parámetros más relevantes para una norma de calidad en el humedal.
- o Se proponen un total de 8 áreas de vigilancia dado la complejidad del sistema involucrado.



00251

7. BIBLIO Y WEB GRAFIA

- AGUILERA, A. Y M. HUQ. (1982). Tolerancia de la lisa *Mugil curema* a varios crudos venezolanos. Bol. Instituto de Oceanografía. Universidad Oriente. 21(1,2): 123-128.
- AQUAMBIENTE (2006) Definición Oceanográfica de límites de aplicación de la normativa en estuarios de Chile. Armada de Chile, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.
- BARRIOS. (2002). Estudio de la Propagación de Ondas de Mareas en el Estuario del Río Valdivia. Armada de Chile, Academia Politécnica Naval.
- BERTRAN *et al* (2001). Macrofauna del Curso Inferior del río Biobío (Chile): cambios asociados a variabilidad estacional del caudal hídrico. Revista Chilena de Historia Natural 74(2):331-340.
- CELCO (1997) Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- CELCO (2006) Informes ambientales periodo enero – septiembre 2006. Planta Valdivia.
- CONAMA (2005). Primer informe de registro de conductividad en los ríos Calle Calle, Cruces, Valdivia y Cau – Cau.
- CONAMA (2006). Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, 18 pp.
- CONAF 2005 – 2006. Censos de aves en el santuario del río Cruces. Septiembre 2005 a agosto 2006.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.
- Dirección General de Aguas. (2004). Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Río Cisnes.
- GONZALEZ, EXEQUIEL R. 2003 Los anfipodos de agua dulce del género *Hyaella* Smith, 1874 en Chile (Crustacea: Amphipoda). *Rev. chil. hist. nat.*, vol.76, no.4, p.623-637.



Nº 00252

- FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA (2005). Determinación de la capacidad de carga de las zonas estuarinas de los ríos Valdivia y Bueno, X región.
- HABIT E. *et al.* (2006). Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. *Gayana (Concepc.)*, vol.70, no.1, p.100-113. ISSN 0717-6538.
- IANACONE & ALVARIÑO (2003). Efecto Ecotoxicológico agudo del Mercurio sobre Larvas del "Muy Muy" *Emerita analoga* (Stimpson) (Decapoda: Hippidae) procedentes de cuatro localidades de Lima. *Ecol. apl.* vol.2 no.1 Lima Jan./dic.2003.
- INSTITUTO HIDROGRAFICO DE CHILE (1987) Atlas Hidrográfico de Chile.
- LACMA & VERA (2004). Pruebas de toxicidad con el metal de referencia cromo en sedimentos marinos usando al molusco *Donax obelosus* Revé, 1854. (Pelecypoda: Donacidae). Universidad Nacional Federico Villarreal.
- MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (1995). Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.
- PINO M, GM PERRILLO & P SANTA MARIA (1994) Residual fluxes in a cross section in the Valdivia river estuary, Chile. *Estuary, Coastal and shelf sciences* 38: 491 - 505
- OLIVARES, M. (2000) Estudio analítico-numérico y experimental de la cuña salina en estuarios. Tesis Facultad de Ingeniería. U de Chile 130pp.
- OSORIO, Cecilia y REID, David G. Moluscos marinos intermareales y submareales entre la Boca del Guafo y el estero Elefantes, sur de Chile. *Investig. mar.*, nov. 2004, vol. 32, no.2, p.71-89. ISSN 0717-7178.
- OSORIO *et al* 2006. Malacología bentónica de los canales oceánicos del sur de Chile. *Ciencia y tecnología del Mar* 29 (1): 103 - 114
- ORTIZ & DIAZ-PAEZ (2006) Estado de Conocimiento de los Anfibios de Chile. *Gayana (Concepc.)*, vol.70, no.1, p.114-121. ISSN 0717-6538.



00253

- RAMÍREZ (2003): "Línea base de calidad de agua para la cuenca del río Valdivia". Tesis de grado presentada por Jeanett del Pilar Ramírez Pavez, Universidad de Santiago, 2003
- RAMSAR (2005) Misión consultiva RAMSAR: Informe de misión Santuario Carlos Andwandter, Río Cruces, Chile. 57pp
- SILVA, JEANNETTE, TORREJON, GUILLERMO, BAY-SCHMITH, ENRIQUE ET AL. Calibración del bioensayo de toxicidad aguda con *Daphnia pulex* (crustacea: cladocera) usando un toxico de referencia. *gayana (concepc.)*, 2003, vol.67, no.1, p.87-96. issn 0717-6538.
- SCELZO, Marcelo A. Toxicidad del cobre en larvas nauplii del camarón comercial *Artemesia longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Investig. mar.*, 1997, vol.25, p.177-185. ISSN 0717-7178.
- RICHTER 2004. Distribution of the soft-bottom macroinfauna in an estuary of Southern Chile. *Journal Marine Biology*.
- TONEATTI, Marcelo y RIVERA, Nelson R. Ensayos de Tolerancia al Aluminio de *Bromus stamineus* y *Bromus lithobius* Recolectados en el Sur de Chile. *Inf. tecnol.*, 2006, vol.17, no.1, p.9-17. ISSN 0718-0764.
- TURISTEL (2003). Guía Turística de Chile. 400 pp.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (2005). Estudio sobre origen de mortalidades y disminución de poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwanther en la provincia de Valdivia. 539 pp.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (2006). Diagnostico Químico Ambiental de la bahía de Corral y zonas aledañas al sistema estuarial Valdivia. Estudio solicitado por la Ilustre Municipalidad de Corral.
- VALDOVINOS, C. 2006. Estado de conocimiento de los gastrópodos dulceacuícolas de Chile. *Gayana* (1): 88-95.
- VASQUEZ, Rosa, BASTARDO, Asmine y MUNDARAIN, Inés K. Ensayo de toxicidad aguda CL50-96h con acetato de cadmio y parámetros hematológicos en el híbrido cultivado *Colossoma macropomum* y



www.aguambiente.tie.cl

Piaractus brachypomus. *Zootecnia Trop.*, ago. 2005, vol. 23, no.3, p.247-257. ISSN 0798-7269.

- ZALOCAR de DOMITROVIC Y. y V. ASSELBORN (2000). Análisis del Fitoplancton de una laguna impactada por la descarga de un efluente textil.
- www.argentina.indymedia.org
- www.atmosfera.com
- www.conama.cl
- www.ceachile.cl
- www.conaf.cl
- www.fortunecity.es
- www.gochile.cl
- www.grupopaleo.com.ar
- www.lennotech.com
- www.meteochile.cl
- www.mtas.es
- www.riosdesur.cl
- www.riosysenderos.com
- www.toxnet.nlm.nih.gov
- www.tdx.cesca.es
- www.tecnun.es
- www.udec.cl
- www.wikipedia.or
- www.wwf.cl



HOJA DE ENTREGA

Este documento fue preparado para **CONAMA**. La reproducción o referencia del material aquí contenido debería dar crédito correspondiente a **AQUAMBIENTE LTDA.**, pudiendo citarse:

AQUAMBIENTE (2007)

RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION EN APOYO DE ANTEPROYECTO DE NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LAS AGUAS DEL RIO VALDIVIA

AQUAMBIENTE LTDA
Blanco 1215, OF. 510
Fono (32) 23 33 60
Valparaiso
E-mail: aquambiente@tie.cl

Valparaíso, Abril 2007

COD:	OTRS:	MDT: CONAMA	PARTES: I
CLASF: AMB	SUB: -	CPY: 1	PAG: XX



Nº 00256

ANEXOS



GOBIERNO DE CHILE
CONAMA
REGIÓN DE LOS RÍOS

CONSTANCIA

PIEZA EXCEPTUADA

De acuerdo al artículo N° 7 del DS 93 de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual ordena la formación de un expediente y que en su inciso tercero indica que quedarán exceptuadas de ingresar al expediente aquellas piezas, que por su naturaleza o por su volumen, no puedan agregarse las que deberán archivarse en forma separada.

Se deja constancia de que se dejará en calidad de pieza exceptuada del expediente de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la Cuenca del río Valdivia el estudio "Recopilación y Análisis de Información en Apoyo de Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad Ambiental para las aguas del río Valdivia", en formato digital (CD), el cual será archivado en la Dirección Regional de Conama, Región de los Ríos.



Universidad Austral de Chile

Instituto de Zoología

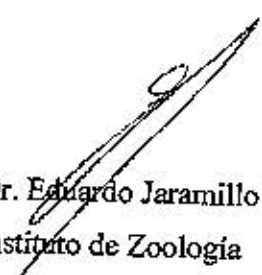
Valdivia, 18 de Julio de 2008

Srta. Soledad Sierralta
 CONAMA
 Teatinos 254
 Santiago



Estimada Soledad,
 adjunto Segundo Informe del Proyecto "RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN APOYO PARA LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LA NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL, PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA". Se adjunta una copia en papel y un CD con el respaldo magnético en formato Word y PDF.

Atentamente


 Dr. Eduardo Jaramillo L.
 Instituto de Zoología
 Universidad Austral de Chile

00259



Universidad Austral de Chile

Instituto de Zoología "Ernst F. Kilian"

**"RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EN APOYO
PARA LA ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO DE LA NORMA
SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL, PARA LA PROTECCIÓN
DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA"**

Segundo Informe de Avance

Julio 2008

INDICE

	página
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
2. ACTIVIDADES REALIZADAS	2
3. RESULTADOS	3
3.1. Monitoreo periódico de calidad de agua en Río Cruces: aguas arriba del Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter	3
3.2. Ríos Cruces y Calle Calle: variabilidad estacional	11
3.3. Características del agua, sedimento y macrofauna bentónica, durante Marzo-Abril de 2008 (bajo caudal hídrico)	20
3.3.1. Temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto del agua	20
3.3.2. Características químicas y microbiológicas del agua	26
3.3.3. Características texturales y químicas del sedimento	41
3.3.4. Macroinfauna bentónica	47
4. REFERENCIAS	55
5. PROXIMAS ACTIVIDADES	56
6. INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN ESTE INFORME	58
7. ANEXOS	59

1. ANTECEDENTES GENERALES

La Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Río Cruces, fue incluida en forma especial en el noveno programa priorizado de normas, en sesión extraordinaria del Consejo Directivo, del 26 de noviembre de 2004, motivada por la situación que afectó específicamente al Santuario Carlos Anwandter. Esta norma corresponde a uno de los programas del Plan Integral del Santuario, el cual en su conjunto busca una solución integral de toda la cuenca.

A fines del año 2006, se dio inicio a la elaboración de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la cuenca del Río Valdivia, la cual corresponde al Décimo Programa Priorizado de Normas, siendo ésta una regulación complementaria a la norma del Río Cruces. En este contexto, la norma incluiría, a lo menos, la parte estuarina de los Ríos Cruces y Calle Calle, incluyendo el Santuario Carlos Anwandter, y el estuario del Río Valdivia.

Los estuarios poseen una función biológica irremplazable en la producción y el desarrollo de numerosas especies, a tal punto que son reconocidos como verdaderas "áreas de crianza" y hábitats promotores para el desarrollo de larvas de distintas especies de peces, debido su alta producción biológica, tanto primaria como secundaria. Es por ello que históricamente los estuarios han sido focos de asentamientos humanos, lo que actualmente representa el difícil desafío de protección de estos ecosistemas altamente complejos y sensibles, permitiendo a su vez el desarrollo humano asociado a ellos.

