

INFORME

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

PROYECTO AMPLIACION DE LA PRODUCCION DE AGUA EN ARICA.

SEGUNDO SEMESTRE 2001

ESSAT S.A.

ANEXO 1



ESSAT

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.
UNA EMPRESA S.A.E.

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.

MONITOREO AMBIENTAL DE FLORA Y FAUNA

DEL PROYECTO:

**AMPLIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA EN ARICA;
CAPTACIONES COSTERAS, SONDAJES LLUTA BAJO Y PLANTA
DESALINIZADORA**

Y AMPLIACIÓN:

AGUAS DE DESCARTE EN EL CURSO BAJO DEL RÍO LLUTA

JULIO 2001



UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
IQUIQUE - CHILE

Preparado por:

CRISTIAN CARRASCO
WALTER SIELFELD
VIVIANA BERRÍOS

**PROGESA
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
IQUIQUE - CHILE**

MONITOREO AMBIENTAL DE FLORA Y FAUNA DEL RIO LLUTA JULIO 2001

1. ANTECEDENTES

Este informe corresponde al cumplimiento de las resoluciones N° 17/97 y 37/99 de la COREMA - Región de Tarapacá, donde se aprobaron el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto **Ampliación de la Producción de Agua en Arica; Captaciones Costeras, Sondajes Lluta Bajo y Planta Desalinizadora** y la Declaración de Impacto Ambiental de la ampliación del mismo proyecto, denominado **Aguas de Descarte en el Curso Bajo del río Lluta** y que establecieron los programas de monitoreo ambiental correspondientes.

El objetivo general del presente informe, es informar sobre el estado de los componentes ambientales, correspondiente a los monitoreos de flora y fauna en las áreas de influencia de los proyectos. La información considera los componentes tanto del valle de Lluta como del estuario y parte baja del río Lluta, según quedó establecido en los respectivos programas de monitoreo ambiental del estudio de impacto ambiental (E.I.A.) y de la declaración de impacto ambiental (D.I.A.).

Este informe da cuenta del monitoreo efectuado en el mes de julio del 2001, que considera el monitoreo completo del estuario y curso bajo del río Lluta, así como la flora y fauna del valle de Lluta.

2. METODOLOGIA

Los programas de monitoreo ambiental correspondientes al E.I.A. y al D.I.A. del proyecto Ampliación de la Producción de Agua en Arica; Captaciones Costeras, Sondajes Lluta Bajo y Planta Desalinizadora, establecen lo siguiente:

Tabla 1. Programa de monitoreo ambiental de flora u fauna del Valle de Lluta.

Componente ambiental	Lugar de Monitoreo	Parámetro	Frecuencia	Metodología
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Poconchile • Rosario • Puente Santa Lucía • Desembocadura. 	número de individuos, diversidad	2 x año	Censo directo, durante 20 min.
Flora	Vegetación aledaña a pozos. Humedales en ribera del río, en puentes Chacabuco y Santa Lucía	Superficie afectada, Diversidad	2 x año	Geomensura de área afectada. Colección de individuos de especies

Tabla 2. Monitoreo de desembocadura del río Lluta.

Componente ambiental	Lugar de Monitoreo	Parámetro	Frecuencia	Metodología
Fauna Avifauna	<ul style="list-style-type: none"> • Desembocadura. 	Número de individuos, diversidad	4 x año (estacional)	Censo directo, durante 20 min.
Fauna Peces	<ul style="list-style-type: none"> • Desembocadura. • Puente ferrocarril a Tacna • Río arriba a planta ESSAT 	Número de individuos	4 x año (estacional)	Recuento total, en unidad de 30 m de río
Fauna Camarones	<ul style="list-style-type: none"> • Desembocadura • Puente ferrocarril a Tacna • Río arriba a planta ESSAT 	Número de individuos	4 x año (estacional)	Recuento total, en unidad de 30 m de río
Pláncton columna de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Desembocadura. 	Número de individuos, diversidad	5 x año (estacional, 2 verano ^s)	Censo directo, durante 20 min.

Fauna Bentónica	• Desembocadura.	Número de individuos, diversidad	5 x año (estacional, 2 verano ⁸)	Recuento total con core de 0,1 m ²
Calidad del agua Estuario	• Desembocadura.	Oxígeno, Conductividad, T°, pH, Sól. Sediment. Sól.suspend. y elementos según tabla *	4 x año (estacional)	Métodos estándar APHA, AWWA y WEF

(⁸) Se debe realizar un muestreo antes y otro después de las crecidas del río Lluta.

(*) Lista de especies químicas a medir en monitoreo:

Arsénico (mg/L); Boro (mg/L); Cadmio (mg/L); Calcio (mg/L); Cianuro (mg/L CN); Cloruros (mg/L); Cobre (mg/L); Flúor (mg/L); Cromo hexavalente (mg/L Cr); Hierro disuelto (mg/L); Manganeseo (mg/L); Mercurio (mg/L); Plomo (mg/L); Selenio (mg/L); Sulfatos (mg/L SO₄); Nitrógeno total (mg/L).

Se entregan a continuación los detalles sobre la metodología desarrollada para los monitoreos de flora y fauna del proyecto.

2.1. MONITOREO DE FLORA Y FAUNA DEL VALLE DE LLUTA

Este monitoreo corresponde a la estación de invierno, según el programa aprobado, en una campaña de terreno realizada entre el 5 y 6 de julio del 2001.

2.1.1. Fauna

- Incluye exclusivamente monitoreo de aves asociadas a los siguientes sectores del área de influencia del proyecto:
 - Poconchile
 - Rosario
 - Puente Santa Lucia
 - Desembocadura
- En cada sector se realizó un censo total de aves en unidades de muestreo por 20 minutos.

2.1.2. Flora

- Se realizó el análisis de la vegetación en humedales asociada al río Lluta en los siguientes puntos:
 - Puente Chacabuco
 - Puente Santa Lucia
- Se realizó monitoreo en las áreas alrededor de los pozos de producción, cuyas posiciones georreferenciadas son:

Tabla 3. Posición georreferenciada de los puntos de monitoreo de flora asociada a pozos de explotación.

Sondajes	Coordenadas UTM	
	norte	este
P 3	7.964.819	368.340
P 5	7.964.260	369.970
P 13	7.964.150	373.400
P 16	7.964.250	374.860
P 20	7.964.310	376.700
P 23	7.964.420	378.100
P 26	7.964.460	379.000
P 1-A	7.964.980	373.440
P10-A	7.964.100	371.950
P 18-A	7.964.190	374.090
P A-5	7.963.610	383.490

- El monitoreo incluyó la colección de individuos de las especies presentes para su determinación , cobertura presente y abundancias relativas.
- Para las abundancias relativas se utilizó el método de cuadrantes de Braun-Blanquet.
- Como no se observó áreas vegetales afectadas, entonces no se efectuó mediciones directas como se establece en la resolución del EIA.

2.2. MONITOREO EN ESTUARIO Y RÍO

2.2.1. Avifauna sector desembocadura

- El muestreo contempló un censo total de las aves asociadas al sector desembocadura del río Lluta. Se entenderá como "sector desembocadura" el sector del río ubicado entre el camino y la orilla del mar, incluyendo las aguas salobres y las áreas ribereñas asociadas a estas.
- Se realizó un censo total durante un período de observación de 20 minutos, en cada lugar de muestreo.
- El análisis de los datos contempló el número de individuos y diversidad de especies.

2.2.2. Fauna de Peces y Camarones

Las características del invierno altiplánico del presente año originaron fuertes lluvias que estuvieron asociadas a fuertes aluviones. Estos alteraron completamente el curso del río, arrastraron las comunidades acuáticas preexistentes y depositaron gran cantidad de sedimentos a lo largo del lecho del río.

El crecido caudal generó una salida directa al mar a la altura del puente construido sobre la línea de más alta marea, de forma de que la laguna que usualmente caracterizaba el sector sur de la desembocadura prácticamente desapareció. A causa del aumento del nivel de la capa freática, también se formaron lagunas estacionales inmediatamente al norte de la desembocadura

La laguna original quedó entonces reducida a una serie de charcos menores, de los cuales parte importante está siendo rellenada con palos, troncos y basura, cubierta posteriormente mediante arena. Esta actividad es llevada a cabo por personal de la Ilustre Municipalidad de Arica y el Servicio Nacional de Salud de Arica.

- El muestreo contempló las siguientes estaciones:
 - Desembocadura (1)

- Puente ferrocarril a Tacna (2)
- Río arriba planta ESSAT (3)

Sólo la desembocadura tuvo resultados, ya que la crecida del río impidió un mejor muestreo en el río en 2 y 3, con nula muestra.

- El censo correspondería a un recuento total de individuos por especie, siendo solo habitual la especie *Mugil cephalus* o liza. Las densidades de peces existentes en forma permanente, permite un recuento directo, evitando la manipulación de individuos.
- La unidad de muestreo de "30 m de río" fue establecida arbitrariamente durante el estudio de línea de base que acompañó el D.I.A., pero es una buena manera de comparar entre estaciones.
- Se utilizó una red de cerco de tipo anchovetera, con la cual se cercó un sector de orilla de 15 m de longitud y 5 m de ancho y se realizó un recuento total de peces, los que posteriormente se liberaron.

2.2.3. Plancton de columna de agua

- Incluye el análisis de zooplancton, considerando diversidad de especies y número de individuos, mediante red de tamaño de malla de 69 μm .
- El muestreo fue de tipo cuantitativo mediante filtrado de muestras de 1 litro, para expresar densidades de ind./L por recuento total.
- El muestreo se realizó en Enero del 2000, cuando ya había crecido el río Lluta. Sin embargo, el estuario donde se hizo el muestreo, estaba desconectado superficialmente del río.
- El programa de monitoreo ambiental no especifica número mínimo de muestras. Por lo tanto, en la presente campaña se realizaron tres transectos transversales (este-oeste) con dos estaciones de muestreo cada una, separados en cada transecto por cinco a diez metros. Por estación se realizó un filtrado de 10 litros de agua a través de un tamiz.

- Los transectos se ubicaron cubriendo todas las masas de agua presentes, siendo los puntos entre las dos estaciones de muestreo, los siguientes:
Transecto norte 360.467 E - 7.963.305 N
Transecto central 360.520 E - 7.963.145 N
Transecto sur 360.683 E - 7.963.000 N

2.1.4. Fauna bentónica

- El análisis estacional de la comunidad bentónica solo se realizó en la laguna de la desembocadura (estuario).
- El programa de monitoreo ambiental no especifica el número mínimo de muestras, por lo tanto, en la campaña se realizó un muestreo en los mismos lugares que para el plancton.
- El análisis de las muestras biológicas se refiere a la macroinfauna separable mediante tamices de 0,1 cm.
- La toma de muestras será realizado mediante un "core" de 10 X 10 cm, con una profundidad de 20 cm.
- El análisis del material biológico contempla el número de individuos y las especies (abundancia y diversidad).

2.2.5 Calidad del agua del estuario

- Las muestras se tomó en botellas de acuerdo al volumen y tipo dependiente del análisis a realizar. Se fijó las muestras de agua en terreno y luego se transportaron a un laboratorio de certificación nacional, como es ASL Chile (Antofagasta).
- El oxígeno disuelto, pH, conductividad y temperatura se midió *in situ*, con un instrumentos de alta precisión analítica marca WTW (Multiline F / Set 3).

3. RESULTADOS

3.1. MONITOREO DEL VALLE DE LLUTA

3.1.1. FLORA

Observando todos los lugares de monitoreo correspondientes a los pozos de extracción y visión general del valle de Lluta, la vegetación no presenta cambios detectables respecto a monitoreos anteriores. Similar condición de la vegetación tanto introducida como de cultivos alrededor de los pozos y la flora nativa en las orillas del río Lluta no presenta efectos atribuible a disminución del nivel freático del agua subterránea. Si se debe resaltar el efecto adverso sobre la vegetación a orillas del río debido a las crecidas del verano, que arrastró gran parte de la vegetación nativa de los lugares de muestreo de los puentes Santa Lucía y Chacabuco.

