

# PODER LEGISLATIVO



PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO,  
ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR  
REPÚBLICA ARGENTINA

## COMUNICACIONES OFICIALES

Nº 056

PERÍODO LEGISLATIVO 2013

**EXTRACTO** FISCALÍA DE ESTADO NOTA Nº 192/13 ADJUNTANDO INFORMES  
SOBRE "VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LAS DIARREAS AGUDAS EN TIERRA  
DEL FUEGO", "SITUACIÓN DEL SISTEMA CLOACAL DE LA CIUDAD DE USHUAIA",  
Y "EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA DE LAS BAHIAS DE USHUAIA,  
ENCERRADA Y GOLONDRINA".

---

---

---

---

Entró en la Sesión de: 22 MAYO 2013

Girado a la Comisión Nº: C/B

---


Orden del día Nº: \_\_\_\_\_

---



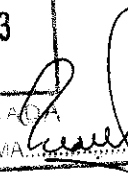
Provincia de Tierra del Fuego, Antártida  
e Islas del Atlántico Sur  
República Argentina

FISCALÍA DE ESTADO

|  |             |                          |
|--|-------------|--------------------------|
| Provincia de Tierra del Fuego<br>Antártida e Islas del Atlántico Sur<br>Poder Legislativo<br>PRESIDENCIA |             |                          |
| REGISTRO N°<br>489   | 26 ABR 2013 | HORA<br>12 <sup>20</sup> |
| <br>FIRMA               |             |                          |

2013  
AÑO DEL BICENTENARIO DE LA ASAMBLEA GENERAL CONSTITUYENTE DE 1813



|   |           |
|---|-----------|
| PCDER LEGISLATIVO<br>SECRETARIA LEGISLATIVA   |           |
| 29 ABR 2013   |           |
| MESA DE ENTRADA   |           |
| N° 56   | Hs. 13:20 |
| FIRMA  |           |

Cde. Expte. F.E. N° 51/12

Nota F.E. N° 192 / 13

SEÑOR PRESIDENTE  
LEGISLATURA PROVINCIAL  
Don Roberto Luis CROCIANELLI

Tengo el agrado de dirigirme a usted -y por su intermedio a los demás integrantes del cuerpo que preside, en particular a los señores miembros de la Comisión de Salud- en relación al expediente del corresponde caratulado "s/SOLICITA INTERVENCIÓN EN RELACIÓN AL DAÑO AMBIENTAL CAUSADO POR EL ESTADO DE LOS CURSOS DE AGUA Y EL SISTEMA CLOACAL DE LA CIUDAD DE USHUAIA", a fin de remitirle copias de los informes que obran en las actuaciones citadas de acuerdo al siguiente detalle:

- "VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LAS DIARREAS AGUDAS EN TIERRA DEL FUEGO" (en particular teniendo en consideración los "Casos nuevos" indicados en el cuadro "Corredor Endémico Semanal de 2012" de páginas 4 y 5 del mismo), que fuera remitido a este organismo por el Ministerio de Salud de la Provincia en el marco de las actuaciones citadas.

- "SITUACIÓN DEL SISTEMA CLOACAL DE LA CIUDAD DE USHUAIA" elaborado por la Comisión Asesora del Plan de Manejo Costero, en el que se han dado a conocer los resultados de distintas mediciones realizadas en el sistema cloacal de la ciudad durante los meses de febrero y marzo de 2011.

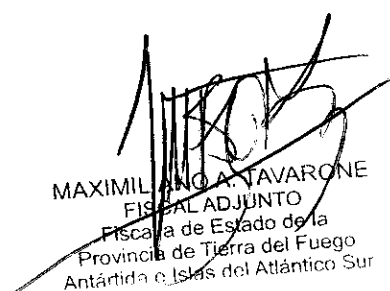
- "EVALUACION DE LA CONTAMINACION URBANA DE LAS BAHIAS DE USHUAIA, ENCERRADA y GOLONDRINA", obtenido del sitio de internet <http://www.cermic.com.ar/artic/3179/Evaluacion%20de%20la%20contaminacion%20Urbana%20de%20las%20Bahias%20de%20Ushuaia%20-%20Encantada%20-Golondrina.pdf>, que fuera referido en un informe que remitiera el CADIC – CONICET a este organismo.

No obstante que desde este organismo se continúa recabando y analizando información que permitirá determinar en varios aspectos la situación del sistema cloacal de la ciudad y sus consecuencias actuales y potenciales, los datos obtenidos en las investigaciones que resultaron en los informes referidos ameritan que ese cuerpo legislativo tome conocimiento de

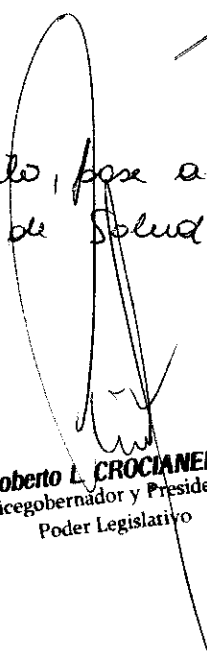
los mismos, teniendo en cuenta además que podrían resultar de interés habida cuenta de su intervención en la sanción de las leyes N°850, N°862 y su modificatoria N°879, y también con motivo de publicaciones periodísticas que dan cuenta de problemas de salud de la población que podrían ser originados como consecuencia de la contaminación en el sistema de saneamiento de la ciudad.

Saludo a usted atentamente.

Ushuaia, 26 ABR 2013

  
MAXIMILIANO A. TAVARONE  
FISCAL ADJUNTO  
Fiscalía de Estado de la  
Provincia de Tierra del Fuego  
Antártida e Islas del Atlántico Sur

*Tomado conocimiento, por la Secretaría Legislativa y  
a Comisión N°5. de Salud. -*

  
**Roberto L. CROCIANELLI**  
Vicegobernador y Presidente  
Poder Legislativo

Subsecretaría de Políticas de Salud  
 Dirección de Epidemiología e Información en la Salud

|                  |             |
|------------------|-------------|
| ENTRADA          | SALIDA      |
| FECHA: 1/10/2014 | HORA: 10:00 |



## Vigilancia epidemiológica de las diarreas agudas en Tierra del Fuego

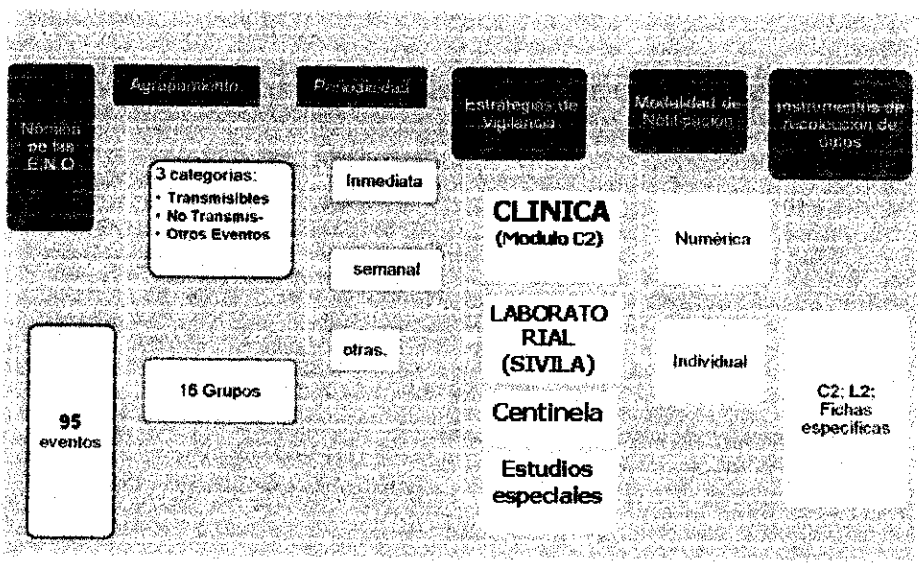
La vigilancia epidemiológica de las diarreas es esencial para la planificación de las actividades de prevención y control, para la detección de situaciones epidémicas o de brotes, la determinación de la frecuencia y distribución de los distintos agentes etiológicos virales, bacterianos, parasitarios.

La vigilancia incluye la investigación de: Diarrea aguda, Síndrome Urémico Hemolítico (SHU), Cólera y Toxoinfecciones Alimentarias (ETA).

Este informe tiene como objetivo orientar políticas para la prevención y el control a través de la información para la salud sobre la distribución geográfica de los casos, los grupos de edad afectados y el tiempo. Para esto es indispensable que la información sea de calidad y llegue de manera oportuna.

Las diarreas son eventos de notificación obligatoria, y deben ser notificados por todos los efectores de salud de los diferentes niveles. El modo en que se notifica es a través del llamado módulo C2 que surge a partir de la consulta médica de los subsistemas público y privado en TDF. En forma complementaria los laboratorios notifican a través del Sistema de Vigilancia de Laboratorios, llamado por sus iniciales SIVILA (Figura 1).

**Figura 1: Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud.**





La notificación según la importancia epidemiológica del evento se realiza de manera individual o agrupada y en diferentes momentos (Figura 2), clasificándose entonces en:

- Rojo: Notificación individual inmediata ante caso sospechoso
- Verde: Notificación agrupada semanal por grupo de edad
- Amarillo: Notificación Individual semanal ante caso sospechoso

**Figura 2: Modalidad y periodicidad de la notificación a través del Módulo de Vigilancia Clínica (C2). Fuente: SNVS**

| Sistema Nacional de Vigilancia de la Salud (SNVS)   C2  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <b>Individual inmediata ante caso sospechoso</b>  |   |  |   |
| <b>Gastrointestinales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarampión</li> <li>• Rotavirus del intestino</li> <li>• Cólera</li> <li>• Difteria, tos ferina, tétanos</li> <li>• Difteria, tos ferina y paratuberculosis</li> <li>• Síndrome tifoideo abdominal</li> <li>• Paratuberculosis</li> </ul>                 | <b>Inmunoprevenibles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera</li> <li>• Difteria</li> <li>• Poliomielitis paralytica</li> <li>• Rabia humana</li> <li>• Rubéola congénita</li> <li>• Sarampión</li> <li>• Tétanos neonatal</li> <li>• Tétanos otras edades</li> </ul> | <b>Meningoencefalitis</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningoencefalitis bacterianas</li> <li>• Meningoencefalitis víricas, bacterianas</li> <li>• Meningoencefalitis en inmunodeficiencia</li> <li>• Meningoencefalitis tuberculosa en miembros de 5 años</li> </ul> | <b>Vectoriales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue</li> <li>• Dengue grave</li> <li>• Enfermedad por zoonosis</li> <li>• Malaria</li> <li>• Fiebre de Nika (Dengue)</li> <li>• Fiebre tifoidea</li> <li>• Leishmaniasis visceral</li> <li>• Esquistosomiasis</li> <li>• Leishmaniasis cutánea</li> <li>• Fiebre amarilla</li> </ul> |
| <b>Zoonóticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzadura humana</li> <li>• Carcinoma extra-hepático (hepatocarcinoma)</li> <li>• Eradicación de paratuberculosis</li> <li>• Fiebre tifoidea</li> <li>• Paratuberculosis</li> <li>• Leishmaniasis</li> <li>• Esquistosomiasis</li> <li>• Rabia humana</li> </ul> | <b>Respiratorias</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leptospirosis por un agente multiparasitario</li> <li>• Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SRAS)</li> </ul>  | <b>Envenenamiento por animal peçonhoso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aracnismos</li> <li>• Escorpianismo</li> <li>• Ofidismos</li> </ul>  | <b>Otros eventos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erupción de cutis</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> </ul>  |
|   | <b>Hepatitis virales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hepatitis A</li> </ul>  |  |   |
| <b>Semanal por grupo de edad</b>  |   |  |   |
| <b>Vectoriales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> </ul>   | <b>Intoxicación aguda por agentes químicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxicación aguda</li> <li>• Intoxicación aguda</li> <li>• Intoxicación aguda</li> <li>• Intoxicación aguda</li> </ul>   | <b>Vectoriales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> <li>• Dengue agudo sintomático</li> </ul>  | <b>Respiratorias</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> </ul>   |
| <b>Inmunoprevenibles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliomielitis</li> </ul>  | <b>Otros eventos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> </ul>   | <b>Inmunoprevenibles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliomielitis</li> </ul>   | <b>Gastrointestinales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarampión</li> </ul>   |
| <b>Enfermedades de transmisión sexual</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sífilis</li> <li>• Sífilis</li> <li>• Sífilis</li> <li>• Sífilis</li> </ul>  | <b>Hepatitis virales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hepatitis B</li> <li>• Hepatitis C</li> <li>• Hepatitis D</li> <li>• Hepatitis E</li> <li>• Hepatitis E</li> </ul>  | <b>Lesiones por causas externas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidentes de tráfico</li> <li>• Accidentes de tráfico</li> <li>• Accidentes de tráfico</li> <li>• Accidentes de tráfico</li> </ul>   | <b>Respiratorias</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> <li>• Esquistosomiasis en 2 años</li> </ul>   |
| <b>Zoonóticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> <li>• Erupción aguda</li> </ul>  |   |  |   |

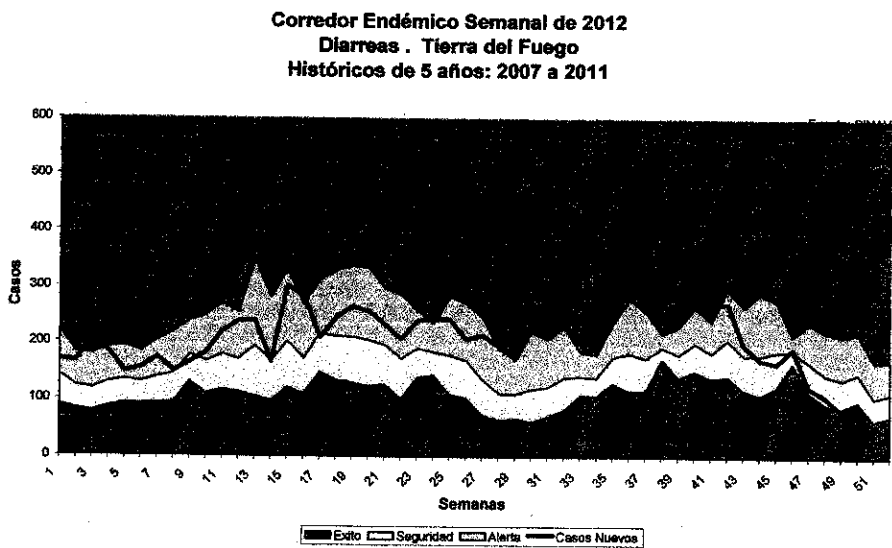
Información actualizada a Octubre 2011  
Sujeta a modificación

### Contextualización del Problema

La vigilancia utiliza distintas herramientas para ponderar si el número de "casos" de determinada condición de salud se da dentro de lo esperado, si lo excede, o si por el contrario se encuentra por debajo de estas cifras. Para esto, se utilizan técnicas estadísticas que comparan los eventos en estudio del año en curso, respecto del histórico registrado en los últimos 5 años. A esto llamamos "corredor endémico", cuya representación gráfica es "semaforizada" en distintas zonas: verde (éxito), amarillo (seguridad), naranja (alerta), o rojo (brote).

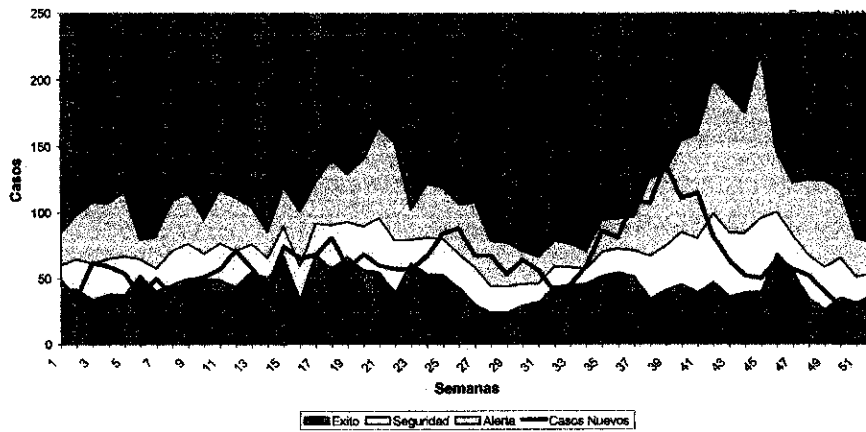
Cabe aclarar que el análisis de corredores es mucho más complejo que lo que se desprende de la observación simple, incidiendo en él, por ejemplo, la cantidad de "nodos" que notifican, pudiendo generar tanto falsas alarmas respecto de la situación epidemiológica, en el caso de que se agreguen nuevos centros notificadores, o que aumente la sensibilidad de los ya existentes, o por el contrario, un falso reaseguro de "éxito", si disminuyera la sensibilidad de la notificación o su cobertura.

**Figura 3: Notificación de diarreas en Tierra del Fuego en 2012 según semana epidemiológica y en comparación con los últimos 5 años. Fuente: SNVS.**



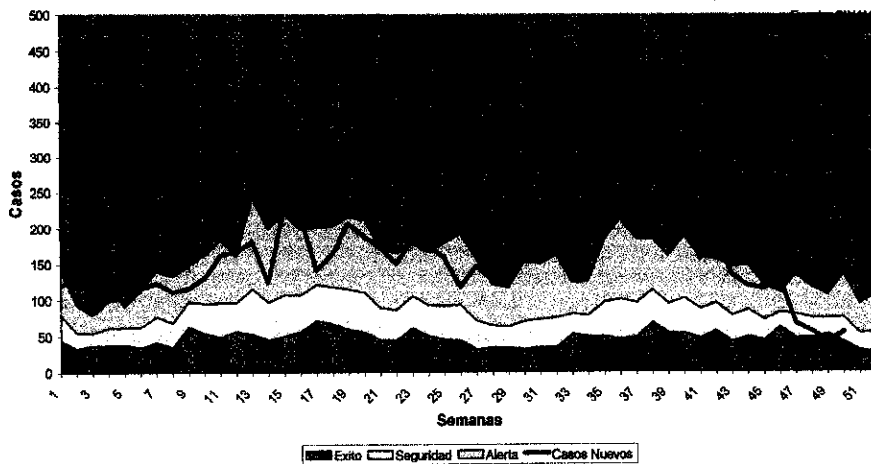
**Figura 4: Notificación de diarreas en Río Grande en 2012 según semana epidemiológica y en comparación con los últimos 5 años. Fuente: SNVS.**

**Corredor Endémico Semanal de 2012**  
**Diarreas . Río Grande**  
**Históricos de 5 años: 2007 a 2011**



**Figura 5: Notificación de diarreas en Ushuaia en 2012 según semana epidemiológica y en comparación con los últimos 5 años. Fuente: SNVS.**

**Corredor Endémico Semanal de 2012**  
**Diarreas . Ushuaia**  
**Históricos de 5 años: 2007 a 2011**

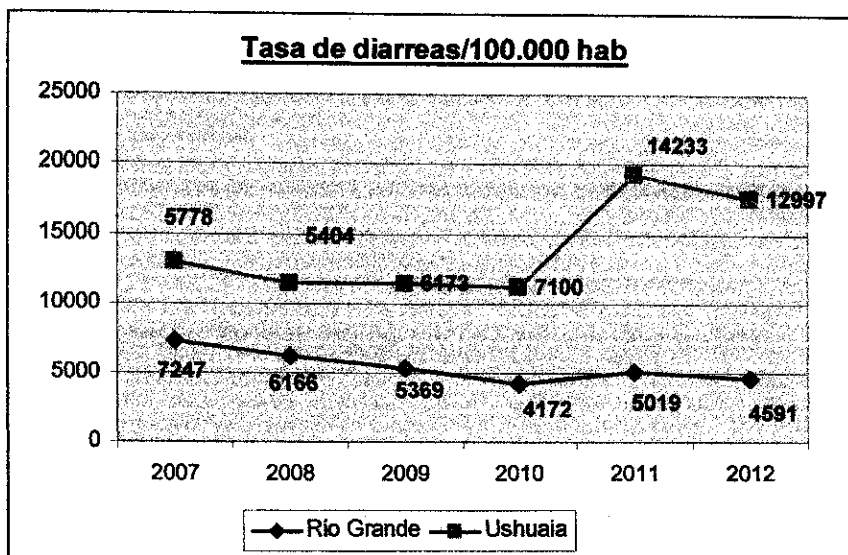


**Tabla 1: Casos y tasas, notificación de diarreas en Tierra del Fuego por departamento durante el último quinquenio. Fuente: SNVS.**

Diarreas  
Casos y Tasas Acumulados por 100.000 habitantes.  
Hasta la 52ª semana epidemiológica  
PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO por Departamento/Partido  
Años 2007 - 2012

| DEPTO        | 2007        |               | 2008        |               | 2009        |               | 2010        |               | 2011         |               | 2012         |               |
|--------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|              | Casos       | Tasas         | Casos       | Tasas         | Casos       | Tasas         | Casos       | Tasas         | Casos        | Tasas         | Casos        | Tasas         |
| Río Grande   | 4745        | 7247,0        | 4139        | 6166,8        | 3692        | 5369,1        | 2938        | 4172,6        | 3534         | 5019          | 3233         | 4591,5        |
| Ushuaia      | 3297        | 5778,5        | 3194        | 5404,9        | 3776        | 6173,5        | 4493        | 7100,0        | 9007         | 14233,1       | 8225         | 12997,4       |
| <b>Total</b> | <b>8042</b> | <b>6663,2</b> | <b>7333</b> | <b>5810,1</b> | <b>7468</b> | <b>5747,6</b> | <b>7431</b> | <b>5668,2</b> | <b>12541</b> | <b>9380,4</b> | <b>11458</b> | <b>8570,3</b> |

**Figura 6: Tasas de diarreas por 100.000 habitantes según departamento durante el último quinquenio. Fuente: SNVS.**



Si analizamos los casos de diarreas por ciudad observamos al igual que en los corredores endémicos que los casos notificados son siempre significativamente más en la ciudad de Ushuaia, observándose una tasa de incidencia que casi se triplica en el año 2011 y se mantiene alta en 2012.



**Diarreas agudas sanguinolentas:**

Obtenidas a través del consolidado C2 de reporte individual inmediato ante caso sospechoso.

**Tabla 2: Diarreas agudas sanguinolentas notificadas durante el último quinquenio por departamento. Fuente: SNVS.**

**Diarreas Agudas Sanguinolentas  
Casos Acumulados  
Hasta la 52ª semana epidemiológica  
PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO por Departamento/Partido  
Años 2007 – 2012**

| DEPARTAMENTO/PARTIDO                    | 2007     | 2008     | 2009     | 2010     | 2011     | 2012      |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Río Grande                              | 0        | 7        | 0        | 0        | 1        | 29        |
| Ushuaia                                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 10        |
| <b>Total PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO</b> | <b>0</b> | <b>7</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>39</b> |

De los 39 casos de 2012 hay 23 que se encuentran reportados en el SIVILA, de ellos 16 fueron de origen bacteriano y 7 de origen viral. Además, hay 13 casos de los que no consta el resultado a través del sistema debido a que no se obtuvo muestra o bien el mismo ha sido negativo.

**Figura 7: Etiología de las diarreas agudas sanguinolentas según SIVILA. Fuente: SNVS.**

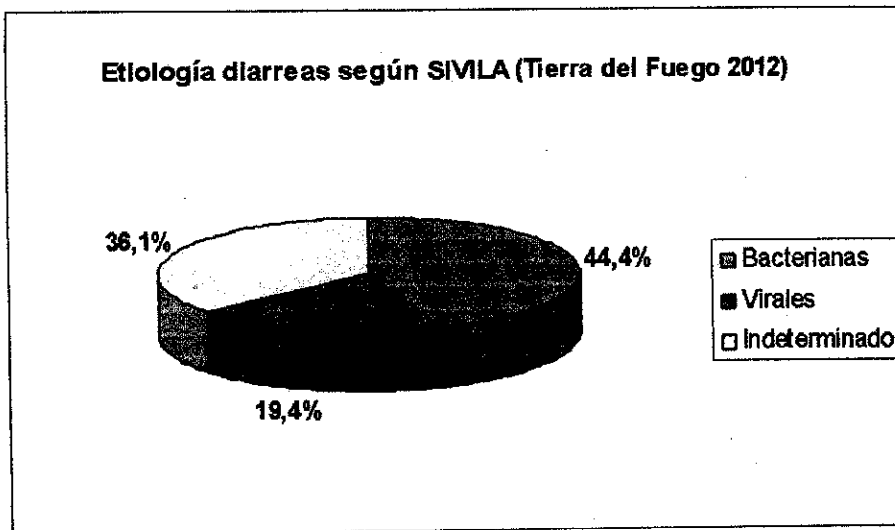


Figura 8: Diarreas de origen bacteriano 2012, gérmenes responsables según SIVILA. Fuente: SNVS.