Uno de los estuarios más importantes del centro-sur de Chile es el del Río Valdivia, el cual reviste una gran importancia ambiental y económica, registrándose en los últimos años un gran incremento de las actividades productivas asociadas a la cuenca. El presente estudio, busca recolectar, sistematizar y ordenar información sobre la cuenca del Río Valdivia; Santuario de la naturaleza Carlos Anwandter, Río Calle Calle y Río Valdivia propiamente tal, esto con el fin que sea incorporado en el desarrollo de la norma secundaria de calidad ambiental.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

- 2.1. Continuación con el monitoreo periódico de calidad de agua en Río Cruces, aguas arriba del Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter.
- 2.2. Realización de mediciones continuas de temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto en el agua y caudal durante Marzo-Abril de 2008 (bajo caudal hídrico).
- 2.3. Realización de muestreos compuestos de agua durante Marzo-Abril de 2008 (bajo caudal hídrico).
- 2.4. Realización de muestreos de sedimento y macrofauna bentónica durante Marzo-Abril de 2008 (bajo caudal hídrico).
- 2.5. Análisis de los resultados de actividades 2.1 a 2.4.
- 2.6. Revisiones de los siguientes informes técnicos:
 - i) "Recopilación y análisis de información en apoyo de anteproyecto de norma secundaria de calidad ambiental para las aguas del Río Valdivia" (**ANEXO I**).
 - ii) "Recopilación y análisis de información ambiental existente de los estuarios de los Ríos Calle-Calle y Valdivia" (**ANEXO II**).
 - iii) "Modelo hidrodinámico del estuario del Río Cruces" (**ANEXO III**).
 - iv) "Programa de monitoreo ecotoxicológico de los efluentes industriales del Río Cruces" (**ANEXO IV**).

3. RESULTADOS

3.1. Monitoreo periódico de calidad de agua en Río Cruces: aguas arriba del Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter

La variabilidad temporal de la temperatura, conductividad y pH en aguas del Río Cruces (sectores de Ciruelos y Rucaco; Figura 1) durante el período abril 2006 – junio 2008 se presenta en la Tabla 1. Ambos sectores se ubican aguas arriba del humedal del Río Cruces o Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter. El sector Ciruelos se ubica aguas arriba de la localización del efluente de aguas residuales de la planta Valdivia de CELCO (ca. 500 m), a la vez que el sector Rucaco se localiza aguas abajo de ese efluente (ca. 1000 m).

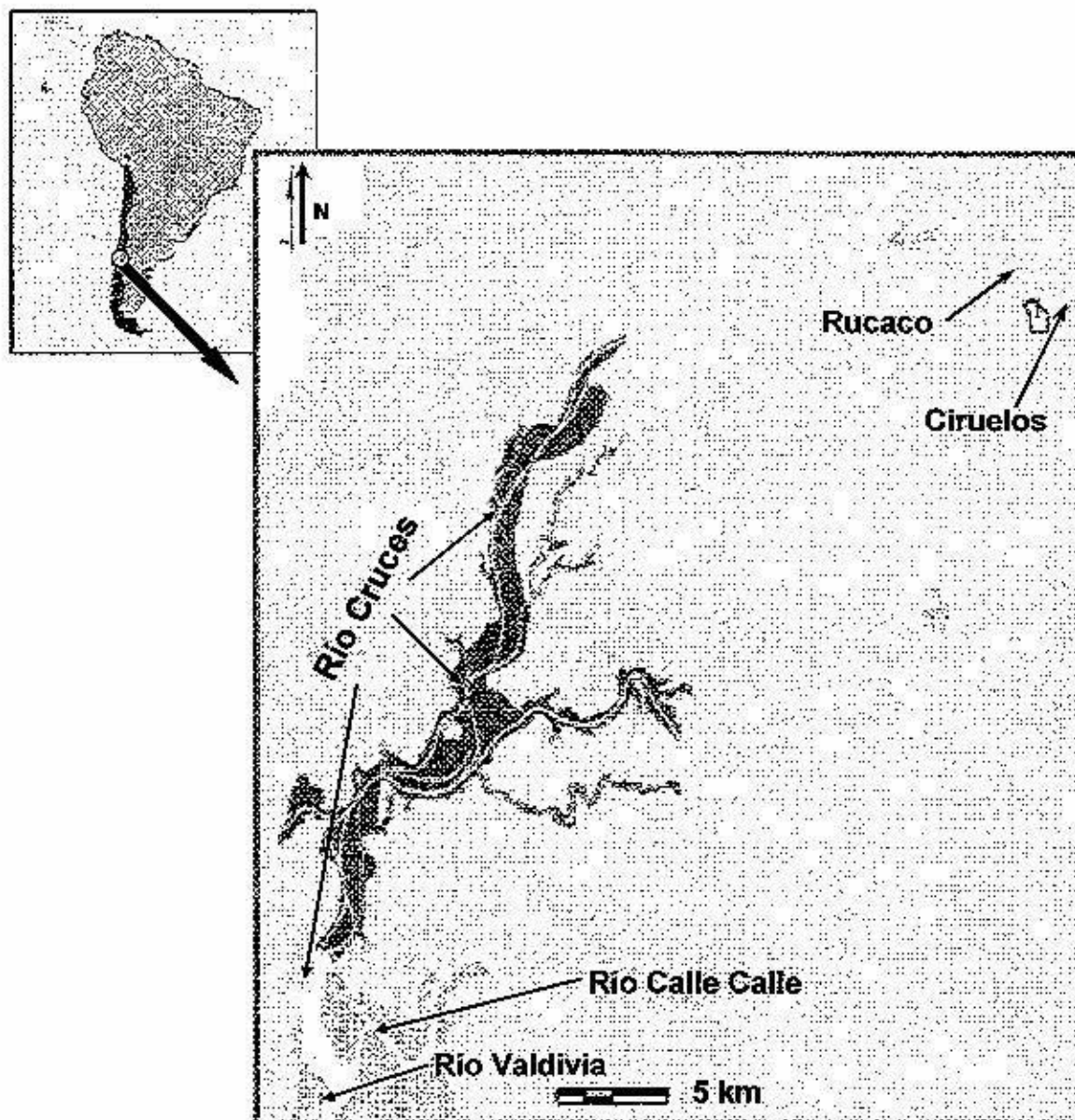


Figura 1. Ubicación de los sectores Ciruelos y Rucaco en el Río Cruces.

En promedio, la temperatura del agua fue 0.7°C más baja en el sector Ciruelos; sin embargo, la temperatura promedio para ese sector ($15,4^{\circ}\text{C}$) no difirió significativamente ($p > 0,05$) de la temperatura promedio del sector Rucaco ($16,1^{\circ}\text{C}$) (resultados de ANDEVA; $F=0,110$, $p=0,750$).

Los valores de conductividad fueron mayores en las aguas del sector Rucaco, con valores extremos de 26,5 y 189,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ vs. 23,3 y 62,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Ciruelos (Tabla 1). Los valores promedio de conductividad de ambos sectores (41,3 y 77,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para Ciruelos y Rucaco, respectivamente) difirieron significativamente entre sí ($p < 0,05$) (resultados de la prueba de Mann Whitney; $U=327,500$, $p=0,0000$). Los valores más altos de conductividad en Rucaco ocurrieron durante el periodo estival e inicios del otoño (ver Tabla 1), cuando el caudal del Río es menor.

Los valores promedio de pH para ambos sectores (7,2) no fueron significativamente diferentes entre sí ($p > 0,05$) (resultados de ANDEVA; $f=0,310$, $p=0,580$).

Tabla 1. Variabilidad temporal de la temperatura, conductividad y pH en aguas del Río Cruces: sectores Ciruelos y Rucaco. sd = sin datos.

	temperatura		conductividad (µS/cm)		pH	
	Ciruelos	Rucaco	Ciruelos	Rucaco	Ciruelos	Rucaco
2006						
4 abril	sd	sd	44,7	145,1	sd	sd
13 abril	sd	sd	39,8	83,6	7,3	7,1
18 abril	sd	sd	38,7	92,0	7,2	7,2
27 abril	sd	sd	34,7	34,9	7,1	7,1
29 abril	sd	sd	35,2	67,8	sd	sd
5 mayo	sd	sd	35,9	81,4	7,4	7,1
19 mayo	sd	sd	35,5	68,1	7,1	7,1
2 junio	sd	sd	31,1	45,7	6,9	6,9
4 julio	sd	sd	27,3	67,8	6,8	6,8
31 julio	sd	sd	28,8	36,2	6,9	6,9
18 agosto	sd	sd	26,9	31,9	6,8	6,9
31 agosto	sd	sd	29,8	40,1	sd	sd
22 septiembre	sd	sd	30,0	48,0	sd	sd
17 octubre	sd	sd	32,0	50,0	7,1	7,1
10 noviembre	sd	sd	34,0	39,0	7,2	7,2
22 noviembre	sd	sd	35,6	70,1	7,2	7,1
13 diciembre	sd	sd	47,1	88,9	7,3	7,1
2007						
18 enero	sd	sd	51,3	103,3	7,6	7,4
26 febrero	sd	sd	62,9	148,1	7,4	7,5
3 abril	sd	sd	48,7	141,9	7,8	7,9
17 abril	sd	sd	59,5	90,7	7,2	7,1
24 abril	sd	sd	46,5	46,3	7,3	7,4
27 abril	sd	sd	46,6	46,6	7,3	7,3
30 abril	sd	sd	51,8	53,9	7,4	7,5
8 mayo	sd	sd	43,8	94,5	7,2	7,3
14 mayo	sd	sd	40,4	115,3	7,5	7,5
5 junio	sd	sd	46,8	92,1	7,2	7,3
26 junio	sd	sd	40,1	48,0	7,0	7,0
27 julio	sd	sd	23,3	26,5	6,8	6,9
1 octubre	sd	sd	33,8	49,5	7,2	7,2
8 noviembre	sd	sd	39,2	61,8	7,2	7,3
27 diciembre	21,5	22,4	44,0	96,0	7,3	7,5
2008						
9 enero	19,5	19,9	48,8	116,6	7,5	7,6
18 enero	18,2	18,6	45,6	92,1	7,3	7,3
13 febrero	20,1	21,6	54,1	171,7	7,3	7,3
13 marzo	16,2	17,1	51,0	148,5	7,2	7,2
25 marzo	17,5	18,5	56,7	189,4	7,1	7,2
8 abril	15,4	16,1	55,0	55,3	7,6	7,8
15 abril	10,2	10,5	48,7	53,6	6,9	7,1
18 abril	11,8	12,4	48,4	48,5	7,1	7,3
13 junio	9,1	9,2	32,0	49,5	7,2	7,6
30 junio	10,3	10,5	31,0	30,0	6,9	6,9
n	11	11	42	42	38	38
promedio	15,4	16,1	41,3	77,6	7,2	7,2
máximo	21,5	22,4	62,9	189,4	7,8	7,9
mínimo	9,1	9,2	23,3	26,5	6,8	6,8
rango	12,4	13,2	39,6	162,9	1,0	1,1

Las concentraciones de sólidos suspendidos y disueltos en las aguas del Río Cruces durante el período de estudio (abril 2006 a Junio 2008) se presentan en la Tabla 2.

En general, las concentraciones promedio de sólidos suspendidos fueron similares en los sectores Ciruelos y Rucaco (5,1 y 4,9 mg/L, respectivamente, Tabla 2) sin mostrar diferencias significativas entre sí (resultados de ANDEVA sobre valores transformados por doble logaritmo; $f=0,002$, $p=0,960$).