3.1.1.1. SITIO DE MONITOREO POZO P 3

Ubicación UTM: 368.340 E - 964.819 N

Cobertura total: Sin vegetación.

Observación: Suelo desnudo a ambos lados del camino.

3.1.1.2. SITIO DE MONITOREO POZO P 5

Ubicación UTM: 369.970 E - 964.260 N

Cobertura total: 1%

Observaciones: El suelo, al lado Sur del pozo, se encuentra desnudo (sin vegetación). Al lado Norte se observan tierras de cultivo en barbecho. A la orilla del camino, se aprecia un gran sauce (*Salix humboldtiffua*), tres *Tamarix* sp en floración y menos del 1% de *Pluchea absinthioides*.

3.1.1.3. SITIO DE MONITOREO POZO P1-A

Ubicación UTM: 373.440 E - 964.980 N

Cobertura total: 95%

Tabla 4. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existentes alrededor del Pozo P1-A en julio del 2001. Área 100 m².

Espece	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Distichlis spicata</i>	90	Verde
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	5	Verde
<i>Typha</i> sp	1	Verde

Observaciones: existe filtración de agua en forma natural, que escurre hacia la carretera.

3.1.1.4. SITIO DE MONITOREO POZO P 16

Ubicación UTM: 374.860 E - 964.250 N

Cobertura total: 10%

Tabla 5. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existentes alrededor del Pozo P 16 en julio del 2001. Área 100 m².

Espece	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea chingoyo</i> DC.	10	Verde
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	1	Verde
<i>Tamarix</i> sp	p	Verde

P < 1%

Observaciones: Al Sur del pozo se encuentran tierras de pastoreo con ganado ovino, con gran desarrollo de malezas. Al lado Norte, se observan áreas de cultivo en barbecho. El 80% corresponde a zona de cultivo.

3.1.1.5. SITIO DE MONITOREO POZO P 20

Ubicación UTM: 376.700 E - 964.310 N

Cobertura total: 10%

Tabla 6. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existentes alrededor del Pozo P 20 en julio del 2001. Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	10	Verde
<i>Distichlis spicata</i>	1	Verde
<i>Eucalyptus globulus</i>	p	Verde

P < 1%

Observaciones: El sector Sur, del pozo, presenta tierras cultivadas en desarrollo. En el lado Norte, se observan cultivo de flores (ilusión polaca) y dos *Eucalyptus globulus*. El 80% corresponde a tierras de cultivo.

3.1.1.6. SITIO DE MONITOREO POZO P 23

Ubicación UTM: 378.100 E - 964.420 N

Cobertura total: 40%

Tabla 7. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora alrededor del Pozo P 23 en julio del 2001. Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea chingoyo</i> DC.	30	Verde
<i>Tamarix</i> sp	10	Verde
<i>Schinus molle</i>	p	Verde

P < 1%

Observaciones: Al lado sur se observan cortinas de *Tamarix* sp y *Pluchea chingoyo*. El sector Norte se encuentra con cultivos, al fondo, el Centro de insectos (SAG) y *Equisetum giganteum* seco.

3.1.1.7. SITIO DE MONITOREO POZO P 26

Ubicación UTM: 379.000 E - 964.460 N

Cobertura total: 30%

Tabla 8. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora alrededor del Pozo P 26 en Noviembre del 2001 . Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea chingoyo</i> DC.	30	Verde
<i>Distichlis spicata</i>	1	Verde

P < 1%

Observaciones: El 90% de la zona del pozo corresponde a tierras de cultivo. Al Sur se observa *Pluchea chingoyo* verde y tierras en barbecho. En el sector Norte principalmente tierras de cultivo.

3.1.1.8. SITIO DE MONITOREO P A-5

Ubicación UTM: 383.490 E - 963.610 N

Cobertura total: 10%

Tabla 9. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Pozo P A-5 en julio del 2001. Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Tamarix</i> sp	p	Verde
<i>Distichlis spicata</i>	10	Verde

Observaciones: A ambos lados del pozo se desarrollan cultivos de maíz (*Zea mays*) (en floración y fructificación), como maleza *Amaranthus* sp. Al lado Sur un *Schinus molle*. 90% tierras de cultivo.

3.1.1.9. SITIO DE MONITOREO POZO P 13

Ubicación UTM: 373.400 E - 964.150 N

Cobertura total: 90%

Tabla 10. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Pozo P 13 en julio del 2001. Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	15	Verde
<i>Distichlis spicata</i>	70	Verde
<i>Typha</i> sp	5	Verde

Observaciones: El sector Norte presenta palmeras al fondo y 3 *Tamarix* sp. Al lado Sur se observan tierras de cultivo en barbecho y grama salada (*Distichlis spicata*). Las plantas de *P. absinthioides* se encuentran en floración.

3.1.1.10. SITIO DE MONITOREO POZO P 18-A

Ubicación UTM: 374.090 E - 964.190 N

Cobertura total: 70%

Tabla 11. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Pozo P 18-A en julio del 2001. Área 100 m².

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	10	Verde
<i>Distichlis spicata</i>	60	Verde

Observaciones: En el sector Sur, se observan tierras cultivas con maíz (*Zea mays*), seco. Al Norte, sólo se distinguen grama salada y *Pluchea*.

3.1.1.11. SITIO DE MONITOREO POZO P 10-A

Ubicación UTM: 371.950 E - 964.100 N

Cobertura total: cultivos al norte y sin vegetación al sur

Observaciones: Al sur se observa el suelo desnudo. En el sector Norte se desarrollan cultivos esparragueras (verdes), *Distichlis spicata* y *Pluchea absinthioides* (en floración), menos del 1%

3.1.1.12. SITIO DE MONITOREO PUENTE SANTA LUCÍA

Ubicación UTM: 369.050 E - 964.261 N

Tabla 12. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Puente Santa Lucía (Lado Norte) en julio del 2001. Área 100 m². Cobertura 40%

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea chingoyo</i> D.C.	30	Verde
<i>Equisetum giganteum</i> L	1	Verde

Tabla 12. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Puente Santa Lucía (Lado Sur) en julio del 2001. Area 100 m². 90% cobertura.

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea absinthioides</i> (Hook. Et Arn.) H.	10	Verde
<i>Pluchea chingoyo</i> D.C.	20	Verde
<i>Typha</i> sp	50	Verde
<i>Equisetum giganteum</i> L	10	Verde

Observaciones: *Pluchea absinthioides* en floración al lado Sur. Al lado Norte muy poco *Scirpus americanus*.

3.1.1.13. SITIO DE MONITOREO PUENTE CHACABUCO

Ubicación UTM: 383.040 E - 963.257 N

Tabla 13. Cobertura vegetal y estado vegetativo de las especies de flora existente alrededor del Puente Chacabuco (Lado Norte) en julio del 2001. Area 100 m². 20% cobertura.

Especie	Porcentaje de cobertura (%)	Estado vegetativo
<i>Pluchea chingoyo</i> DC.	20	Verde

Observaciones: el lado Sur no presenta vegetación por paso de aluviones. El lado Norte presenta alteración de la orilla por el cauce del río. Se observan cultivos de maíz y muy poco *Scirpus americanus* y *Distichlis spicata*.

3.1.2. AVIFAUNA

El recuento por sector de monitoreo en el valle de Lluta fue doble y tuvo los resultados que se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 14. Clasificación sistemática de las especies observadas en julio del 2000.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Columbidae	Tortola de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i> Linné
Columbidae	Tortolita quiguagua	<i>Columbina cruziana</i> (Knip & Prevost)
Fringillidae	Pizarrita	<i>Xenospingus concolor</i> (Lafresnaye & d'Orbigny)
Troglodytidae	Chercán	<i>Troglodytes aedon tecellatus</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Comesebo chico	<i>Conirostrum cinereum</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Chincól	<i>Zonotrichia capensis peruensis</i> (Lesson)
Emberizidae	Loica peruana	<i>Sturnella bellicosa</i> Filippi
Emberizidae	Negrillo	<i>Volatinia jacarina</i> (Linné)
Emberizidae	Comesebo chico	<i>Ciniristrum cinereum</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Corbatita	<i>Sporophila terasco</i> (Lesson)
Tyrannidae	Sacatureal	<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert)
Tyrannidae	Fiofio peruano	<i>Elaenia albiceps modesta</i> Tschudi
Hirundinidae	Golondrina dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Viellot)
Apodidae	Vencejo chico	<i>Aeronautes andecolus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye)
Cathartidae	Gallinazo	<i>Cathartes aura</i> (Linné)
Cuculidae	Matacaballo	<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson
Falconidae	Cernícalo	<i>Falco sparverius peruvianus</i> (Cory)
Accipitridae	Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i> (Temminck)

Tabla 15. Detalle de los censos de aves realizados en los sectores de monitoreo del valle de Lluta durante el mes de julio del 2000.

ESPECIE	Santa Lucia		Rosario		Chacabuco		Poconchile	
Tortola alas blancas	7	5	5	5	1	3	7	3
Sacatureal	1	2	1	1	1	-	2	1
Pizarrita	4	-	-	-	-	-	-	-
Comesebo	-	-	2	1	-	-	-	-
Chercán de Arica	-	-	4	2	-	-	-	-
Chincól peruano	3	4	11	9	1	2	-	2
Loica peruana	2	2	1	2	-	-	-	-
Golondrina de dorso negro	8	4	2	3	-	-	1	-
Peuco	-	-	1	-	-	-	-	-
Cernícalo del norte	-	-	2	-	-	-	3	1
ESPECIES TOTALES	6	5	9	7	3	2	4	4
INDIVIDUOS TOTALES	25	17	36	24	3	5	13	7

3.2. MONITOREO DE ESTUARIO Y RÍO

3.2.1. AVIFAUNA

El gran caudal del río durante las crecidas y aluviones del verano 2001, originó un cambio significativo en la conformación de la desembocadura. Por un lado el desagüe del río va hoy directamente al mar, y por otro lado se han formado al norte de la desembocadura, una serie de lagunas estacionales menores. El sector al sur de la desembocadura fue sometido a una intensa modificación por parte de maquinaria pesada de la Ilustre Municipalidad de Arica, la cual ha llenado de arena las lagunas mas importantes del sector en términos de que eran sitios de reunión de aves visitantes (especialmente chorlos y playeros).

Los resultados obtenidos durante los censos en ese sector se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 16. Clasificación sistemática de las especies observadas en la desembocadura del río Lluta en julio del 2001.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Scolapacidae	Playero semipalmado	<i>Calidris pusilla</i> (Linné)
Scolapacidae	Playero de Baird	<i>Calidris bairdi</i> (Coues)
Scolapacidae	Playero de patas largas	<i>Calidris himantopus</i> (Bonaparte)
Scolapacidae	Playero vuelvepiedra	<i>Arenaria interpres</i> (Linné)
Scolapacidae	Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i> (Linné)
Charadriidae	Queltehue de la puna	<i>Vanellus resplendens</i> (Tschudi)
Haematopodidae	Pilpilén común	<i>Haematopus palliatus</i> Temminck
Laridae	Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i> Vigors
Laridae	Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i> Tschudi
Laridae	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein
Rallidae	Taguita del norte	<i>Gallinula chloropus</i> (Linné)
Ardeidae	Garza grande	<i>Casmerodius albus</i> (Linné)
Ardeidae	Garza chica	<i>Egretta thula</i> (Molina)
Phalacrocoracidae	Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin)
Tyranidae	Dormilona tontito	<i>Muscisaxicola macloviana</i> (Garnot)
Emberizidae	Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i> (Müller)
Cathartidae	Jote	<i>Cathartes aura</i> (Linné)

Tabla 17. Censo de aves en el sector playa de la desembocadura del río Lluta y laguna costera durante julio del 2001.