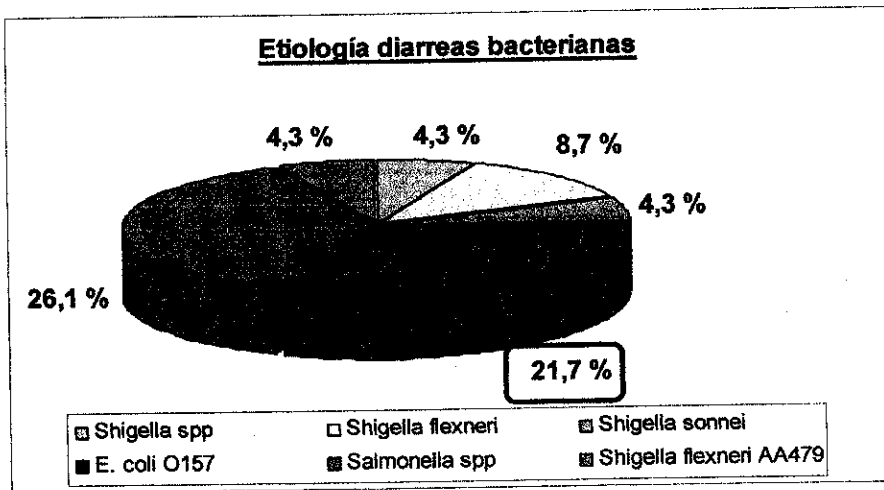
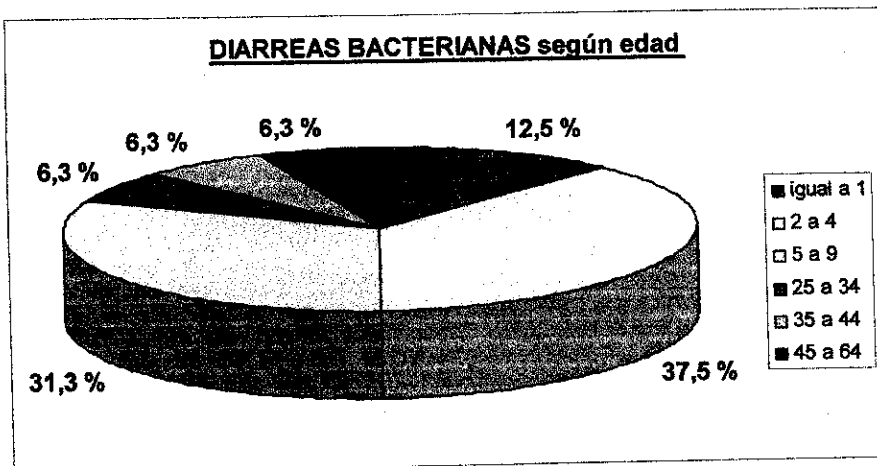


Figura 9: Distribución de las diarreas bacterianas según grupo de edad afectado. Fuente: SNVS.



En Tierra del Fuego los agentes bacterianos causantes de diarreas sanguinolentas durante el 2012 fueron: Salmonella spp (26.1%), Echerichia coli enterohemorrágica (21.7%), y un porcentaje similar Shigella.



Es de notar, que el 50% de las diarreas sanguinolentas ocurren en menores de 5 años, población reportada de ser la de mayor incidencia de diarreas agudas, pero también la de mayor riesgo de complicaciones y muerte.

### Síndrome Urémico hemolítico:

El Síndrome urémico hemolítico es la causa más frecuente de insuficiencia renal aguda y de hipertensión arterial en los lactantes y niños pequeños y la segunda causa de insuficiencia renal crónica en ese grupo etario, siendo causante del 20 % de los trasplantes renales en niños y adolescentes.

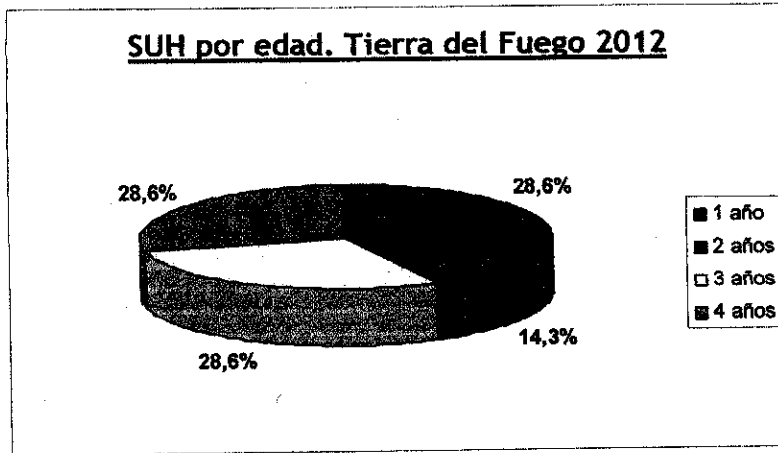
Argentina es el país donde se diagnostica la mayor cantidad de casos en todo el mundo (alrededor de 400 nuevos casos por año).

Generalmente afecta a niños eutróficos (bien nutridos), con edad promedio de 20 meses y sin predominio de sexo. La edad de los niños afectados en 2012 en nuestra provincia se muestra en la figura 10.

Clínicamente se inicia como una diarrea leve acuosa que se vuelve sanguinolenta.

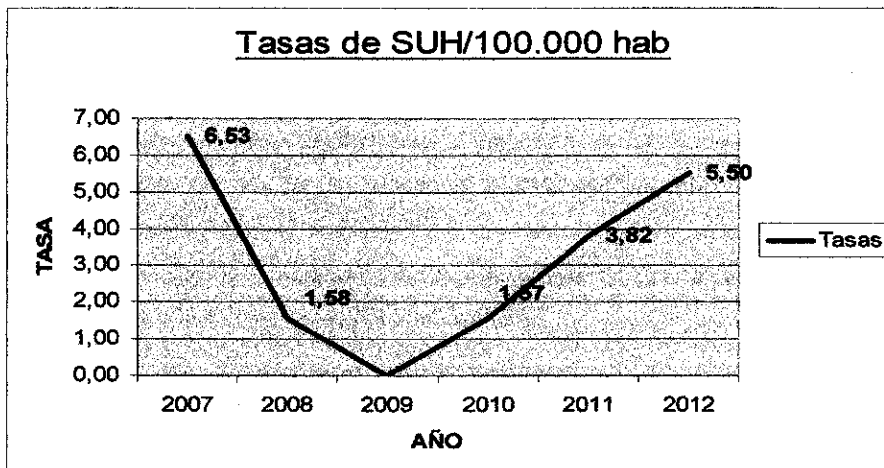
Hasta el 90 % de los casos, se produce en forma secundaria a una infección gastrointestinal por cepas de E. Coli. O157 productoras de Toxinas Shiga.

Figura 10: Edad de los niños afectados por SUH en 2012. Fuente: SNVS.



El Síndrome Urémico Hemolítico representa un grave problema para nuestra población observando un incremento en la tasa de incidencia constante en los últimos años (Figura 11).

**Figura 11: Evolución de la tasa de incidencia de Síndrome Urémico Hemolítico en los últimos años. Fuente: SNVS.**



Si tomamos en consideración el Índice epidémico (casos observados/casos esperados) a nivel nacional se encuentra por debajo de 1 (SE 51 IE 0,78). Lo que hace del SUH un problema regional importante, nuestra provincia presenta un aumento en la tasa de incidencia (tanto en menores de 5 años y en 100.000 hab.) encontrándonos actualmente muy cercanos a la tasa de incidencia del 2007 que fue la más alta en los últimos 10 años. (Ver figura N° 11)

**EVALUACION DE LA CONTAMINACION URBANA DE LAS BAHIAS DE USHUAIA,  
ENCERRADA y GOLONDRINA.**

**Esteves José Luis (1,2) y Oscar Amín (2,3)**

- (1) Centro Nacional Patagónico (CONICET). Bv. Brown 3.000. (9120) Puerto Madryn;
- (2) Fundación Patagonia Natural. Marcos A. Zar 60 (9120) Puerto Madryn;
- (3) Centro Austral de Investigaciones Científicas y Técnicas (CADIC-CONICET). C.C. 92 (9410) Ushuaia. Tierra del Fuego.

**Resumen**

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Programa de Implementación y Consolidación del Plan de Manejo de la Zona Costera Patagónica (PMZCP), proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (G.E.F.) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (P.N.U.D.) y ejecutado por la Oficina de las Naciones Unidas para el Servicio de Proyectos (U.N.O.P.S.) e implementado por la Fundación Patagonia Natural (FPN) (Proyecto ARG/02/G31). Uno de los objetivos prioritarios fue el diagnóstico de los problemas de contaminación en la Provincia de Tierra del Fuego. En este trabajo se analiza la situación ambiental de las Bahías de Ushuaia, Encerrada y Golondrinas, desde el punto de vista de sus características oceanográficas, su fitoplancton, su zooplancton. La calidad química y bacteriológica de los efluentes, ríos, arroyos y pluviales que drenan desde la ciudad de Ushuaia y otras consideraciones relacionadas con aspectos ambientales de la ciudad, como residuos sólidos. Se incluyen en este Informe, anexos técnicos que dan respuesta a estas preguntas y conclusiones y recomendaciones generales a tener en cuenta para minimizar los impactos ambientales.

**1.- Introducción**

La Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur experimentó un crecimiento explosivo en los últimos años. Si tomamos en cuenta un intervalo de tiempo lo suficientemente extenso, como es el que corresponde a los últimos 30 años 1960-1991 se verifica un incremento del 770% pasando de 7.995 a 69.227 habitantes (Tabla 1). El último registro poblacional (año 2001) permite suponer que el ritmo de crecimiento está mantenido

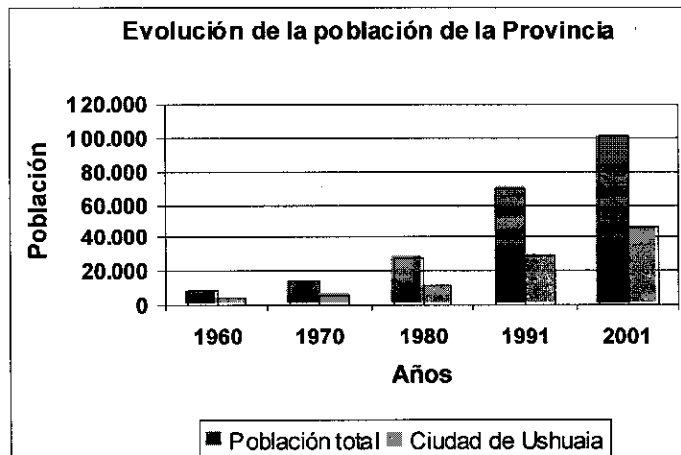
**Tabla 1: Población de la Provincia  
(Fuente: Dirección Provincial de Estadísticas y Censos)**

| Año  | Población | Incremento respecto al anterior |
|------|-----------|---------------------------------|
| 1947 | 5.029     |                                 |
| 1960 | 7.955     | 58,18                           |
| 1970 | 13.431    | 68,8                            |
| 1980 | 27.355    | 103,7                           |
| 1991 | 69.227    | 153,0                           |
| 2001 | 101.187   | 46,17                           |

Para la ciudad de Ushuaia, la tendencia resulta relativamente uniforme a lo largo de los años (tabla 2).

**Tabla 2: Población de Ushuaia y porcentaje relativo del total de la Provincia  
(Fuente: Dirección Provincial de Estadísticas y Censos)**

| Años | USHU<br>(% población) |
|------|-----------------------|
| 1960 | 3.891 (48,9)          |
| 1970 | 5.677 (42,2)          |
| 1980 | 11.443 (41,8)         |
| 1991 | 29.411 (42,5)         |
| 2001 | 45.785 (45,25)        |



Resumiendo la información de las tablas 1 y 2 y la figura 1, en los últimos 10 años de registro (período 1991–2001) el incremento poblacional en la Provincia fue de 45,7 % mientras que para la ciudad de Ushuaia fue de 55,7 %.

Sin duda la razón mas importante de esta inmigración ha sido la promulgación de la ley de promoción industrial en la región (Ley Nac. 19640), la cual trajo como consecuencia la instalación de un polo industrial de gran desarrollo, el cual ha ido paulatinamente decreciendo en la última década.

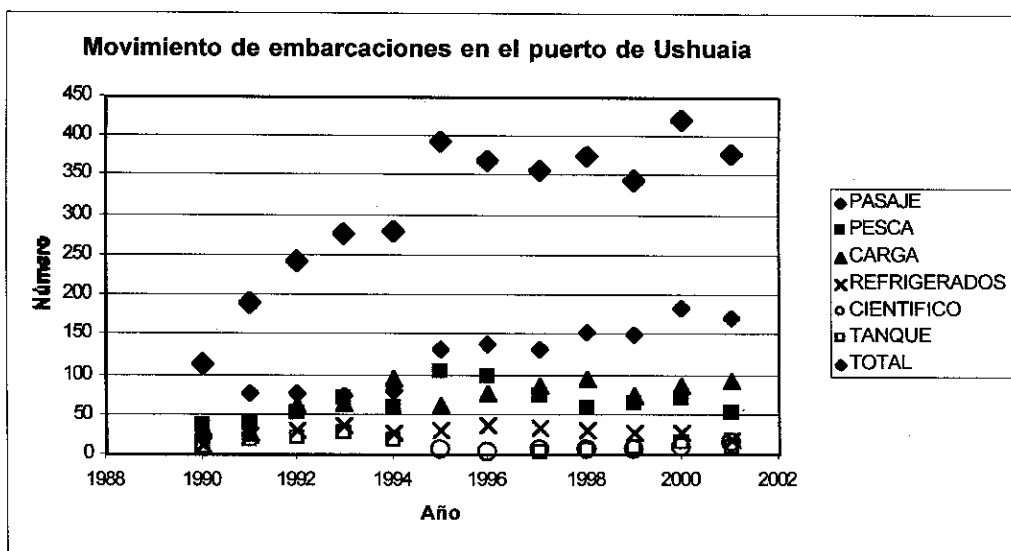
Si bien Ushuaia recibió un número de industrias, este fue algo menor al de Río Grande y a partir de la reconversión económica de la década de los '90 consecuente con el entorno geográfico, se dio prioridad a las actividades basadas en el perfil turístico para el sector Sur.

En cualquier caso, el puerto de Ushuaia al ser el único en la Isla también cobró un desarrollo significativo, con un crecimiento sostenido en los últimos 12 años (Tabla 3y figura 2).

**Tabla 3: Entradas clasificadas por tipo de buque**  
(Fuente: Prefectura Naval y Dirección Provincial del Puertos)

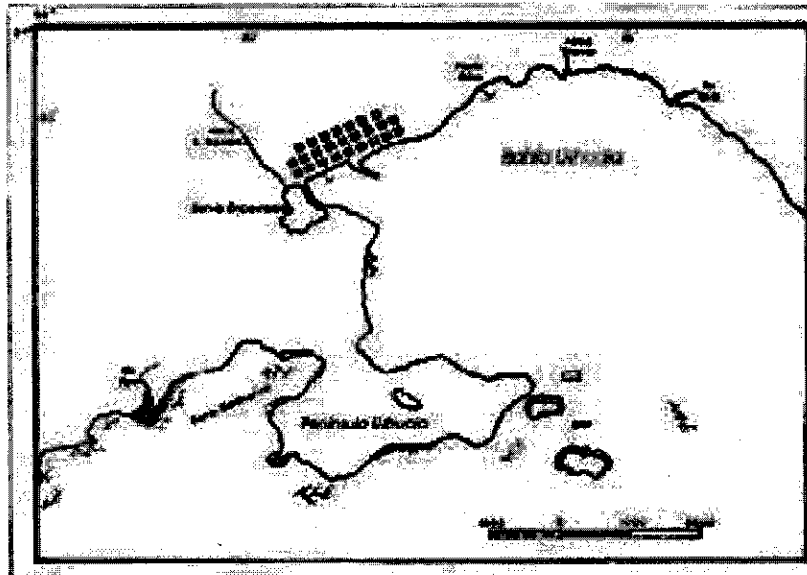
| Tipo / Año   | 1990       | 1991       | 1992       | 1993       | 1994       | 1995       | 1996       | 1997       | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PASAJE       | 25         | 78         | 76         | 75         | 81         | 133        | 138        | 132        | 153        | 152        | 186        | 173        |
| PESCA        | 38         | 40         | 53         | 72         | 59         | 106        | 100        | 73         | 58         | 64         | 70         | 52         |
| CARGA        | 30         | 27         | 62         | 65         | 97         | 61         | 77         | 87         | 96         | 75         | 86         | 94         |
| REFRIGERADOS | 12         | 26         | 30         | 38         | 28         | 32         | 36         | 35         | 32         | 27         | 29         | 19         |
| MILITAR      |            |            |            |            |            | 3          | 13         | 16         | 17         | 5          | 19         | 9          |
| CIENTIFICO   |            |            |            |            |            | 5          | 2          | 5          | 6          | 6          | 8          | 16         |
| APOYO        |            |            |            |            |            | 26         | 3          | 6          | 4          |            |            | 1          |
| TANQUE       | 8          | 20         | 21         | 27         | 17         |            |            | 2          | 6          | 9          | 14         | 9          |
| OTROS        |            |            |            |            |            |            |            | 3          | 5          | 6          | 9          | 7          |
| <b>TOTAL</b> | <b>113</b> | <b>191</b> | <b>242</b> | <b>277</b> | <b>282</b> | <b>396</b> | <b>369</b> | <b>359</b> | <b>377</b> | <b>344</b> | <b>421</b> | <b>380</b> |

Puede observarse que las actividades marítimas que han incrementado su número de manera más notable, figuran los cruceros de turismo con valores medios del orden de los 150 buques en los últimos años; los buques pesqueros y los de carga tuvieron un incremento en los primeros años de la década del 1990 y luego los de carga se han estabilizado, mientras que los de pesca han disminuido algo. El número de buques refrigerados se ha mantenido. Finalmente, otro de los rubros interesantes en los últimos años de la década, corresponde a buques científicos.



La instalación de servicios no respondió a la demanda que este incremento poblacional requería, en especial en lo que concierne específicamente al tratamiento de aguas servidas y cloacales, los drenajes pluviales y los efluentes industriales que desde entonces y hasta la actualidad son vertidos a la bahía Ushuaia sin tratamiento alguno.

La gran mayoría de las descargas se ubican en la línea costera adyacente a la ciudad, mientras que el dispersor cloacal ubicado sobre la península Ushuaia funciona como un sumidero que colecta descargas desde una red principal que se encuentra sobre la línea costera de Bahía Ushuaia y de redes secundarias que provienen del sector Sudoeste de la Ciudad.



En este contexto, la Bahía Ushuaia ha estado y está sujeta actualmente a diversas presiones antrópicas:

- vertido de efluentes cloacales sin ningún tratamiento;
- vertido de efluentes industriales en el Parque Industrial;
- vertido de hidrocarburos por defectos en las maniobras de barcos en la zona del puerto de Ushuaia.
- basura de diverso tipo (plásticos, aluminio, orgánicos, etc.).

En cuanto a la contaminación de la zona litoral costera el aspecto más preocupante es el correspondiente a los residuos que provienen de los efluentes cloacales y los residuos líquidos industriales que hoy son vertidos sin tratamiento alguno a la bahía. En el caso de los efluentes cloacales, su consecuencia más importante es el subsidio de materia orgánica que se entrega al ecosistema de la Bahía Ushuaia, especialmente a la Bahía Encerrada, lo que originaría un incremento de la productividad primaria (crecimiento de poblaciones de algas) así como la descomposición de esa materia orgánica por organismos anaeróbicos, produciendo olores característicos en condiciones de marea baja.

La demora en la terminación y habilitación del sistema colector cloacal costanero de la ciudad de Ushuaia, plantas elevadoras y sistema de conducción a la Península Ushuaia, mantiene el crónico problema de contaminación que padece la ciudad. Los vertidos se continúan realizando sin ningún tipo de tratamiento a lo largo de la costa. La provisión de agua potable por parte de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios es de 240 l/s. En consecuencia se estima en ese orden el aporte cloacal general. No obstante, considerando que el sistema es pluvio-cloacal, el caudal efectivo que llega al mar es considerablemente mayor.

En el caso del Arroyo Esperanza, su caudal es captado totalmente en situación de aguas bajas y medias por la Planta Potabilizadora. En estas condiciones, en su trayecto por la zona urbana su cauce se nutre del aporte de descargas fluvio-cloacales.

Para el análisis del problema se ha considerado conveniente agruparlo en los siguientes sectores: descargas en Bahía Encerrada, descargas fuera de la Bahía Encerrada dentro del sector entre muelles, y descargas en Bahía Ushuaia fuera del sector de muelles, Península Ushuaia - Bahía Golondrina y Parque Nacional Tierra del Fuego

*Descargas en Bahía Encerrada:* se estima que aproximadamente un 50 % de los cloacales de Ushuaia son vertidos en la Bahía Encerrada en forma directa o por vía de los cursos Arroyo Esperanza - Chorrillo Alegre, que colectan los desagües de un amplio sector de la ciudad. Además se contabilizaron 10 desagües pluvio-cloacales directos en la misma.

*Descargas en Bahía Ushuaia en el sector comprendido entre muelles:* constituyen el 20 % de los desagües cloacales de Ushuaia. Aportan los siguientes colectores: Patagonia, Sarmiento, Belgrano, Piedra Buena (dos ramales, uno correspondiente al Chorrillo Oeste), Don Bosco; Triunvirato, 9 de Julio; Solís y 25 de Mayo.

*Descargas en Bahía de Ushuaia, fuera del sector de muelles:* 6 descargas de pluvio-cloacales entre Lasserre y Yaganes y al este de los terrenos de la Base Naval las del Barrio Parque, el Barrio Los Morros y la zona industrial. Vía el Arroyo Grande descarga el Barrio Las Canteras y San Vicente de Paul y más al Este, otra descarga importante es la correspondiente al Barrio 600 Viviendas

*Península Ushuaia - Bahía Golondrina:* Como fue señalado anteriormente, sobre Península Ushuaia se ubica el dispersor cloacal (Punta Occidental) mientras que sobre la costa de Bahía Golondrina se ha desarrollado el reciente crecimiento de la ciudad en los últimos 5 años con la creación de barrios e instalación de hoteles. Sobre la línea costera de Bahía Golondrina desemboca el Río Pipo que en su trayecto surca al antiguo basural de la ciudad

## **2. Información de base en estudios de contaminación en la bahía de Ushuaia**

El C.F.I. (1993), realizó una evaluación e identificación de sitios aptos para el desarrollo de la acuicultura, sobre la zona costera de la Isla Grande de la Tierra del Fuego y sus aguas interiores. De acuerdo a la información de estos autores, al momento de su relevamiento, la información era escasa. La bahía Encerrada está más impactada por descargas de efluentes orgánicos de origen humano que por efluentes industriales. El análisis de metales obtenido por Amín en ese momento, podía considerarse – con muy pocas excepciones -dentro del rango de sedimentos no contaminados.

La Bahía Ushuaia cuenta al presente con algunos antecedentes valiosos en el diagnóstico de su zona costera, particularmente en cuestiones referentes al monitoreo de metales pesados. Algunos proyectos de Investigación han sido desarrollados en colaboración entre el CADIC y el IADO durante los últimos 8 años.

A partir de estos estudios se ha podido obtener datos sobre la existencia de aportes terrestres de metales pesados al sistema costero del Canal Beagle en diferentes matrices (agua, sedimentos y biota), así como también describir aspectos oceanográficos de la zona por la cuantificación de nutrientes y la distribución de parámetros hidrográficos (Amin, 1995; Amin y col.; 1996 a y b; 1997 a y b; 1999a). Tanto en la Bahía Ushuaia como en las adyacentes (Bahía Golondrina y Encerrada) los niveles de metales de origen antrópico como Pb y Cd cuyas fuentes puntuales aunque no detectadas con exactitud podrían resultar producto de la actividad industrial, los asentamientos urbanos y la actividad portuaria que fueron significativamente en aumento en los últimos 25 años.

Por otra parte se han estudiado los efectos de algunos metales pesados (Cd; Pb y Cu) e hidrocarburos (petróleo y derivados) sobre invertebrados acuáticos representativos del área, incluyendo la evaluación de efectos letales (en *Lithodes santolla*

y *Acantocyclus albatrossis*) y subletales como muda y teratogénesis en larvas de *L.santolla* y *Paralomis granulosa* (Amin y col.,1998; Amin y Comoglio 2002, Amin y col. 2003).

La concentración de plaguicidas organoclorados y PCBs en moluscos bivalvos, obtenidos por el Mussel Watch Project (1995), están por debajo de los niveles permitidos para el consumo humano.