El valor promedio de sólidos disueltos para el sector Rucaco fue 61,4 mg/L, valor que es 1,6 veces más alto que el promedio calculado para el sector Ciruelos (39,4 mg/L) (Tabla 2). Esas concentraciones promedio fueron significativamente diferentes ($p<0,05$) (resultados de ANDEVA sobre valores transformados por doble logaritmo; $f=8,440$, $p=0,005$).

Tabla 2. Variabilidad temporal de la concentración de sólidos suspendidos y disueltos en las aguas del Río Cruces en los sectores de Cúruelos y Rucaco.

	sólidos suspendidos (mg/L)		sólidos disueltos (mg/L)	
	Cúruelos	Rucaco	Cúruelos	Rucaco
2006				
4 abril	1,9	2,0	42,0	82,0
13 abril	12,0	10,7	39,3	61,3
18 abril	13,6	7,9	48,7	52,7
27 abril	5,8	5,6	19,0	19,0
29 abril	5,3	4,8	26,0	52,0
5 mayo	2,3	2,7	43,3	76,7
19 mayo	5,0	5,1	36,7	50,0
2 junio	6,8	8,7	14,0	24,7
4 julio	6,1	4,8	27,3	27,3
31 julio	3,2	3,3	16,0	20,0
18 agosto	3,7	3,3	15,0	18,0
31 agosto	6,5	8,9	30,0	28,0
22 septiembre	2,2	4,5	29,0	35,0
17 octubre	2,4	3,4	18,0	28,0
10 noviembre	1,9	2,7	26,0	26,0
22 noviembre	2,4	3,1	45,0	54,0
13 diciembre	3,6	2,8	51,0	61,0
2007				
18 enero	2,5	3,3	44,0	61,0
01 febrero	4,8	2,8	53,0	82,0
08 febrero	4,1	3,1	166,0	132,0
26 febrero	2,9	2,9	45,0	61,0
17 abril	23,8	21,5	60,0	78,0
24 abril	3,2	2,9	26,0	25,0
27 abril	2,2	1,4	26,0	26,0
30 abril	3,6	2,3	79,0	98,0
08 mayo	3,3	3,8	137,0	188,0
14 mayo	1,3	1,5	40,0	84,0
05 junio	1,4	2,2	26,0	51,0
26 junio	10,9	10,6	22,0	26,0
27 julio	9,2	9,9	74,0	79,0
27 diciembre	4,0	3,6	24,0	53,0
2008				
9 enero	5,1	4,2	26,0	64,0
18 enero	4,7	4,3	27,0	70,0
13 febrero	4,4	3,3	33,0	202,0
13 marzo	2,2	3,0	28,0	89,0
25 marzo	3,1	2,8	31,0	189,0
8 abril	2,9	2,4	31,0	32,0
15 abril	2,8	2,7	28,0	30,0
18 abril	1,7	2,1	28,0	28,0
13 junio	5,1	5,7	18,0	28,0
30 junio	14,2	13,0	17,0	16,0
<i>n</i>	41	41	41	41
<i>promedio</i>	5,1	4,9	39,4	61,4
<i>máximo</i>	23,8	21,5	166,0	202,0
<i>mínimo</i>	1,3	1,4	14,0	16,0
<i>rango</i>	22,5	20,1	152,0	186,0

La Tabla 3 muestra las concentraciones de sulfato en aguas del Río Cruces, sectores Ciruelos y Rucaco durante el período abril 2006 a junio 2008.

El valor promedio en la concentración promedio de sulfato durante el período de estudio para el sector Rucaco fue 7,3 mg/L, valor que es 4,1 veces más alto que el promedio calculado para el sector Ciruelos (1.8 mg/L) (valores inferiores a 1,0 mg/L fueron eliminados de los cálculos ya que 1 mg/L es el límite de detección del método utilizado). Esos promedios fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre sí (resultados de la prueba de Mann Whitney; $U=422,000$, $p=0,030$). En general y similar a lo observado para el comportamiento estacional de la conductividad, los valores más altos en las concentraciones de sulfato en el sector Rucaco ocurrieron durante la época de menor caudal del Río (otoño) con valores de hasta 25,5-39 mg/L (Tabla 3).

Tabla 3. Variabilidad temporal en las concentraciones de sulfato en aguas del Río Cruces: sectores Ciruelos y Rucaco. sd = sin datos. Para los cálculos estadísticos básicos se han excluido los valores inferiores a 1 mg/L (sombreados en la Tabla), límite de detección del método utilizado.

	mg/L	
	Ciruelos	Rucaco
2006		
13 abril	0,9	1,9
18 abril	1,4	1,9
27 abril	0,8	0,8
29 abril	0,8	1,5
5 mayo	0,9	1,9
19 mayo	1,0	1,9
2 junio	0,9	1,3
4 julio	0,9	1,0
31 julio	0,8	1,1
18 agosto	1,1	1,3
17 octubre	1,6	2,3
10 noviembre	1,3	1,4
22 noviembre	1,1	2,2
13 diciembre	1,9	3,6
2007		
18 enero	2,1	4,1
26 febrero	2,5	9,5
3 abril	2,0	15,0
17 abril	3,0	16,0
24 abril	1,9	1,9
27 abril	1,9	1,9
30 abril	2,0	2,2
8 mayo	2,0	16,0
14 mayo	2,0	19,0
5 junio	3,0	15,0
26 junio	1,2	3,0
27 julio	1,0	1,2
1 octubre	1,5	2,2
8 noviembre	2,0	4,5
27 diciembre	1,5	3,5
2008		
9 enero	3,0	17,0
18 enero	3,0	16,5
13 febrero	3,0	36,5
13 marzo	2,5	25,5
25 marzo	2,0	39,0
8 abril	1,5	1,0
15 abril	1,0	1,0
18 abril	1,0	1,0
13 junio	1,5	2,0
30 junio	1,0	1,0
n	32	38
promedio	1,8	7,3
máximo	3,0	39,0
mínimo	1,0	1,0
rango	2,0	38,0

3.2. Ríos Cruces y Calle Calle: variabilidad estacional y mareal

Las Tablas 4 a 8 muestran la variabilidad espacial, temporal y mareal de la temperatura, conductividad, ph, sólidos suspendidos y concentraciones de metales pesados disueltos y suspendidos (fracción de sólidos retenida en filtro de fibra de vidrio de 47 mm y abertura de poro de 0.5 micras) en el agua superficial (ca. 0.5 m de profundidad) del Río Cruces (sector san Ramón), confluencia del Cruces con el canal mareal Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (Figura 2) durante el período febrero 2006 y junio 2008.

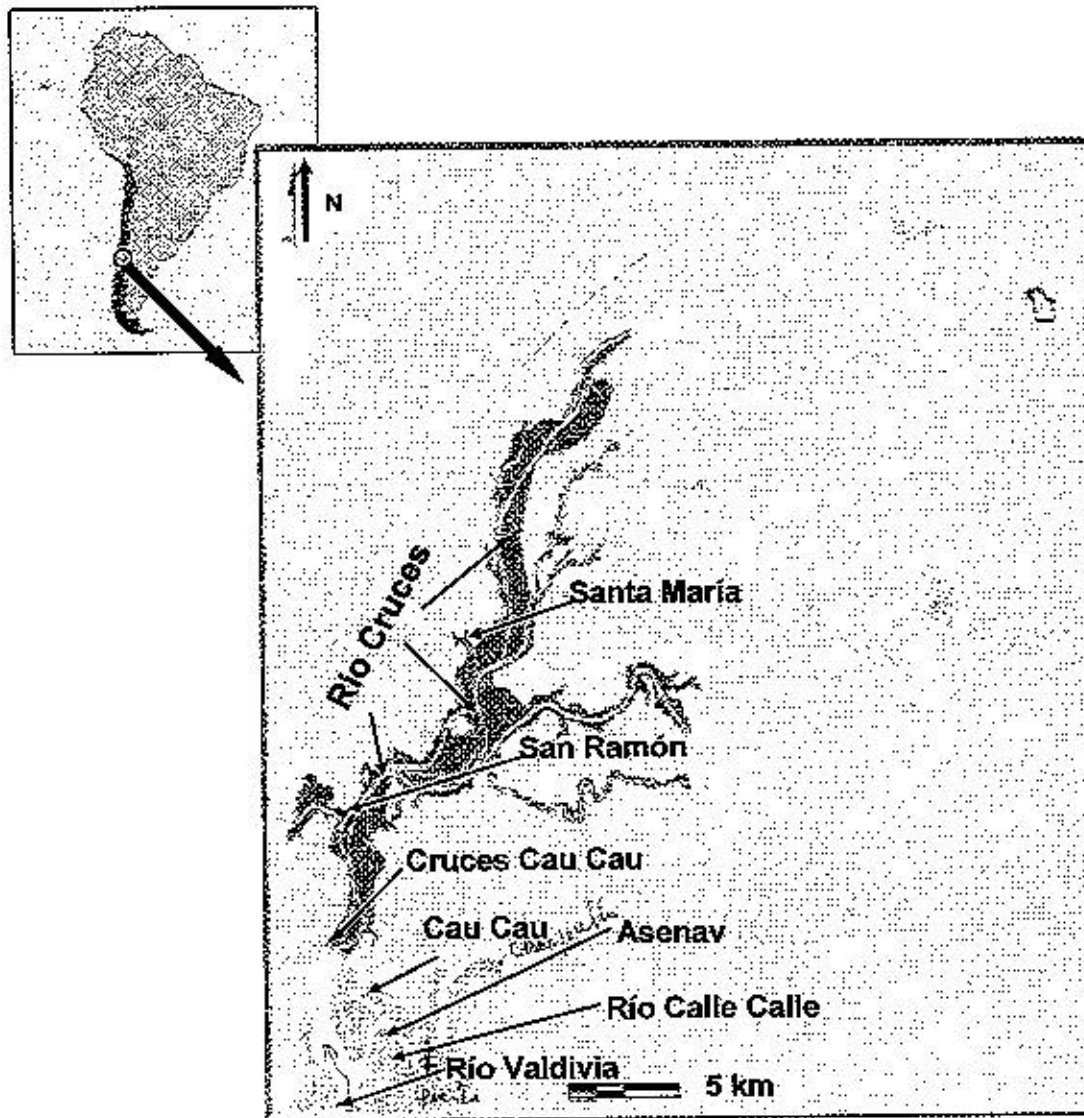


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo San Ramón (Río Cruces), Cruces – Cau, Cau Cau y Calle Calle (ASENAV).

La temperatura mostró una tendencia estacional marcada con los valores más altos durante el período estival y los más bajos durante invierno (Tabla 4). Los valores más altos se midieron en aguas del humedal del Río Cruces (sector San Ramón), desde donde disminuye gradualmente hasta aguas superficiales del Río Calle Calle (Tabla 4). Los valores promedio de temperatura para el período de estudio fueron: 16,1, 15,9, 16,1 y 15,3°C para San Ramón, Cruces - Cau Cau, Cau Cau y Calle Calle, durante marea baja y de 16,1, 15,8, 15,6 y 15,3°C para los mismos sectores durante marea alta (Tabla 4).

Los valores más altos de conductividad ocurrieron durante el período estival y durante marea alta (Tabla 5). Los sectores Cruces - Cau Cau y Cau Cau fueron los que presentaron los valores máximos a la vez que los rangos más altos de variabilidad en la conductividad del agua, tanto en marea baja como marea alta (Tabla 5).