ESPECIE	CENSO 1	CENSO 2
Playero semipalmado	4	7
Playero de Baird	1	1
Playero de patas largas	-	51
Playero vuelvepiedra	5	4
Queltehue de la puna	-	1
Pilpilén común	10	9
Gaviota peruana	31	36
Gaviota garuma	396	389
Gaviota dominicana	44	106
Taguita	-	2
Garza grande	-	1
Garza chica	2	4
Yeco	3	
Zarapito	4	6
Dormilona tontito	-	1
Chincol	-	1
Jote	1	-
ESPECIES TOTALES	11	15
INDIVIDUOS TOTALES	501	619

3.2.2. PECES, CAMARONES Y MOLUSCOS

De acuerdo a estudios anteriores la desembocadura del río Lluta estuvo habitada por dos especies de peces. Una autóctona (liza) y otra introducida (guppy) y habitual en los acuarios de la ciudad. En la tabla siguiente se detallan los antecedentes sistemáticos de estas especies.

En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 18. Clasificación sistemática de los peces encontrados en julio del 2001.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Mugilidae	Liza	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus
Poeciliidae	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i> Peters

En las lagunas que se forman en el estuario se realizó los muestreos de rigor, considerando las mismas coordenadas de muestreos definidas anteriormente, correspondiente a esos sectores.

A lo largo del sector de estudio (Poconchile - desembocadura) se detectó únicamente lizas en un sector de la desembocadura (estaciones 3 y 4). Los demás sectores no presentaron peces, seguramente como resultado de los recientes aluviones.

En el sector de desembocadura estuvo habitado por dos cardúmenes independientes de lizas pequeñas (menos de 15 cm de l.t.) y de aproximadamente 50 individuos cada uno. Las capturas con red de orilla fueron de bajo rendimiento a causa de la gran cantidad de sedimentos y se indican en la tabla que sigue.

Tabla 19. Peces, camarones y moluscos en la laguna de desembocadura del río.

ESPECIES	LANCE 1	LANCE 2	LANCE 3
Liza	-	2	1
Guppy	-	-	-
Caracoles	8	-	1
Especies	1	2	2
Individuos	8	3	2

La presencia masiva de "Guppy" (*Poecilia reticulata*) encontrada en visitas anteriores en las lagunas de las estaciones 5 y 6, ha desaparecido por completo, a causa de la remoción de arena, relleno con palos y basura del río y nivelación con tractor, desarrollado por personal de la Ilustre Municipalidad de Arica.

Junto a la población de guppies merece destacarse también que ha desaparecido por la misma causa la población de los caracoles *Physa peruviana*, *Melanoides aff. tuberculatus* y una pulgilla de la familia Orchestidae (n. sp.; com. pers. Exequiel Gonzalez, U. Del Norte, Coquimbo).

No se encontró camarones de río, a pesar de esfuerzos especiales en el sector de descarte, donde durante la visita anterior se había constatado una notable concentración de juveniles. Esto tiene sin embargo relación con el hecho de que el reclutamiento (individuos de 40 a 45 mm L.T.) se produciría fundamentalmente a fines del mes de julio, derivado del pico de desove ocurrido entre enero y febrero (ver: Viacaya, Aitken y Llanos, Bol. Inst. del Mar del Perú, 1978)

3.2.3. PLANCTON DEL ESTUARIO

El análisis del plancton registró un total de 5 grupos taxonómicos (Ordenes), pertenecientes al phylum Arthropoda (Clase Crustacea e Insecta), Anellida (Clase Oligochaeta) y Nematoda (Clase Enopla) (Tabla 22).

El mayor número de taxa se presentó en la estación E2 (3 taxa) y la máxima abundancia en la estación Descarte (405 indiv./10L), en esta última se destacaron los ostrácodos por su alta concentración de individuos (Tabla 23).

Se debe señalar que durante este muestreo se observó un escaso componente faunístico en la columna de agua, lo cual puede ser explicado por las recientes crecidas del río Lluta lo que provocó el arrastre de estos organismos y así también la modificación de su hábitat original.

De las estaciones analizadas llama la atención el sector de Descartes, en donde se registró una alta concentración de ostrácodos, lo que estaría indicando que la calidad del agua en este punto en particular, favorece la presencia de ciertos microinvertebrados, que a su vez pueden ser importantes como alimento de otros organismos.

Tabla 20. Clasificación sistemática de los microinvertebrados planctónicos encontrados en el estuario del río Lluta en julio del 2001.

CLASE	ORDEN	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Oligochaeta	Indeterminado	Lombriz de tierra	Especie indet.
Enopla	Indeterminado	Nematodo	Especie indet.
Crustacea	Ostracoda	Crustáceo Ostrácodo	Especie indet.
Crustacea	Harpacticoida	Crustáceo harpacticoido	Especie indet.
Insecta	Diptera	Larvas de moscas de agua	Especie indet.

Tabla 21. Distribución y abundancia (indiv./10L) de microinvertebrados planctónicos presentes en el estuario del río Lluta, durante el muestreo de julio 2001.

Microinvertebrados	E1	E2	E3	E4	Descarte
Oligochaeta indet.		2			
Nematoda indet.		1			
Ostracoda indet.			1		395
Harpacticoida indet.			6	5	
Diptera indet.	35	4			10
N° de individuos	35	7	7	5	405
Total de taxa	1	3	2	1	2

Tabla 22. Microalgas de la columna de agua (n° cél/L) presentes en el estuario del río Lluta en julio del 2001.

	E-1	E-2	E-3	E-4	DESCARTE
Cyanophyta					
<i>Oscillatoria</i> *	0	0	0	0	275
Chlorophyta					
<i>Chlorella</i>	6.500	25.988	27.363	39.500	6.638
Bacillariophyceae					
<i>Amphora</i>	63	0	0	0	0
<i>cyclotella</i>	0	63	0	0	0
<i>Cymbella</i>	0	0	0	0	63
<i>Navicula</i>	275	413	275	100	275
Aglom. Mat. Orgánica	16.500	51.150	32.175	58.500	3.038
Total/L.	23.338	77.614	59.813	98.100	10.289

* Como tricomas

3.2.4. MICROINVERTEBRADOS BENTONICOS DEL ESTUARIO DEL RIO LLUTA

El análisis de la fauna bentónica registró solamente al molusco *Melanoides tuberculatus*, el cual se presentó en las estaciones 3 y 4, alcanzando en esta última una alta concentración de individuos (88 indiv./100cm²) (Tabla 24).

Tabla 23. Distribución y abundancia (indiv./ 100cm² de sedimento) de microinvertebrados bentónicos presentes en el estuario del río Lluta, durante el muestreo de julio 2001.

Microinvertebrados	E1	E2	E3	E4
<i>Melanoides tuberculatus</i>			3	88
Nº de individuos	0	0	3	88
Total de taxa	0	0	1	1

3.2.5. CALIDAD DEL AGUA ESTUARIO

El lugar de monitoreo del estuario correspondió a un sector medio de las lagunas del estuario, cuyas coordenadas son: 360.467 E - 7.963.220 N. Las lagunas tenían conexión con el río Lluta. Toma de muestra a las 12:15 hr.

Tabla 24. Valores de los parámetros físico - químicos del estuario y río Lluta en julio del 2001.

Parámetro	estuario
Salinidad (g/L)	1,4
Conductividad eléctrica (mS/cm)	3,27
pH	7,85
Oxígeno disuelto (mg/L)	9,55
Temperatura (°C)	17,6
Sólidos disueltos totales (mg/L)	1.760
Sólidos suspendidos (mg/L)	103
Cloruro (mg/L)	473
Fluoruro (mg/L)	0,95
Cianuro (mg/L)	0,05
Nitrógeno nitrito+nitrato (mg/L)	8,6
Sulfato (mg/L)	536
Arsénico (mg/L)	0,05
Boro (mg/L)	12,6
Calcio (mg/L)	147
Cadmio (mg/L)	< 0,005
Cromo total (mg/L)	< 0,02
Cobre (mg/L)	< 0,005
Hierro (mg/L)	3,75
Manganeso (mg/L)	3,1
Mercurio (mg/L)	< 0,0005
Plomo (mg/L)	< 0,05
Selenio (mg/L)	< 0,005

En general, los valores son un poco más bajos que comparados con julio del 2000. No se presenta ninguna especie química diferente significativamente respecto a la línea de base.

4. FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Desembocadura del río Luta en julio del 2001.

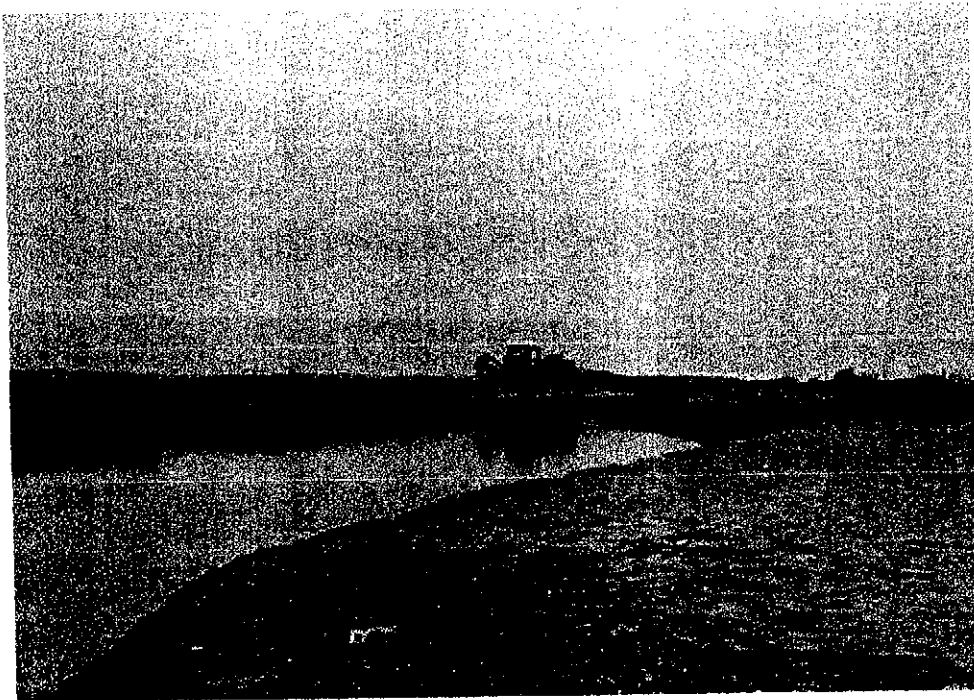


Foto 2. Lugar de muestreo centro en estuario, julio 2001. La máquina tapó el lugar de muestreo sur (E5 y E6)



Foto 3. Lugar de muestreo norte en estuario, julio 2001. Alterado por las crecidas.



ESSAT

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.
UNA EMPRESA S.A.E.

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE TARAPACA S.A.

MONITOREO AMBIENTAL DEL ESTUARIO DEL RIO LLUTA

DEL PROYECTO:

**AMPLIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA EN ARICA;
CAPTACIONES COSTERAS, SONDAJES LLUTA BAJO Y PLANTA
DESALINIZADORA**

Y AMPLIACIÓN:

AGUAS DE DESCARTE EN EL CURSO BAJO DEL RÍO LLUTA

NOVIEMBRE 2001



**UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
IQUIQUE - CHILE**

Preparado por:

CRISTIAN CARRASCO
WALTER SIELFELD
VIVIANA BERRÍOS

PROGESA
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
IQUIQUE - CHILE

1. ANTECEDENTES

Este informe corresponde al cumplimiento de la resolución N° 37/99 de la COREMA - Región de Tarapacá, donde se aprobó la Declaración de Impacto Ambiental correspondiente a **Aguas de Descarte en el Curso Bajo del río Lluta** y que estableció el programa de monitoreo ambiental correspondiente.