### 3. Estudios incluidos en este informe

Los resultados incluidos a continuación han sido analizados e interpretados por diferentes profesionales de distintos organismos que han colaborado en estos estudios. En cada uno de ellos se citan las personas que han colaborado activamente en sus resultados.

1. **Efluentes que llegan a las Bahías.** Con el fin de caracterizar los cursos de agua (efluentes, pluviales, arroyos y ríos) que llegan a las bahías citadas, se han analizado los siguientes lugares en su vertido en el mar: Río Pipo, Dispensor cloacal, Arroyo Buena Esperanza, Pasarela (drena desde la Bahía Encerrada a la Bahía de Ushuaia), descargas sobre la costa del Club Náutico, muelle Combustibles, pluvial Parque Industrial, Arroyo Grande y Río Olivia. En el Anexo 1. se incluyen los resultados más importantes obtenidos en este trabajo.
2. **Bacteriología.** Se analizó la calidad bacteriológica en los mismos ríos, arroyos, efluentes o pluviales que en el punto anterior. Los resultados figuran en el Anexo 2. de este Informe Técnico. Esta información fue transferida a las autoridades municipales de la Ciudad de Ushuaia de inmediato a la obtención de los resultados.
3. **Metales pesados e hidrocarburos en sedimentos de estas Bahías.** Para caracterizar los sedimentos de estas bahías desde el punto de vista de su contenido en metales pesados, concentración de hidrocarburos y contenido de materia orgánica, se realizó un estudio de sedimentos supralitorales. Los mismos se obtuvieron en la línea de marea, mediante tubos de plexiglás de 4,5 cm de diámetro interno y 30 cm de longitud. Se cortaron en fracciones de 3 cm correspondientes a diferentes períodos históricos de sedimentación, con el fin de establecer diferencias en el tiempo.

Los Anexos 3 y 4 muestran los resultados obtenidos de metales pesados e hidrocarburos respectivamente.

4. **Resultados de parámetros ambientales en agua.** Se han seleccionaron estaciones en la Bahía de Ushuaia y Golondrina, con el fin de conocer el impacto de la Ciudad de Ushuaia sobre la calidad del agua de las bahías de Ushuaia, Golondrinas y Encerrada. Las estaciones se ubicaron en transectas paralelas a la costa y hasta una distancia aproximada a las 2 millas. Se tomaron muestras de superficie y de profundidad. La profundidad mínima fue de 4 metros mientras que las máximas superaron los 30 metros en algunas estaciones. En la Bahía Encerrada se tomaron muestras a la entrada a la Bahía, en el Arroyo Buena Esperanza y en los conductos de drenaje de esta Bahía a la Bahía de Ushuaia. De esta manera es posible conocer las condiciones la ingreso y egreso de este sistema. Debe recordarse que -en el momento del muestreo- esta bahía estaba siendo dragada con el fin de mejorar el espejo de agua y la zona aledaña para un posible uso recreativo. En el Anexo 5. figuran los resultados más importantes obtenidos en esta zona.

5. **Fitoplancton y Zooplancton de las bahías.** Con el fin de ampliar la información biológica de las bahías, se ha incluido un estudio de las principales especies y la densidad de ellas en las bahías estudiadas. La selección de estaciones se hizo tratando de obtener un muestreo más o menos homogéneo que reflejara la situación de las mismas. El fitoplancton cuantitativo se obtuvo en cada una de las estaciones en donde se practicaron análisis químicos. El fitoplancton cualitativo y el zooplancton se tomaron con redes de 30  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$  respectivamente. Se determinó el volumen aproximado filtrado por la red de zooplancton mediante un contámetro ubicado en la boca de la red. Los Anexos 6 y 7 muestran los principales resultados obtenidos en estos estudios.

#### 4. Otras consideraciones

1. Durante el período de estudio, se recorrió la zona de trabajo en varias ocasiones. Una de las características particulares observadas ha sido la detección de residuos sólidos en el litoral marítimo. En la zona del parque industrial la cantidad de residuos sólidos resultó muy importante. Esta es generada por las propias industrias que muchas veces las almacenan a la intemperie. Con el viento, estos residuos terminan en la bahía afectando la calidad del agua. La figura siguiente refleja esta situación. El control y la auditoria de estos ambientes deberían reducir la cantidad de residuos al mar.



2. La acumulación de basura en las desembocaduras de ríos y arroyos cerca de la ciudad, colabora para que cualquier persona encuentre normal la descarga de residuos de cualquier tipo en esos lugares. Ha sido posible observar así el vertido de residuos orgánicos sobre las márgenes del arroyo Grande, animales muertos, etc. En esta ocasión también, los chanchos que buscaban basura sobre su costa, se acercaron a los nuevos residuos para obtener alimento. Esta mala práctica puede mitigarse con campañas de concientización y un litoral limpio. La figura siguiente muestra esta situación.



**3. Hidrocarburos sobre el litoral marítimo.** Desde hace años han existido vertidos voluntarios o involuntarios de hidrocarburos en la zona costera de la bahía de Ushuaia. Esto se ha manifestado de manera intensa particularmente frente a San Christopher y en la zona del muelle de combustibles. El resultado es la acumulación de hidrocarburos en sedimentos que será muy difícil eliminar. Una manera rápida de hacerlo sería un tratamiento de estos sedimentos. El proceso es extremadamente costoso y consumiría mucho tiempo. Otra alternativa es dejar que la intemperización, es decir, el envejecimiento por el tiempo, actúe sobre los sedimentos y que lentamente la situación tienda a mejorar. Este proceso puede acelerarse removiendo los sedimentos, de manera de permitir una oxigenación adicional de los mismos y podría aprovecharse mano de obra desocupada en el proceso. Las figuras siguientes muestran algunos sedimentos de este tipo contaminados por hidrocarburos.

**Muestreo de sedimentos entre el muelle de combustibles y el puerto militar en la Bahía de Ushuaia. (Detalles)**





**180101-04-17- Bahía del Club Náutico. Desagüe pluvial "A". Presencia de hidrocarburos.**



**220101-07-2A- Bahía del club Náutico. Playa frente al buque Saint Christopher. Presencia de hidrocarburos en el sedimento.**

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones de las bahías estudiadas

El análisis de los aportes de agua a las bahías estudiadas, ha permitido identificar vertidos líquidos cloacales a la bahía Ushuaia, caracterizados por concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, máximos nutrientes (amonio, nitrito y fosfato) y concentraciones más elevadas de coliformes fecales y *Escherichia coli*. Entre éstos, se destacaron el arroyo Buena Esperanza y vertidos pluviales cercanos a la zona del Club Náutico. Los valores de amonio han llegado a 1000  $\mu\text{M}$  en los pluviales que drenan al lado del Club Náutico y se asociaron con insaturaciones de oxígeno disuelto del 65%.

La zona en donde se encuentra el dispersor de líquidos cloacales (Punta Occidental, Península Ushuaia) no mostró signos de impacto durante el período de muestreo. De acuerdo a la información colectada en ese momento, éste no funcionaba por rotura de una bomba de impulsión.

De todos los aportes al mar estudiados, surgen como menos impactados: el río Olivia y el arroyo Grande en bahía Ushuaia y el río Pipo en bahía Golondrina. Con un impacto intermedio: el arroyo adyacente al muelle de Combustibles (chorrillo del Este) y la pasarela que une las bahías Encerrada y Ushuaia. En un estado que requiere acciones concretas de remediación: tres efluentes que llegan a la bahía Ushuaia cercanos al Club Náutico y al buque Saint Christopher, el arroyo Buena Esperanza y el pluvial del parque industrial.

Las bahías Ushuaia y Golondrina presentan un comportamiento diferente desde el punto de vista químico y fitoplanctónico. La temperatura y las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato fueron mayores en bahía Golondrina que en la bahía Ushuaia. En esta bahía, se observó una influencia clara del río Pipo, con concentraciones de clorofila "a" llamativamente más bajas que en la bahía Ushuaia.

En la bahía Ushuaia, los valores de nitrato, de amonio, de fosfato y de silicato mostraron una distribución paralela a la costa, con concentraciones menores o no detectables en las estaciones más costeras y aumento en las estaciones más alejadas. Esta variación es coincidente con datos de clorofila "a" que superaron los 10  $\mu\text{g/l}$  en muchas estaciones en superficie y con bajos valores de feofitina. Es decir que el aporte nutritivo desde la ciudad a la Bahía es utilizado eficientemente por macro o microalgas en la zona costera. Las concentraciones de oxígeno disuelto indican en general una situación ambiental normal. La sobresaturación observada podría asociarse a una intensa actividad fotosintética por las macroalgas y el fitoplancton.

En todas las estaciones analizadas se ha observado estratificación entre superficie y fondo. Esto se visualiza particularmente a través de la temperatura, el nitrato, el nitrito, el amonio y el silicato. Por la época del año en que se realizaron los estudios (verano), la estratificación del agua es normal, generándose en superficie una estructura menos densa, más cálida y con menor concentración de nutrientes que en profundidad. Es interesante observar que a diferencia de otros compuestos, el amonio y el silicato presentaron menores concentraciones en profundidad, particularmente en la bahía Golondrina. Esta situación revela un aporte desde el continente, con agua dulce, menos densa que fluye por superficie cargada de estos nutrientes que se incorporan al agua marina.

El fitoplancton de la Bahía Ushuaia estuvo dominado por diatomeas céntricas que se presentaron como muy abundantes en las muestras de red. Los dinoflagelados son un componente importante de la muestra y en menor importancia aparecen otros grupos algales. Se observaron especies potencialmente productoras de biotoxinas marinas, como



*Alexandrium catenella*, *A. acatenella*, productoras de toxinas paralizantes de moluscos (VPM). *Dinophysis acuminata* y – en menor proporción *Procentrum lima*, especies productoras de toxina diarreica. Especies del género *Pseudo-nitzschia*, productoras de toxina amnésica.

El fitoplancton de la Bahía Golondrina estuvo dominado por diatomeas, si bien cianofíceas del género *Oscillatoria*, fueron muy importantes en algunas muestras, lo que estaría indicando una eutrofización del ambiente. En esta bahía no se detectaron especies de dinoflagelados productoras de toxinas paralizantes, ni de diatomeas productoras de toxinas amnésicas.

Con los datos presentes, no se encontró ninguna relación significativa entre el zooplancton y la información ambiental disponible. Se recomienda intensificar los estudios ambientales analizando los distintos componentes tróficos de la Bahía.

Las concentraciones de hidrocarburos mostraron valores elevados en el muelle de combustible, en la zona de playa frente al Saint Christophery en la Bahía Encerrada. Estos valores están asociados a las actividades desarrolladas en el área, incluyendo las portuarias y las correspondientes a operaciones del muelle de combustibles. El resto de las estaciones tuvo niveles bajos, similares a otros registrados para la zona costera de la Provincia. Los sedimentos de estos lugares han acumulado hidrocarburos desde hace muchos años, debido a una mala praxis en su manejo.

En el mismo sentido los niveles de metales pesados, aunque similares a aquellos ambientes de moderada contaminación presentan un incremento respecto a los valores reportados en años anteriores y merecen especial atención algunas zonas en las cuales los aportes de efluentes y vertidos sin tratamiento producen concentraciones que claramente indican perturbaciones locales.

Las actividades económicas son generadoras de impactos ambientales cuya mitigación o eliminación debe corresponder al generador. El caso de los residuos sólidos en la zona costera marítima de la ciudad de Ushuaia, es un ejemplo necesario de remediar. Esta acumulación da lugar al mal uso de los sectores costeros por parte de muchas personas anónimas que descargan sus residuos en lugares en donde afectan directamente al ambiente.

## 5.2. Recomendaciones

Con el fin de contribuir al desarrollo de medidas de manejo de los ambientes costeros y marinos de las ciudades patagónicas, se recomienda:

- Intensificar los estudios ambientales analizando los distintos componentes tróficos de la Bahía, asociados a las características físicas y químicas del agua y sedimentos. Esto permitirá el control actualizado de los vertidos desde la Ciudad.
- Controlar permanentemente el plancton, frente a la recurrente observación de *A. catenella* con densidades del orden de  $10^4$  células por litro y otras especies potenciales productoras de otras biotoxinas. Esto permitirá la determinación de vedas en los períodos necesarios, disminuyendo de esta manera el riesgo de intoxicación humana y la posible pérdida de biodiversidad.
- Profundizar los estudios de metales e hidrocarburos en diferentes matrices. Se podrá entonces describir un modelo de transferencia entre compartimientos bióticos y abióticos en el sistema, identificación de emisores sobre la línea de costa y de esta manera poder evaluar su amenaza potencial.

- Generar un programa de mitigación de impactos generados por hidrocarburos en la zona costera, particularmente en la zona del muelle de combustible, frente al buque "Saint Christopher" y la Bahía Encerrada. Esto podrá hacerse mediante medidas técnicas de mitigación.
- Activar la puesta en funcionamiento adecuada del dispersor cloacal. Esto permitirá una mejora significativa de la calidad de la ribera marítima.
- Continuar en algunos casos y generar en otros, programas de educación ambiental que signifiquen un cambio en la percepción de los problemas ambientales por parte de la comunidad. Los programas deberían estar dirigidos a todos los niveles de educación e involucrar a los responsables de la toma de decisiones en materia de Medio Ambiente. Esto permitirá mejorar la calidad de vida de la comunidad de Ushuaia, valorando su rol de ciudad turística.
- Regular construcciones sobre la línea de costa con el fin de mejorar las condiciones del entorno costanero y cumplir con auditorías ambientales de control de efluentes y residuos.
- Generar auditorías ambientales que permitan controlar vertidos clandestinos. Esto generará cambios en la actitud de la población, mejorando su calidad de vida.

## 6. Participantes

Como se ha comentado más arriba, se trata de un estudio multidisciplinario que ha requerido el concurso de numerosos especialistas. A continuación se detallan los participantes y las áreas de competencia respectiva.

Dr. José Luis Esteves (CENPAT – FPN). Responsable del Informe.

Dr. Oscar Amín (CADIC – FPN). Responsable del Informe.

Lic. Marta Commendatore (CENPAT-CONICET). Hidrocarburos.

Dra. Mónica Gil (CENPAT-CONICET). Contaminación urbana y metales pesados.

Dra. Mónica Hoffmeyer (IADO-CONICET). Zooplancton.

Anal. Sist. Horacio Ocariz (CENPAT - FPN). Fotografía, organización de campañas y muestreos.

Lic. María Victoria Rodríguez (UNPSJB Madryn). Bacteriología.

Oceanog. Norma Santinelli (UNPSJB Trelew). Fitoplancton.

Lic. Viviana Sastre (UNPSJB Trelew). Fitoplancton.

Ing. Qca. M.Sc. Miriam Solís (CENPAT-CONICET). Contaminación urbana.

Srta. Valeria Willers (Estudiante UNPSJB Madryn). Bacteriología.

## 7. Agradecimientos

Nuestro reconocimiento al Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET) de Puerto Madryn y al Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET) de Ushuaia, en donde los autores han realizado los análisis químicos. A la Dirección del CADIC, al personal de Secretaría y Servicios y al Sr. Alejandro Chizzini por el apoyo en los muestreos de la Bahía Ushuaia.

## 8. Referencias

Amin, O. 1995. Toxicidad para invertebrados marinos de metales pesados detectados en la zona costera próxima a Ushuaia, Tierra del Fuego. Tesis Doctoral UBA. 1995.



- Amin, O.; L. Ferrer and J. Marcovecchio. 1996a. Heavy metal concentrations in littoral sediments from the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Env. Monitoring and Assessment* 41 (3): 219-231
- Amin O., L. Ferrer, A. Barral, J. Marcovecchio & A. Pucci. 1996b. Chromium, Zinc and Iron geochemical partitioning in marine sediments from Beagle Channel, in Argentina. *Proceedings of 2nd International Symposium: Environmental Geochemistry in Tropical Countries* 358-361
- Amin O., S. Andrade, L. Ferrer, L. Comoglio, J. Marcovecchio & N. San Román. 1997a Use of Macroalgae as bioindicator of heavy metal concentrations in coastal zone of Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Proc. of Int. Symp. of Cold Region Development. (ISCORD 97)*: 337-340
- Amin O., L. Ferrer, A. Barral, J. Marcovecchio & A. Pucci. 1997b. Geochemical distribution of trace metals in marine sediments from Beagle Channel, in Argentina. *Proceedings of International Symposium of Cold Region Development (ISCORD 97)*: 333-336
- Amin O.; Rodríguez, E.; Hernando, M.; Comoglio, L.; Lopez, L. and Medesani, D. 1998 Effects of lead and cadmium on hatching of the Southern King Crab *Lithodes santolla* (Decapoda, Anomura). *Invertebrate Reproduction and Development* 33: (1) 81-85.
- Amin O.A. y L. Comoglio, 1999. Efectos del cadmio, plomo y cinc en el desarrollo larval de la centolla (*Lithodes santolla*). *Proceedings de VIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Trujillo, Perú.* 884-885.
- Amin O. y L. Comoglio 2002. Toxicidad del petróleo diesel en el primer estadio larval de la centolla (*Lithodes santolla*) y del centollón (*Paralomis granulosa*). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* Vol 37 N°2: 139-144.
- Amin O.; L. Comoglio and E. Rodríguez. 2003. Toxicity of Cadmium, Lead and Zinc to Larval Stages of *Lithodes santolla* (Decapoda- Anomura) *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 71 (3): in press.
- C.F.I.. (Consejo Federal de Inversiones), 1993. Evaluación e identificación de sitios aptos para el desarrollo de la acuicultura. Sobre la zona costera de la Isla Grande de la Tierra del Fuego y sus aguas interiores. Informe de avance, primer y segundo informes parciales. Quirós Rolando, Luchini Laura, Wicki Gustavo y Errazti Elizabeth.
- Gil M.N., Harvey M.A. y Esteves J.L., 1999: Heavy Metals in Intertidal Surface Sediments from the Patagonian Coast, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 63 : 52-58.
- Horowitz A.J. y Elrick K. A., 1978: Informe 85. U.S. Geological Survey.
- Standard Methods, 1980: Standard Methods for the examination of water and waste waters. 15<sup>th</sup>. Ed. APHA-AWWA-WPCF. 1134pp.

**Anexo 1. Efluentes, ríos o arroyos que drenan a las Bahías Golondrina, Encerrada y Ushuaia.**

---

**Miriam Solís, Valeria Willers, María Victoria Rodríguez, Oscar Amín y José Luis Esteves.**

**Objetivo.** Caracterizar los cursos de agua tales como efluentes, pluviales, arroyos y ríos que drenan a las bahías citadas.

**Muestreo.** Se han analizado los siguientes lugares en su vertido en el mar (ver figura):

Bahía Golondrina:

6. Río Pipo.
7. Dispensor cloacal (drena en la zona externa de la B. Golondrina, sobre la Península Ushuaia).

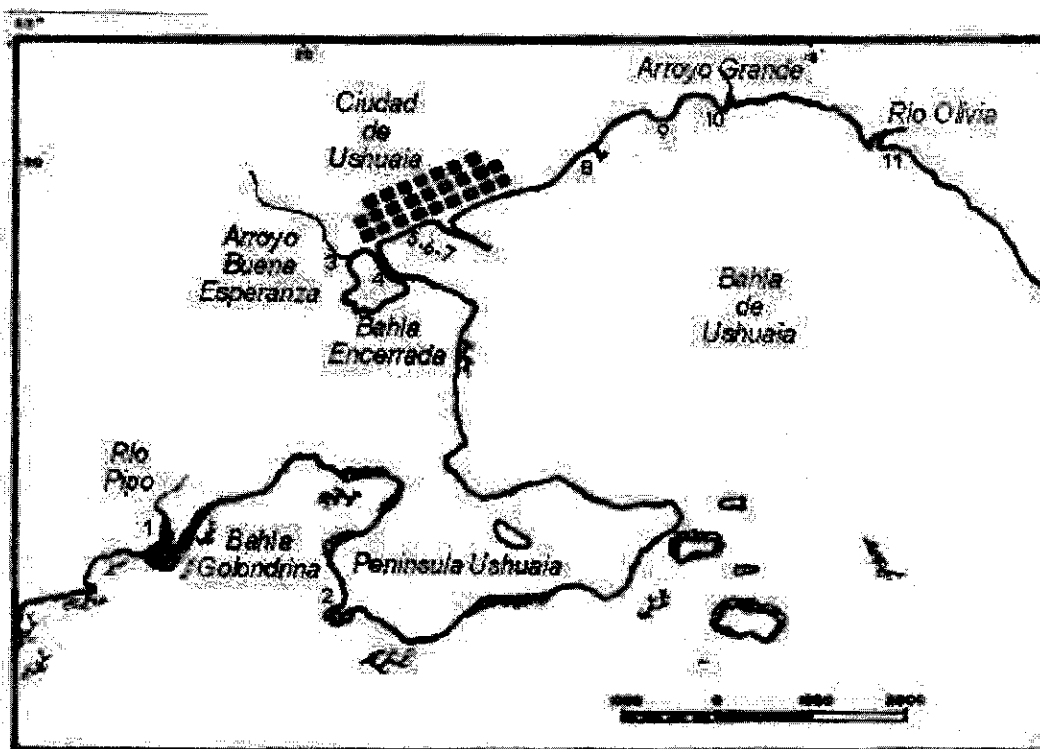
Bahía Encerrada:

8. Arroyo Buena Esperanza.
9. Pasarela (drena desde la Bahía Encerrada a la Bahía de Ushuaia).

Bahía Ushuaia:

10. Club Náutico C.
11. Club Náutico B.
12. Club Náutico A.
13. Muelle Combustible.
14. Pluvial Parque Industrial.
15. Arroyo Grande (al lado del matadero).
16. Río Olivia.

En la Bahía Encerrada se tomaron muestras a la entrada a la Bahía, en el Arroyo Buena Esperanza y en los conductos de drenaje de esta Bahía a la Bahía de Ushuaia. De esta manera es posible conocer las condiciones la ingreso y egreso de este sistema. Debe recordarse que -en el momento del muestreo- esta bahía estaba siendo dragada con el fin de mejorar el espejo de agua y la zona aledaña para un posible uso recreativo.



**Análisis efectuados.** Se determinó *in situ* el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH; los dos primeros parámetros se midieron con una sonda YSI y el tercero con electrodo de pH. Los sólidos sedimentables totales (SST) y los residuos totales por evaporación (RTE) se analizaron en el laboratorio del CADIC en Ushuaia, donde también se determinó colorimétricamente el amonio, mediante la técnica del azul de indofenol (Strickland y Parsons, 1972). Para los SST y RTE se siguió la metodología propuesta por el Standard Methods (1980). Las muestras para conductividad, conservadas a temperatura ambiente, y para nutrientes (nitrato, nitrito, fosfato y silicato) congeladas a -20°C hasta su análisis, se trasladaron a los laboratorios del CENPAT, en Puerto Madryn. La conductividad se determinó mediante un conductímetro YSI. Para nitrato, nitrito y fosfato se aplicaron las técnicas colorimétricas propuestas por Strickland y Parsons (1972), adaptadas para autoanализador Technicon en el caso de nitrato y nitrito; para el silicato se aplicó el método N° 186-72W/B de Technicon.