Durante marea baja, la conductividad promedio del sector Cruces - Cau (1497,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fue aproximadamente 1,6 y 4,3 veces más alta que la conductividad promedio de los sectores San Ramón (927,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Calle Calle (345,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Durante la misma marea, la conductividad promedio del sector Cau Cau (1800,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fue aproximadamente 1,9 y 5,2 veces más alta que la conductividad promedio de los sectores San Ramón (927,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Calle Calle (345,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Tabla 5).

Durante marea alta, la conductividad promedio del sector Cruces - Cau (2428,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fue aproximadamente 2,0 veces más alta que la conductividad promedio de los sectores San Ramón (1203,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Calle Calle (1133,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Durante la misma marea, la conductividad promedio del sector Cau Cau (1528,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fue aproximadamente 1,3 veces más alta que la conductividad promedio de los sectores San Ramón (1203,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Calle Calle (1133,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Tabla 5).

Tabla 4. Variabilidad estacional de la temperatura (°C) del agua superficial en los sectores San Ramón (porción sur del humedal del Río Cruces), confluencia de los Ríos Cruces y Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (sector astilleros ASENAV).

	San Ramón	Cruces - Cau Cau	Cau Cau	Calle Calle
marea baja				
2006				
28 febrero	22,6	20,0	19,9	19,3
15 marzo	19,0	18,5	18,8	17,9
15 abril	13,3	14,2	14,2	14,0
20 mayo	9,5	9,9	10,3	11,3
14 junio	10,1	10,0	11,5	11,5
30 julio	8,1	8,3	9,6	9,6
05 septiembre	11,1	11,1	10,8	10,2
05 octubre	13,5	13,2	12,7	10,7
18 noviembre	17,6	18,5	16,2	14,5
20 diciembre	17,7	17,6	17,4	15,8
2007				
20 enero	23,2	22,1	22,0	20,6
2008				
10 enero	20,3	20,2	20,3	18,2
08 febrero	23,5	23,3	23,1	22,4
18 marzo	20,3	20,1	20,1	19,9
08 abril	17,1	17,3	17,4	17,3
13 junio	9,9	10,0	11,3	11,3
<i>n</i>	16	16	16	16
promedio	16,1	15,9	16,1	15,3
maximo	23,5	23,3	23,1	22,4
minimo	8,1	8,3	9,6	9,6
rango	15,4	15,0	13,5	12,8
marea alta				
2006				
28 febrero	22,7	19,7	19,8	19,7
15 marzo	18,5	18,5	18,3	17,6
15 abril	14,5	12,5	14,2	14,1
20 mayo	10,0	10,2	11,4	11,4
14 junio	10,0	10,1	11,4	11,4
30 julio	8,3	8,9	9,7	9,7
05 septiembre	10,9	10,7	10,0	10,1
05 octubre	13,3	12,8	11,2	11,2
18 noviembre	17,0	16,8	13,5	13,6
20 diciembre	17,4	17,7	17,2	15,6
2007				
20 enero	23,5	21,8	20,8	19,6
2008				
10 enero	21,0	20,8	20,1	18,0
08 febrero	24,1	23,7	23,1	23,2
18 marzo	19,8	19,5	19,7	19,6
08 abril	17,1	17,0	17,4	17,5
13 junio	10,1	11,5	11,5	11,5
<i>n</i>	16	16	16	16
promedio	16,1	15,8	15,6	15,3
maximo	24,1	23,7	23,1	23,2
minimo	8,3	8,9	9,7	9,7
rango	15,8	14,8	13,4	13,5

Tabla 5. Variabilidad estacional de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua superficial en los sectores San Ramón (porción sur del humedal del Río Cruces), confluencia de los Ríos Cruces y Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (sector astilleros ASENAV).

	San Ramón	Cruces-Cau Cau	Cau Cau	Calle Calle
marea baja				
2006				
28 febrero	1202,3	1824,9	4386,6	64,7
15 marzo	599,7	1054,9	1052,6	65,3
15 abril	148,4	594,8	744,0	64,3
20 mayo	58,7	67,0	69,6	43,1
14 junio	29,9	30,6	39,4	39,1
30 julio	32,9	32,7	40,4	40,1
05 septiembre	39,9	41,3	44,4	42,2
05 octubre	43,5	44,3	46,8	41,7
18 noviembre	46,2	47,5	48,1	42,7
20 diciembre	76,0	110,7	119,4	42,7
2007				
20 enero	1031,4	1907,0	2012,5	46,9
2008				
10 enero	439,1	859,4	889,1	48,6
08 febrero	2781,8	4440,0	5482,5	53,3
18 marzo	4847,3	6737,5	6826,3	1124,9
08 abril	3417,0	6125,0	6960,0	3719,3
13 junio	44,8	47,1	46,5	42,2
<i>n</i>	16	16	16	16
promedio	927,4	1497,8	1800,5	345,1
maximo	4847,3	6737,5	6960,0	3719,3
minimo	29,9	30,6	39,4	39,1
rango	4817,4	6706,9	6920,6	3680,2
marea alta				
2006				
28 febrero	1190,2	7184,2	2896,6	1489,2
15 marzo	822,3	1397,0	534,0	2312,8
15 abril	684,6	1146,2	297,0	175,7
20 mayo	66,2	73,2	44,1	43,2
14 junio	28,9	31,8	39,4	39,3
30 julio	33,0	34,6	40,5	40,2
05 septiembre	41,0	48,4	42,3	42,3
05 octubre	44,0	46,6	42,1	41,8
18 noviembre	46,6	48,2	42,3	42,0
20 diciembre	67,8	104,1	127,9	56,6
2007				
20 enero	1261,6	2926,8	1162,6	1189,1
2008				
10 enero	496,8	1331,4	1753,7	46,4
08 febrero	3250,8	4380,0	3685,6	2264,9
18 marzo	3646,4	5788,6	4822,5	3802,4
08 abril	7507,3	14264,3	8875,0	6514,3
13 junio	59,3	48,2	46,4	48,4
<i>n</i>	16	16	16	16
promedio	1203,0	2428,3	1528,3	1133,0
maximo	7507,3	14264,3	8875,0	6514,3
minimo	33,0	31,8	39,4	39,3
rango	7474,3	14232,5	8835,6	6475,0

El pH del agua no mostró mayor variabilidad espacial (entre estaciones), estacional o mareal, con valores promedios cercanos a 7,5 (Tabla 6).

Tabla 6. Variabilidad estacional del pH del agua superficial en los sectores San Ramón (porción sur del humedal del Río Cruces), confluencia de los Ríos Cruces y Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (sector astilleros ASENAV).

	San Ramón	Cruces - Cau Cau	Cau Cau	Calle Calle
marea baja				
2008				
10 enero	7,3	7,1	7,4	7,5
08 febrero	7,5	7,6	7,7	7,6
18 marzo	7,7	7,6	7,5	7,5
08 abril	7,6	7,4	7,4	7,4
13 junio	7,4	7,3	7,1	7,2
<i>n</i>	5	5	5	5
promedio	7,5	7,4	7,4	7,4
maximo	7,7	7,6	7,7	7,6
minimo	7,3	7,1	7,1	7,2
rango	0,4	0,5	0,6	0,4
marea alta				
2008				
10 enero	7,2	7,3	7,3	7,4
08 febrero	7,9	7,7	7,6	7,5
18 marzo	7,4	7,4	7,4	7,3
08 abril	7,6	7,5	7,4	7,4
13 junio	7,2	7,7	7,7	7,9
<i>n</i>	5	5	5	5
promedio	7,5	7,5	7,5	7,5
maximo	7,9	7,7	7,7	7,9
minimo	7,2	7,3	7,3	7,3
rango	0,7	0,4	0,4	0,6

La concentración promedio de sólidos suspendidos (a la vez que los valores y rangos máximos) fue mayor durante marea baja que durante marea alta en los sectores San Ramón, Cruces – Cau Cau y Cau Cau; 10,1 vs. 7,1, 9,2 vs. 7,3 y 8,1 vs. 6,3 mg/L, respectivamente (Tabla 7). Por el contrario, las concentraciones promedio de sólidos suspendidos en el Río Calle Calle (sector ASENAV) fueron similares durante ambos períodos mareales (2,5 mg/L en marea baja y 2,4 mg/L en marea alta) (Tabla 7). Durante marea baja la concentración promedio de sólidos suspendidos en San Ramón, Cruces – Cau Cau y Cau Cau fue aproximadamente 4,0, 3,6 y 3,2 veces

más alta que para la estimada para el Calle Calle. Durante marea alta, las mismas relaciones fueron 2,9, 3,0 y 2,6 veces.

Tabla 7. Variabilidad estacional de los sólidos suspendidos totales (mg/L) del agua superficial en los sectores San Ramón (porción sur del humedal del Río Cruces), confluencia de los Ríos Cruces y Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (sector astilleros ASENAV).

	San Ramón	Cruces - Cau Cau	Cau Cau	Calle Calle
marea baja				
2006				
<u>15 abril</u>	<u>4,5</u>	6,1	8,9	1,5
<u>20 mayo</u>	<u>10,9</u>	2,1	1,7	0,7
14 junio	3,4	7,9	6,4	9,1
30 julio	2,4	2,5	2,6	3,6
05 septiembre	3,1	2,4	2,5	1,3
05 octubre	4,0	2,6	2,9	1,6
<u>18 noviembre</u>	<u>9,4</u>	10,2	1,6	1,7
20 diciembre	<u>11,6</u>	13,6	10,6	1,8
2007				
<u>20 enero</u>	<u>29,0</u>	30,6	15,5	2,0
<u>20 febrero</u>	<u>21,3</u>	15,0	17,1	2,6
31 marzo	16,1	6,9	8,5	2,7
15 mayo	5,9	4,2	1,4	2,8
28 junio	5,0	6,8	5,2	3,6
01 octubre	5,3	6,7	5,8	1,9
2008				
<u>10 enero</u>	<u>22,7</u>	12,1	16,7	1,3
<u>08 febrero</u>	<u>26,4</u>	19,0	25,7	1,6
18 marzo	8,5	15,9	12,2	2,2
08 abril	8,8	7,0	7,5	3,5
13 junio	3,0	3,1	1,9	1,7
n	19	19	19	19
promedio	10,1	9,2	8,1	2,5
maximo	29,0	30,6	25,7	9,1
minimo	2,4	2,1	1,4	0,7
rango	26,6	28,5	24,3	8,4

Continuación Tabla 7.

	San Ramón	Cruces - Cau Cau	Cau Cau	Calle Calle
marea alta				
2006				
15 abril	4,4	4,5	7,4	6,2
20 mayo	2,6	4,0	2,0	1,2
14 junio	4,2	5,4	13,3	3,3
30 julio	2,1	2,5	3,4	2,2
05 septiembre	4,0	2,5	1,0	1,6
05 octubre	3,1	2,8	1,2	1,2
18 noviembre	<u>13,2</u>	9,9	11,7	1,4
20 diciembre	6,9	9,9	16,2	3,8
2007				
20 enero				
20 febrero	<u>14,2</u>	5,1	3,0	1,2
31 marzo	<u>9,4</u>	10,8	6,7	4,2
15 mayo	5,4	20,7	3,7	2,5
28 junio	3,7	4,0	8,9	2,7
01 octubre	4,7	4,5	2,6	2,5
	4,4	5,0	1,8	1,2
2008				
10 enero	<u>24,9</u>	19,7	10,6	2,1
08 febrero	8,9	6,6	4,3	2,2
18 marzo	7,0	9,7	7,5	2,1
08 abril	7,9	9,0	11,9	2,4
13 junio	3,0	1,9	2,4	1,9
n	19	19	19	19
promedio	<u>7,1</u>	7,3	6,3	2,4
maximo	24,9	20,7	16,2	6,2
minimo	2,1	1,9	1,0	1,2
rango	22,8	18,8	15,2	5,0

Los análisis de concentraciones de metales pesados (análisis realizados en SERNAGEOMIN, Santiago), muestran que el hierro fue el metal pesado más abundante, (tanto en la fracción disuelta como suspendida), seguido del aluminio y manganeso (Tabla 8). Interesa destacar que las concentraciones más altas siempre ocurrieron en la fracción de sólidos suspendidos, durante las mareas bajas del período estival y en los sectores Cruces - Cau Cau y canal mareal Cau Cau (Tabla 8).