El objetivo general del presente informe, es informar sobre el estado de los componentes ambientales, correspondiente a los monitoreos de flora y fauna en las áreas de influencia del proyecto. La información considera los componentes del estuario y parte baja del río Lluta, según quedó establecido en el respectivo programas de monitoreo ambiental de la declaración de impacto ambiental (D.I.A.).

Este informe da cuenta de las campañas de terreno realizadas el 10 de noviembre del 2001, correspondiente al muestreo completo del estuario y fauna de primavera.

2. METODOLOGIA

El programa de monitoreo ambiental correspondientes al D.I.A. de la ampliación Aguas de Descarte en el Curso Bajo del río Lluta del proyecto Ampliación de la Producción de Agua en Arica; Captaciones Costeras, Sondajes Lluta Bajo y Planta Desalinizadora, establece lo siguiente:

Tabla 1. Monitoreo de desembocadura del río Lluta.

Componente ambiental	Lugar de Monitoreo	Parámetro	Frecuencia	Metodología
Fauna Avifauna	• Desembocadura.	Número de individuos, diversidad	4 x año (estacional)	Censo directo, durante 20 min.
Fauna Peces	• Desembocadura. • Puente ferrocarril a Tacna • Río arriba a planta ESSAT	Número de individuos	4 x año (estacional)	Recuento total, en unidad de 30 m de río
Fauna Camarones	• Desembocadura • Puente ferrocarril a Tacna • Río arriba a planta ESSAT	Número de individuos	4 x año (estacional)	Recuento total, en unidad de 30 m de río
Pláncton columna de agua	• Desembocadura.	Número de individuos, diversidad	5 x año (estacional, 2 verano ⁸)	Censo directo, durante 20 min.
Fauna Bentónica	• Desembocadura.	Número de individuos, diversidad	5 x año (estacional, 2 verano ⁸)	Recuento total con core de 0,1 m ²
Calidad del agua Estuario	• Desembocadura.	Oxígeno, Conductividad, T°, pH, Sól. Sediment. Sól.suspend. y elementos según tabla *	4 x año (estacional)	Métodos estándar APHA, AWWA y WEF

(⁸) Se debe realizar un muestreo antes y otro después de las crecidas del río Lluta.

(*) Lista de especies químicas a medir en monitoreo:

Arsénico (mg/L); Boro (mg/L); Cadmio (mg/L); Calcio (mg/L); Cianuro (mg/L CN); Cloruros (mg/L); Cobre (mg/L); Flúor (mg/L); Cromo hexavalente (mg/L Cr); Hierro disuelto (mg/L); Manganeseo (mg/L); Mercurio (mg/L); Plomo (mg/L); Selenio (mg/L); Sulfatos (mg/L SO₄); Nitrógeno total (mg/L).

Se entregan a continuación los detalles sobre la metodología desarrollada para los monitoreos de los respectivos componentes ambientales.

2.1. MONITOREO EN ESTUARIO Y RÍO

2.1.1. Avifauna sector desembocadura

- El muestreo contempló un censo total de las aves asociadas al sector desembocadura del río Luta. Se entenderá como "sector desembocadura" el sector del río ubicado entre el camino y la orilla del mar, incluyendo las aguas salobres y las áreas ribereñas asociadas a estas.
- Se realizó un censo total durante un período de observación de 20 minutos, en cada lugar de muestreo.
- El análisis de los datos contempló el número de individuos y diversidad de especies.

2.1.2. Fauna de Peces y Camarones

- El muestreo contempló las siguientes estaciones:
 - Desembocadura (1)
 - Puente ferrocarril a Tacna (2)
 - Río arriba planta ESSAT (3)
- El censo correspondería a un recuento total de individuos por especie, siendo sólo habitual la especie *Mugil cephalus* o liza. Las densidades de peces existentes en forma permanente, permiten un recuento directo, evitando la manipulación de los individuos.
- La unidad de muestreo de "30 m de río" fue establecida arbitrariamente durante el estudio de línea de base que acompañó el D.I.A., pero es una buena manera de comparar entre estaciones.

- Se utilizó una red de cerco de tipo anchovetera, con la cual se cercó un sector de orilla de 10 m de longitud y 50 cm de ancho (apertura de malla de 8 mm) y se realizó un recuento total de peces, los que posteriormente se liberaron. En el caso concreto de los juveniles de guppy se realizaron recuentos en cuadrantes de 50X50 cm = 1/4 m², dentro de las unidades de muestreo antes definidas.

En atención a los cambios que ha experimentado el sector de la desembocadura, se realizaron registros en los siguientes sectores cuyas características se especifican en la tabla 1:

Sobre planta ESSAT	3 unidades de muestreo de 10 m de río
En la planta ESSAT	4 unidades de muestreo de 10 m de río
Puente ferrocarril peruano	3 unidades de muestreo de 10 m de río
Sector puente Vialidad	2 unidades de muestreo de 10 m de río
Sector descarte	2 unidades de muestreo de 10 m de río
Bajo el descarte	1 unidad de muestreo de 10 m de río
Laguna desembocadura	4 unidades de muestreo de 10 m de orilla

Tabla 2. Características de los sectores de muestreo

SECTOR	MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Sobre planta ESSAT	1	Pozón de 10m X 3m; prof. máx. 1 m; corriente suave; arena y huevillo.
	2	10m X 5m máx. y 3 m mín; arena, huevillos, piedras mayores con algas filamentosas; corriente leve; prof. máx. 45 cm.
	3	10m X 4m ancho río; arena y piedras grandes; algas filamentosas; corriente suave; prof. máx. 50 cm.
	4	10 m X 3m ancho de río; arena, huevillo y piedras; algas filamentosas en las piedras; prof. máx. 60 cm.
En la planta ESSAT	1	10m X 5m ancho máx. río; arena y arcilla; algunos bolones; escasas algas filamentosas; prof. máx. 50 cm.
	2	10m X 5m ancho máx. río; arena y arcilla; algunos bolones; escasas algas filamentosas; prof. máx. 35 cm.
	3	10m X 4m ancho máx. río; arena y arcilla, bolones; escasas algas filamentosas; prof. máx. 40 cm.
	4	10m X 7m ancho máx.; bolones, algo de arena; corriente moderada; escasas algas filamentosas; parches de juncos en la orilla.
Puente ferrocarril peruano	1	10m X 3m ancho máx.; bolones; corriente moderada; con algas filamentosas
	2	10m X 5m ancho máx.; bolones; corriente moderada; con algas filamentosas.
	3	10m X 4m ancho máx.; bolones, sectores con arena; corriente moderada; con algas filamentosas
Sector puente Vialidad	1	10m X 5m ancho máx.; arena, huevillo escaso; prof. máx. 40 cm; sin algas; corriente suave.
	2	10m X 5m ancho máx.; arena, escaso huevillo; prof. máx. 40 cm; sin algas; corriente suave.

Salida agua de descarte	1	Laguna con arena y troncos; prof. máx. hasta 45 cm.
	2	10m X 5 m ancho máx.; corriente moderada; fondo arenoso arcilloso; algunos bolones; algas filamentosas abundantes.
Bajo el descarte	1	10m X 3m ancho máx.; arena con algunos bolones y huevillos; prof. máx. 65 cm; corriente moderada.
Laguna desembocadura	1	10m de orilla X 5 m; arena con fango arcilloso; agua quieta, arcillosa; prof. máxima 60 cm.
	2	10m de orilla X 5 m; arena con fango arcilloso; agua quieta, arcillosa; prof. máxima 60 cm.
	3	10m de orilla X 5 m; arena con fango arcilloso; agua quieta, arcillosa; prof. máxima 60 cm.
	4	10m de orilla X 5 m; arena con fango arcilloso; agua quieta y poco transparente; a lo largo de la orilla hay filtraciones de agua limpia y transparente; profundidad hasta 50 cm.

2.1.3. Plancton de columna de agua

- Incluye el análisis de microcrustáceos y microalgas, considerando diversidad de especies y número de individuos, mediante red de tamaño de malla de 69 µm.
- El muestreo fue de tipo cuantitativo mediante filtrado de muestras de 10 litro, para expresar densidades de ind./L por recuento total.
- En la presente campaña se realizaron dos transectos transversales (este-oeste) con dos estaciones de muestreo cada una, separados en cada transecto por cinco a diez metros. Por estación se realizó un filtrado de 10 litros de agua a través de un tamiz. El tercer transecto considerado en los muestreos anteriores fue cambiado, ya que la laguna que allí existía fue tapada por maquinaria de la I. Municipalidad de Arica.
- Los transectos se ubicaron cubriendo todas las masas de agua presentes, siendo los puntos entre las dos estaciones de muestreo, los siguientes:
 - Transecto norte 360.356 E - 7.963.937 N (mezcla del agua del descarte)
 - Transecto central 360.615 E - 7.963.533 N
 - Transecto sur 360.675 E - 7.963.452 N

2.1.4. Fauna bentónica

- El análisis estacional de la comunidad bentónica solo se realizó en la laguna de la desembocadura (estuario).
- El muestreo es en los mismos lugares que para el plancton.

- La toma de muestras será realizado mediante un "core" de 10 X 10 cm, con una profundidad de 20 cm.
- El análisis del material biológico contempla el número de individuos y las especies (abundancia y cantidad de especies).

2.1.5 Calidad del agua del estuario

- Las muestras se tomó en botellas de acuerdo al volumen y tipo dependiente del análisis a realizar. Se fijó las muestras de agua en terreno y luego se transportaron a un laboratorio de certificación nacional, como es ASL Chile (Antofagasta). Los parámetros a medir son: Arsénico (mg/L); Boro (mg/L); Cadmio (mg/L); Calcio (mg/L); Cianuro (mg/L CN); Cloruros (mg/L); Cobre (mg/L); Flúor (mg/L); Cromo hexavalente (mg/L Cr); Hierro disuelto (mg/L); Manganeso (mg/L); Mercurio (mg/L); Plomo (mg/L); Selenio (mg/L); Sulfatos (mg/L SO₄); Nitrógeno total (mg/L).
- El oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura se midió *in situ*, con un instrumentos de alta precisión analítica marca WTW (Multiline F / Set 3).

3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE ESTUARIO Y RÍO

3.1. AVIFAUNA

En el sector desembocadura no estuvo presente la gaviota garuma, la taguita, el queltehue de la puna, pilpilén, yeco y zarapito. La gaviota garuma posiblemente se ha desplazado a los sectores de nidación de la zona. El queltehue de la puna ocasionalmente presente en invierno vuelve al altiplano durante primavera y verano. La situación del pilpilén es crítica en el sector, por cuanto anida en la arena durante el verano, periodo que es frecuentado en forma creciente por turistas y bañistas. La tendencia de la especie en el sector es la desaparecer completamente del sector en el mediano plazo, así como ha sido el caso en diversas playas del sector de Iquique que han sido urbanizadas con fines turísticos. La ausencia de yeco no es rara por cuanto solo usa el sector con fines de descanso y alimentándose en el mar.

Destacado ha sido en la presente oportunidad la presencia de cinco especies de chorlos y tres especies de playero, Todas ellas especies visitantes desde el hemisferio norte.