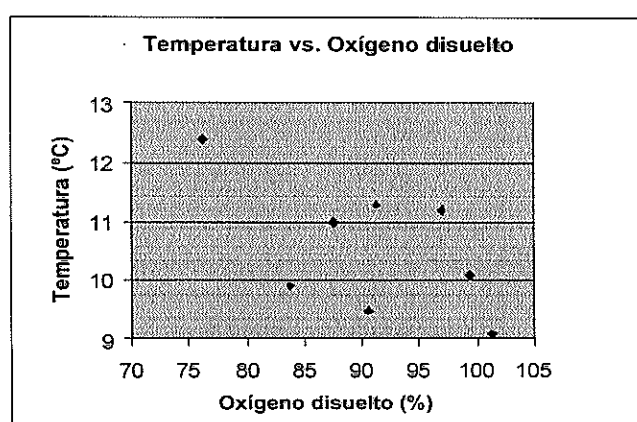
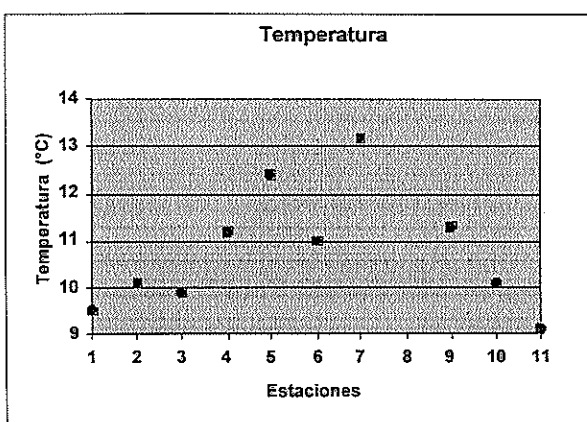
### Resultados

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos:

| Nro | Lugar                 | Temp (°C) | pH   | Oxígeno |      | RTE (mg/l) | SST (mg/l) | Cond. (µS/cm) | Nitrato (µg-at N/l) | Nitrito (µg-at N/l) | Amonio (µg-at N/l) | Fosfato (µg-at P/l) |
|-----|-----------------------|-----------|------|---------|------|------------|------------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|     |                       |           |      | ppm     | (%)  |            |            |               |                     |                     |                    |                     |
| 1   | Río Pipo              | 9.5       | 8.5  | 9.9     | 90.6 | 156        | 41.5       | 128           | 1.46                | 0.04                | 1.1                | 0.19                |
| 2   | Dispensor (Península) | 10.1      | 7.88 | 9.2     | 99.4 | ---        | 29.6       | 41700         | 2.26                | 0.14                | 1.9                | 0.23                |
| 3   | Arroyo B. Esperanza   | 9.9       | 8.25 | 9.4     | 83.8 | 116        | 23.7       | 174           | 19.34               | 0.58                | 134.1              | 6.91                |
| 4   | Pasarela              | 11.2      | 7.6  | 10.5    | 97   | 41798      | 31.1       | 40600         | 8.47                | 0.80                | 22.3               | 1.84                |

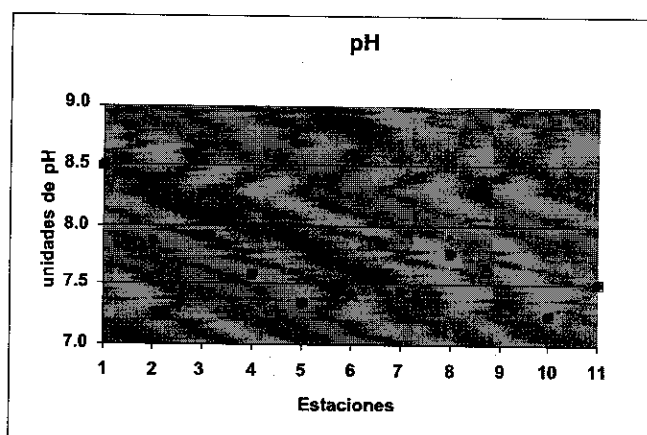
|    |                           |      |      |      |      |     |      |      |        |       |        |       |
|----|---------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|--------|-------|--------|-------|
| 5  | Club Náutico C            | 12.4 | 7.35 | 8.7  | 76.2 | 230 | 33.5 | 389  | 75.29  | 1.56  | 887.8  | 44.87 |
| 6  | Club Náutico B            | 11   | 7.42 | 9.6  | 87.5 | 195 | 27.3 | 266  | 127.44 | 1.59  | 321.1  | 17.98 |
| 7  | Club Náutico A            | 13.2 | 7.45 | 7.1  | 66.2 | 304 | 52.5 | 444  | 12.33  | 26.98 | 1049.6 | 58.83 |
| 8  | Muelle Combust.           | 8.9  | 7.78 | 11   | 95   | 71  | 14.5 | 191  | 18.73  | 0.23  | 11.1   | 1.97  |
| 9  | Pluvial Parque Industrial | 11.3 | 7.34 | 10   | 91.3 | 247 | 39.8 | 309  | 148.52 | 0.78  | 39.4   | 0.98  |
| 10 | Arroyo Grande             | 10.1 | 7.24 | 11.1 | 99.4 | 804 | 12.7 | 1383 | 2.06   | 0.10  | 12.7   | 8.54  |
| 11 | Río Olivia                | 9.1  | 7.5  | 11.6 | 101  | 93  | 15.5 | 55   | 0.62   | 0.02  | 2.9    | 0.36  |

La temperatura se mantuvo entre 9 y 13 °C; el valor máximo correspondió a la estación con menor porcentaje de oxígeno disuelto (Estación Club Náutico C). La figura siguiente muestra las variaciones observadas.

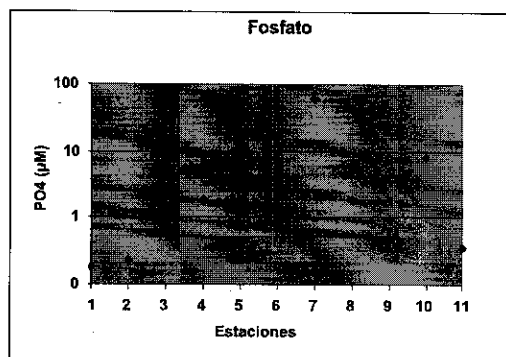
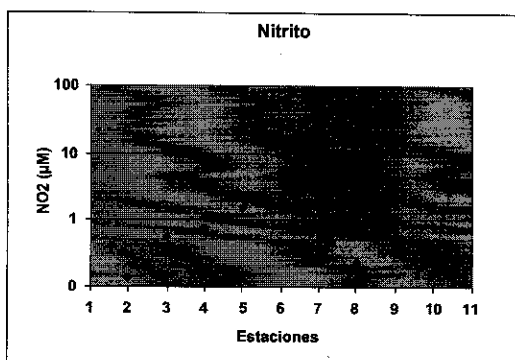
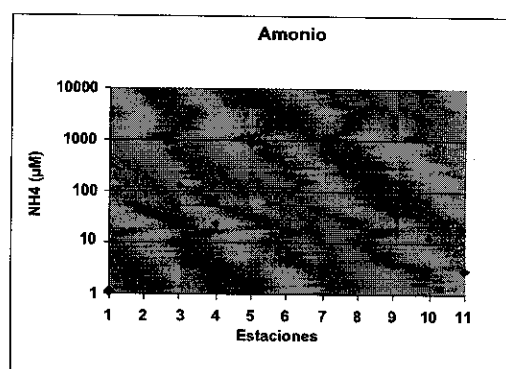
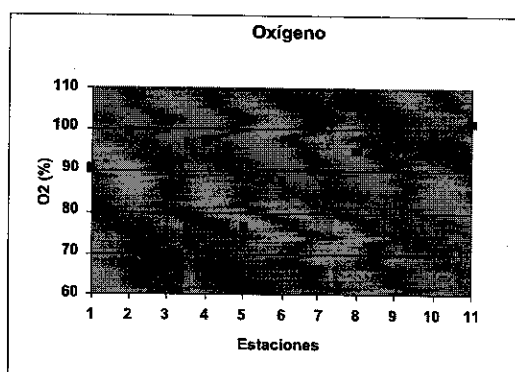


El pH se mantuvo en valores comprendidos entre 7,2 y 8,5. Las primeras tres estaciones mostraron los valores más elevados; luego se mantuvo relativamente constante con valores cercanos a 7,5. La figura siguiente muestra estos resultados:

Los datos de conductividad indican influencia marina en el dispersor de B. Golondrinas y en la pasarela y reflejan un comportamiento similar del RTE. Exceptuando los dos sitios mencionados, el RTE fue más elevado en el Arroyo Grande, el Pluvial del Parque Industrial y el Club Náutico. En el Club Náutico y el Pluvial del Parque Industrial se observaron también altos SST.



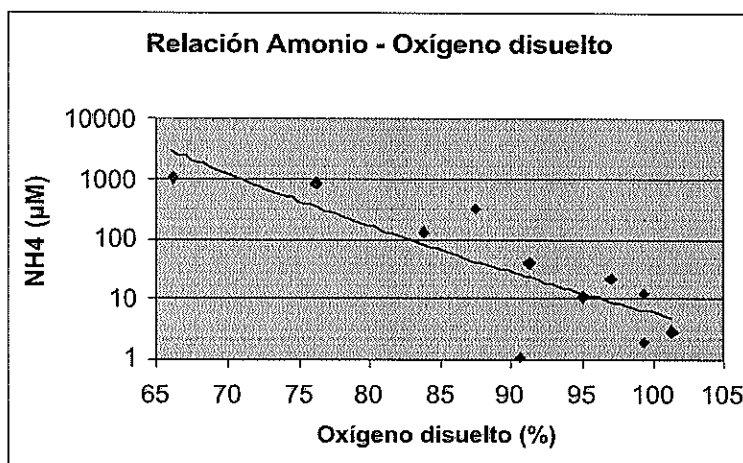
La distribución de oxígeno, amonio, nitrito y fosfato en las diferentes estaciones estudiadas, pueden verse en las figuras siguientes:



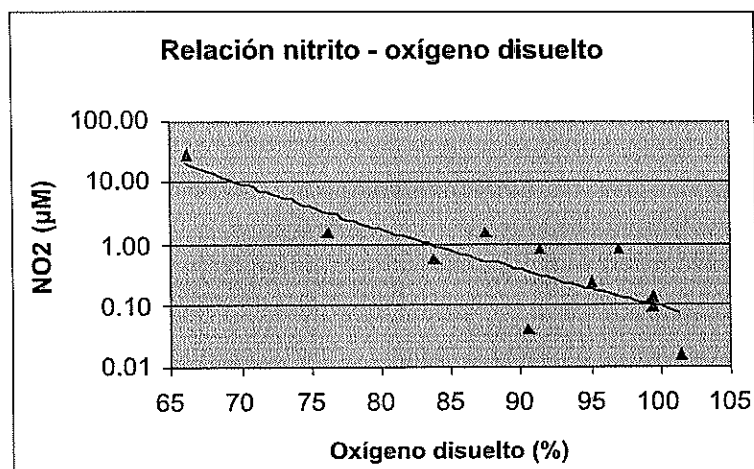
Las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto y máximas de amonio, nitrito y fosfato se observaron en las estaciones 3 (arroyo Buena Esperanza), 5 (Club Náutico C), 6 (Club Náutico B) y 7 (Club Náutico A). En los gráficos de nutrientes, se han aplicado escalas logarítmicas que reflejan la gran variabilidad en la calidad de estos efluentes, ríos

y arroyos. De acuerdo a los datos de bacteriología (ver Anexo 2 de este Informe), es en estas estaciones en donde también se observaron las concentraciones más elevadas de coliformes fecales y *Escherichia coli*, que indican un claro aporte de líquidos cloacales a la Bahía de Ushuaia.

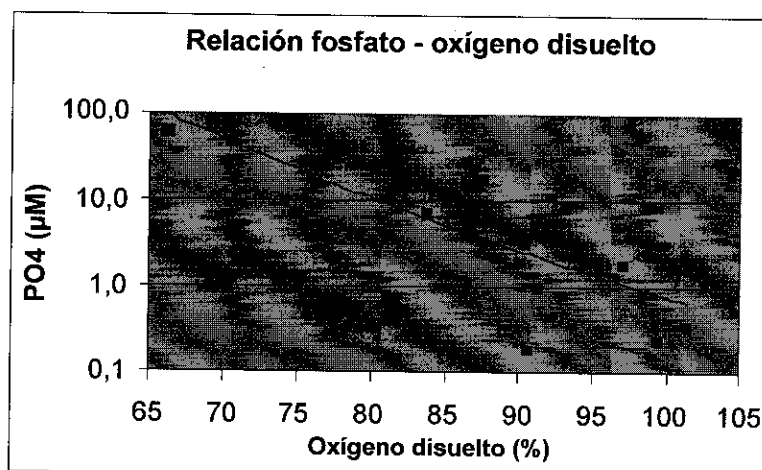
En el caso del amonio, las concentraciones son muy variables. Los máximos valores, superiores a 1000  $\mu\text{M}$ , son coincidentes con insaturaciones de oxígeno disuelto del orden de 65%.



Para el nitrito, si bien las concentraciones son menores que para el parámetro anterior, la relación con el oxígeno disuelto sigue la misma tendencia que el amonio. Los máximos se asocian igualmente con los mínimos de oxígeno disuelto.



En el caso del fosfato, los rangos de concentraciones son similares al nitrito y la relación con el oxígeno disuelto sigue la misma tendencia. Los máximos se asocian igualmente con los mínimos de oxígeno disuelto.



El arroyo Buena Esperanza (estación 3) que drena sus aguas en la Bahía Encerrada, presentó un pH alcalino de 8,25, una cierta insaturación de oxígeno disuelto (84%) y valores elevados de nitrato, nitrito, amonio y fosfato, que son indicadores de conexiones urbanas a este sistema. Cuando el agua deja esta Bahía por la denominada Pasarela (canal que une la bahía Encerrada y la bahía de Ushuaia; estación 4) y se mezcla con el agua de la bahía de Ushuaia se observaron cambios en las condiciones del pH que disminuyó ligeramente a 7,6, se incrementó el oxígeno disuelto (97 %) y disminuyó el nitrato, el amonio y el fosfato. Es decir, existen mecanismos de consumo de nutrientes en los sedimentos o en el agua de la bahía Encerrada y una reoxigenación. Este proceso puede darse de una manera no excluyente por difusión del oxígeno desde el aire por efecto del viento o por procesos de fotosíntesis generados por las microalgas presentes en esta Bahía.

#### **Conclusiones sobre los aportes a las bahías.**

El análisis de los aportes de agua a las bahías estudiadas, permite identificar claramente que algunos constituyen efluentes típicos que vierten líquidos cloacales a la Bahía de Ushuaia. Están caracterizados por concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, máximos nutrientes (amonio, nitrito y fosfato) y concentraciones más elevadas de coliformes fecales y *Escherichia coli*. Entre éstos, pueden citarse las estaciones 3 (arroyo Buena Esperanza), 5 (Club Náutico C), 6 (Club Náutico B) y 7 (Club Náutico A).

El déficit de oxígeno disuelto observado en algunos de los efluentes, se ha relacionado inversamente con altos valores de amonio, nitrito y fosfato. Los valores de amonio han llegado a 1000 µM en los pluviales que drenan al lado del Club Náutico y se asociaron con insaturaciones de oxígeno disuelto del 65%.

La zona en donde se encuentra el dispersor de líquidos cloacales no mostró signos de impacto durante el período de muestreo. De acuerdo a la información colectada en ese momento, éste no funcionaba por rotura de una bomba de impulsión.

De todos los aportes al mar estudiados, surgen como menos impactados: el río Olivia y el arroyo Grande en bahía Ushuaia y el río Pipo en bahía Golondrina. Con un impacto intermedio: el arroyo adyacente al muelle de Combustibles (chorrillo del Este) y la pasarela que une las bahías Encerrada y Ushuaia. En un estado que requiere acciones concretas de remediación: tres efluentes que llegan a la bahía Ushuaia cercanos al Club

Náutico y el buque Saint Christopher, el arroyo Buena Esperanza y el pluvial del parque industrial.

### **Referencias**

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 1-167.

Standard Methods, 1980: Standard Methods for the examination of water and wastewater. 15<sup>th</sup>. Ed. APHA – AWWA – WPCF, 1134 pp.



## **Anexo 2. Contaminación bacteriológica en las bahías de Ushuaia, Encerrada y Golondrina.**

---

**Valeria Willers, María Victoria Rodríguez y José Luis Esteves**

**Objetivo:** Determinar la contaminación bacteriológica de la Bahía Ushuaia a través del análisis de los efluentes, ríos y arroyos que drenan a las Bahías.

**Materiales y Métodos:** Entre los días 17 y 23 de Enero de 2001 se desarrollaron campañas de recolección de muestras, de efluentes y pluviales que drenan al mar, sedimentos costeros y agua a diferentes profundidades de la Bahía Ushuaia y de la Bahía Golondrina.

Entre los efluentes, pluviales y ríos que drenan a las bahías, se muestrearon los siguientes puntos: Río Pipo, Dispensor cloacal, Arroyo Buena Esperanza, Ba. Encerrada, Pasarela, Club Náutico, Chorrillo del Este, Parque Industrial, Arroyo Grande y Río Olivia.

Se determinaron en cada punto de muestreo - entre otros parámetros - la concentración de bacterias Coliformes Totales y Fecales (*Escherichia coli*).

En la Bahía Encerrada se han tomado muestras en los ingresos a la misma (Arroyo Buena Esperanza y emisario cloacal) y en la salida a la Bahía Ushuaia por los conductos de comunicación con ésta (Pasarela).

Para llevar a cabo los muestreos y el procesamiento parcial de las muestras se contó con la infraestructura y los servicios del CADIC.

Esta información bacteriológica, que fue obtenida y procesada durante los días de muestreo, fue presentada ante las autoridades de la Municipalidad de Ushuaia el 24 de Enero de 2001.

**METODOLOGIA.** Se siguió el método Quanty-tray®, con 51 réplicas por dilución, obteniendo de tablas el número más probable cada 100 ml (NMP/100 ml). Esta técnica ha sido probada por la EPA (Environmental Protection Agency de USA) y tiene la ventaja - sobre la técnica convencional - de ser más rápida en la preparación, requiere mucho menos material de vidrio estéril y es más fiable por la cantidad de réplicas que pueden hacerse de cada dilución seleccionada. La desventaja está asociada al costo del equipamiento y los reactivos.

## RESULTADOS

Los resultados bacteriológicos obtenidos en la presente campaña se resumen en la siguiente tabla (valores expresados en número más probable de bacterias -NMP- de bacterias por cada 100 ml).

| LUGAR DE MUESTREO          | COLIFORMES TOTALES |                    |                    | <i>ESCHERICHIA COLI</i> |                    |                    |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
|                            | Promedio           | Mínimo             | Máximo             | Promedio                | Mínimo             | Máximo             |
| Río Pipo                   | $2 \times 10^4$    | $0,6 \times 10^4$  | $7,3 \times 10^4$  | 2220                    | 1410               | 3520               |
| Dispensor cloacal          | 738                | 531                | 1048               | 42                      | 17                 | 107                |
| Arroyo. Buena Esperanza    | $3,1 \times 10^5$  | $1,1 \times 10^5$  | $9 \times 10^5$    | $6,2 \times 10^4$       | $4,5 \times 10^5$  | $8,9 \times 10^5$  |
| Bahía Encerrada (cloaca)   | $5,3 \times 10^6$  | $2,3 \times 10^6$  | $1,2 \times 10^7$  | $7,38 \times 10^5$      | $7,31 \times 10^5$ | $1,04 \times 10^6$ |
| Bahía Encerrada (pasarela) | 7500               | 3700               | 15500              | 782                     | 564                | 1112               |
| Club Náutico (CNC)         | $6,4 \times 10^6$  | $3 \times 10^6$    | $1,4 \times 10^7$  | $7,38 \times 10^5$      | $5,31 \times 10^5$ | $1,05 \times 10^6$ |
| Club Náutico (CNO)         | $1,24 \times 10^7$ | $7 \times 10^6$    | $2,21 \times 10^7$ | $1,44 \times 10^6$      | $1,02 \times 10^6$ | $2,24 \times 10^6$ |
| Chorrillo del Este         | $1,65 \times 10^5$ | $1,15 \times 10^5$ | $2,72 \times 10^5$ | $1,1 \times 10^4$       | $6 \times 10^3$    | $2,05 \times 10^4$ |
| Parque Industrial          | $1,24 \times 10^5$ | $7 \times 10^4$    | $2,21 \times 10^4$ | $7,5 \times 10^4$       | $3,7 \times 10^4$  | $1,55 \times 10^5$ |
| Arroyo Grande              | $3,06 \times 10^4$ | $2,04 \times 10^4$ | $4,63 \times 10^4$ | $9,9 \times 10^3$       | $5,3 \times 10^3$  | $1,9 \times 10^4$  |
| Río Olivia                 | 75                 | 37                 | 155                | 10                      | 3                  | 56                 |

De acuerdo a la legislación vigente (Ley Provincial 55), los valores obtenidos para coliformes totales han superado en la mayoría de los casos los establecidos como límite por esa legislación. Esta ley estipula los siguientes límites máximos de coliformes totales (NMP/ 100 ml) a ser vertidos en:

- Colector cloacal: No hay límites permisibles (N.E.)
- Conducto pluvial a curso de agua:  $< 5000 (5 \times 10^3)$  NMP/100 ml.
- Absorción en el suelo (N.E.)
- Mar  $< 20000 (2 \times 10^4)$  NMP/100 ml.

Los menores valores fueron obtenidos en muestras del Río Olivia y en el mar adyacente al dispensador cloacal (punta occidental de la Península Ushuaia).

El río Pipo presentó una concentración intermedia de  $2 \times 10^4$  NMP/100 ml de coliformes totales y  $2 \times 10^3$  NMP/100 ml de *E. coli*. Este valor se encuentra en el límite establecido por la legislación para su vertido al mar.

La Bahía Encerrada se comporta como una laguna de estabilización del sistema cloacal. Ingresan por el arroyo Buena Esperanza concentraciones de coliformes totales de  $3,1 \times 10^5$  NMP/100 ml y de *Escherichia coli* de  $6,24 \times 10^4$  NMP/100 ml; para las muestras tomadas a la salida del emisario cloacal, ubicado a la altura del Paseo de las Rosas, las concentraciones de coliformes totales y *Escherichia coli* fueron de  $5,3 \times 10^6$  y  $7,38 \times 10^5$  respectivamente. Sin embargo, en las muestras tomadas en la boca de uno de los conductos de comunicación entre Bahía Encerrada y Bahía Ushuaia durante bajamar (flujo saliente), los valores obtenidos, si bien elevados, disminuyen a  $7,2 \times 10^3$  de coliformes totales y 782 de *E. coli*.

Sobre la costa adyacente al Club Náutico (altura calle Piedra Buena), existen tres conductos pluviales que drenan hacia la Bahía Ushuaia. Los caudales varían de manera importante entre ellos, siendo el de mayor caudal el ubicado más al oeste (CNO) y el de menor caudal el ubicado más hacia el este (CNE). Las concentraciones determinadas para el efluente situado entre ambos (CNC) fueron de  $6,4 \times 10^6$  coliformes totales, y de  $7,38 \times 10^5$  de *E. coli*, mientras que para el CNO éstas fueron de  $1,2 \times 10^7$  y de  $1,5 \times 10^6$  de coliformes totales y *E. coli* respectivamente.

Es importante señalar que el conducto CNO presentaba una cámara de inspección sobre la costanera sin su correspondiente tapa, que implica un riesgo para los peatones que circulan por el lugar.

El pluvial CNE emite bajo caudal, pero con altas concentraciones de aceites o grasas claramente perceptibles. Sobre éste no se realizó análisis bacteriológico.

Concentraciones del orden de  $10^5$  NMP/100 ml para coliformes totales y de  $10^4$  NMP/100 ml para *E. coli* fueron obtenidos en muestras colectadas en los drenajes ubicados al oeste del muelle de combustible (Chorrillo del este), en el correspondiente al Parque Industrial y en la desembocadura del Arroyo Grande. Estos valores superaron aquí también los máximos establecidos por la legislación.

Las muestras en el área de influencia del dispersor cloacal fueron realizadas cuando este no operaba. Los bajos valores obtenidos podrían obedecer a este motivo, a una dispersión eficiente del emisario o a ambas causas.

#### CONCLUSIONES:

El sistema estudiado está siendo impactado por aportes de efluentes, pluviales y ríos que contienen una alta concentración bacteriana. Esta concentración superó ampliamente, en la mayoría de los casos a los límites establecidos por la ley. Esto constituye un severo riesgo sanitario que debe ser considerado por las autoridades competentes.