Tabla 8. Variabilidad temporal en la concentración de metales pesados (mg/L) en las aguas superficiales de los sectores Cruces - Cau Cau, canal mareal Cau Cau y Río Calle Calle (sector astilleros ASENNAV). dis = metales disueltos, susp = metales suspendidos, sd = sin datos.

	aluminio (mg/L)		cromo (mg/L)		manganeso (mg/L)		hierro (mg/L)		níquel (mg/L)		cobre (mg/L)	
	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.
Cruces-Cau Cau												
marea alta												
febrero 2006	<0,1	0,12	0,01	<0,001	0,02	0,014	0,130	0,270	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	0,002	<0,010	0,014	0,080	0,456	<0,010	<0,002	<0,010	0,003
febrero 2007	<0,1	0,596	<0,005	<0,001	<0,010	0,095	0,147	0,881	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
julio 2007	<0,1	0,49	<0,005	<0,001	<0,010	0,020	0,044	0,840	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
febrero 2008	<0,020	0,33	0,007	<0,001	<0,003	0,058	0,197	0,530	<0,005	0,002	<0,010	<0,002
marea baja												
febrero 2006	0,12	0,70	0,01	0,002	0,02	0,069	0,15	1,450	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	0,025	<0,005	0,002	<0,010	0,022	0,103	0,660	<0,010	<0,002	<0,010	0,003
febrero 2007	<0,1	2,790	<0,005	<0,001	<0,010	0,150	0,071	1,298	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2007	<0,1	0,56	<0,005	<0,001	<0,010	0,03	0,072	0,860	<0,010	<0,002	0,012	0,01
febrero 2008	<0,020	0,475	0,008	<0,001	<0,003	0,109	0,213	0,785	<0,005	<0,002	<0,010	0,004
Cau Cau												
marea alta												
febrero 2006	<0,1	0,11	0,01	0,001	0,01	0,010	0,090	0,160	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	0,057	<0,005	0,002	<0,010	0,010	0,021	0,422	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
febrero 2007	<0,1	0,213	<0,005	<0,001	<0,010	0,026	0,038	0,347	<0,010	<0,002	<0,010	0,004
julio 2007	<0,1	0,16	<0,005	<0,001	<0,010	0,01	0,014	0,230	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
febrero 2008	<0,020	0,088	0,006	<0,001	0,009	0,023	0,158	0,165	<0,005	<0,002	0,006	<0,002
marea baja												
febrero 2006	<0,1	0,84	0,01	0,004	0,02	0,066	0,160	1,430	<0,010	0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	0,188	<0,005	0,002	<0,010	0,014	0,020	0,528	<0,010	0,002	<0,010	0,002
febrero 2007	<0,1	1,049	<0,005	<0,001	<0,010	0,119	0,085	1,517	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
julio 2007	<0,1	0,42	<0,005	0,001	<0,010	0,02	0,033	0,710	<0,010	<0,002	0,018	0,013
febrero 2008	<0,020	1,795	0,075	0,002	<0,003	0,124	0,265	2,640	<0,005	<0,002	<0,010	0,004
Calle Calle												
marea alta												
febrero 2006	<0,1	0,05	<0,005	<0,001	<0,010	0,007	0,030	0,070	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	0,232	<0,005	0,002	<0,010	0,013	0,014	0,525	<0,010	<0,002	<0,010	0,003
febrero 2007	<0,1	0,102	<0,005	<0,001	<0,010	0,023	0,038	0,233	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
julio 2007	<0,1	0,11	<0,005	<0,001	<0,010	0,01	0,026	0,18	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
febrero 2008	<0,020	0,045	0,002	<0,001	<0,003	0,007	0,073	0,070	<0,005	<0,002	<0,010	<0,002
marea baja												
febrero 2006	<0,1	0,03	<0,005	<0,001	<0,010	0,004	0,02	0,050	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
julio 2006	<0,1	0,096	<0,005	0,002	<0,010	0,010	0,013	0,445	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
febrero 2007	<0,1	0,055	<0,005	<0,001	<0,010	0,011	0,021	0,149	<0,010	<0,002	<0,010	0,002
julio 2007	<0,1	0,16	<0,005	<0,001	<0,010	0,01	<0,010	0,250	<0,010	<0,002	<0,010	<0,002
Febrero 2008	<0,020	0,045	<0,001	<0,001	<0,003	0,004	0,027	0,065	<0,005	<0,002	<0,010	<0,002

Continuación Tabla 8.

	cinc (mg/L)		arsénico (mg/L)		selenio (mg/L)		cadmio (mg/L)		plomo (mg/L)		mercurio (mg/L)
	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	dis.	susp.	susp.
Cruces-Cau Cau											
marea alta											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0001
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	0,003	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	<0,001	0,008	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003
marea baja											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	<0,001	0,009	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003
Cau Cau											
marea alta											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	<0,001	0,006	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003
marea baja											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	0,002	<0,005	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003
Calle Calle											
marea alta											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003
marea baja											
febrero 2006	<0,050	<0,02	<0,005	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	0,0002
julio 2006	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	<0,002
febrero 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	0,002	sd
julio 2007	<0,1	<0,02	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,002	sd
febrero 2008	<0,010	<0,02	<0,005	<0,001	<0,005	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,0003

Nota: el mercurio se analizó en las muestras después de agitar las muestras (solubles mas suspensión).

3.3. Características del agua, sedimento y macrofauna bentónica, durante Marzo-Abril de 2008 (bajo caudal hídrico)

3.3.1. Temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto del agua

Se realizaron mediciones horarias de temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto en los sectores de San Luis, Santa María, Punucapa (Río Cruces) ASENAV (Río Calle Calle) y Las Mulatas (Río Valdivia) (Fig. 3).

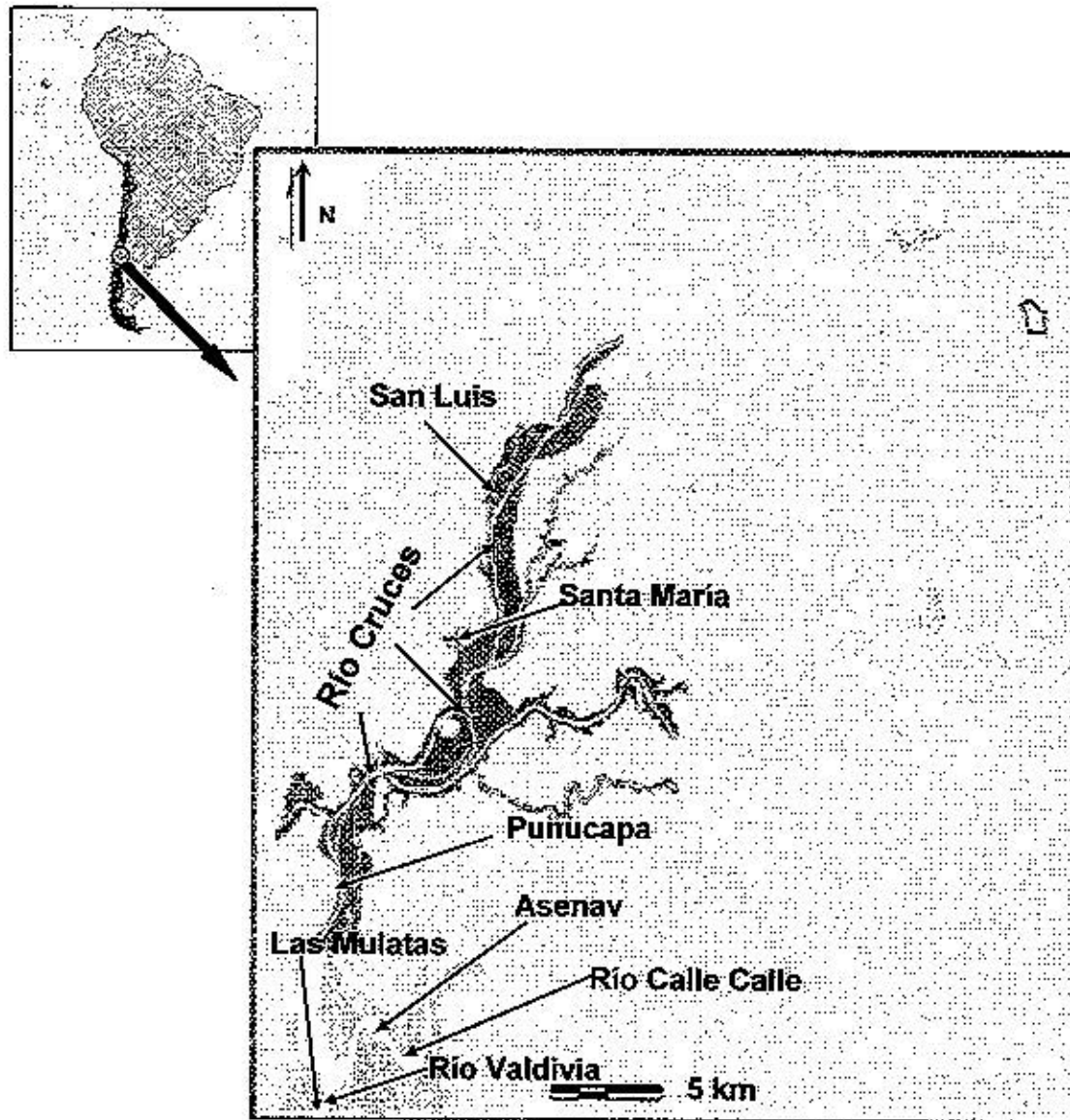


Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo San Luis, Santa María, Punucapa (Río Cruces) ASENAV (Río Calle Calle) y Las Mulatas (Río Valdivia).

Los valores de temperatura del agua se muestran en la Tabla 9. Los valores promedio de los sectores San Luis, Santa María, Punucapa (Río Cruces) y Las Mulatas (Río Valdivia) fueron similares: 17,1, 18,3, 17,8 y 18,0°C en aguas superficiales y 17,2, 17,1, 18,2, y 17,9 °C en aguas profundas. El sector de ASENAV (Río Calle Calle) mostró temperaturas promedio levemente superiores con un valor de 19,7°C en aguas superficiales y 20,8°C en aguas profundas.

Los valores de conductividad del agua se muestran en la Tabla 10. Los sectores de Punucapa, ASENAV y Las Mulatas presentaron los valores promedios mas altos: 3754, 1860 y 2092 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas superficiales y 3763, 2119 y 2912 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas profundas, respectivamente. Los valores promedios más bajos de conductividad se midieron en los sectores de San Luis y Santa María: 136 y 253 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas superficiales y 141 y 223 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas profundas, respectivamente. Los datos de la Tabla 4 muestran también que en el sector de Punucapa, los valores de conductividad aumentan hacia la hora en que la marea comienza a subir y durante la marea alta (desde el muestreo de las 9:15 am) (Tabla 10). Solo en la estación del río Calle Calle se detectaron conductividades más altas en aguas del fondo durante el período de marea alta (12:00 a 15:00 pm) (Tabla 10).