Los resultados obtenidos durante los censos en ese sector se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Clasificación sistemática de las especies observadas en la desembocadura del río Lluta.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Columbidae	Tortola de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i> Linné
Columbidae	Tortola	<i>Zenaida auriculata</i> (des Murs)
Fringillidae	Pizarrita	<i>Xenospingus concolor</i> (Lafresnaye & d'Orbigny)
Troglodytidae	Chercán de Arica	<i>Troglodytes aedon tcellatus</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Comesebo chico	<i>Conirostrum cinereum</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Chincól peruano	<i>Zonotrichia capensis peruensis</i> (Lesson)
Emberizidae	Loica peruana	<i>Sturnella bellicosa</i> Filippi
Emberizidae	Negrillo	<i>Volatinia jacarina</i> (Linné)
Emberizidae	Comesebo chico	<i>Conirostrum cinereum</i> Lafresnaye & d'Orbigny
Emberizidae	Corbatita	<i>Sporophila terasco</i> (Lesson)
Tyrannidae	Sacatureal	<i>Pyrrocephalus rubinus</i> (Boddaert)
Tyrannidae	Fiofio peruano	<i>Elaenia albiceps modesta</i> Tschudi
Hirundinidae	Golondrina dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Viellot)
Cuculidae	Matacaballo	<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson
Scolapacidae	Playero semipalmado	<i>Calidris pusilla</i> (Linné)
Scolapacidae	Playero de Baird	<i>Calidris bairdi</i> (Coues)
Scolapacidae	Playero manchado	<i>Tringa macularia</i> Linné
Scolapacidae	Playero vuelvepiedra	<i>Arenaria interpres</i> (Linné)
Scolapacidae	Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i> (Linné)
Scolapacidae	Playero vuelvepiedras	<i>Arenaria interpres</i> (Linné)
Charadriidae	Chorlo gritón	<i>Charadrius vociferus</i> Linné
Charadriidae	Chorlo de collar	<i>Charadrius collaris</i> Viellot
Charadriidae	Chorlo semipalmado	<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte
Charadriidae	Chorlo artico	<i>Pluvialis squatarola</i> (Linné)
Laridae	Gaviota peruana	<i>Larus belcheri</i> Vigors
Laridae	Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i> Wagler
Laridae	Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein
Ardeidae	Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linné)
Ardeidae	Garza grande	<i>Casmerodius albus</i> (Linné)
Ardeidae	Garza chica	<i>Egretta thula</i> (Molina)
Ardeidae	Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i> (Linné)
Falconidae	Cernícalo	<i>Falco sparverius peruvianus</i> (Cory)
Cathartidae	Jote	<i>Cathartes aura</i> (Linné)

Durante la presente visita el río Lluta no estaba unido con las lagunas del estuario que caracterizan el sector inmediatamente al sur. Se encontró también en plena función el sistema de descarte de aguas salobres, las cuales fluyen al río inmediatamente bajo el puente construido en el sector. Esta agua fluyen directamente al mar y no entran en contacto con los sistemas de lagunas ubicadas al sur del puente.

Los resultados obtenidos durante el censo en ese sector durante noviembre del 2001, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Censo de aves en el sector playa de la desembocadura del río Lluta y laguna costera durante el 10 de noviembre del 2001.

Especies	Desembocadura
Tortola alas blancas	2
Tortola	1
Sacatureal	1
Fio-Fio	-
Semillero	-
Corbatita	-
Negrillo	-
Pizarrita	-
Comesebo	-
Chercán de Arica	-
Chincól peruano	3
Loica peruana	-
Matacaballo	-
Golondrina dorso negro	3
Playero semipalmado	19
Playero de Baird	7
Playero manchado	1
Chorlo gritón	7
Chorlo de collar	6
Chorlo semipalmado	19
Chorlo vuelvepiedra	5
Chorlo ártico	6
Gaviota de Franklin	> 5000
Gaviota peruana	20
Gaviota dominicana	9
Huiravo	1
Garza grande	2
Garza chica	6
Garza boyera	1
Jote	124
Cernícalo del norte	-
ESPECIES TOTALES	21
INDIVIDUOS TOTALES	5243

La situación encontrada en la desembocadura se clasificada como normal. Este sector se vio muy favorecido con las crecidas y desbordes del verano, al volver el sector a su forma natural y desarrollar de nuevo una serie de lagunas salobres.

Destacó sin embargo la inadecuada labor de manejo del sector por parte de la Ilustre Municipalidad de Arica, la cual con maquinaria pesada eliminó

definitivamente una serie de lagunas de agua dulce que existían al sur de la desembocadura y que eran hábitat y lugar de alimentación y reproducción de varias especies de aves.

3.2. PECES Y CAMARONES

3.2.1. PECES

Se detectó presencia de las dos especies de peces conocidas anteriormente para el área. Respecto a la liza esta estuvo presente en la estación sobre la Planta ESSAT, pero en cantidades muy reducidas (cardúmenes menores a 18 individuos), aspecto también válido para el sector junto a la Planta ESSAT. Esta situación contrasta notablemente con la gran cantidad de peces que se presentaron en ese mismo sector cuando el descarte pasaba directamente al río en ese punto. Respecto a las lizas en la laguna mayor de la desembocadura se mantiene la presencia de algunos cardúmenes de individuos de talla intermedia (10 – 15 cm).

El sector sur de la laguna anterior (ex estaciones 5 y 6), fue fuertemente modificado por maquinaria de la Ilustre Municipalidad de Arica, incluyendo la cobertura total con arena y relleno con parte del material arrastrado por las crecidas del río, de la laguna de agua dulce que existía en ese sector.

La señalada laguna se mantenía por filtración de agua dulce desde los sectores inmediatamente al sur y este. Según los informes anteriores habitaban allí una serie de especies de moluscos, anfípodos y peces del tipo guppy.

A causa del relleno de la laguna, las filtraciones aparecen mas al norte en la laguna mayor de la desembocadura. En ese sector se volvió a encontrar en esos focos de aguas limpia, abundantes cría de guppy (*Poecilia reticulata*) (densidad 145/ m²).

En el caso de esta especie el recuento se realizó sobre la base de cuadrantes de 50X50 cm como se indicó en materiales y métodos. Los sectores en que se encontró esta especie mostraron una profundidad escasa de alrededor de 5 cm, donde se realizaron recuentos en 4 cuadrantes con los siguientes recuentos:

Tabla 5. Recuento y densidad de *Poecilia reticulata*

Cuadrante	Individuos	Densidad (ind/ m ²)
1	38	152
2	43	172
3	42	168
4	22	88
Media	36,25	145,0

Las áreas previamente cubiertas por arena, fueron a posteriori parcialmente descubiertas mediante la excavación de fosas y canales. Según consta en las fotografías adjuntas esta medida ha originado focos de descomposición del material enterrado, alteración total del equilibrio ecológico previamente existente y condiciones óptimas para el desarrollo de focos mosquitos, jerjeles y otros insectos perjudiciales.

Debe considerarse que las lagunas antes de su eliminación presentaban un perfecto equilibrio ecológico.

Tabla 6. Peces en los sectores del río Lluta y estuario en noviembre del 2001.

SECTOR	MUESTRA	HORA	LIZAS	GUPPY
Sobre planta ESSAT	1	18:05	5 (± 5 cm)	-
	2	18:15	1 (± 10 cm)	-
	3	18:30	18 5-11 cm	-
	4	18:44	1 8 cm	-
En la planta ESSAT	1	18:52	-	-
	2	18:58	-	-
	3	19:05	-	-
	4	19:20	13 (± 10cm)	-
Puente ferrocarril peruano	1	08:40	-	-
	2	09:00	-	-
	3	09:20	-	-
Sector puente Vialidad	1	09:45	250 3-5 cm	-
	2	10:05	200 3-5 cm	-
Salida agua de descarte	1	10:40	-	-
	2	10:55	90 (± 5 cm)	-
Bajo el descarte	1	11:10	230 5-8 cm	-

Laguna desembocadura	1	11:40	350	10 - 15 cm	-
	2	11:52	180	10 - 15 cm	-
	3	12:10		-	-
	4	12:50		-	143 / m ² (\pm 3 mm)

Tabla 7. Clasificación sistemática de los peces encontrados en noviembre del 2001.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Mugilidae	Liza	<i>Mugil cephalus</i> Linné
Poeciliidae	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i> Peters

3.2.2. CAMARONES

Respecto a la presencia de camarones se detectó en esta oportunidad abundantes reclutas en la parte baja del río. Esta situación es contrastante con aquella del muestreo anterior, en que no se constató presencia de camarones.

Esto tiene relación con los periodos de reclutamiento, con individuos de 40 a 45 mm L.T., que se producirían fundamentalmente alrededor del mes de julio, derivado del pico de desove ocurrido entre enero y febrero (ver: Viacaya, Aitken y Llanos Bol. Inst. del Mar del Perú, 1978).

Tal como se señaló en materiales y métodos, el recuento de camarones se realizó sobre la base de cuadrantes de 50X 50 cm.

Todos los camarones encontrados fueron clasificados como prereclutas, con longitudes de 1 - 2,5 cm de longitud total. Su presencia estuvo restringida al sector de descarte lo que nuevamente indica que este ofrece condiciones favorables para la presencia de camarones. Debe recordarse que cuando las aguas de descarte eran vertidas directamente al río frente a la planta, ese sector concentraba gran cantidad de camarones y lizas (ver informes anteriores).

En la tabla siguiente se resume la información obtenida. Tal como se señaló anteriormente la distribución restringida solo al sector descarte, entre una densidad media general para el área de estudio de solo 9,4 individuos m^{-2} . Sin embargo si se considera solo el área de presencia de camarones (sector frente y bajo el descarte; ocho cuadrantes de recuento) la densidad encontrada alcanzaría a 27 individuos m^{-2} .

Tabla 8. Densidades de camarones en el río Lluta

Sector	Cuadrante	Individuos	Densidad (ind/ m^{-2})
Sobre planta ESSAT	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
	4	-	-
Frente planta ESSAT	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
Puente ferrocarril peruano	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
	4	-	-
Frente sector descarte	1	3	12
	2	8	32
	3	5	20
	4	12	48
Bajo sector descarte	1	10	40
	2	3	12
	3	8	32
	4	5	20
Laguna desembocadura	1	-	-
	2	-	-
	3	-	-
	4	-	-
TOTALES	Media general	2,3	9,4

3.3. PLANCTON DEL ESTUARIO

3.3.1. MICROINVERTEBRADOS PLANCTONICOS DEL ESTUARIO DEL RIO LLUTA.

El análisis del plancton registró un total de 8 grupos taxonómicos (Ordenes), pertenecientes a los phyla Arthropoda (Clase Crustacea e Insecta), Anellida (Clase Oligochaeta), Mollusca (Clase Gastropoda) y Nematoda (Clase Enopla) (Tabla 9).

El mayor número de taxa se presentó en la estación E1 (6 taxa) y la máxima abundancia en la estación E4 (379 indiv./10L), en esta última se destacaron los copépodos harpacticoideos por su alta concentración de individuos (361 indiv./10L) (Tabla 10).

Los resultados indican que durante el presente muestreo, la desembocadura del río LLuta registró un aumento en las abundancias totales de individuos y número de taxa, en comparación con el muestreo realizado en junio del 2001, donde se observó una disminución del componente faunístico, lo cual fue afectado por las crecidas de verano y la remoción de sedimento por maquinaria pesada, lo que causó además la modificación de su hábitat original.

La recuperación del sistema, estuvo favorecida por la formación de nuevas lagunas asociadas a vegetación. Se debe destacar además que el sector de descarte (E1) continua siendo un lugar óptimo, considerando que la calidad del agua en este punto, favorece la presencia de taxa en comparación a los demás sectores.

Tabla 9. Clasificación sistemática de los microinvertebrados planctónicos encontrados en el estuario del río Lluta.

CLASE	ORDEN	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
Enopla	Indeterminado	Gusano nemátodo	Especie indet.
Oligochaeta	Tubificida	Lombriz de tierra	Especie indet.
Gastropoda	Basonmatopora	Caracolito de agua dulce	Physa peruviana
Gastropoda	Mesogastropoda	Caracolito de agua dulce	<i>Littoridina cummingii</i>
Gastropoda	Mesogastropoda	Caracol de acuario	<i>Melanoides tuberculatus</i>
Crustacea	Ostracoda	Crustáceo Ostrácodo	Especie indet.
Crustacea	Cyclopoida	Crustáceo cyclopoideo	Especie indet.
Crustacea	Harpacticoida	Crustáceo harpacticoideo	Especie indet.
Insecta	Hemiptera	Chinche de agua dulce	Especie 1
Insecta	Hemiptera	Chinche de agua dulce	Especie 2

Tabla 10. Distribución y abundancia (indiv./10L) de microinvertebrados planctónicos presentes en el estuario del río Lluta, durante el muestreo de noviembre 2001.