#### RECOMENDACIONES:

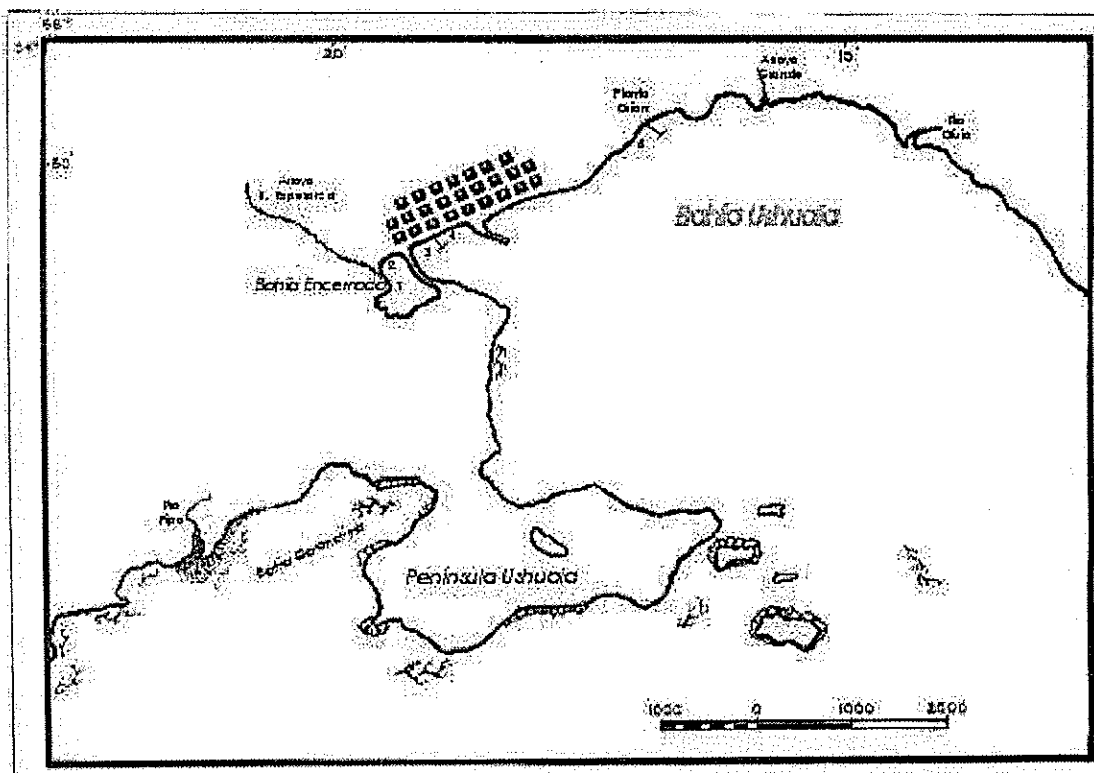
- Monitoreo continuo, con frecuencia quincenal, para la evaluación del estado de los pluviales, efluentes o ríos que drenan a la Bahías Ushuaia, Golondrina y Encerrada.
- Instalación de cartelería advirtiendo sobre el riesgo de entrar en contacto que tales drenajes y sobre la necesidad de proteger los cursos de agua y la zona costera.
- Ejecución en un plazo perentorio, de la transferencia de todos los efluentes impactados por contaminación que drenan a los ríos o al mar, al sistema cloacal principal de la ciudad.
- Auditoría de las instalaciones sanitarias domiciliarias, comerciales e industriales con el fin de detectar y corregir las conexiones clandestinas que impactan los cursos de agua y el sistema costero.
- Realización de campañas de educación, enfatizando la necesidad de preservar las Bahías saneadas y advirtiendo sobre las penas a ser aplicadas para quienes no cumplan con la normativa legal.

### Anexo 3. Análisis de metales pesados en sedimentos costeros superficiales.

Oscar Amin.

**Objetivo:** Determinar la concentración actual de metales (Zinc, Cobre, Cadmio, Plomo, Cromo, Manganeso y Mercurio) en sedimentos costeros superficiales de la bahía de Ushuaia.

**Muestreo.** Se relevaron cinco estaciones de muestreo en la bahía de Ushuaia, correspondientes a puntos susceptibles de encontrar un impacto antrópico por estos elementos. La figura muestra los lugares seleccionados. Los sedimentos se secaron en estufa a baja temperatura (40 °C), se tamizaron por malla de 2 mm para eliminar gravas y conchillas y se separó la fracción menor a 63 µm. Sobre esta fracción se realizó la determinación de metales y materia orgánica.



**Análisis de metales en sedimentos:** para Cobre, Cadmio, Plomo y Zinc, cada muestra se digirió con ácido clorhídrico 0,5 N (25 ml/g de muestra) durante 12 horas en frío según el método descrito por Gil y col. (1999) y Agemian y Chau (1976). Los metales así obtenidos representan la fracción biodisponible; es decir, aquellos que pueden ser utilizados fácilmente por organismos vivos y no la concentración total de metales en el sedimento que se analizan según la técnica de Horowitz y Elrick (1978). Se midieron por absorción atómica con llama aire-acetileno. Para Mercurio se trataron las muestras a 50°C en tubos de digestión tipo Kjeldahl con ácidos clorhídrico y nítrico (1 + 9) (3 ml/g de muestra). Se llevaron a volumen y se analizaron por absorción atómica mediante la técnica de vapor frío modificada.

**Calidad de los resultados:** la calidad de los datos se aseguró por cuantificación de los coeficientes de variación a partir de diez réplicas de una misma muestra. La recuperación se calculó a través del agregado de sales inorgánicas de Zn, Cu, Cd y Pb a tres réplicas de una muestra de concentración conocida (Tabla N°1). Todas las muestras se analizaron por duplicado.

Tabla N°1: Calidad de los datos de metales

|   | Zinc            | Cobre         | Cadmio         | Plomo           | Mercurio |
|---|-----------------|---------------|----------------|-----------------|----------|
| COEFICIENTE DE VARIACION (%)<br>(promedio)(ppm) | 0.77<br>(20.09) | 2.89<br>(7.4) | 3.58<br>(2.51) | 1.88<br>(31.87) |          |
| RECUPERACION (%)                                | 104             | 98            | 99             | 113             |          |
| LIMITE DE DETECCION (ppm)                       | 0.47            | 0.64          | 0.27           | 1.80            | 0.005*   |

\* Límite de detección del equipo.

### Resultados

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 1, mientras que en la Tabla 2 pueden observarse datos comparativos con otros lugares de Patagonia.

De acuerdo a estos resultados, Bahía Ushuaia presentó moderadas a altas concentraciones de Plomo, principalmente en áreas sujetas a impacto de actividad portuaria y significativos niveles de Cobre y Zinc en estaciones ubicadas en las proximidades de sitios donde se identificaron descargas pluviales y cloacales.

Por su parte bahía Encerrada mostró los valores más elevados de Cadmio cuyo origen sería independiente, el cual deberá ser determinado.

Es importante señalar que estudios recientes, posteriores a los que se realizaron para el presente estudio, indican una tendencia y una caracterización similar a la que aquí se presenta (Vázquez et al., 2003), en todo caso con niveles de aumento en la concentración de metales típicamente antropogénicos si se los compara con estudios realizados durante 1994 a 1996.

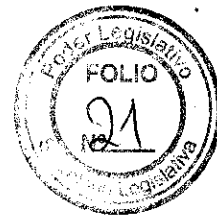
Tabla 1: Valores promedio de metales pesados en sedimentos de Bahía Ushuaia y bahía Encerrada, expresados en ppm (microgramo/gramo de peso seco).

| Lugar                  | Estación | Pb | Cd   | Cu | Fe     | Mn    | Zn  | Cr  | Hg    |
|------------------------|----------|----|------|----|--------|-------|-----|-----|-------|
| Bahía Encerrada arroyo | 1        | 10 | 0,87 | 13 | 4.900  | 260   | 57  | 4,2 | <0,05 |
| Bahía Encerrada draga  | 2        | 15 | 1,2  | 14 | 5.000  | 180   | 72  | 4,4 | <0,05 |
| Club Náutico           | 3        | 24 | <0,5 | 26 | 4.600  | 400   | 49  | 7,7 | 0,13  |
| S. Christopher         | 4        | 90 | <0,5 | 64 | 10.000 | 420   | 160 | 3,2 | <0,05 |
| Planta Orion           | 5        | 70 | <0,5 | 54 | 8.600  | 5.600 | 130 | 2,3 | <0,05 |

Los resultados obtenidos son comparables con aquellos medidos en otros sitios del mundo sujetos a contaminación moderada aunque es llamativo que resulten mayores que aquellos medidos previamente en la costa patagónica, con excepción de la Bahía de San Antonio. (Tabla 2).

| Lugar              | METALES         |                |             |                 |
|--------------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|
|                    | Zinc            | Cobre          | Cadmio      | Plomo           |
| Bahía San Antonio  | 1868,6 (3292,5) | 570,2 (1478,4) | 2,3 (3,9)   | 1790,9 (4497,2) |
| Puerto Madryn      | 20,45 (8,0)     | 6,9 (1,41)     | nd          | 31,0 (2,8)      |
| Comodoro Rivadavia | 160 (42,42)     | 15,5 (1,74)    | nd          | 27,5 (6,36)     |
| Bahía Ushuaia      | 93,60 (43,66)   | 34,20 (21)     | 1,04 (0,23) | 41,80 (32,14)   |

En función de estos resultados, se recomienda la profundización de los estudios en diferentes matrices a fin de poder describir un modelo de transferencia entre compartimientos bióticos y abióticos en el sistema y de esta manera poder evaluar su amenaza potencial.



### **Bibliografía**

- Agemian H. y Chau A.S.Y., (1976). Evaluation of extraction techniques for the determination of metals in aquatic sediments. *Analyst*, 101 : 761 - 767.
- Gil M.N., M.A. Harvey y J.L. Esteves, 1999: Heavy metals in intertidal surface sediments from the Patagonian Coast, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 63 : 62-58.
- Horowitz A.J. y Elrick K. A., 1978: Informe 85. U.S. Geological Survey.
- Vázquez N.N., Gil M.N; Esteves J.L. y Amín O.A., 2003: Contaminación por Zn, Cu, Pb y Cd en sedimentos intermareales de la zona costera del Canal Beagle, Tierra del Fuego. V<sup>as</sup>. Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Mar del Plata, 8 al 12 de diciembre de 2004.

#### Anexo 4. Hidrocarburos alifáticos en la bahía de Ushuaia.

Marta Commendatore y José Luis Esteves

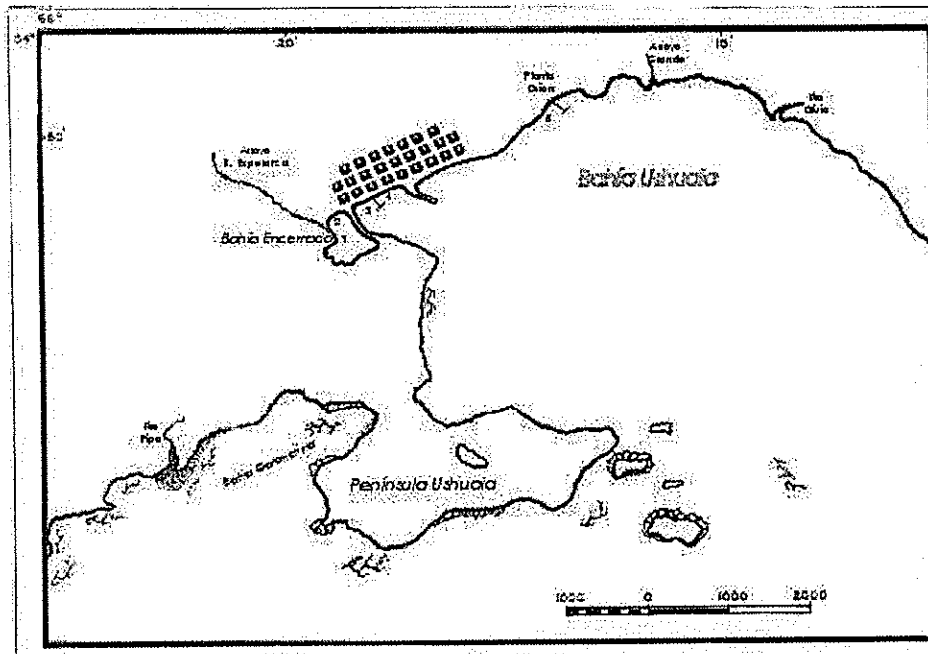
**Objetivo.** Conocer la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en las bahías de Ushuaia, Golondrina y Encerrada. Este estudio específico de hidrocarburos forma parte de un relevamiento más completo realizado en todo el litoral marítimo de la Provincia de Tierra del Fuego. La campaña de muestreo se realizó sobre sedimentos superficiales supralitorales.

#### Materiales y Métodos.

**Ubicación de las estaciones de muestreo.** La tabla y la figura 1 muestran las estaciones de muestreo en las bahías bajo estudio.

| Estación | Ubicación                  |
|----------|----------------------------|
| 1        | Arroyo Buena<br>Esperanza  |
| 2        | Bahía Encerrada draga      |
| 3        | Club Náutico               |
| 4        | Saint Christopher          |
| 5        | Estación de<br>Combustible |

Figura 1: Ubicación de las estaciones en las bahías de Ushuaia.



Las muestras de sedimento superficial (0-3 cm) fueron obtenidas en el límite superior de la pleamar. Se utilizaron tubos de acrílico de 25 cm de largo por 4,5 cm de

diámetro interno o, en aquellos casos de sedimentos compuestos por grava, mediante espátulas. Estos fueron transferidos inmediatamente a recipientes de vidrio y congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

**Análisis químicos.** Se analizaron las concentraciones de hidrocarburos alifáticos mediante Cromatografía de Gases de Alta Resolución. Se siguió la metodología propuesta por la UNESCO (1982) y Gold *et al.* (1987). Se pesó el sedimento húmedo y se saponificó. La fracción no saponificable se extrajo con hexano. Los extractos combinados se secaron con sulfato de sodio anhidro. El volumen fue reducido en evaporador rotativo y luego con gas  $\text{N}_2$  de alta pureza. La limpieza y separación de las fracciones de hidrocarburos (alifáticos y aromáticos) se realizó por cromatografía en columna con sílicagel desactivada al 3%. La medición de los hidrocarburos alifáticos se efectuó por cromatografía de gases de alta resolución (CGAR). Se utilizó un equipo Konik 3000 equipado con columna capilar ( $30\text{m} \times 0,25\text{mm} \times 0,25\mu\text{m}$ ), fase DB1, sistema de inyección modo splitless (0,5) y detector de ionización de llama (FID). Se utilizó nitrógeno como gas portador ( $1\text{ ml/min}$ ). Las temperaturas del inyector y del detector fueron  $260^{\circ}\text{C}$  y  $320^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Se utilizó temperatura programada desde  $60^{\circ}\text{C}$  (2 min) hasta  $290^{\circ}\text{C}$  (15 min),  $R=8^{\circ}\text{C/min}$ . La identificación de hidrocarburos alifáticos resueltos (Alif. Res.) se realizó por comparación de los tiempos de retención con los estándares correspondientes y fueron cuantificados utilizando el factor de respuesta de los n-alcenos y el área integrada. La mezcla compleja no resuelta (MCNR) se calculó utilizando un factor geométrico y el área geométrica calculada entre la línea de base de la corrida con estándares y la muestra. La recuperación fue de  $94,5 \pm 11,6\%$  ( $n = 5$ ) para nC20 - nC28. La reproducibilidad del método varió entre 9,3 y 16,5%. Para cada estación se calcularon: concentraciones de n-alcenos individuales entre n-C10 a n-C31, isoprenoides pristano y fitano, MCNR y alifáticos totales (Alif. Res. + MCNR).

**Resultados.** Las concentraciones de hidrocarburos mostraron los valores más elevados en las estaciones Muelle de combustible y Saint Christopher (Fig. 2). Estos valores están asociados a las actividades desarrolladas en el área, incluyendo las portuarias y las correspondientes a operaciones del muelle de combustibles. El porcentaje de material fino fue de 4 y 10 % respectivamente. Estos valores de hidrocarburos fueron similares a los registrados en algunas zonas con intensa actividad antrópica en la costa de Patagonia, tales como Comodoro Rivadavia y San Antonio Oeste (Commendatore *et al.*, 2000). El resto de las estaciones tuvo niveles más bajos, similares a otros registrados para la zona costera de la Provincia (ver Informe Técnico Tierra del Fuego).

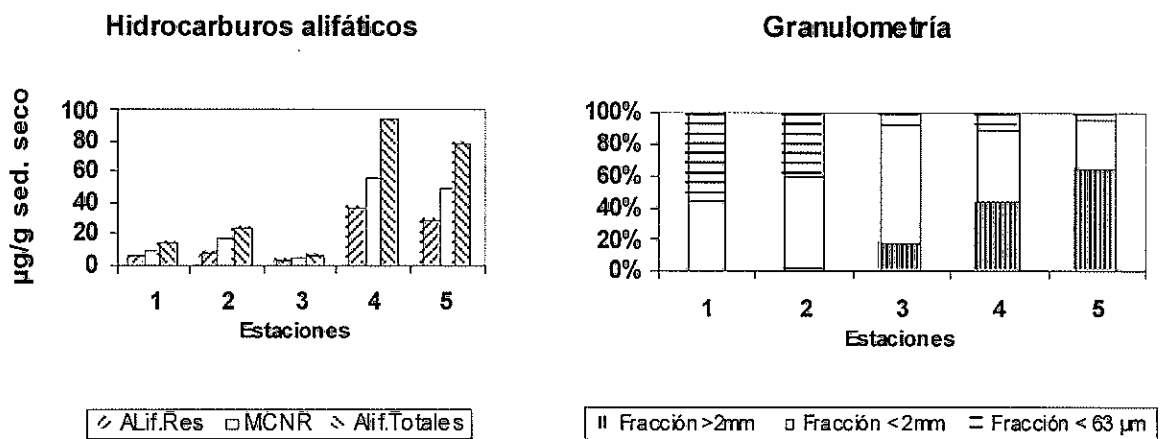


Figura 2. Concentraciones de hidrocarburos ( $\mu\text{g/g}$ ) y granulometría de sedimentos en las bahías de Ushuaia. Referencias. 1: Arroyo Buena Esperanza; 2. Bahía Encerrada draga; 3. Club Náutico; 4. San Christopher; 5. Estación de Combustible.

En base a los resultados observados en esta Bahía y de la misma manera que para localidades patagónicas con alta concentración de hidrocarburos, como Comodoro Rivadavia, Caleta Olivia, Puerto Rawson, deberían ser incorporadas a un programa de monitoreo para detectar futuros cambios y contribuir al desarrollo de medidas de manejo de los ambientes costeros y marinos de las provincias patagónicas.

### Bibliografía

Commendatore, M.G., Esteves J.L. and Colombo J.C. (2000). Hydrocarbons in coastal sediments of Patagonia, Argentina: levels and probable sources. *Mar. Poll. Bull.* 11: 989-998.

Gold, G., Acuña, J. and Morell, J. (1987). Manual CARIPOL/IOCARIBE para el análisis de hidrocarburos de petróleo en sedimentos y organismos marinos.

UNESCO (1982) Determinación de los hidrocarburos de petróleo en los sedimentos. Manuales y Guías 11: 1-35.

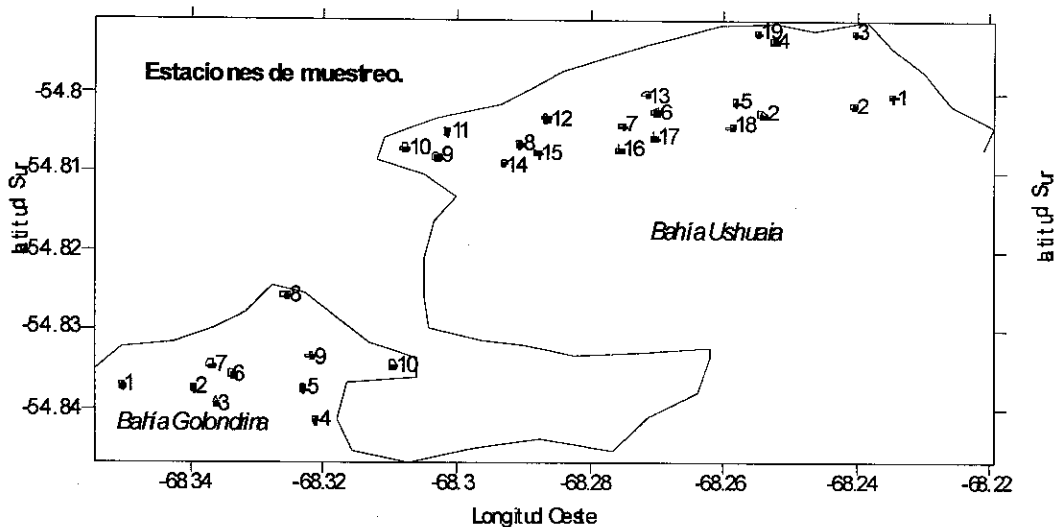
**Anexo 5. Resultados de parámetros ambientales en las bahías de Ushuaia y Golondrina.**

**Miriam Solís, Horacio Ocariz, Valeria Willers, María Victoria Rodríguez, Oscar Amín y José Luis Esteves**

**Objetivo.** Conocer la calidad del agua de las bahías de Ushuaia y Golondrina y el impacto posible por la influencia de la Ciudad de Ushuaia.

**Muestreo.**

**Zona de muestreo.** Se seleccionaron estaciones en la Bahía de Ushuaia y Golondrina que se ubicaron en transectas paralelas a la costa y hasta una distancia aproximada a las 2 millas. Se tomaron muestras de superficie y de profundidad. La profundidad mínima fue de 4 metros mientras que las máximas superaron los 30 metros en algunas estaciones.

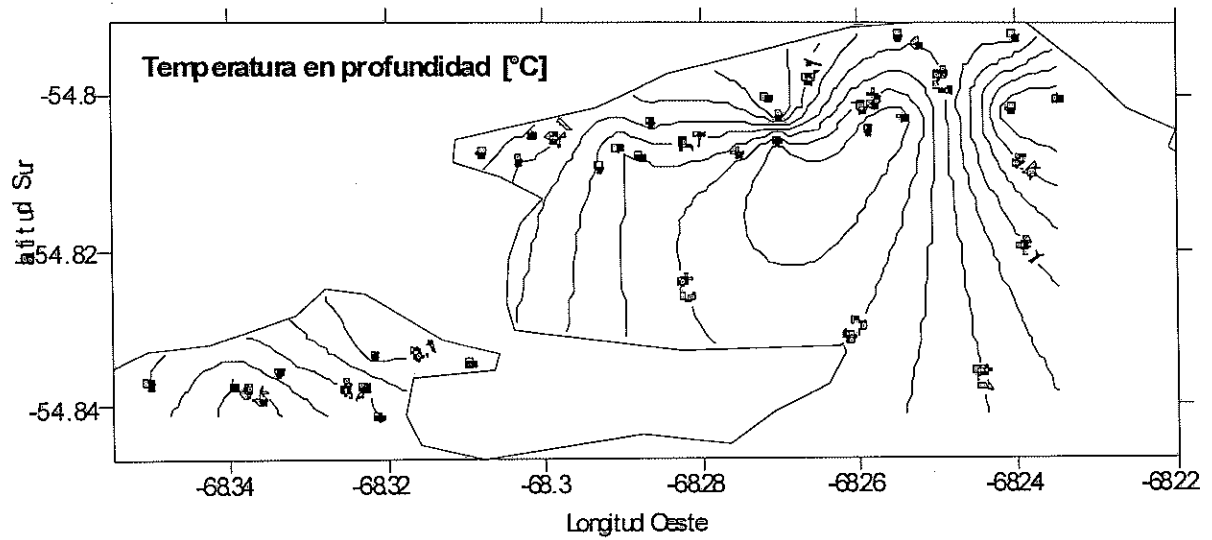
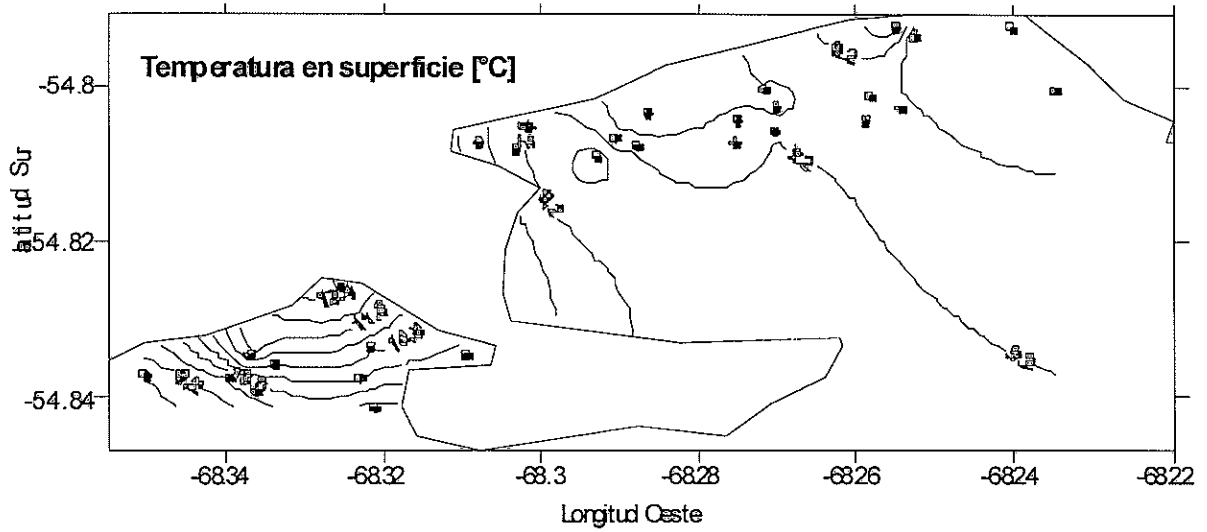


**Toma de muestras de agua.**

Las muestras de agua se obtuvieron mediante botellas Van Dorn de 4 litros de capacidad. La temperatura se midió mediante termómetros de inversión. En cada estación se tomaron muestras en botellas de PVC de 2 litros de capacidad - que se mantuvieron frías y a la oscuridad hasta la llegada al laboratorio - para medición de nutrientes (nitrato, nitrito, amonio, fosfato, silicato), clorofila "a", feofitinas y fitoplancton cuantitativo. Este último parámetro se transfirió a una botella color caramelo de 250 ml de capacidad y se fijó con solución de Lugol. El resto del agua fue filtrada a través de filtros de acetato de celulosa de 0,45 µm. El filtro fue conservado a -20°C para análisis de clorofila "a", mientras que el agua se congeló a la misma temperatura hasta el análisis de nutrientes. A bordo se midió la temperatura, se determinó el oxígeno disuelto mediante una sonda YSI y el pH mediante un peachímetro Yokogawa.