Los valores de pH del agua se muestran en la Tabla 11. En los cinco sectores estudiados los valores promedio fueron muy similares, con valores de 6,9, 7,1, 7,4, 6,8 y 7,3 en aguas superficiales y de 6,9, 7,0, 7,3, 6,8 y 7,4, en aguas profundas de San Luis, Santa María y Punucapa (Río Cruces), ASENAV (Río Calle Calle) y Las Mulatas (Río Valdivia), respectivamente (Tabla 11).

Los valores de oxígeno disuelto del agua se indican en la Tabla 12. En general, las concentraciones aumentaron gradualmente desde el sector San Luis y Santa María (Río Cruces) a los sectores ASENAV (Río Calle Calle) y Las Mulatas (Río Valdivia). El oxígeno disuelto varió globalmente entre 7,2 y 9,3 mg/L, con valores máximos de 9,3-9,7 mg/L y mínimos de 6,7-7,2 mg/L (Tabla 12).

Tabla 9. Valores de temperatura (°C) desde la superficie y fondo de la columna de agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008. Entre paréntesis se indica la hora en que se realizaron las mediciones.

	Río Cruces		Río Cruces		Río Cruces		Río Calle Calle		Río Valdivia	
	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo
			Santa María	Punucapa	ASENAV		Las Mulatas			
14,6 (6:00)	15,8 (6:10)	16,0 (6:40)	15,7 (6:10)	15,5 (6:15)	15,2 (6:00)	15,2 (6:25)	16,6 (6:00)	16,7 (6:25)	16,6 (6:25)	
15,1 (7:00)	16,1 (7:10)	16,1 (7:40)	15,3 (7:10)	15,1 (7:15)	19,5 (7:00)	14,5 (7:25)	18,4 (7:20)	17,0 (7:25)	16,9 (7:25)	
15,5 (8:00)	16,1 (8:10)	16,3 (8:40)	16,1 (8:10)	15,6 (8:15)	17,5 (8:00)	15,9 (8:25)	17,9 (8:20)	17,2 (8:25)	17,1 (8:25)	
15,8 (9:00)	16,7 (9:10)	16,9 (9:40)	15,7 (9:10)	16,5 (9:15)	17,9 (9:00)	16,4 (9:25)	18,5 (9:20)	17,3 (9:25)	17,2 (9:25)	
16,7 (10:00)	17,3 (10:10)	17,4 (10:40)	15,8 (10:10)	17,0 (10:15)	18,9 (10:00)	17,2 (10:25)	20,5 (10:20)	17,4 (10:25)	17,4 (10:25)	
17,3 (11:00)	16,4 (11:10)	18,0 (11:40)	16,8 (11:10)	17,3 (11:15)	19,8 (11:00)	17,9 (11:25)	21,8 (11:20)	17,9 (11:25)	17,7 (11:25)	
17,7 (12:00)	19,3 (12:10)	18,8 (12:40)	16,9 (12:10)	19,1 (12:15)	20,0 (12:00)	19,5 (12:25)	22,2 (12:00)	18,1 (12:25)	18,0 (12:25)	
18,4 (13:00)	17,8 (13:10)	19,9 (13:40)	17,2 (13:10)	19,2 (13:15)	21,8 (13:00)	19,9 (13:25)	23,5 (13:00)	18,6 (13:25)	18,4 (13:25)	
18,9 (14:00)	17,7 (14:10)	20,1 (14:40)	18,3 (14:10)	18,8 (14:15)	21,3 (14:00)	19,9 (14:25)	23,2 (14:00)	19,0 (14:25)	18,7 (14:25)	
18,4 (15:00)	16,9 (15:10)	19,3 (15:40)	18,7 (15:10)	19,7 (15:15)	21,8 (15:00)	20,7 (15:25)	22,1 (15:00)	19,3 (15:25)	19,1 (15:25)	
18,5 (16:00)	17,7 (16:10)	20,6 (16:40)	19,5 (16:10)	19,9 (16:15)	21,7 (16:00)	20,5 (16:25)	22,3 (16:00)	19,0 (16:25)	18,8 (16:25)	
18,3 (17:00)	16,7 (17:10)	20,4 (17:40)	19,2 (17:10)	20,3 (17:15)	21,5 (17:00)	20,8 (17:25)	22,6 (17:00)	18,6 (17:25)	18,4 (17:25)	
promedio	17,1	17,2	18,3	17,1	17,8	18,2	19,7	20,8	18,0	17,9
máximo	18,9	19,3	20,6	19,9	20,3	20,7	21,8	23,5	19,3	19,1
mínimo	14,6	15,8	16,0	15,3	15,1	14,5	15,2	16,6	16,7	16,6

Tabla 10. Valores de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) obtenidas desde la superficie y fondo de la columna de agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008. Entre paréntesis se indica la hora en que se realizaron las mediciones.

	Río Cruces		Río Cruces		Río Cruces		Río Calle Calle		Río Valdivia	
	San Luis		Santa María		Punucapa		ASENAV		Las Mulatas	
	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo
	139 (6:00)	136 (6:10)	208 (6:40)	178 (6:10)	386 (6:15)	387 (6:25)	1632 (6:00)	1646 (6:00)	1676 (6:25)	1849 (6:25)
	128 (7:00)	140 (7:10)	204 (7:40)	191 (7:10)	333 (7:15)	343 (7:25)	1687 (7:00)	1784 (7:20)	1698 (7:25)	1547 (7:25)
	139 (8:00)	140 (8:10)	186 (8:40)	169 (8:10)	346 (8:15)	321 (8:25)	1689 (8:00)	1798 (8:20)	1847 (8:25)	1658 (8:25)
	140 (9:00)	140 (9:10)	203 (9:40)	187 (9:10)	3947 (9:15)	3978 (9:25)	1784 (9:00)	1696 (9:20)	1687 (9:25)	1487 (9:25)
	140 (10:00)	139 (10:10)	201 (10:40)	205 (10:10)	3658 (10:15)	3988 (10:25)	1764 (10:00)	1706 (10:20)	1715 (10:25)	1973 (10:25)
	140 (11:00)	137 (11:10)	197 (11:40)	199 (11:10)	4605 (11:15)	4587 (11:25)	2845 (11:00)	1874 (11:20)	1987 (11:25)	1856 (11:25)
	140 (12:00)	138 (12:10)	199 (12:40)	187 (12:10)	4875 (12:15)	4785 (12:25)	2177 (12:00)	2563 (12:00)	2654 (12:25)	2087 (12:25)
	137 (3:00)	136 (13:10)	267 (13:40)	208 (13:10)	4898 (13:15)	4563 (13:25)	1954 (13:00)	3697 (13:00)	2132 (13:25)	2156 (13:25)
	131 (14:00)	145 (14:10)	298 (14:40)	218 (14:10)	5234 (14:15)	5304 (14:25)	1820 (14:00)	2588 (14:00)	2451 (14:25)	2365 (14:25)
	128 (15:00)	146 (15:10)	337 (15:40)	273 (15:10)	5667 (15:15)	5712 (15:25)	1593 (15:00)	2234 (15:00)	2387 (15:25)	2657 (15:25)
	129 (16:00)	146 (16:10)	359 (16:40)	315 (16:10)	5632 (16:15)	5637 (16:25)	1674 (16:00)	1908 (16:00)	2875 (16:25)	2541 (16:25)
	142 (17:00)	143 (17:10)	367 (17:40)	347 (17:10)	5452 (17:15)	5541 (17:25)	1698 (17:00)	1737 (17:00)	1992 (17:25)	2068 (17:25)
promedio	136	141	263	223	3754	3763	1860	2119	2092	2012
máximo	142	146	367	347	5667	5712	2846	3897	2875	2657
mínimo	128	136	196	169	333	321	1593	1646	1676	1487

Tabla 11. Valores de pH obtenidas desde la superficie y fondo de la columna de agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008. Entre paréntesis se indica la hora en que se realizaron las mediciones.

Río Cruces		Río Cruces		Río Cruces		Río Calle Calle		Río Valdivia	
San Luis		Santa María		Punucapa		ASENAV		Las Mulatas	
superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo	superficie	fondo
6,8 (6:00)	6,5 (6:10)	7,0 (6:40)	6,8 (6:10)	6,8 (6:15)	6,5 (6:25)	6,4 (6:00)	7,2 (6:00)	7,4 (6:25)	7,4 (6:25)
6,6 (7:00)	6,7 (7:10)	7,0 (7:40)	6,7 (7:10)	7,3 (7:15)	7,3 (7:25)	6,7 (7:00)	6,6 (7:20)	7,4 (7:25)	7,4 (7:25)
7,0 (8:00)	6,9 (8:10)	7,0 (8:40)	6,9 (8:10)	7,3 (8:15)	7,3 (8:25)	6,7 (8:00)	6,7 (8:20)	7,4 (8:25)	7,5 (8:25)
6,9 (9:00)	7,0 (9:10)	7,0 (9:40)	6,9 (9:10)	7,2 (9:15)	7,3 (9:25)	6,7 (9:00)	6,7 (9:20)	7,5 (9:25)	7,6 (9:25)
6,8 (10:00)	6,7 (10:10)	7,0 (10:40)	7,0 (10:10)	7,3 (10:15)	7,3 (10:25)	6,8 (10:00)	6,7 (10:20)	7,5 (10:25)	7,6 (10:25)
6,8 (11:00)	7,0 (11:10)	7,0 (11:40)	7,0 (11:10)	7,3 (11:15)	7,4 (11:25)	6,9 (11:00)	6,8 (11:20)	7,6 (11:25)	7,6 (11:25)
6,8 (12:00)	7,1 (12:10)	7,1 (12:40)	6,9 (12:10)	7,5 (12:15)	7,5 (12:25)	7,0 (12:00)	6,9 (12:00)	7,6 (12:25)	7,6 (12:25)
7,1 (13:00)	6,9 (13:10)	7,1 (13:40)	6,9 (13:10)	7,6 (13:15)	7,5 (13:25)	7,0 (13:00)	6,9 (13:00)	7,1 (13:25)	7,2 (13:25)
6,9 (14:00)	7,1 (14:10)	7,1 (14:40)	7,0 (14:10)	7,5 (14:15)	7,5 (14:25)	6,8 (14:00)	6,8 (14:00)	7,1 (14:25)	7,2 (14:25)
6,9 (15:00)	6,9 (15:10)	7,1 (15:40)	7,1 (15:10)	7,5 (15:15)	7,5 (15:25)	6,8 (15:00)	6,7 (15:00)	7,1 (15:25)	7,2 (15:25)
6,9 (16:00)	7,1 (16:10)	7,4 (16:40)	7,2 (16:10)	7,5 (16:15)	7,5 (16:25)	6,8 (16:00)	6,8 (16:00)	7,2 (16:25)	7,2 (16:25)
6,9 (17:00)	6,8 (17:10)	7,4 (17:40)	7,2 (17:10)	7,5 (17:15)	7,4 (17:25)	6,8 (17:00)	6,8 (17:00)	7,2 (17:25)	7,3 (17:25)
promedio	6,9	7,1	7,0	7,4	7,3	6,8	6,8	7,3	7,4
máximo	7,1	7,4	7,2	7,6	7,5	7,0	7,3	7,6	7,6
mínimo	6,6	6,9	6,7	6,8	6,6	6,4	6,6	7,1	7,2

Tabla 12. Valores de oxígeno (mg/L) desde la superficie y fondo de la columna de agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008. Entre paréntesis se indica la hora en que fueron tomadas las muestras.