Microinvertebrados	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Nematoda indet.	110	66		1		1
Oligochaeta indet.	1					
Physa peruviana	15	11				
Littoridina cummingii			3		9	6
Melanoides tuberculatus					5	
Ostracoda indet.	23	55			1	
Cyclopoida indet.	6	2				
Harpacticoida indet.	1	2	121	361	41	1
Hemiptera indet. 1			16	5		
Hemiptera indet. 2			1	12		
N° de individuos	156	136	141	379	56	8
Total de taxa	6	5	4	4	4	3

3.3.2. MICROALGAS PLANCTONICAS DEL ESTUARIO DEL RIO LLUTA.

El resultado del muestreo de las microalgas del plancton de las muestras del estuario, se presentan a continuación:

Tabla 11. Distribución y abundancia (indiv./10L) de microalgas presentes en el estuario del río Lluta, durante el muestreo de noviembre 2001.

	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
Chlorophyta						
<i>Chlorella</i>		33.750		7.500		67.500
Bacillariophyceae						
<i>Amphora</i>					3.500	
<i>cydotella</i>		4.500				
<i>Cymbella</i>					1.750	4.500
<i>Diploneis</i>		2.250				
<i>Navicula</i>		13.500		2.500	3.500	6.750
<i>Nitzschia</i>				2.500		
<i>Sunirella</i>				5.000	3.500	
<i>Thalassiothrix</i>		9.000				
Aglom. Mat. Orgánica	54.000	103.500	613.500	428.750	922.250	819.000
Total/L	54.000	166.500	613.000	446.250	934.500	897.750

3.4. CALIDAD DEL AGUA DEL ESTUARIO

El lugar de monitoreo del estuario correspondió a un sector de mezcla entre el agua de descarte y el río Lluta en la zona estuarial, cuyas coordenadas son: 360.356 E - 7.963.901 N. Toma de muestra a las 11:30 hr.

Tabla 12. Valores de los parámetros físico - químicos del estuario y río Lluta

Parámetro	estuario
Salinidad (g/L)	8,7
Conductividad eléctrica (mS/cm)	14,82
pH	7,89
Oxígeno disuelto (mg/L)	5,75
Temperatura (°C)	23,7
Sólidos sedimentable mL/L hr.	< 1
Sólidos suspendidos (mg/L)	11.134
Cloruro (mg/L)	3.512
Fluoruro (mg/L)	1,19
Cianuro (mg/L)	< 0,05
Nitrógeno nitrito+nitrato (mg/L)	41,3
Nitrógeno total (mg/L)	47,6
Sulfato (mg/L)	2.823
Arsénico (mg/L)	0,050
Boro (mg/L)	36,4
Calcio (mg/L)	837
Cadmio (mg/L)	0,02
Cromo hexavalente (mg/L)	< 0,01
Cobre (mg/L)	0,03
Hierro (mg/L)	0,19
Manganeso (mg/L)	4,45
Mercurio (mg/L)	< 0,0005
Plomo (mg/L)	0,13
Selenio (mg/L)	< 0,005

ANEXO 2

ESSAT S.A.



**ESTUDIO DEL EFECTO DE
BIOACUMULACIÓN DE LOS METALES
FE Y MN EN EL MOLUSCO FILTRADOR
MACHA..**

INFORME FINAL.

*UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEPTO. CIENCIAS DEL MAR
IQUIQUE-CHILE*

Autores:

Edgardo Santander P.
Rubén Moraga M.
Carlos Merino P.

INDICE

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO GENERAL	1
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
4. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE BAJO ESTUDIO.....	2
5. MATERIALES Y MÉTODOS	6
6. RESULTADOS	8
7. ANÁLISIS COMPARATIVO	13
8. CONCLUSIONES.....	14
9. LITERATURA CITADA	16

ESTUDIO DEL EFECTO DE BIOACUMULACIÓN DE LOS METALES FE Y MN EN EL MOLUSCO FILTRADOR MACHA.

1. INTRODUCCIÓN

A solicitud de la Empresa de Servicios Sanitarios de Tarapacá S. A., se llevó a cabo el Estudio “Efecto de Bioacumulación de los Metales Fe y Mn en el Molusco Filtrador Macha en la ciudad de Arica”.

Su desarrollo estuvo de acuerdo al programa de monitoreo ambiental exigido en la Resolución del COREMA N° 92 del 30 de junio del 2000. Este trabajo se dividió en dos etapas, la primera correspondió al muestreo de verano y se realizó en mayo (como fue debidamente informado y explicado en el informe de avance) y la segunda fue el muestreo de invierno, realizada durante los primeros días de septiembre.

2. OBJETIVO GENERAL

- Conocer la calidad química de organismos filtradores (*Mesodesma donacium*) que habitan en los sedimentos de fondo en y alrededor de la desembocadura del Río Lluta.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la concentración de Hierro (Fe) en los tejidos de *Mesodesma donacium* que habitan en los sedimentos de fondo en y alrededor de la desembocadura del Río Lluta.
- Conocer la concentración de Manganeso (Mn) en los tejidos de *Mesodesma donacium* que habitan en los sedimentos de fondo en y alrededor de la desembocadura del Río Lluta.

4. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE BAJO ESTUDIO.

Mesodesma donacium (Lamarck, 1818), conocida comúnmente como "macha", es un habitante natural del sustrato arenoso fino en la zona Inter- y submareal de la costa (Figura 1). Esta especie, se distribuye desde Bahía Sechura, en Perú, hasta la desembocadura del río Inio, extremo sur de la Isla de Chiloe - Chile (Méndez y Pavez, 1979). Con relación a su distribución en profundidad, la macha se ubica desde la zona intermareal hasta una profundidad de 15 a 20 metros.

Desde un punto de vista reproductivo la macha es un organismo con dos sexos (dioico), donde las gónadas como órganos independientes, se encuentran incluidos en la masa visceral (Lozada, 1988). Presenta dos períodos de desove, uno en primavera entre los meses de octubre y noviembre y otro en verano, a fines de enero (López, 1976). Las áreas de desove se circunscriben a las playas en que se encuentra el recurso.

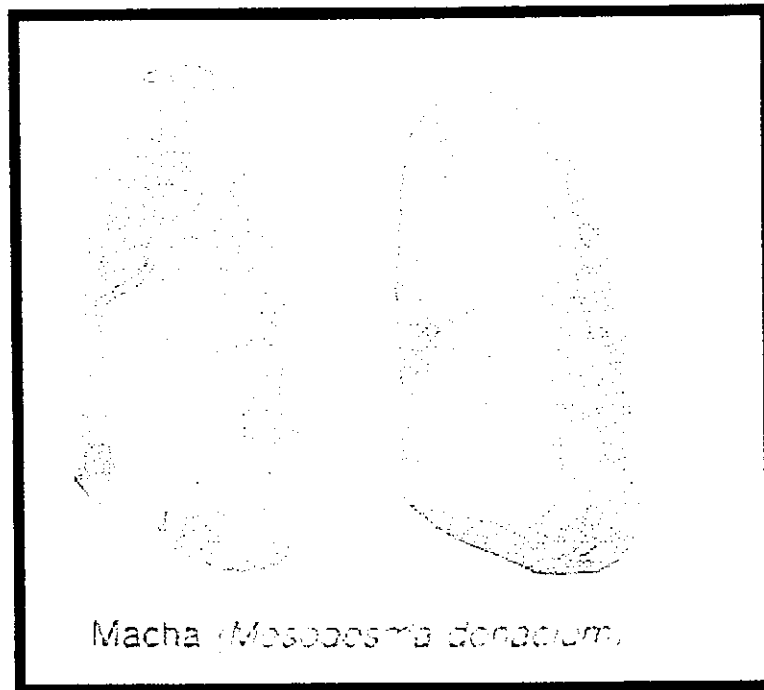


Figura 1. Fotografía de *Mesodesma donacium*.

Las primeras fases de vida de este molusco (estados larvales), son de carácter planctónico, luego de lo cual pasan a vivir en los sedimentos de playas arenosas. Este organismo alcanza su primera madures sexual a una talla media que oscila entre los 47,1 y 57,0 mm de longitud total (López, 1976).

Cabe destacar que esta especie presenta migraciones, una de carácter estacional, observándose que en invierno el grueso de la población se encuentra debajo del nivel de baja mar y en primavera migra hacia la zona superior de la región intermareal, donde permanece en verano y principios de otoño (Méndez y Pavez, 1979). Estas migraciones obedecerían a la interacción

de una serie de factores, entre los que se destacarían la temperatura, salinidad, disponibilidad de alimento y aspectos reproductivos (Méndez y Pavez, 1979; Defeo *et al.*, 1992).

Otro tipo de migraciones son de carácter mareal con desplazamientos locales relacionados con los cambios de marea, en los cuales participan sincrónicamente ejemplares que ocupan un mismo sector de la playa.

Desde el punto de vista de explotación, las pesquerías de machas en Chile son de antigua data y se dispone de registros anuales de desembarques, al menos desde la década de los 40 en el siglo pasado.

Una breve reseña histórica nos indica que durante el período que va desde 1984 a 1986 las regiones V y VII aportaron más del 50% del desembarque nacional, llamando la atención que la producción de la zona norte del país se centró principalmente en la IV región. Para el período 1987-1990, la zona norte del país evidencio un notable aumento en sus desembarques superando a la V región, el cual estuvo asociado a un aumento de la producción en esta región.

Para el año 1996 se reconocieron 3 bancos de machas de importancia que sustentaron más del 70 % de la pesquería a nivel nacional, estos correspondían a los bancos de machas de Arica (Playa Las Machas), Coquimbo (Playa de la Bahía de Coquimbo) y en la VII región, Putú (Playa la Trinchera). En este sentido, en el año 1997, Playa Las Machas de Arica aportó al desembarque nacional mas del 50% del recurso extraído; y la región de

Coquimbo aproximadamente el 40 % (SERNAP, 1980-1997).

Desde el punto de vista de las medidas de regulación, se ha establecido que el tamaño mínimo de extracción es de 6 cm de extremo a extremo (Decreto 242 de 1983 de MINECON). Por otro lado, los registros estadísticos de SERNAP, permiten visualizar que los volúmenes extraídos a nivel nacional aumentaron desde 1985, momento en el cual el recurso comienza a recuperarse después de haber sido afectado por la ocurrencia del evento El Niño Oscilación del Sur de los años 1982-83.

Históricamente, en la zona de Arica se empiezan a obtener registros de capturas del recurso macha, a partir de 1988, extrayéndose 22 toneladas nivel que se mantuvo constante hasta el año 1991. En este período el desembarque obtenido en Arica correspondió al total de la región. En 1992 se produce un fuerte incremento en la extracción del recurso con un total regional de 2.488 toneladas las cuales fueron desembarcadas sólo en Arica. En 1993 el desembarque regional del recurso macha llegó a las 3.034 Ton, disminuyendo en 1994 a 1.076 Ton, para posteriormente aumentar de nuevo durante 1995 con 1.695 Ton. En 1997, el desembarque alcanza su récord histórico con 3.590 Ton.

Sin embargo a partir de este año la estadística pesquera indica una fuerte disminución para llegar a los niveles de desembarques de 417 Ton en 1998, y una ausencia de estos en el año 1999 (SERNAP, 1999). Lo ultimo indica un colapso del recurso, lo cual fue claramente evidenciado en este estudio.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

El área de estudio correspondió a la zona circundante a la desembocadura del río Lluta, sobre la cual se establecieron 5 estaciones de muestreo como puede ser visto en la figura 2.