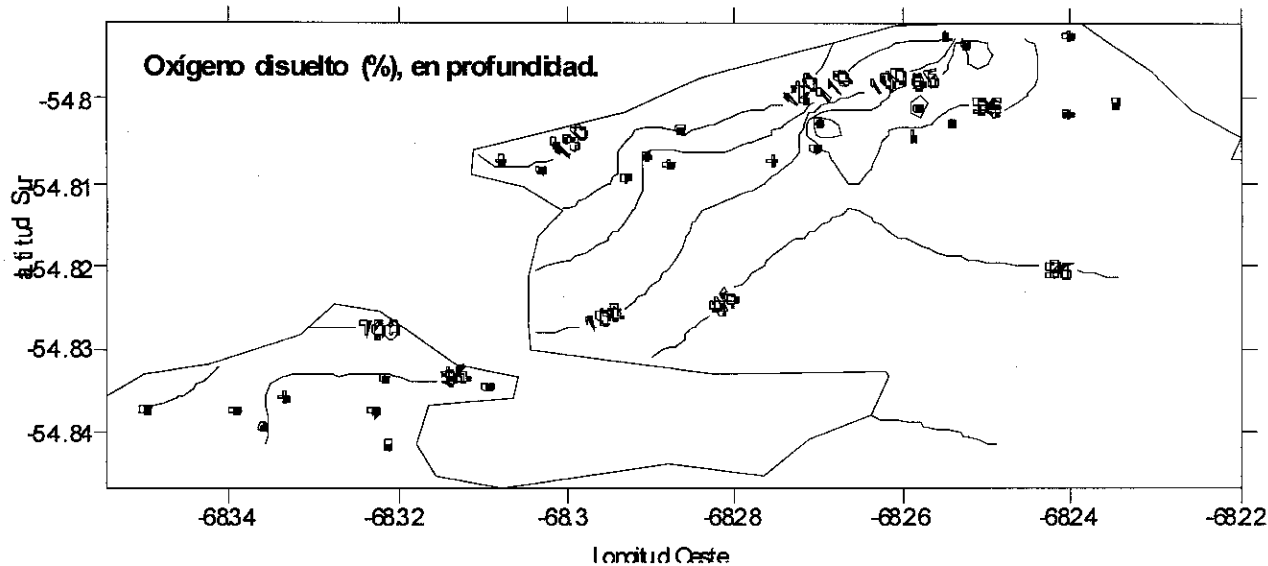
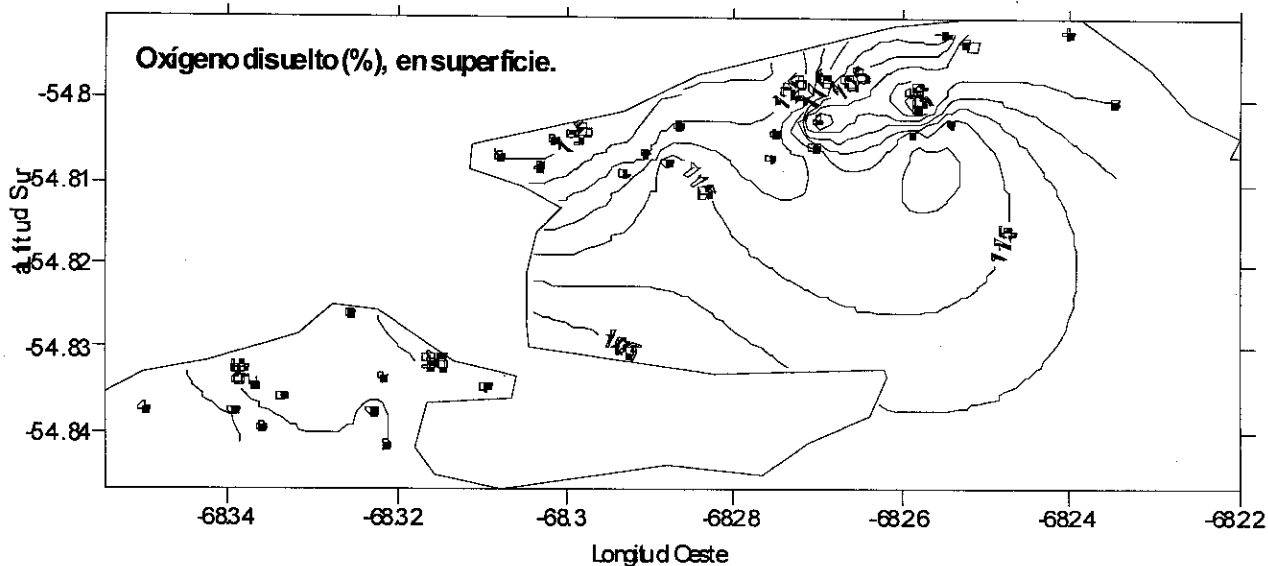
### Temperatura:

Se observaron diferencias en los valores de temperatura en superficie entre las dos bahías. En la Bahía Golondrina, ésta llegó a valores mayores de 12 °C cerca de la desembocadura del río Pipo, mientras que no superó los 10°C la bahía de Ushuaia. En profundidad, los valores fueron algo menores y no se observaron diferencias entre las dos bahías. Los gráficos siguientes ilustran las variaciones observadas.



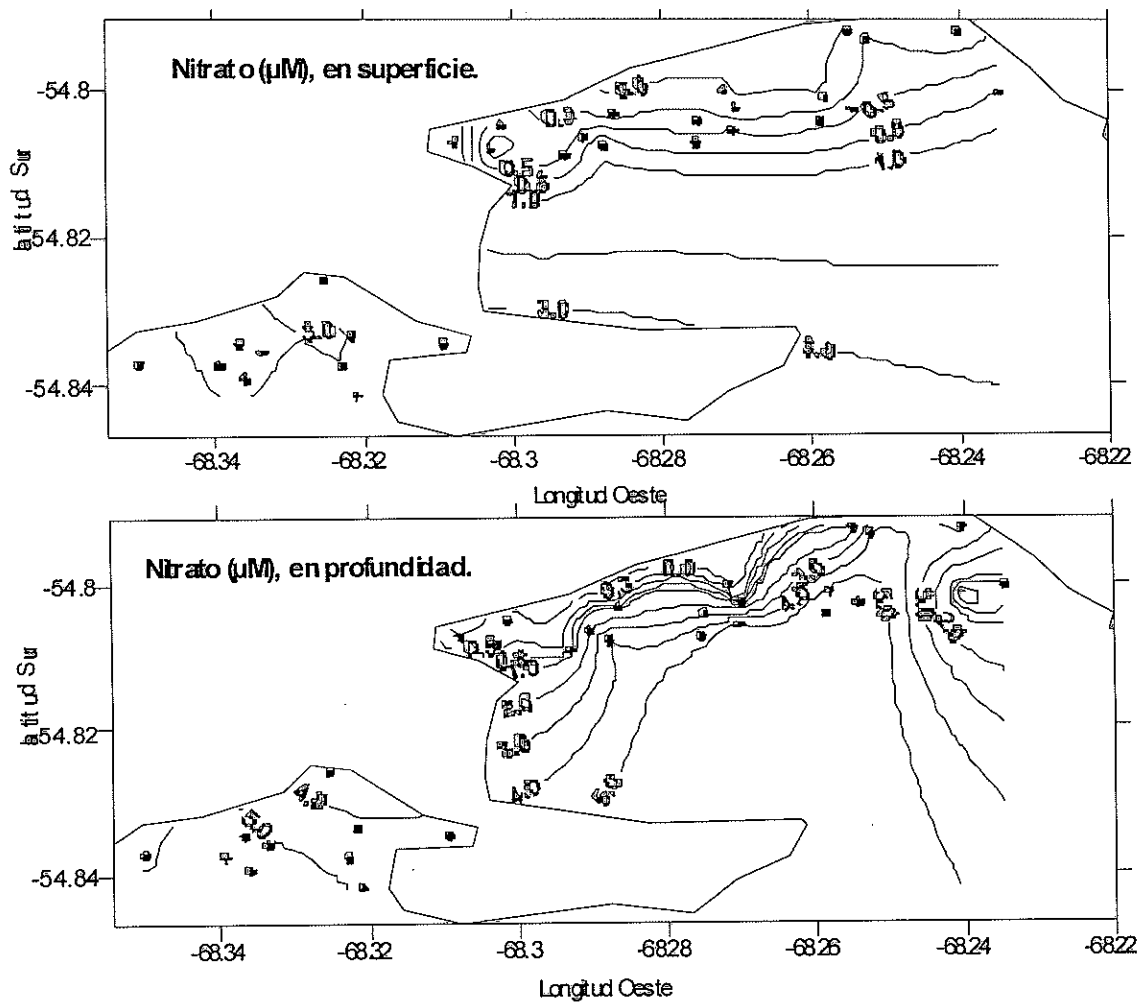
**Oxígeno disuelto.**

Se observó sobresaturación de oxígeno disuelto en las estaciones costeras correspondientes a la Bahía de Ushuaia. En la transecta cercana a la costa, los valores fueron mayores a 120% de saturación y disminuyeron hasta cerca del 100% en las estaciones más alejadas. Esta situación se repitió en profundidad. Estas concentraciones indican una situación ambiental normal y la sobresaturación puede asociarse a la existencia de bosques de macroalgas y a la época del año, con intensa actividad fotosintética generadora del exceso de oxígeno disuelto. La bahía Golondrina, en cambio, mostró una insaturación en superficie con concentraciones del orden del 95%. En profundidad la concentración aumentó ligeramente observándose saturación en la zona costera. El vertido de cloacas a la Bahía y su lenta renovación, podrían ser la causa de esta insaturación. El informe sobre la bacteriología (ver más adelante), muestra un impacto de relativa importancia en la zona costera de este sistema. Las figuras siguientes muestran la distribución de oxígeno en las dos bahías.



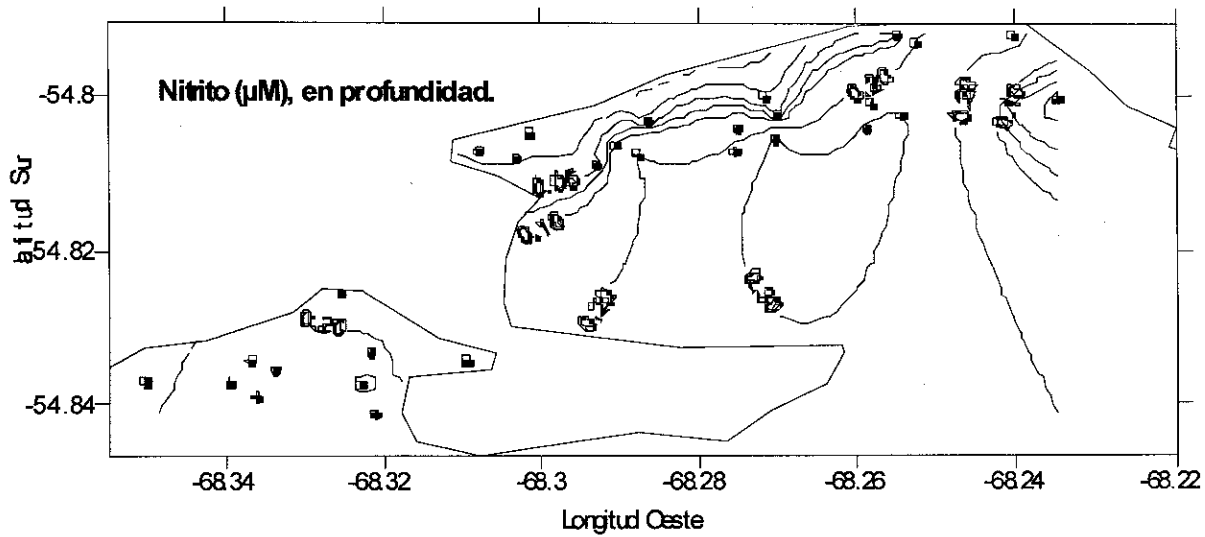
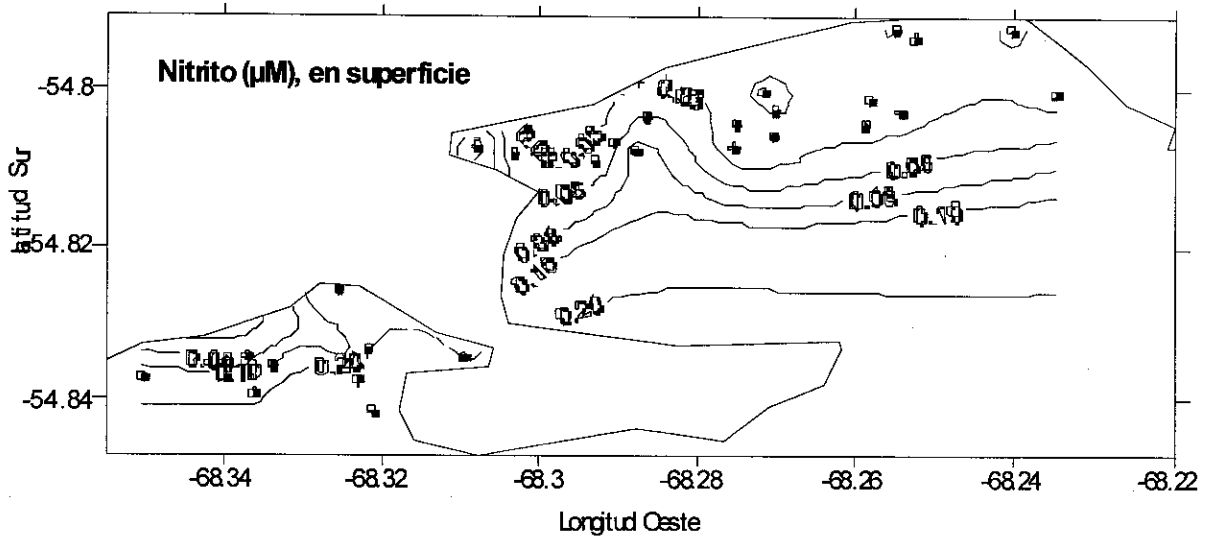
## Nitrato.

Los valores de nitrato mostraron una distribución paralela a la costa en la bahía de Ushuaia. Las concentraciones menores o no detectables se ubicaron sobre las estaciones más costeras y aumentaron hacia las estaciones más alejadas. Las máximas concentraciones en superficie de esta Bahía han sido del orden de los  $0,8 \mu\text{M}$  y existió una estratificación con la profundidad, con valores que llegaron hasta  $5 \mu\text{M}$ . En la bahía Golondrina, las concentraciones en superficie fueron mayores y alcanzaron los  $4 \mu\text{M}$ . En profundidad se observaron concentraciones hasta  $7 \mu\text{M}$ . La concentración relativamente más elevada de nutrientes puede estar asociada al aporte de efluentes que drenan desde la ciudad. En este caso, su origen puede estar relacionado con el sistema cloacal. Es decir, existe una termoclina que inhibe la mezcla vertical por una parte; el fitoplancton se encarga de consumir los nutrientes de la capa superficial y esto parece ser así en las dos bahías. Sin embargo, la existencia de concentraciones elevadas de nutrientes en superficie sería el resultado neto de la productividad primaria asociada al fitoplancton y a las macroalgas (consumo) y el aporte de nutrientes desde los efluentes (producción). En este caso, el nitrógeno no limitaría la producción primaria en esta Bahía. La figura siguiente muestra los resultados obtenidos de nitrato.



## Nitrito

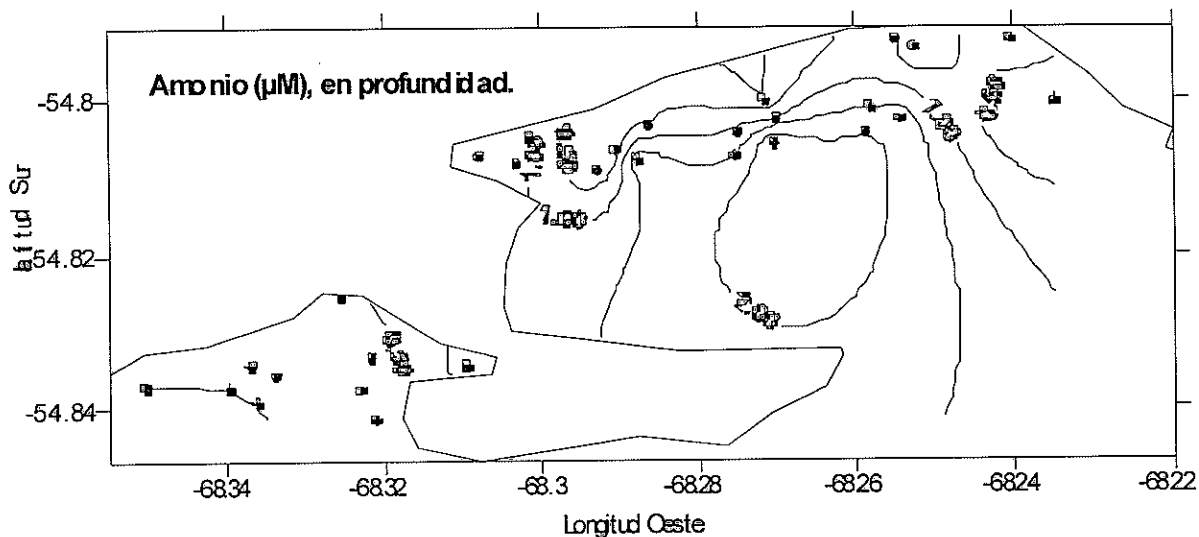
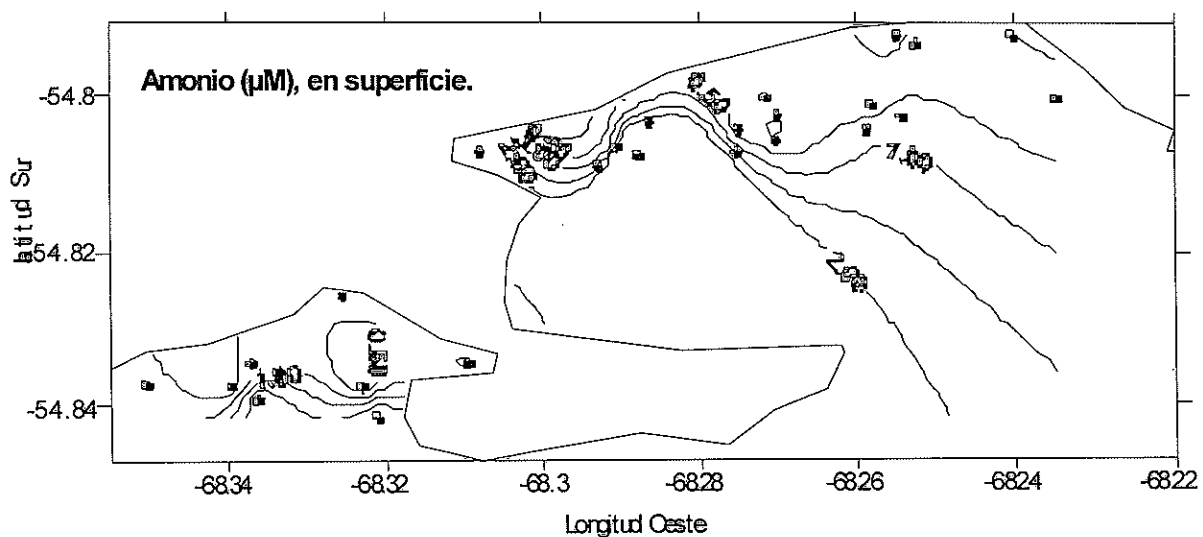
Este nutriente se comporta de manera similar al nitrato. Es un compuesto intermedio entre el nitrato y el amonio en los procesos de oxidación-reducción, por lo que no se esperan concentraciones elevadas. Su evolución mostró zonas de muy baja concentración o no detectable ubicadas en el sector costero de la bahía de Ushuaia, con valores que se incrementaron ligeramente hacia el sur. Las concentraciones máximas en este sector alcanzaron los  $0,08 \mu\text{M}$  en superficie. En profundidad la concentración aumentó hasta  $0,2 \mu\text{M}$  en esta Bahía. En la bahía Golondrina los valores fueron algo mayores que en la anterior, en superficie y en fondo. La figura ilustra la variación de este parámetro.



## Amonio

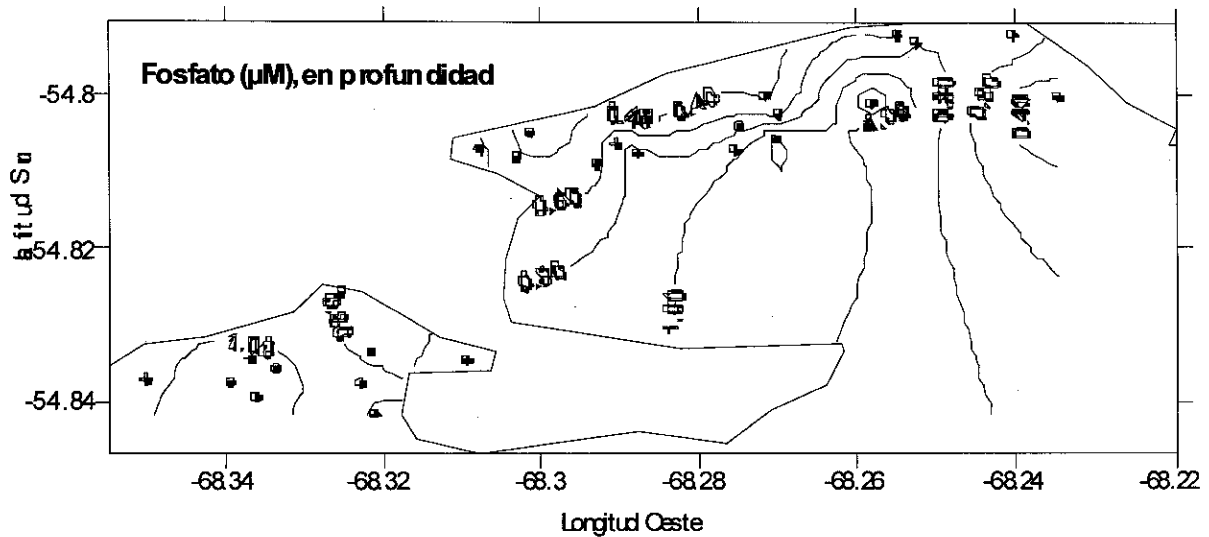
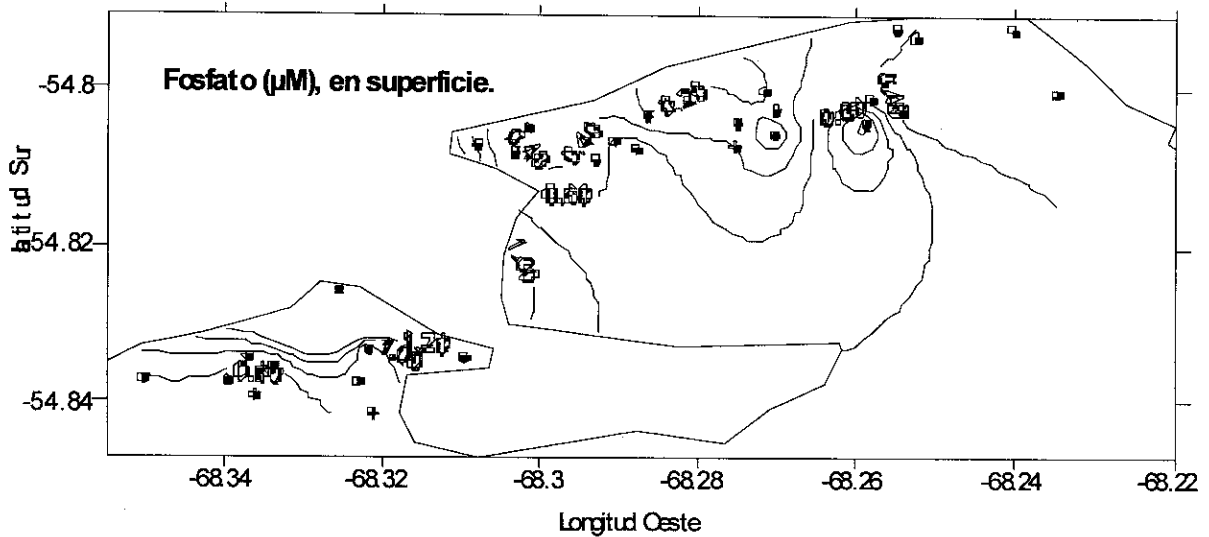
La concentración de amonio en superficie varió desde no detectable hasta mayor de  $8 \mu\text{M}$  en la estación 15. Sobre la costa se observaron los menores valores, con un gradiente importante frente a las estaciones 8, 14 y 15 frente a la ciudad. Las menores concentraciones se ubicaron hacia el Este, frente al arroyo Grande. La Bahía Golondrina presentó un comportamiento similar a la anterior, con valores que fluctuaron entre no detectable y  $3 \mu\text{M}$ .