	Río Cruces		Río Cruces		Río Cruces		Río Calle Calle		Río Valdivia	
	San Luis		Santa María		Punucapa		ASENAV		Las Mulatas	
	superficial	fondo	superficial	fondo	superficial	fondo	superficial	fondo	superficial	fondo
7,2 (6:00)	7,9 (6:10)	7,4 (6:40)	6,8 (6:10)	6,8 (6:25)	9,3 (6:15)	8,8 (6:25)	8,7 (6:00)	9,3 (6:00)	9,2 (6:25)	9,0 (6:25)
9,0 (7:00)	7,2 (7:10)	7,3 (7:40)	6,9 (7:10)	8,9 (7:25)	9,3 (7:15)	8,9 (7:25)	8,2 (7:00)	9,3 (7:20)	9,2 (7:25)	8,9 (7:25)
8,1 (8:00)	7,4 (8:10)	7,6 (8:40)	7,1 (8:10)	8,7 (8:25)	9,2 (8:15)	8,7 (8:25)	8,4 (8:00)	9,2 (8:20)	9,1 (8:25)	8,9 (8:25)
8,2 (9:00)	7,2 (9:10)	7,9 (9:40)	7,2 (9:10)	8,8 (9:25)	9,2 (9:15)	8,8 (9:25)	8,7 (9:00)	9,2 (9:20)	8,8 (9:25)	8,8 (9:25)
8,7 (10:00)	7,1 (10:10)	7,6 (10:40)	7,1 (10:10)	8,8 (10:25)	9,1 (10:15)	8,8 (10:25)	8,4 (10:00)	9,1 (10:20)	8,8 (10:25)	8,6 (10:25)
8,7 (11:00)	6,7 (11:10)	7,7 (11:40)	7,6 (11:10)	8,6 (11:25)	8,9 (11:15)	8,6 (11:25)	8,5 (11:00)	8,9 (11:20)	8,9 (11:25)	8,5 (11:25)
9,1 (12:00)	6,8 (12:10)	8,7 (12:40)	8,5 (12:10)	8,8 (12:25)	9,1 (12:15)	8,8 (12:25)	8,1 (12:00)	9,1 (12:00)	9,1 (12:25)	8,6 (12:25)
8,9 (13:00)	6,9 (13:10)	8,7 (13:40)	8,2 (13:10)	8,6 (13:25)	9,1 (13:15)	8,6 (13:25)	8,5 (13:00)	9,1 (13:00)	9,1 (13:25)	8,8 (13:25)
8,6 (14:00)	6,8 (14:10)	8,6 (14:40)	8,3 (14:10)	9,7 (14:25)	9,5 (14:15)	9,7 (14:25)	8,0 (14:00)	9,5 (14:00)	9,2 (14:25)	8,8 (14:25)
8,4 (15:00)	7,2 (15:10)	8,4 (15:40)	8,7 (15:10)	9,4 (15:25)	9,6 (15:15)	9,4 (15:25)	8,5 (15:00)	9,6 (15:00)	9,1 (15:25)	8,9 (15:25)
8,7 (16:00)	7,2 (16:10)	8,8 (16:40)	8,6 (16:10)	9,5 (16:25)	9,4 (16:15)	9,5 (16:25)	8,6 (16:00)	9,4 (16:00)	9,1 (16:25)	8,8 (16:25)
8,3 (17:00)	7,5 (17:10)	8,9 (17:40)	8,4 (17:10)	9,6 (17:25)	9,7 (17:15)	9,6 (17:25)	8,3 (17:00)	9,7 (17:00)	9,3 (17:25)	8,7 (17:25)
promedio	8,5	7,2	8,1	7,8	9,3	9,1	8,4	9,3	9,1	8,8
máxima	9,1	7,9	8,9	8,7	9,7	9,7	8,7	9,7	9,3	9,0
mínima	7,2	6,7	7,3	6,8	8,9	8,6	8,0	8,9	8,8	8,5

3.3.2. Características químicas y microbiológicas del agua

Las descripciones que se realizan a continuación están basadas en muestras compuestas obtenidas después de muestreos horarios de 11 horas, realizadas en los ríos Cruces (San Luis, Santa María y Punucapa), Calle Calle (ASENAV) y Valdivia (Las Mulatas) (Fig. 3) durante abril de 2008. Las muestras se obtuvieron de aguas superficiales (ca. 20 cm de profundidad) y de fondo (ca. 100 cm sobre el fondo) en cada sitio de muestreo. La recolección de las muestras compuestas se realizó por períodos de aproximadamente 12 horas a fin de cubrir la variabilidad mareal diaria (marea alta vs. marea baja). Las muestras se obtuvieron con un muestreador automático marca ISCO modelo 6712 y se almacenaron en frío y en las botellas correspondientes para cada tipo de análisis, hasta su posterior análisis en laboratorio. Todos los muestreos se realizaron acorde la normativa dispuesta en NCH 411/10 (2005).

En ninguna de las estaciones muestreadas se detectaron sólidos sedimentables en el agua (Tabla 13).

Las concentraciones de sólidos suspendidos totales fueron más altas en la porción central del humedal del Río Cruces (sectores Santa María y Punucapa) y en el sector Las Mulatas (Río Valdivia) el cual está directamente influenciado por las aguas del río Cruces (ver Fig. 3). fluctuaron entre 2,7 y 12,6 mg/L, en las estaciones de San Luis y Las Mulatas, respectivamente.

La fracción inorgánica y orgánica de los sólidos suspendidos mostró concentraciones similares en San Luis, Punucapa y ASENAV a la vez que en Santa María y Las Mulatas, la fracción inorgánica fue aproximadamente dos veces más alta que la fracción orgánica (Tabla 13).

Tabla 13. Concentraciones de sólidos sedimentables (SSed) y sólidos suspendidos (SSu) totales, orgánicos e inorgánicos de las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008. Los valores indican el promedio y la desviación estándar en paréntesis.

estaciones	SSed mL/h	SSu mg/L		
		totales	inorgánicos	orgánicos
Río Cruces - San Luis	0 (0)	2,7 (0,1)	1,3 (0,4)	1,4 (0,3)
Río Cruces - Santa María	0 (0)	10,0 (1,6)	6,6 (0,5)	3,3 (1,1)
Río Cruces - Punucapa	0 (0)	6,3 (0,6)	2,7 (0,5)	3,5 (0,0)
Río Calle Calle - ASENAV	0 (0)	3,1 (0,0)	1,5 (0,1)	1,7 (0,1)
Río Valdivia - Las Mulatas	0 (0)	12,6 (0,4)	8,2 (0,9)	4,4 (0,6)

En ninguno de los sitios muestreados se detectó la presencia de ácidos resínicos (*i.e.* Ácido Abiético, Ácido Neobiético, Ácido Dehidrobiético, Ácido Pimárico, Ácido Dextropimárico, Ácido Levopimárico y Ácido Palústrico) ni compuestos organofosforados (*i.e.* Dioxation, Diazinon, Paration, Metil-paration, Fenitrorion, Malation, Ruelene, Gardona, Etion, Trition, DDVP, Cumafos, Diclorvos, Disulfoton, Ronnel, Gution, Clorpirifos, Clorpirifos-metil, Fention, Pirimifos-metil).

Los análisis destinados a determinar compuestos organoclorados (*i.e.* alfa-BHC, beta-BHC, Epsilon-BHC, Lindano gama-BHC, clordano, toxafeno, endrin, dieldrin, DDT y derivados, DDE, TDE(DDD), O,P'-DDT, Aldrin, Heptaclor y derivados, Heptaclor epóxido α y β , HCB, PCB's, Endosulfan I(α), Endosulfan II(β), Endosulfan sulfato, Vinclozolin, Dicofol, Triadimefon, fueron negativos para aguas de los sectores San Luis, Santa María (Río Cruces), ASENAV (Río Calle Calle) y Las Mulatas (Río Valdivia). Los únicos compuestos organoclorados detectados en el área fueron alfa-BHC (0,015 ppm), beta-BHC (0,0256 ppm) y Lindano gama-BHC (0,285 ppm), los que dieron positivo en aguas del sector Punucapa (Río Cruces).

Las concentraciones de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) presentes en el agua se muestran en la Tabla 14. El sector de Punucapa presentó una concentración más alta (100 µg/L) que los sectores de San Luis, Santa María, ASENAV y Las Mulatas (25, 28, 23 y 21 µg/L, respectivamente).

Tabla 14. Concentraciones de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) presentes del agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	AOX µg/L
Río Cruces - San Luis	25
Río Cruces - Santa María	28
Río Cruces - Punucapa	100
Río Calle Calle - ASENAV	23
Río Valdivia - Las Mulatas	21

Los resultados de las concentraciones de nutrientes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia se muestran en las Tablas 15 y 16.

Las concentraciones de nitrato, nitrato, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico y nitrógeno total se presentan en la Tabla 14. Las concentraciones de nitrato estuvieron bajo el límite de detección en los cinco sectores (<0,003 mg N- NO₂/L). Los valores mas altos de nitrato y nitrógeno total se detectaron en Las Mulatas (Río Valdivia) con valores de 0,166 mg N-NO₃/L y 0,387 mg N-Total/L, respectivamente. En aguas del sector Punucapa (Río Cruces) se presentaron los valores mas altos de nitrógeno amoniacal (0,016 mg N-NH₄/L) y nitrógeno orgánico (0,214 mg N-org/L).

Tabla 15. Concentraciones de nitrito, nitrato, nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	mg N-NO ₂ /L	mg N-NO ₃ /L	mg N-NH ₄ /L	mg N-org/L	mg N-Total/L
Río Cruces - San Luis	<0,003	0,072	0,014	0,117	0,204
Río Cruces - Santa María	<0,003	0,074	0,010	0,125	0,210
Río Cruces - Punucapa	<0,003	0,009	0,016	0,214	0,274
Río Calle Calle - ASENAV	<0,003	0,124	0,011	0,070	0,205
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,003	0,166	0,010	0,210	0,387

Las concentraciones de fosfato y fósforo total de las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia se muestran en la Tabla 16. Los valores más altos de fosfato y fósforo total se presentaron en Las Mulatas (Río Valdivia) con valores de 0,095 mg P-PO₄/L y 0,223 mg PT/L, mientras que en Punucapa y ASENAV (Río Calle Calle) se detectaron los valores más bajos de fosfato y fósforo total (0,017 mg P-PO₄/L y 0,032 mg PT/L, respectivamente).

Tabla 16. Concentraciones de fosfato y fósforo total presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	mg P-PO ₄ /L	mg PT/L
Río Cruces - San Luis	0,032	0,054
Río Cruces - Santa María	0,031	0,040
Río Cruces - Punucapa	0,017	0,045
Río Calle Calle - ASENAV	0,025	0,032
Río Valdivia - Las Mulatas	0,095	0,223

Las concentraciones de cloruro y sulfato en el agua se muestran en la Tabla 17. El sector de ASENAV (Río Calle Calle) mostró los valores más altos de cloruro y sulfato en el agua, con valores de 3853,0 y 703,0 mg/L, mientras que los valores más bajos de cloruro se detectaron en el sector de Santa María (0,79 mg/L) y de sulfato en el sector de San Luis con un valor de 27,3 mg/L.