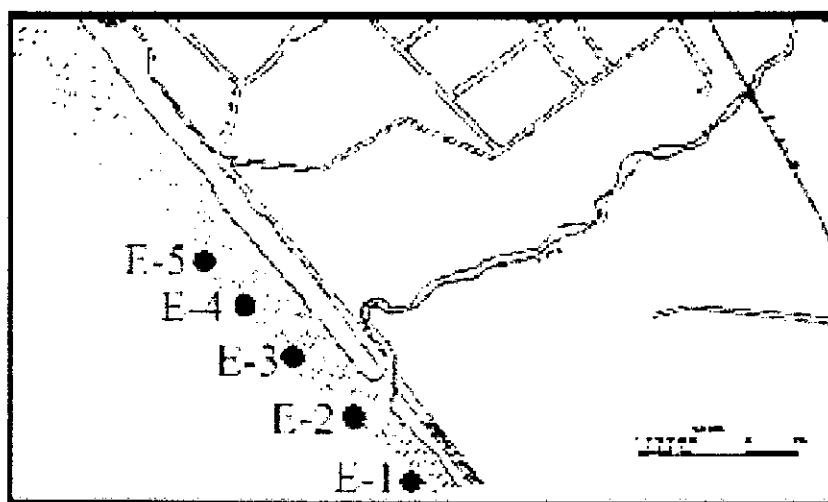


Figura 2. Área de estudio y posición geográfica de las estaciones.

Tabla I. Ubicación geográfica de las estaciones.

Estación	Longitud		Latitud	
	W	S	W	S
1	70°19'50"	18°24'14"		
2	70°19'32"	18°24'24"		
3	70°19'23"	18°24'39"		
4	70°19'10"	18°25'05"		
5	70°18'53"	18°25'29"		

Los muestreos se llevaron a cabo el día 31 de mayo (campaña de otoño) y el día 5 de septiembre del 2001 (campaña de invierno). Debido a la escasa o nula presencia de organismos en el submareal, las muestras del invertebrado marino *Mesodesma donacium* no se recolectaron por medio de buceo autónomo. En cambio las muestras fueron tomadas sobre el intermareal profundo (más allá del rompimiento de la ola), donde los organismos fueron recolectados y guardados inmediatamente en bolsas de polipropileno denso y congeladas hasta su análisis en el laboratorio.

El análisis de las muestras para los elementos traza de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) en el molusco macha se realizó en el laboratorio de Oceanografía Química de la Universidad de Concepción. Los análisis fueron llevados a cabo conforme con el procedimiento descrito por Cetac Technologies Incorporated.

En forma breve, las muestras de machas fueron disectadas y el tejido fue homogeneizado, con una procesadora con filo inoxidable. Una porción de la muestra homogeneizada fue secada en una estufa a 105°C por un mínimo de 6 horas, para la determinación de humedad. Otra porción de la muestra homogeneizada fue digerida en ácido nítrico, ácido clorhídrico y ácido peróxido durante 6-8 horas en una plancha y el extracto de digestión fue analizado mediante la técnica de absorción atómica – llama, absorción atómica – horno grafito, absorción atómica – vapor de hidruros, y absorción atómica – vapor frío. Los resultados fueron calculados en miligramos por kilogramo de muestra seca y húmedos.

Para comparar los datos obtenidos en las campañas de otoño e invierno, se efectuó un análisis de varianza no paramétrico de una vía según lo propuesto por Sokal y Rohlf (1994).

6. RESULTADOS.

La Tabla II muestra el número de individuos recolectados en cada una de las estaciones. De ella se puede visualizar que el promedio de las tallas se encontró por debajo de la talla mínima de extracción. A su vez, se puede indicar que los menores números de individuos se detectaron hacia la desembocadura del río Lluta. Se debe señalar que sobre este último punto el sedimento se encontraron con una gran cantidad de bolones.

Tabla II. Número de individuos recolectados por estación y tallas promedio durante la campaña de otoño.

Estación	Nº Individuos	Longitud (mm)		Ancho (mm)	
		Prom.	DE	Prom.	DE
1	15	54,59	5,76	27,11	3,03
2	8	52,87	4,22	26,23	2,38
3	3	53,79	3,38	26,52	0,85
4	3	46,99	5,05	23,46	1,97
5	26	47,73	5,80	25,01	6,33
Total	55				

Tabla III. Número de individuos recolectados por estación y tallas promedio durante la campaña de invierno.

Estación	N° Individuos	Longitud (mm)		Ancho (mm)	
		Prom.	DE	Prom.	DE
1	0	-----	-----	-----	-----
2	10	58,45	4,56	30,31	2,60
3	10	65,03	6,87	33,37	3,46
4	7	65,49	3,98	34,07	2,23
5	12	64,98	4,56	34,21	2,15
Total	39				

Los resultados del análisis de los metales hierro (Fe) y manganeso (Mn) para el mes de mayo se muestran en la tabla IV. A su vez, la Tabla V muestra los resultados obtenidos para septiembre del 2001.

Tabla IV. Resultados del contenido de hierro y manganeso en *Mesodesma donacium* para la época de otoño.

	Hierro (mg/Kg)	Manganeso (mg/Kg)
E-1	3.042	62,3
E-2	4.272	75,3
E-3	4.663	94,4
E-4	4.596	86,0
E-5	3.212	74,3

Para el mes de mayo, en los tejidos de *Mesodesma donnacium*, los metales hierro y manganeso presentaron concentraciones muy similares entre los diferentes puntos de muestreo. En el caso del hierro éste presentó una concentración promedio de 3.957,0 ($\pm 774,3$) mg/Kg. En el caso del manganeso este presentó un valor promedio de 78,5 ($\pm 2,2$) mg/Kg..

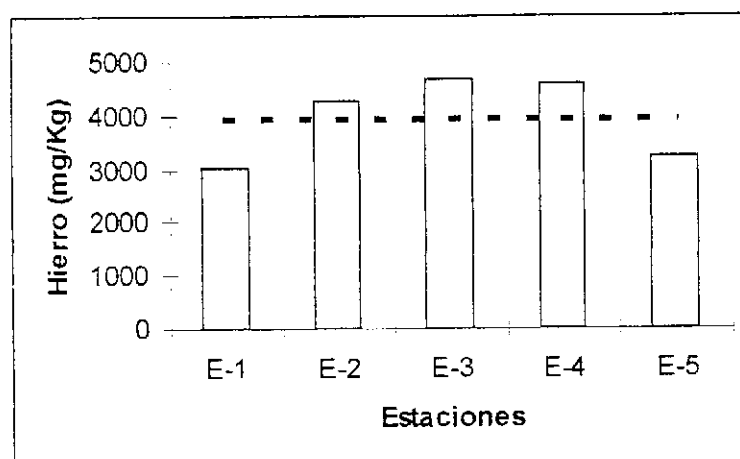


Figura 3. Variación entre estaciones en el contenido de hierro en tejidos de *Mesodesma donacium*. Las líneas segmentadas indican el promedio de todas las estaciones.

Con relación a la variación del contenido de hierro en los tejidos y en las diferentes estaciones, se debe destacar que las mayores concentraciones se detectaron en la estación ubicada en la desembocadura del río y en los puntos inmediatamente adyacentes al norte de dicha desembocadura (Figura 3).

Para el caso del manganeso, y al contrario de lo observado para el hierro, se observó una distribución no uniforme en relación a la desembocadura del río Lluta (Figura 4). Sin embargo, cabe destacar que los máximos valores, para ambos elementos, se observaron en la estación E-3.

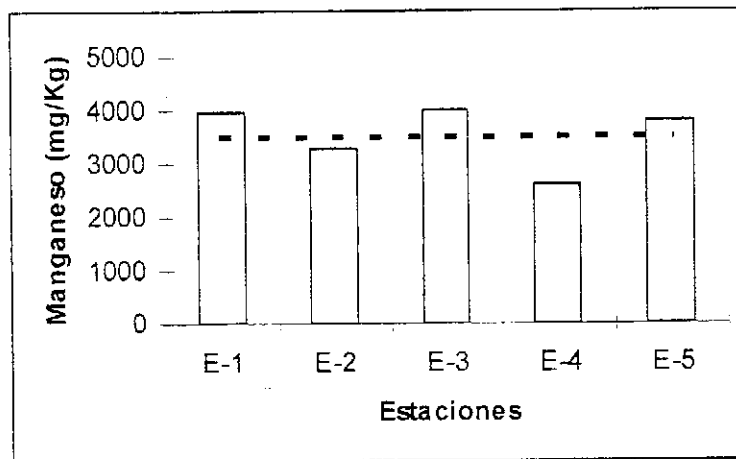


Figura 4. Variación entre estaciones en el contenido de manganeso en tejidos de *Mesodesma donacium*. Las líneas segmentadas indican el promedio de todas las estaciones.

Tabla IV. Resultados del contenido de hierro y manganeso en *Mesodesma donacium* para la época de invierno.

	Hierro (mg/Kg)	Manganeso (mg/Kg)
E-1	-----	-----
E-2	6.473	94,9
E-3	3.511	61,4
E-4	5.674	86,1
E-5	3.159	56,6

En el caso del mes de septiembre, en la estación 1 no se recolectaron ejemplares debido a la ausencia de organismos. En el resto de las estaciones analizadas los tejidos de *Mesodesma donacium*, mostraron concentraciones de metales muy fluctuantes entre los diferentes puntos de muestreo, para el hierro y manganeso. El hierro presentó una concentración promedio de

4.704,3 ($\pm 1.620,8$). En el caso del manganeso este presentó un valor promedio de 74,8 ($\pm 18,6$).

Con relación a la variación del contenido de hierro en los tejidos de los ejemplares en las diferentes estaciones, se debe destacar que las mayores concentraciones se detectaron en las estaciones 2 y 4, inmediatamente adyacentes a la desembocadura del río (Figura 5).

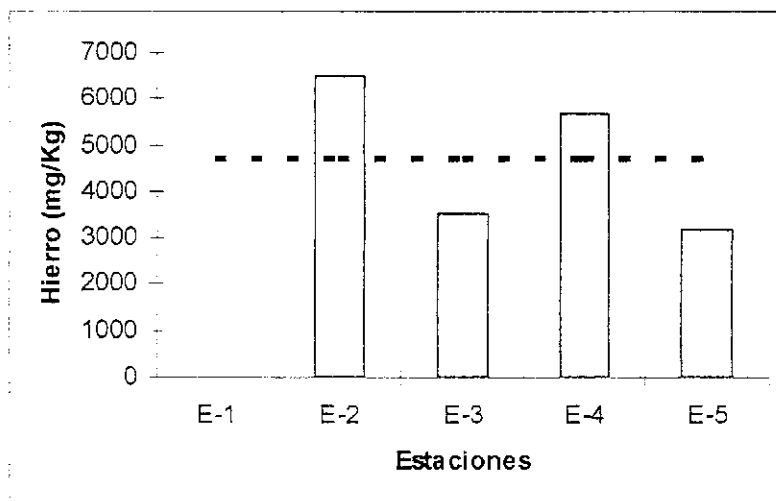


Figura 5. Variación entre estaciones en el contenido de hierro en tejidos de *Mesodesma donacium*. Las líneas segmentadas indican el promedio de todas las estaciones.

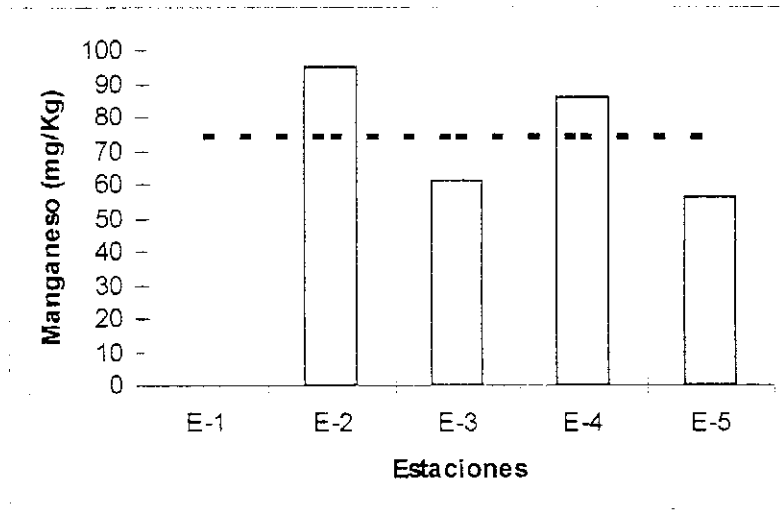


Figura 6. Variación entre estaciones en el contenido de manganeso en tejidos de *Mesodesma donacium*. Las líneas segmentadas indican el promedio de todas las estaciones.