En profundidad, los valores de las dos bahías fueron menores que en superficie. En la Bahía Ushuaia se observó un gradiente paralelo a la costa, con una distribución más uniforme que en superficie. En Bahía Golondrina predominaron concentraciones muy bajas. Estas concentraciones bajas pueden asociarse indistintamente a un proceso de oxidación a nitrato por la existencia de sobresaturación de oxígeno disuelto sumado a un consumo por parte del fitoplancton. El nitrato también mostró concentraciones bajas en la costa lo cual refuerza la idea de procesos de productividad primaria preferenciales en este sector de las bahías. La figura ilustra la distribución de concentraciones.



### Fosfato.

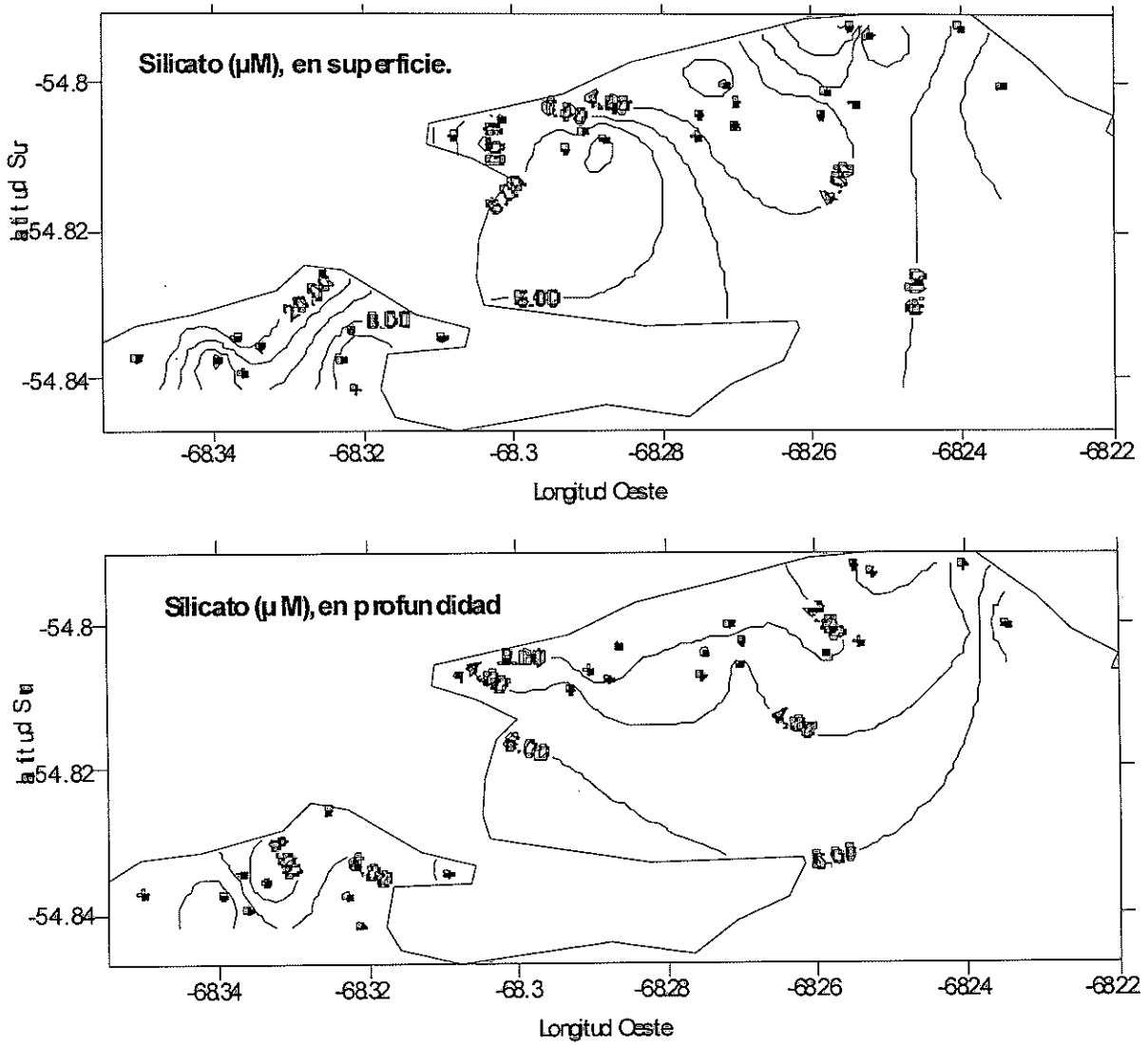
Los valores de fosfato se mantuvieron siempre por encima del límite de detección del método en las dos bahías y en las dos profundidades analizadas. En la Bahía de Ushuaia las concentraciones menores se observaron sobre la costa y en el sector este, mientras que en la Bahía Golondrina, las mayores concentraciones fueron observadas sobre la costa y en la zona de influencia del río Pipo. Estos datos son coincidentes con los observados para nitrato en la misma zona y podrían asociarse al drenaje de efluentes urbanos a esta Bahía. En profundidad los valores fueron ligeramente superiores en la bahía de Ushuaia e inferiores en la Bahía Golondrina; esto es una indicación del aporte desde superficie de estos compuestos. La figura muestra los resultados obtenidos.



### Silicato

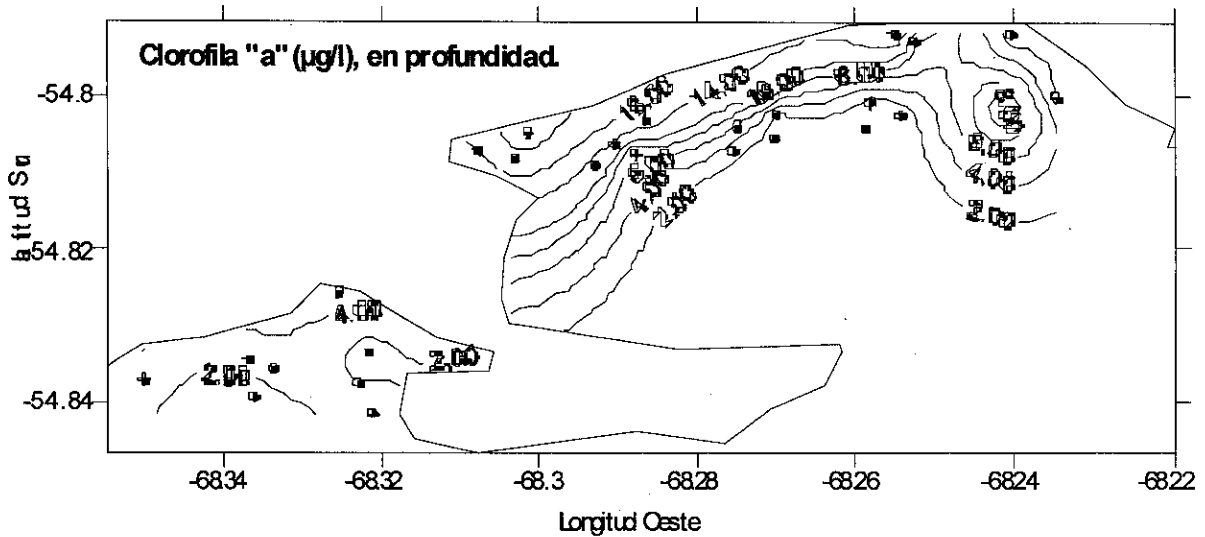
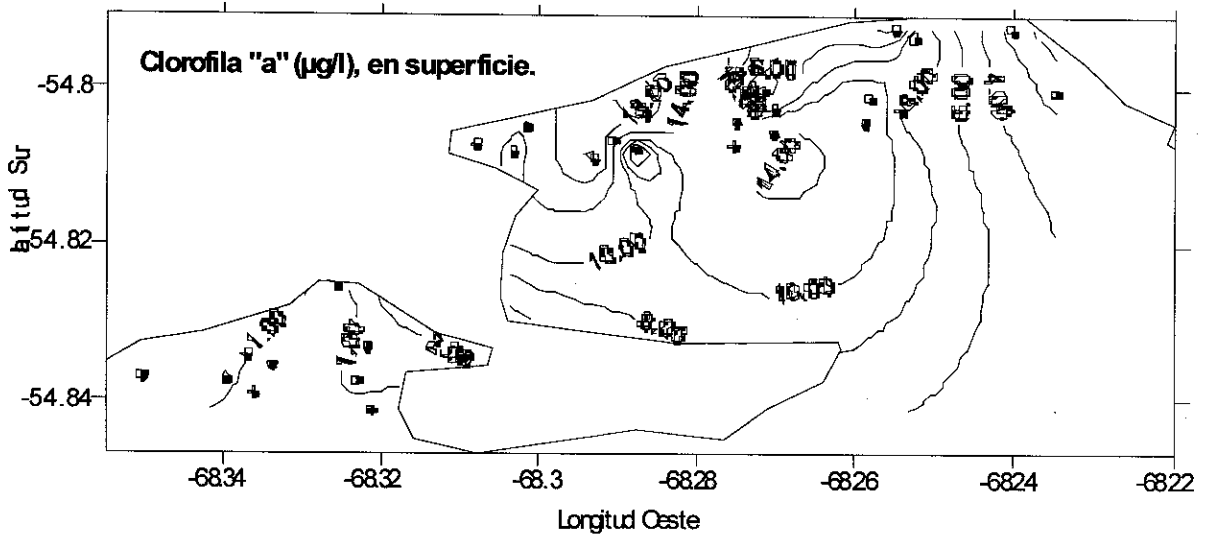
De la misma forma que en la distribución de nitrato y fosfato, el silicato presentó concentraciones mayores en la Bahía Golondrina que en la Bahía de Ushuaia. En esta última, las concentraciones disminuyeron hacia el sector costero y la zona Este de la Bahía. Sin embargo, los valores fueron siempre detectables y la concentración más baja se observó en la estación 13, con  $0,57 \mu\text{M}$ . Sobre la zona Este, se observó la influencia del río Olivia, con concentraciones del orden de los  $10 \mu\text{M}$ . En la Bahía Golondrina, las concentraciones alcanzaron  $20 \mu\text{M}$  en el sector costero cercano a la zona de influencia del río Pipo.

En profundidad las concentraciones fueron algo menores a las registradas en superficie. Las concentraciones elevadas en la bahía Golondrina, fueron coincidentes con datos de otros nutrientes y una indicación del aporte desde tierra de estos componentes. La figura muestra los resultados obtenidos.



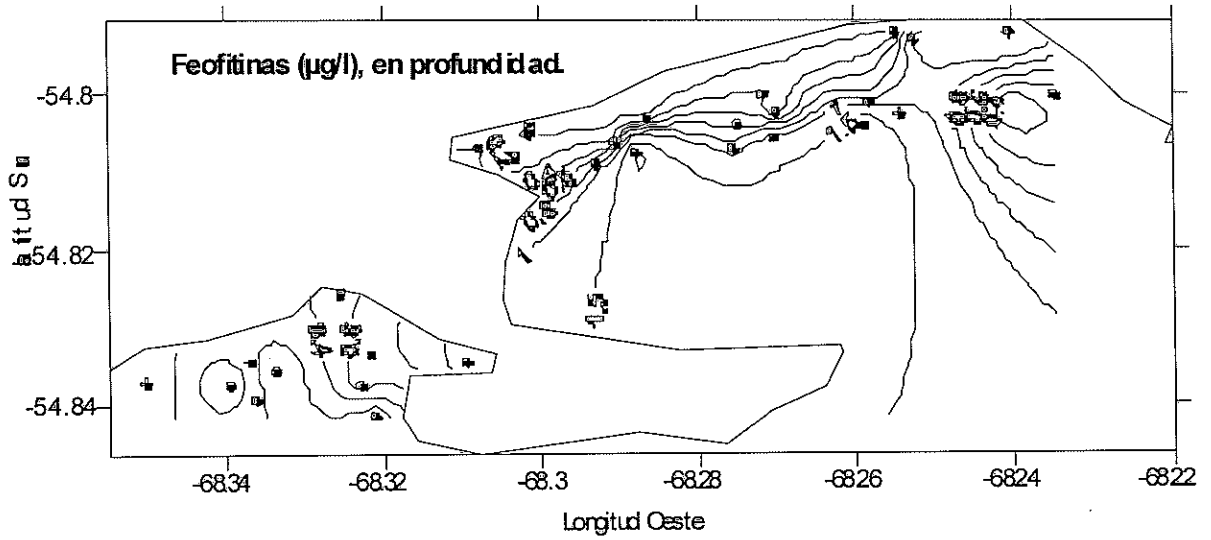
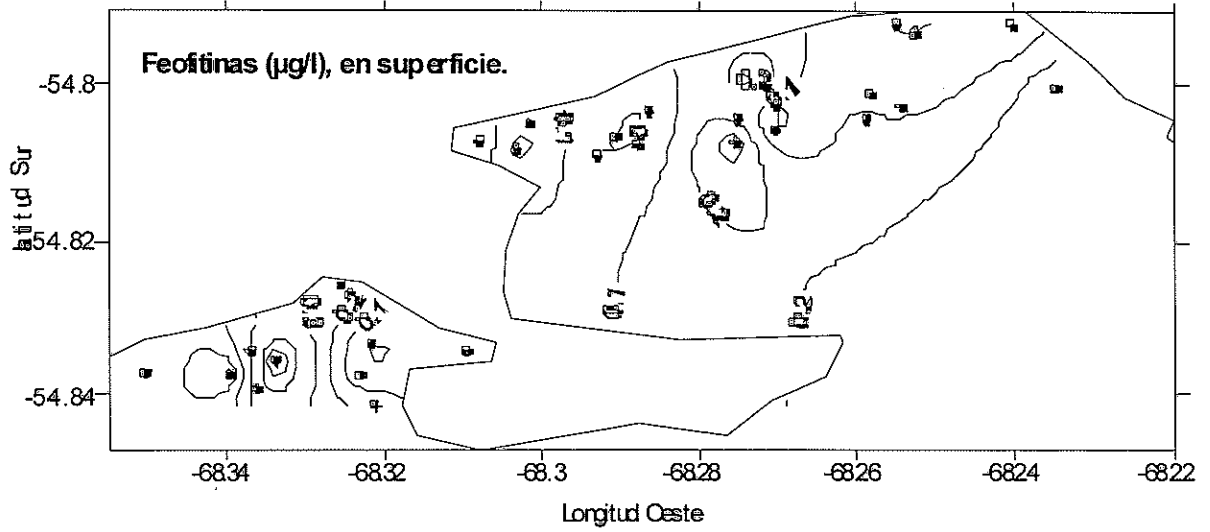
### Clorofila "a".

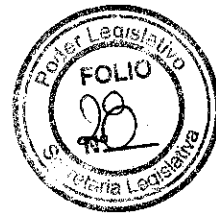
La clorofila "a", como índice de biomasa de fitoplancton, puede relacionarse con la variación de los nutrientes inorgánicos analizados, por ser éstos el sustrato para su crecimiento. Los valores elevados se asocian a una alta producción primaria, con bajos valores de nutrientes, mientras que sus bajos valores pueden asociarse de una manera no excluyente a baja producción por escasez de nutrientes, a pastoreo por parte del zooplancton o a filtración por moluscos bivalvos. Se observaron diferencias en las dos bahías analizadas. En la Bahía de Ushuaia las concentraciones de este compuesto fueron más elevadas en donde las concentraciones de nutrientes mostraron el mínimo. Los valores alcanzados superaron los 10  $\mu\text{g/l}$  en muchas estaciones en superficie. En la Bahía Golondrina, las concentraciones fueron llamativamente más bajas y los máximos alcanzaron 1,6  $\mu\text{g/l}$ . En profundidad la distribución es más homogénea en las dos bahías, si bien el valor medio en la primera fue cercano a 9  $\mu\text{g/l}$ , mientras que en esta última bahía, el valor medio fue de 2  $\mu\text{g/l}$ .



### Feofitina.

Estos compuestos son productos de degradación de la clorofila. No se observaron diferencias importantes entre las dos Bahías estudiadas. Las concentraciones relativamente bajas están asociadas a la época del año. Efectivamente en esta época las poblaciones de fitoplancton se encuentran en una etapa de crecimiento exponencial, por lo que los productos de degradación de la clorofila se encuentran en baja concentración. Las concentraciones en superficie fueron menores que en profundidad, debido probablemente a la disminución de la luz que se produce en profundidad y en estas latitudes.





### **Conclusiones.**

Ambas Bahías presentan un comportamiento diferente. La temperatura y las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato fueron mayores en bahía Golondrinas que en la bahía Ushuaia. En la bahía Golondrinas, las mayores concentraciones de fosfato y de silicato fueron observadas sobre la costa y en la zona de influencia del río Pipo, con concentraciones de clorofila "a" llamativamente más bajas que en la bahía de Ushuaia. En esta última, los valores de nitrato, de amonio, de fosfato y de silicato mostraron una distribución paralela a la costa, con concentraciones menores o no detectables en las estaciones más costeras y aumento en las estaciones más alejadas. Esta variación es coincidente con datos de clorofila "a" que superaron los 10 µg/l en muchas estaciones en superficie y con bajos valores de feofitina.

En todas las estaciones analizadas se ha observado estratificación entre superficie y fondo. Esto se visualiza particularmente a través de la temperatura, el nitrato, el nitrito, el amonio y el silicato. Es interesante observar que a diferencia de otros compuestos, el amonio y el silicato presentaron menores valores en profundidad, particularmente en la bahía Golondrinas. Esta situación revela un aporte desde el continente.

Las concentraciones de oxígeno disuelto indican en general una situación ambiental normal. La sobresaturación observada podría asociarse a una intensa actividad fotosintética por las macroalgas y el fitoplancton en la época del año en que se realizó el muestreo.

### **Bibliografía**

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 1-167.

## Anexo 6. Composición cualitativa y cuantitativa del fitoplancton de las bahías de Ushuaia y Golondrina. Enero 2001

---

Norma Santinelli y Viviana Sastre.

### Introducción

Existen numerosos trabajos sobre el efecto del aporte de nutrientes en ecosistemas costeros, que provocan la eutrofización del medio marino, lo que trae como consecuencia un incremento en la biomasa algal ya sea de especies fitoplanctónicas o de macroalgas. Volterra y Kerr (1992) demuestran cómo la eutrofización marina impacta sobre las actividades humanas y económicas, favoreciendo el desarrollo de especies potencialmente nocivas. Estas pueden producir toxinas que se concentran en otros eslabones de la cadena trófica, como es el caso del Veneno Paralizante de Moluscos.

Las floraciones algales nocivas (FAN), en sentido estricto, son fenómenos completamente naturales que han ocurrido a través de la historia y que en las dos últimas décadas se han incrementado, no sólo en el número de taxa, sino también en su frecuencia, intensidad y distribución geográfica. El motivo de este incremento a nivel global es un tópico de preocupación y discusión permanente por parte de los investigadores, relacionando este hecho, entre otros, con la eutrofización cultural y/o inusuales condiciones climatológicas. El estudio en la zona costera patagónica sobre especies nocivas y las condiciones oceanográficas que se presentan durante su desarrollo, como así también sus efectos sobre las pesquerías y la salud humana, se han intensificado en estos últimos diecisiete años.

El objetivo de este estudio es analizar la composición taxonómica del fitoplancton y la distribución y abundancia de las especies, con especial énfasis en aquellas potencialmente nocivas. Existen numerosos estudios sobre composición y distribución del fitoplancton en la zona austral del mar Argentino, dentro de los trabajos referidos a Diatomeas podemos citar a: Cappanini, D.A. (1955), Frenguelli, J. (1924), Frenguelli, J. (1951), Frenguelli, J. (1953), Frenguelli, J. y H. A. Oriando (1958), Frenguelli, J. y H. A. Oriando (1959) y entre los que se refieren a dinoflagelados: Balech, E. (1944), Balech, E. (1954), Balech, E. (1962), Balech, E. (1971), Balech, E. (1976), Balech, E. (1979).

### Material Y Métodos

Se analizaron 9 muestras de fitoplancton para determinar la composición cualitativa y 30 para determinar su composición cuantitativa en los mismos sitios que en los que se tomaron las muestras de parámetros ambientales (ver Anexo 5).

El fitoplancton se obtuvo con red de 25 µm de apertura de malla para el análisis cualitativo y botella Van Dorn para análisis cuantitativo. Se tomaron fotomicrografías en los casos de interés (cámara Leica-Wild MPS32). Las determinaciones sistemáticas de dinoflagelados se realizaron siguiendo la metodología de Balech (1988 y 1995). La limpieza de los frústulos de diatomeas se realizó según Hasle y Fryxell (1970). Para la identificación de especies de *Pseudo-nitzschia* las muestras fueron enviadas a la División Ficología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, donde se observaron con Microscopio Electrónico.

Los análisis cuantitativos se realizaron con Microscopio Invertido Leitz DMIL, siguiendo la técnica de Ütermohl (Lund et al., 1958).



## RESULTADOS

### Análisis Cualitativos

La tabla I muestra la composición taxonómica del fitoplancton de la Bahía Ushuaia, con sus abundancias relativas en las muestras de red.

| Taxa                               | Estación 2 | Estación 5 | Estación 8 | Estación 11 | Estación 15 | Estación 19 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| DIATOMEAS                          |            |            |            |             |             |             |
| <i>Stephanodiscus</i> sp.          |            |            |            |             |             |             |
| <i>Thalassiosira</i> spp.          | MA         | MA         | MA         | MA          | MA          | MA          |
| <i>Chaetoceros</i> sp.             |            | E          |            |             |             | E           |
| <b>Stephanopyxis turris</b>        |            | E          |            |             |             | E           |
| <i>Leptocylindrus</i> sp.          |            | E          |            |             |             | E           |
| <b>Gramatophora marina</b>         |            | E          |            |             |             | E           |
| <b>Rhabdonema adriaticum</b>       |            | E          |            |             |             | E           |
| <b>Thalassionema nitzschioides</b> |            | E          |            |             |             | E           |
| <i>Cocconeis scutellum</i>         |            | F          | F          | F           | F           | F           |
| <i>Gyrosigma</i> sp.               | F          | F          |            |             |             |             |
| <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>    | F          |            |            |             |             |             |
| <i>Nitzschia</i> spp.              | F          |            |            |             |             |             |
| <i>Navicula</i> spp.               | F          |            |            |             |             |             |
| <i>Fragilaria</i> sp.              | F          | F          | F          | F           | F           | F           |
| Pennadas S/I                       |            |            |            |             |             |             |
| DINOFLAGELADOS                     |            |            |            |             |             |             |
| <b>Prorocentrum lima</b>           | R          | R          | E          | F           | R           | E           |
| <i>Ceratium lineatum</i>           | F          | F          | A          | E           | F           | F           |
| <i>Ceratium</i> sp.                | A          | F          | E          | E           | A           | E           |
| <i>Protoperidinium</i> spp.        | E          | F          | F          | F           | F           | F           |
| <i>Scrippsiella</i> sp.            | E          | F          | E          | E           | F           | E           |
| <i>Gonyaulax</i> sp.               | F          | F          | E          | R           |             |             |
| <b>Alexandrium catenella</b>       | R          |            |            |             |             |             |
| <i>Alexandrium</i> sp.             |            | E          | E          |             | E           | E           |
| <i>Gyrodinium</i> spp.             |            |            |            |             |             |             |

|   |   |  |  |   |   |   |
|---|---|--|--|---|---|---|
| Dinophysis acuminata<br><i>D.punctata</i> | E |  |  | E | F | E |
| SILICOFLAGELADOS<br>Ebria tripartita      | F |  |  |   |   |   |
| CIANOFICEAS<br>Oscillatoria sp.           | F |  |  |   |   |   |
| NANOPLANCTON S/I<br>Nanoflagelados        |   |  |  |   |   |   |

MA: Muy abundante, A: Abundante, F: Frecuente, E: Escaso, R: Raro.

La tabla II muestra la composición taxonómica del fitoplancton de la Bahía Golondrina, con sus abundancias relativas en las muestras de red.