Tabla 17. Concentraciones de cloruro y sulfato presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	cloruro mg/L	sulfato mg/L
Río Cruces - San Luis	1,84	27,3
Río Cruces - Santa María	0,79	36,1
Río Cruces - Punucapa	1350,0	206,0
Río Calle Calle - ASENAV	3853,0	703,0
Río Valdivia - Las Mulatas	645,0	99,9

Los resultados de los análisis de hidrocarburos fijos, totales y volátiles derivados del petróleo (THP-Diesel) en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia estuvieron bajo el límite de detección del método utilizado (<5,0 mg/L para hidrocarburos fijos y totales y < 0,1 mg/L para volátiles).

Tabla 18. Concentraciones de hidrocarburos fijos, totales y volátiles presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

	hidrocarburos		
	fijos mg/L	totales mg/L	volátiles mg/L
Río Cruces - San Luis	<5,0	<5,0	<0,1
Río Cruces - Santa María	<5,0	<5,0	<0,1
Río Cruces - Punucapa	<5,0	<5,0	<0,1
Río Calle Calle - ASENAV	<5,0	<5,0	<0,1
Río Valdivia - Las Mulatas	<5,0	<5,0	<0,1

Metales pesados disueltos

La concentración de metales pesados disueltos en las muestras de agua obtenidas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia se presentan en las Tablas 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

En los cinco sectores las concentraciones de cobre y níquel en el agua estuvieron bajo el límite de detección del método utilizado, con valores inferiores a 0,010 y 0,005 mg/L respectivamente (Tabla 19). En el sector de las Mulatas se detectó la concentración más alta de cromo, con un valor de 0,008 mg/L, mientras que en el sector de San Luis y Santa María, los valores estuvieron bajo el límite de detección del método utilizado (0,001 mg/L; Tabla 19).

Tabla 19. Concentraciones de metales disueltos (cobre, cromo, níquel) en las agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	cobre mg/L	cromo mg/L	níquel mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,010	<0,001	<0,005
Río Cruces - Santa María	<0,010	<0,001	<0,005
Río Cruces - Punucapa	<0,010	0,002	<0,005
Río Calle Calle - ASENAV	<0,010	0,002	<0,005
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,010	0,008	<0,005

En general, las concentraciones de selenio y zinc disuelto estuvieron bajo el límite de detección utilizado (0,005 y 0,010 mg/L) (Tabla 20). Las concentraciones de hierro disuelto variaron entre 0,015 y 0,408 mg/L (San Luis y Las Mulatas, respectivamente) (Tabla 20).

Tabla 20. Concentraciones de metales disueltos (selenio, zinc, hierro) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	selenio mg/L	zinc mg/L	hierro mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,005	0,014	0,015
Río Cruces - Santa María	<0,005	<0,010	0,016
Río Cruces - Punucapa	0,006	<0,010	0,129
Río Calle Calle - ASENAV	<0,005	<0,010	0,071
Río Valdivia - Las Mulatas	0,017	<0,010	0,408

Las concentraciones de aluminio y arsénico disuelto en aguas del Río Cruces,

Calle Calle y Valdivia presentaron valores más bajo al límite de detección del método utilizado, con concentraciones inferiores a 0,02 y 0,01 mg/L (con excepción del arsénico para Las Mulatas cuya concentración fue 0,006 mg/L), respectivamente (Tabla 21).

Tabla 21. Concentraciones de metales disueltos (aluminio y arsénico) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	aluminio mg/L	arsénico mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,02	<0,005
Río Cruces - Santa María	<0,02	<0,005
Río Cruces - Punucapa	<0,02	<0,005
Río Calle Calle - ASENAV	<0,02	<0,005
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,02	0,006

Las concentraciones de cadmio, estaño y mercurio disuelto en aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia se presentan en la Tabla 22; estas fueron inferiores al límite de detección del método utilizado (0,002, 0,003 y 0,0003 mg/L, respectivamente).

Los cinco sectores muestreados presentaron concentraciones de antimonio y berilio inferiores al límite de detección utilizado (0,010 y 0,002 mg/L, Tabla 23). El sector de Punucapa presentó el valor más alto de bario disuelto (0,024 mg/L), mientras que el valor más bajo se midió en el sector de San Luis (0,006 mg/L) (Tabla 23).

Tabla 22. Concentraciones de metales disueltos (cadmio, estaño, mercurio) en las agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	cadmio mg/L	estaño mg/L	mercurio mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,002	<0,003	<0,0003
Río Cruces - Santa María	<0,002	<0,003	<0,0003
Río Cruces - Punucapa	<0,002	<0,003	<0,0003
Río Calle Calle - ASENAV	<0,002	<0,003	<0,0003
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,002	<0,003	<0,0003

Tabla 23. Concentraciones de metales disueltos (antimonio, bario, berilio) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	antimonio mg/L	bario mg/L	berilio mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,010	0,006	<0,002
Río Cruces - Santa María	<0,010	0,009	<0,002
Río Cruces - Punucapa	<0,010	0,024	<0,002
Río Calle Calle - ASENAV	<0,010	0,009	<0,002
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,010	0,014	<0,002

Las concentraciones de boro, plomo, cobalto, manganeso y molibdeno disuelto en el agua se presentan en las Tablas 24 y 25.

Los valores de plomo, cobalto y molibdeno detectados en los sectores de San Luis, Santa María, Punucapa, ASENAV y La Mulatas fueron más bajos que el límite del método utilizado, siendo inferiores a 0,002 mg/L para plomo y cobalto y 0,005 mg/L para molibdeno, respectivamente (Tabla 24 y 25).

Las concentraciones de boro fueron mas bajas en San Luis y Santa María, ya que los valores fueron inferiores al limite de detección del método (0,060 mg/L; Tabla 24); la concentración más alta de boro fue en Las Mulatas con un valor de 0,7 mg/L.

El manganeso presentó un valor máximo de 0,005 mg/L en el sector de San Luis, el resto de los sectores mostraron concentraciones inferiores al límite de detección del método (0,003 mg/L; Tabla 25). El molibdeno no fue detectado con el límite del método utilizado (0,005 mg/L) (Tabla 25).

Tabla 24. Concentraciones de metales disueltos (boro, plomo, cobalto) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	boro mg/L	plomo mg/L	cobalto mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,060	<0,002	<0,002
Río Cruces - Santa María	<0,060	<0,002	<0,002
Río Cruces - Punucapa	0,3	<0,002	<0,002
Río Calle Calle - ASENAV	0,1	<0,002	<0,002
Río Valdivia - Las Mulatas	0,7	<0,002	<0,002

Tabla 25. Concentraciones de metales disueltos (manganeso, molibdeno) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	manganeso mg/L	molibdeno mg/L
Río Cruces - San Luis	0,005	<0,005
Río Cruces - Santa María	<0,003	<0,005
Río Cruces - Punucapa	<0,003	<0,005
Río Calle Calle - ASENAV	<0,003	<0,005
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,003	<0,005

En las aguas de los cinco sectores analizados, las concentraciones de vanadio y plata disueltos fueron inferiores al límite del método utilizado (0,003 y 0,002 mg/L, respectivamente; Tabla 26).

Tabla 26. Concentraciones de metales disueltos (vanadio, plata) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	vanadio mg/L	plata mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,003	<0,002
Río Cruces - Santa María	<0,003	<0,002
Río Cruces - Punucapa	<0,003	<0,002
Río Calle Calle - ASENAV	<0,003	<0,002
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,003	<0,002

Metales pesados suspendidos o particulados

Las concentraciones de metales suspendidos detectados en el agua del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia se presentan en las Tablas 27, 28, 29 y 30. Los valores de cobre, cromo y níquel en San Luis, Santa María, Punucapa, ASENAV y Las Mulatas fueron inferiores al límite de detección del método utilizado, con concentraciones que no superaron los 0,002 mg/L para cobre y níquel y 0,001 mg/L para cromo (Tabla 27).

Tabla 27. Concentraciones de metales suspendidos (cobre, cromo, níquel) en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	cobre mg/L	cromo mg/L	níquel mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,002	<0,001	<0,002
Río Cruces - Santa María	<0,002	<0,001	<0,002
Río Cruces - Punucapa	<0,002	<0,001	<0,002
Río Calle Calle - ASENAV	<0,002	<0,001	<0,002
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,002	<0,001	<0,002

Los cinco sectores presentaron concentraciones de selenio y zinc inferiores al límite de detección del método utilizado (0,001 y 0,02 mg/L, respectivamente; Tabla 28). Las concentraciones más altas de hierro suspendido se detectaron en el sector de Santa María (Río Cruces), con un valor de 1,33 mg/L y el más bajo fue en el sector de ASENAV (Río Calle Calle), con un valor de 0,25 mg/L. El sector de Punucapa y Las Mulatas presentaron concentraciones de hierro similares (0,69 y 0,68 mg/L, respectivamente).

Tabla 28. Concentraciones de metales suspendidos (selenio, zinc, hierro) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	selenio mg/L	zinc mg/L	hierro mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,001	<0,02	0,46
Río Cruces - Santa María	<0,001	<0,02	1,33
Río Cruces - Punucapa	<0,001	<0,02	0,69
Río Calle Calle - ASENAV	<0,001	<0,02	0,25
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,001	<0,02	0,68

Las concentraciones más altas de aluminio suspendido se detectaron en las aguas del sector de Santa María, con un valor de 0,441 mg/L, seguido de Las Mulatas (0,322 mg/L), mientras que el valor mas bajo de este metal fue medido en el sector de ASENAV con un valor de 0,063 mg/L (Tabla 29).

Los valores de arsénico y cadmio suspendido (Tablas 29 y 30) detectados en las aguas de los cinco sectores muestreados fueron inferiores al límite de detección del método utilizado, siendo la concentración límite para ambos metales de 0,001 mg/L (con excepción de Las Mulatas cuya concentración de arsénico fue de 0,001 mg/L).

Tabla 29. Concentraciones de metales suspendidos (aluminio y arsénico) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	aluminio mg/L	arsénico mg/L
Río Cruces - San Luis	0,091	<0,001
Río Cruces - Santa María	0,441	<0,001
Río Cruces - Punucapa	0,239	<0,001
Río Calle Calle - ASENAV	0,063	<0,001
Río Valdivia - Las Mulatas	0,322	0,001

En el sector de Punucapa se midieron las concentraciones más altas de plomo (0,003 mg/L) y manganeso (0,097 mg/L), valores similares a los detectados en Santa María para ambos metales (0,002 y 0,095 mg/L, respectivamente) (Tabla 30).

Las concentraciones de plomo en San Luis, ASENAV y Las Mulatas, estuvieron bajo el límite de detección del método utilizado (0,002 mg/L) (Tabla 30). La concentración mas baja de manganeso se detectó en San Luis, con un valor de 0,025 mg/L) (Tabla 30).

Tabla 30. Concentraciones de metales suspendidos (cadmio, plomo y manganeso) presentes en las aguas del Río Cruces, Calle Calle y Valdivia durante Abril de 2008.

estaciones	cadmio mg/L	plomo mg/L	manganeso mg/L
Río Cruces - San Luis	<0,001	<0,002	0,025
Río Cruces - Santa María	<0,001	0,002	0,095
Río Cruces - Punucapa	<0,001	0,003	0,097
Río Calle Calle - ASENAV	<0,001	<0,002	0,035
Río Valdivia - Las Mulatas	<0,001	<0,002	0,059