Para el caso del manganeso, se observó una distribución similar en relación al hierro con respecto a las estaciones analizadas (Figura 6). Sin embargo, cabe destacar que los máximos valores, para ambos elementos, se observaron en la estación E-2, ubicada al lado sur de la desembocadura del río.

7. ANÁLISIS COMPARATIVO.

Referente al tamaño de los ejemplares recolectados en ambos periodos de estudio, estos fueron mayores para el muestreo de invierno, siendo sus tamaños superiores a la primera talla de madurez sexual, lo cual es concordante con su segundo periodo de desove (primavera). El análisis de

varianza efectuado reveló la existencia de diferencias significativas en las tallas de los ejemplares en los dos periodos de estudio ($K = 5,54$, $p = 0,01$)

No obstante lo anterior, el análisis de varianza realizado para establecer diferencias entre las concentraciones de los metales medidos para ambos periodos, demostraron que no existieron diferencias estadísticamente significativas. Para el caso del hierro, el valor del estadístico de K fue de 0,54 ($p = 0,46$), y en el caso del manganeso, el valor del estadístico de K fue de 0,06 ($p = 0,81$).

Se debe destacar, además que se observó una baja abundancia del recurso macha en el área de muestreo, lo cual quedo en evidencia por la ausencia de especímenes en la estación 1, durante el período de muestreo de invierno. La inspección visual, y la información recolectada entre los mariscadores que concurren al área de estudio apoyan esta aseveración.

8. CONCLUSIONES.

Se hace necesario destacar que en Chile no existe una ley que regule la producción, acumulación, disposición o tratamiento de residuos peligrosos, siendo aplicables las previsiones generales que establece el Código Sanitario sobre la materia (Castillo, 1994). En este mismo sentido, no existen estudios ni nacionales ni internacionales, acerca de la acumulación de elementos trazas en *Mesodesma donacium*. Más aun no existe información ni estudios referidos a las concentraciones de estos dos elementos tanto en el agua de mar como en el sedimento del área de estudio, conocimiento necesario para el estudio de la

dinámica y acumulación de estos metales en tejidos vivos.

Sin embargo, algunas referencias pueden encontrarse en Reish *et al.* (1999) en los cuales se señala que para el caso del hierro y en pelecipodos (bivalvos), los niveles detectados fluctúan entre 21,0 - 49,1 $\mu\text{g/g}$ de peso seco para estudios realizados en Irlanda. Estos mismos autores señalan para un estudio realizado en Chile, específicamente en *Mytilus chilensis*, informan concentraciones entre $<0,12$ y 60,2 $\mu\text{g/g}$ de peso seco.

Con relación al manganeso la situación es muy similar, donde Reish *et al.* (1999) señalan en pelecípodos (bivalvos), niveles que fluctúan entre $<0,07$ y 4,5 $\mu\text{g/g}$ de peso seco para estudios realizados en Chile, y específicamente para la especie *Mytilus chilensis*, se informan concentraciones entre $<0,12$ y 60,2 $\mu\text{g/g}$ de peso seco.

En comparación a estas referencias, las concentraciones detectadas en este estudio muestran concentraciones altas de los elementos hierro y manganeso en los tejidos del molusco filtrador *Mesodesma donacium*.

Se puede señalar que la utilización de este organismo como indicador de contaminación para estos o cualquier otro tipo de metal en el área de estudio debe ser evaluado, debido a los bajos números detectados de este organismo, situación que se refleja en los anuarios estadísticos de pesca para este molusco, los cuales a partir de 1998 revelan la ausencia de actividad extractiva de *Mesodesma donacium*.

9. LITERATURA CITADA.

- Castillo, M. 1994.** Régimen Jurídico de Protección del Medio Ambiente: Aspectos Generales y Penales. Ediciones Block, Santiago. 329 p.
- Defeo, O., E. Jaramillo & A. Lyonett. 1992.** Community structure and Intertidal Zonation of the Macroinfauna on the Atlantic Coast of Uruguay. *Journal of Coastal Research*, 8: 830-839 pp.
- IFOP. 1983.** Catalogo Tecnológico de las Principales Materias Primas Pesqueras – Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero. 165 p.
- López, A. 1976.** Etapas del Desarrollo Gonádico y Determinación del Ciclo Reproductivo de *Mesodesma donacium*. Seminario de Tesis para Optar al Título de Profesor de Estado en Biología y Ciencias. U. De Chile. Departamento de Biología. 75 p.
- Lozada, E. 1988.** Situación Actual de los Estudios sobre Reproducción en Moluscos Bivalvos de Importancia Comercial en Chile. En: Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Com. Per. del Pacífico Sur (CPPS), *Rev. Pacífico Sur (Número especial)*, 1989:355-363 pp.
- Reish, D., P. Oshiba, A. Mearns, T. Ginn & M. Buchman. 1999.** Effects on Pollution on Marine Organisms. *Water Environment Research*, Vol 17, N°5. 1100-1115 pp.
- Servicio Nacional de Pesca. 1997.** Anuario Estadístico de Pesca 1980-1997. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. 500 p.
- Servicio Nacional de Pesca. 1999.** Anuario Estadístico de Pesca 1999. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. 261 p.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1994.** Biometry. Third Edition. W. H. Freeman and Company. New York. 886 pp.

ANEXO 3

INFORME DE ANALISIS

Fecha de Muestreo : 6/11/2001

Parámetros	Unidad	Puntos de Muestreo					
		1	2	3	4	5	6
Arsénico	mg/L As	0,051	0,013	0,020	0,004	0,004	0,003
Boro	mg/L B	39,60	4,02	4,53	2,92	2,70	2,73
Cadmio	mg/L Cd	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Calcio	mg/L Ca	1363	1964	1790	1990	2070	1924
Cianuros	mg/L CN	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cloruros	mg/L Cl	3444	20150	17425	19482	20201	19739
Cobre	mg/L Cu	0,040	0,060	0,060	0,070	0,060	0,040
Conductividad Eléctrica	mS/cm a 25 °C	14,87	53,50	46,70	52,70	52,70	52,80
Cromo hexavalente	mg/L Cr+6	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Flúor	mg/L F	0,99	0,98	0,96	0,91	0,89	0,88
Hierro Disuelto	mg/L Fe	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Manganeso	mg/L Mn	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Mercurio	mg/L Hg	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Total	mg/L N	2,15	2,10	2,03	1,82	1,23	1,26
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	9,00	10,90	10,70	10,60	10,60	10,50
pH	---	7,86	7,91	7,97	8,05	8,08	8,11
Plomo	mg/L Pb	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Selenio	mg/L Se	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Sólidos Sedimentables	mg / L 1 hr.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sólidos Suspendidos	mg / L	< 5	106	33	13	19	15
Sulfatos	mg/L SO ₄	4239	3519	3025	2798	2634	2675
Temperatura	° C	25,7	17,1	17,3	17,0	16,9	16,9
Zinc	mg/L Zn	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

Nota : Descripción Puntos de Muestreo :

- 1.- Descarte Planta Desalinizadora
- 2.- 200 mts al Sur de la desembocadura del Río Lluta
- 3.- Desembocadura Río Lluta.
- 4.- 200 mts al Norte de la desembocadura del Río Lluta
- 5.- 400 mts al Norte de la desembocadura del Río Lluta
- 6.- 600 mts. al Norte de la desembocadura del Río Lluta

pH, Temperatura , Cond. Eléctrica y Oxígeno disuelto medidos en terreno

ANALISIS REALIZADOS POR EL LABORATORIO DE AGUAS HIDROLAB N°19173

ANALISIS BORO REALIZADO POR EL LABORATORIO DICTUC N° 307550


Laboratorio Químico

INFORME DE ANALISIS

Fecha de Muestreo : 16/08/01

Parámetros	Unidad	Puntos de Muestreo					
		1	2	3	4	5	6
Arsénico	mg/L As	0,047	0,045	0,020	0,027	0,010	0,011
Boro	mg/L B	34,50	7,94	4,67	4,99	4,06	4,29
Cadmio	mg/L Cd	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Calcio	mg/L Ca	1283	1463,0	1944	1523	1603	1723
Cianuros	mg/L CN	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cloruros	mg/L Cl	3290	18505	21589	20561	21332	24159
Cobre	mg/L Cu	0,010	0,010	< 0.01	0,010	0,010	0,020
Conductividad Eléctrica	mS/cm a 25 °C	14,36	43	49,3	47,8	52	51,8
Cromo hexavalente	mg/L Cr+6	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Flúor	mg/L F	1,51	0,83	0,76	0,80	0,78	0,79
Hierro Disuelto	mg/L Fe	0,03	0,030	0,04	0,03	0,04	0,02
Manganeso	mg/L Mn	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Mercurio	mg/L Hg	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Total	mg/L N	1,35	1,37	1,13	0,87	0,92	2,74
Oxígeno Disuelto	mg/L O ₂	8,50	10,25	10,20	10,50	10,30	10,20
pH	---	7,43	7,95	8,00	8,04	8,08	8,10
Plomo	mg/L Pb	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Selenio	mg/L Se	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Sólidos Sedimentables	mg / L 1 hr.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sólidos Suspendidos	mg / L	< 5.0	45,2	24,0	< 5.0	31,0	36,0
Sulfatos	mg/L SO ₄	4215	2675	2667	2832	2980	2955
Temperatura	° C	21,5	16,8	15,9	16,7	16,2	17,1
Zinc	mg/L Zn	0,050	0,030	0,01	0,03	0,01	< 0.01

Nota : Descripción Puntos de Muestreo :

- 1.- Descarte Bastidor N° 1 Planta Desalinizadora
- 2.- Desembocadura Río Lluta
- 3.- 200 mts al Sur de la desembocadura del Río Lluta
- 4.- 200 mts al Norte de la desembocadura del Río Lluta
- 5.- 400 mts al Norte de la desembocadura del Río Lluta
- 6.- 600 mts. al Norte de la desembocadura del Río Lluta

pH, Temperatura, Cond. Eléctrica y Oxígeno disuelto medidos en terreno

ANALISIS REALIZADOS POR EL LABORATORIO DE AGUAS HIDROLAB N° 17926
ANALISIS BORO REALIZADO POR EL LABORATORIO DICTUC N° 295307

Laboratorio Químico

ANEXO 4

RESULTADOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS Año 2001.

Lugar de Muestreo : Sondaje ubicado en Parcela K-13 Calle Pedro Lagos N° 150 Villa Frontera Arica

Tipo de Agua : Cruda

Fecha Muestreo	Parámetros			
	pH	Turbiedad (UNT)	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes Fecales NMP/100mL
25-01-01	6,46	0,47	< 1,8	<1,8
13-03-01	6,8	1,83	< 1,8	<1,8
25-04-01	6,9	0,81	< 1,8	<1,8
17-05-01	6,8	5,09	< 1,8	<1,8
27-06-01	6,8	5,36	< 1,8	<1,8
10-07-01	7,57	4,17	17	<1,8
08-08-01	7,83	0,40	11	<1,8
06-09-01	7,71	0,69	6,8	<1,8
29-10-01	7,41	0,80	4,5	<1,8
26-11-01	7,57	0,69	<1,8	<1,8
18-12-01	7,30	7,02	9,2	<1,8

Nota : Análisis realizados por Laboratorio Essat S.A. Iquique. A partir del mes de Julio de 2001. Mes de Febrero Crecida Río Lluta . Corte de Puente.