TABLA II: Taxa identificados en las muestras de red de la Bahía Golondrina.

| Taxa  | Estación 1 | Estación 4 | Estación 7 |
|---|------------|------------|------------|
| <b>BACILLARIOPHYCEAE</b>                    |            |            |            |
| <i>Stephanodiscus</i> sp.                   |            |            | E          |
| <i>Thalassiosira</i> spp.                   | MA         | A          | A          |
| <i>Melosira</i> sp.                         |            |            | E          |
| <i>Odontella aurita</i>                     |            |            | R          |
| <i>Coscinodiscus curvatulus</i>             |            |            | E          |
| <b>Rhabdonema adriaticum</b>                |            |            | E          |
| <i>Synedra</i> sp.                          |            | F          |            |
| <i>Cocconeis scutellum</i>                  |            |            | F          |
| <i>Navicula</i> sp.                         |            | E          | E          |
| <i>Gomphoneis</i> sp.                       |            |            | R          |
| <b>Ceratoneis arcus</b>                     | F          |            |            |
| Pennales S/I                                | F          | F          |            |
| <b>DINOPHYCEAE</b>                          |            |            |            |
| <i>Ceratium furca</i>                       |            |            |            |
| <i>Ceratium lineatum</i>                    | A          |            | F          |
| <i>Protoperidinium</i> aff. <i>capurroi</i> | E          |            | F          |
| <i>Protoperidinium</i> spp.                 |            |            | F          |
| <i>Scrippssiella</i> sp.                    | E          |            | E          |
| <i>Gonyaulax</i> sp.                        |            |            | R          |
| <b>Dinophysis acuminata</b>                 |            |            | E          |
| <i>D. punctata</i>                          |            |            | E          |
| <b>EBRIACEAE</b>                            |            |            |            |
| <b>Ebria tripartita</b>                     | E          |            | E          |
| <b>EUGLENOPHYCEAE</b>                       |            |            |            |
| Euglenales S/I                              |            |            | F          |
| <b>CIANOPHYCEAE</b>                         |            |            |            |
| <i>Oscillatoria</i> sp.                     |            | MA         | MA         |
| <b>CHLOROPHYCEAE</b>                        |            |            |            |
| Chlorococcales S/I                          |            |            | R          |
|   |            |            | F          |
| <b>NANOFLAGELADOS S/I</b>                   |            |            |            |

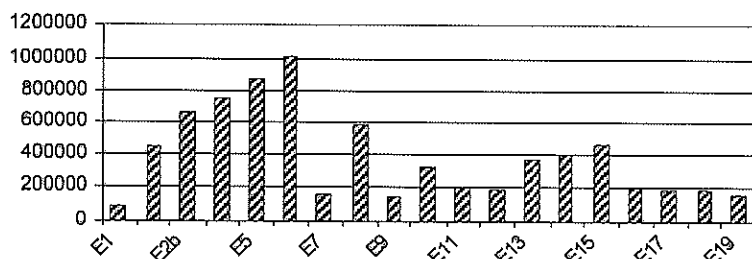
MA: Muy abundante, A: Abundante, F: Frecuente, E: Escaso, R: Raro.

### Análisis Cuantitativo

La figura 1 muestra la densidad de fitoplancton en las estaciones de la Bahía Ushuaia expresados en células por litro. Los órdenes de magnitud oscilaron entre  $10^5$  y  $10^6$ .

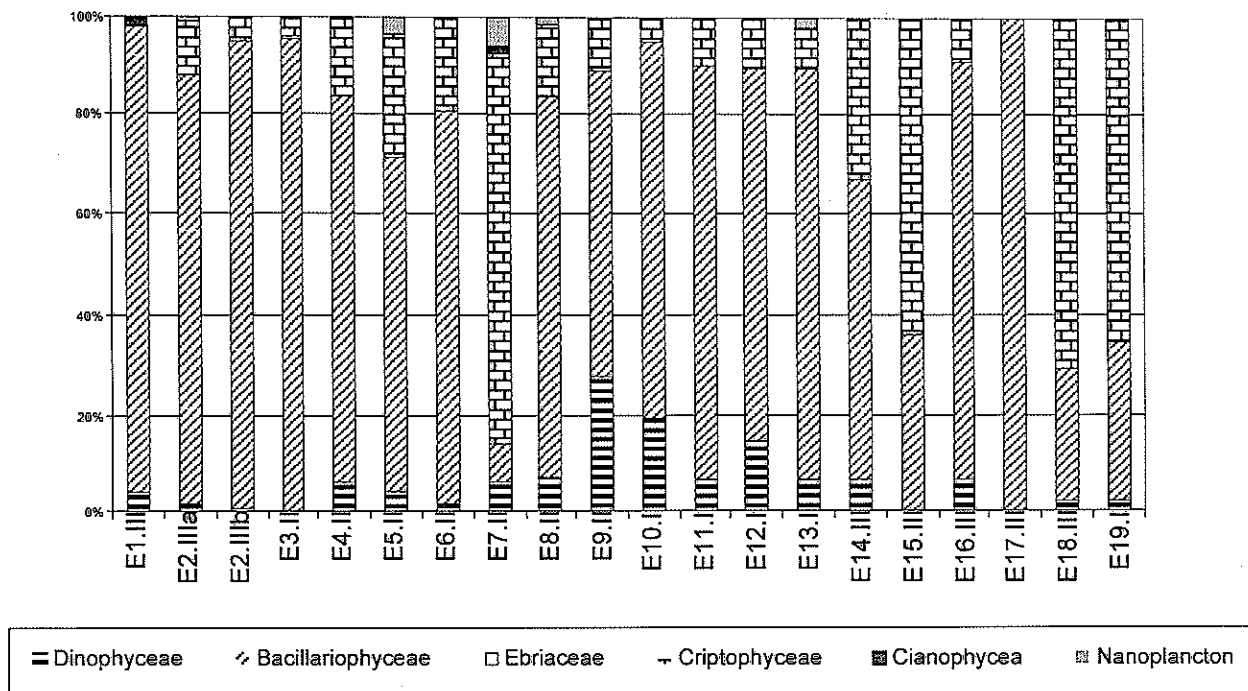
Las estaciones con mayores abundancias fueron la E2, E3, E5 y E6.

Fig. 1 Abundancia de fitoplancton- Bahía Ushuaia



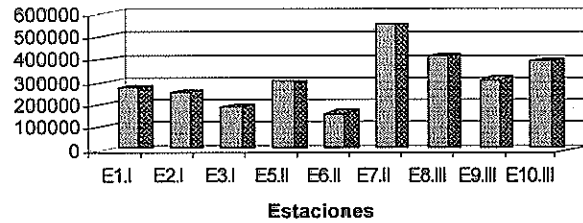
Las clases algales mejor representadas fueron diatomeas, criptofíceas y dinoflagelados (Fig. 2). Los géneros más abundantes fueron *Thalassiosira*, *Rhodomonas* y *Protoperdinium*.

Fig. 2: Clases Algales Bahía Ushuaia



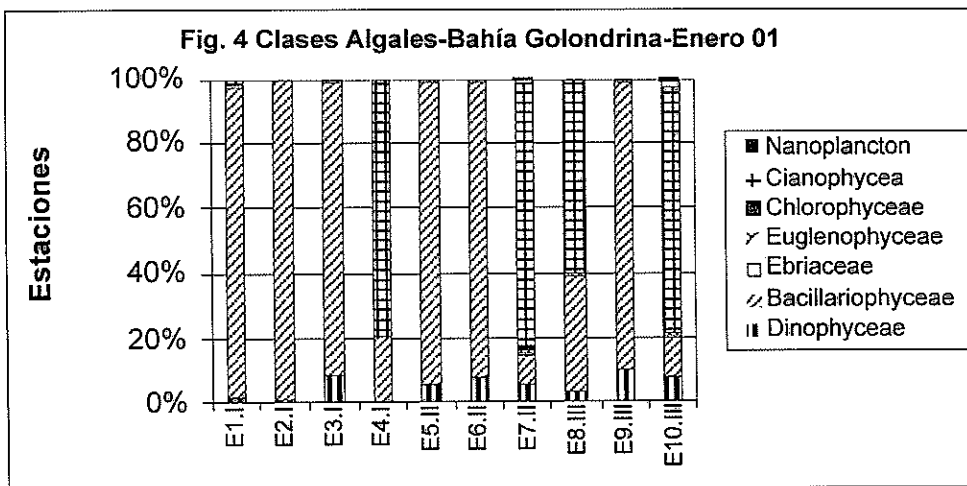
La figura 3 muestra la abundancia algal en la Bahía Golondrina expresada en células por litro. La densidad de fitoplancton presentó valores más homogéneos que la Bahía Ushuaia, con órdenes de  $10^5$  cél/l. Los valores más elevados se hallaron en las estaciones E7, E8, E9 y E10.

Fig. 3: Abundancia Algal- Bahía Golondrina-Enero 01



Las clases algales mejor representadas (Fig. 4) fueron las diatomeas y las cianofíceas con los géneros *Thalassiosira* y *Oscillatoria* como los dominantes en las muestras y máximas abundancias.

Fig. 4 Clases Algales- Bahía Golondrina-Enero 01



### Conclusiones

El fitoplancton de la Bahía Ushuaia estuvo dominado por diatomeas céntricas que se presentaron como muy abundantes en las muestras de red. Los dinoflagelados fueron un componente importante de la muestra y en menor importancia aparecieron otros grupos algales.

Dentro de las especies potencialmente productoras de biotoxinas marinas podemos citar:

\* Especies productoras de toxinas paralizantes: estuvo presente en las muestras *Alexandrium catenella* (fotografía 1), dinoflagelado responsable de muy altos valores de toxicidad por VPM en estas costas en años anteriores. En esta oportunidad, su presencia en las muestras de red ha presentado un orden de abundancia considerable, coincidente con la época de verano; idéntica situación se ha presentado en las muestras cuantitativas. Esta especie ha sido causante de floraciones excepcionales y con picos de toxicidad por Veneno Paralizante de Moluscos extremadamente elevados (Benavidez, *et. al*, 1995).

Se detectó también una especie del dinoflagelado del género *Alexandrium* con características morfológicas afines a *A. acatenella* (fotografía 2). Esta especie ha sido citada en la costa oeste de Norte América, Japón, Argentina y posiblemente Chile. (Balech, 1995). Una población con morfología muy semejante a su descripción original, fue responsable de intoxicación humana por VPM con un caso fatal en British Columbia en 1965 (Prakash & Taylor, 1966).

\* Especies productoras de toxina diarreaica: fueron detectados en las muestras los dinoflagelados *Dinophysis acuminata* (fotografía 3). Otra especie productora de toxina diarreaica de hábitat bentónico, detectada en muy bajas densidades, fue *Procentrum lima* (fotografía 4).

\* Especies productoras de toxina amnésica: se observaron varias especies del género *Pseudo-nitzschia* (fotografías 5 y 6). *P. pungens*, una especie cosmopolita (Hasle *et al.*, 1996), fue observada durante el invierno, la primavera y el verano en los Golfos San Matías, dentro y fuera de la Bahía de San Antonio; golfos San José y Nuevo, aguas afuera de la Bahía Nueva, en los denominados golfos norpatagónicos. Esta especie fue registrada en la mayoría de los casos con bajas densidades celulares, presentándose en una sola oportunidad como floración en el Golfo San José en primavera. En el Golfo San Matías su presencia se asoció a una baja relación N/P. Las floraciones de *P. pungens* están muy asociadas con pulsos de nitrato (Smith *et al.*, 1990).

El fitoplancton de la Bahía Golondrina estuvo dominado por diatomeas, tanto en diversidad de especies como en abundancia celular. Entre ellas especies del género *Thalassiosira*, estuvieron siempre presentes en las muestras en densidades relativamente abundantes.

Las cianofíceas del género *Oscillatoria*, fueron muy importantes en algunas muestras, llegando a constituir alrededor del 80% del fitoplancton total en las estaciones 4, 7 y 10, lo que estaría indicando una eutrofización del ambiente.

En esta bahía no se detectaron especies de dinoflagelados productoras de toxinas paralizantes, ni de diatomeas productoras de toxinas amnésicas. Como especie potencial productora de toxina diarreaica, puede citarse a *Dinophysis acuminata*.

## RECOMENDACIONES

En el Canal de Beagle, durante 1991 y 1992, se detectó un pico muy elevado de toxicidad por VPM, que alcanzó un valor máximo de 636.000 U.R. o 127.200 µg STXeq/100g de tejido. La floración del dinoflagelado tóxico *Alexandrium catenella*, comenzó en la primavera de 1991 en el estrecho de Magallanes, luego se expandió en latitud y fueron afectados todos los canales entre los 49°20' S y 54°55' S, causando la muerte de once personas y más de trescientos intoxicados. Los valores más altos encontrados cerca de Ushuaia, en verano, fueron de 540.000 U.R. o 108.000 µg STXeq/100g de tejido. En este caso el fenómeno se atribuyó en parte, al incremento de las radiaciones ultravioletas debido al decrecimiento de la capa de ozono en esta región austral (Benavidez *et al.*, 1995). En el período 1994-1996, se registraron valores superiores a 400 U.R./100g de tejido, especialmente en verano con picos de hasta

134.407 U.R./100g de tejido en mejillón extraído de Bahía Lapataia. También se han medido valores de toxicidad superiores al límite de comercialización en cholga, almeja y caracol, en Isla Redonda, Islas Bridges y Península de Ushuaia (datos de la Dirección de Salud Ambiental de la Provincia del Chubut). En estas ocasiones no se realizaron estudios de fitoplancton.

En esta oportunidad vuelve a observarse la presencia de *A. catenella* con densidades del orden de  $10^4$  células por litro y otras especies potenciales productoras de otras biotoxinas.

Teniendo en cuenta los antecedentes de episodios graves de toxicidad por VPM, se recomienda el monitoreo completo (incluyendo el control de especies productoras de toxinas y de toxicidad en moluscos) y permanente, que permitiría la determinación de vedas en los períodos necesarios, disminuyendo de esta manera el riesgo de intoxicación humana y la posible pérdida de biodiversidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Balech, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Esp., Inst. Español Ocean., 1: 1-310.
- Balech, E., 1995. The genus *Alexandrium* Halm (Dinoflagellate). Publ. Sherkin Is. Mar. Station, Sherkin Island, Co. Cork, Ireland, 151p.
- Balech, E., 1944. Contribución al conocimiento del plancton de Lennox y Cabo de Hornos. Physis (Buenos Aires), 19 (54): 423 - 446.
- Balech, E., 1954. Breves datos sobre la distribución geográfica y estacional del plancton marino de la Argentina. Rev. Biol. Marina (Univ. de Chile), 4(1-2-3):211-224.
- Balech, E., 1962. Plancton de las campañas oceanográficas Drake I y II. Servicio Hidrografía Naval (Buenos Aires), H 627: 1-57.
- Balech, E., 1971. Microplancton de la campaña oceanográfica Productividad III. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. "B. Rivadavia", Hidrobiol., 3 (1): 1-202, 39 lám.
- Balech, E., 1976. La distribución de algunos microplancteres en el Atlántico sudoeste. Bol. Serv. Hidrog. Naval (Argentina), 12 (2 / 3): 15-24.
- Balech, E., 1979. Dinoflagelados. Campaña oceanográfica argentina Islas Orcadas 06/75. Servicio Hidrografía Naval (Buenos Aires), H 655: 1-76, 10 lám.
- Benavides, H., L. Prado, S. Diaz, J.I. Carreto, 1995. An exceptional bloom of *Alexandrium catenella* in the Beagle Channel, Argentina. In: Harmful Marine Algal Blooms. Proceedings of the Sixth International Conference on toxic Marine Phytoplankton, Nantes France: 113-119.
- Buck, K.R. & F.P. Chavez, 1994. Diatom aggregates from the open ocean. J. Plankton Res., 16 (10): 1449-1457.
- Cappanini, D.A. 1955. Análisis microscópico de las muestras correspondientes a varios perfiles de la Turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego. Ann. Acad. Scient. Fenn. ser. A, II Geol. Geogr. 41:1-63.
- Frenguelli, J. 1924. Diatomeas de Tierra del Fuego. An. Soc. Cient. Argentina. 1-165.
- Frenguelli, J. 1951. Análisis microscópico de las muestras de la Turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego. Ann. Acad. Scient. Fenn. ser. A, III Geol. Geogr. 26:1-60.
- Frenguelli, J. 1953. Análisis microscópico de una segunda serie de muestras de la Turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego. Ann. Acad. Scient. Fenn. ser. A, III Geol. Geogr. 34:1-52.
- Frenguelli, J. y H. A. Orlando, 1958. Diatomeas y Silicoflagelados del Sector Antártico Sudamericano. Inst. Antártico Argentino. 5: 13-191.
- Frenguelli, J. y H. A. Orlando, 1959. Operación Merluza. Diatomeas y Silicoflagelados del plancton del VI Crucero República Argentina Secretaría de Marina, Serv. Hidrog. Naval H 619, 62 p.



- Hasle, G.R. & G.A. Fryxell, 1970. Diatoms: Cleaning and mounting for light and electron microscopy. *Trans. am. Microsc. Soc.* 89 (4): 469-474.
- Hasle, G.R., C.B. Lange & E.E. Syvertsen, 1996. A review of *Pseudo-nitzschia*, with special reference to the Skagerrak, North Atlantic and adjacent waters. *Helgoländer wiss Meeresunters.* 50 (2): 131-175.
- Lund, J.W.G., C Kilpling & E.D. Le Cren, 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers, and the statistical basis of estimation by counting. *Hidrobiologija* 11( 2): 143-170.
- Smith, J.C.; R. Cormier, J. Worms; C.J. Bird; M.A. Quilliam; R. Pocklington; R. Angus & L. Hanic, 1990. Toxic blooms of the domoic acid containing diatom *Nitzschia pungens* in the Cardigan River, Prince Edward Island. In E. Granéli, B. Sundström, L. Edler and D.M. Anderson (eds.): *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier, New York: 227-232.

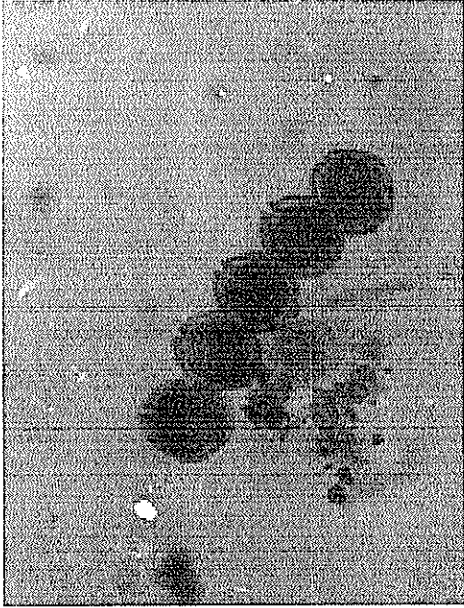


Foto 1: *Alexandrium catenella*



Foto 2: *Alexandrium* aff. *acatenella*

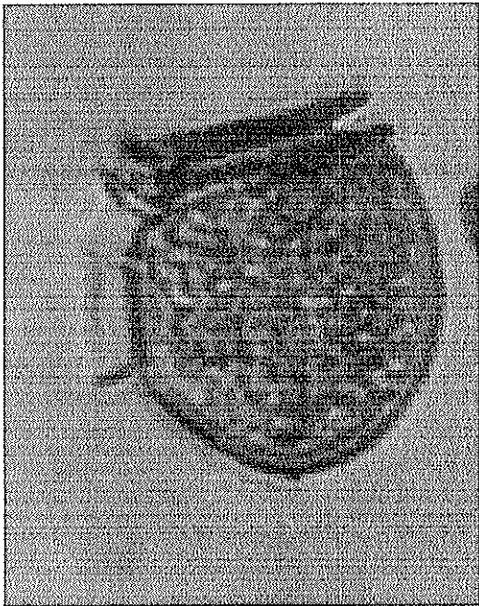


Foto 3: *Dinophysis acuminata*

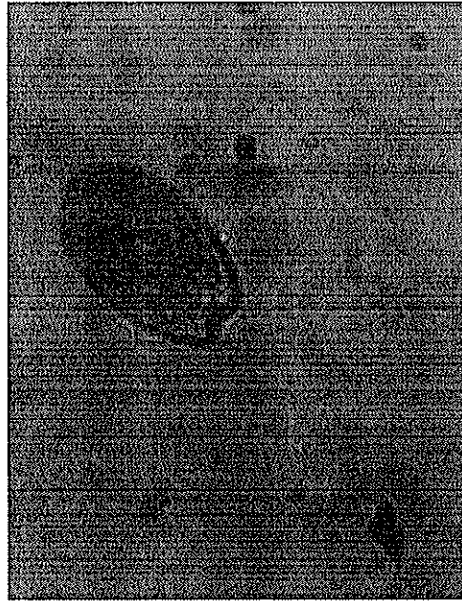
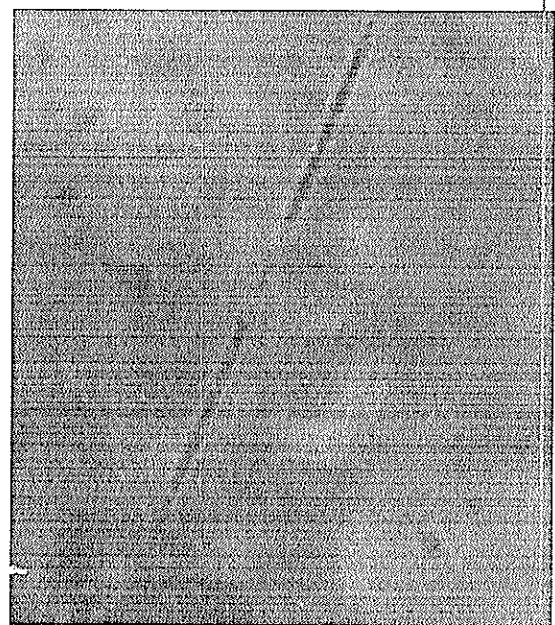
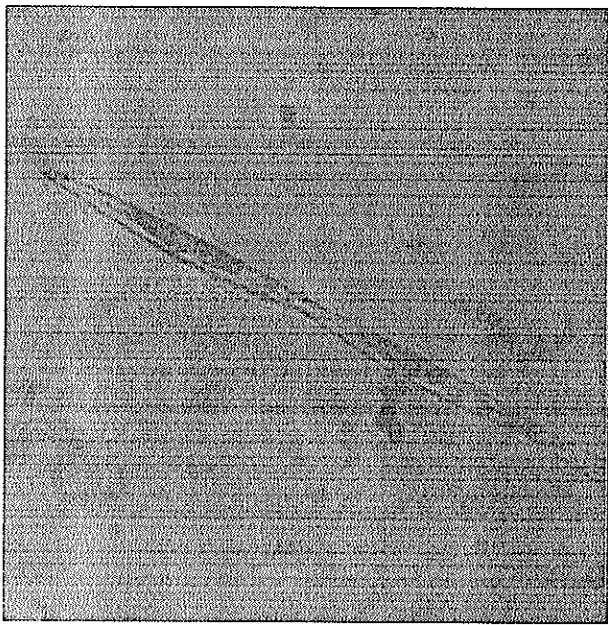


Foto 4: *Prorocentrum lima*



Fotos 5 y 6: *Pseudo-nitzschia* spp.

## Anexo 7. Composición y abundancia del zooplancton de la bahía de Ushuaia y bahía Golondrina. Enero 2001

Mónica S. Hoffmeyer

Se analizaron nueve muestras de zooplancton de las bahías Ushuaia y Golondrina colectadas durante el mes de enero de 2001 (Fig 1). Las muestras se obtuvieron con red de plancton cónica abierta, de 0,53 m de diámetro de boca y 0,2 mm de poro. En cada una de las estaciones de muestreo se arrastró la red en el estrato superficial de la columna, desde una embarcación a motor a aproximadamente dos nudos de velocidad y durante un tiempo variable de 10 -15 min. Las muestras se fijaron en formalina neutralizada al 4%.

El análisis cualitativo se realizó con microscopía óptica y técnicas de recuento estándar para zooplancton marino de las fracciones de tamaño meso y macroplancónicas. Cuando fue necesario se realizaron preparados para contribuir con la identificación correcta de los ejemplares observados, los que se estudiaron con microscopía óptica y la consulta con literatura taxonómica especializada (Pallares, 1968; Hoffmeyer, 1983; Lopretto & Tell, 1995; Guglielmo & Lanora, 1995; 1996; Boltovskoy, 1999; Young, 2002; Hoffmeyer et al., 2000;).

La abundancia del zooplancton se expresa en individuos por metro cúbico. Se estimó en función del número de individuos contados a partir de alícuotas de cada muestra (hasta 10% de la muestra concentrada, de acuerdo a la densidad de organismos) bajo microscopio estereoscópico y el correspondiente volumen filtrado por la red. El volumen de agua filtrado por la red se calculó considerando el número de revoluciones registrado por la diferencia de lecturas en un flujómetro Khalsico en el arrastre, el área de la boca de la red (0,221 m<sup>2</sup>) y la constante de paso del aparato (0,27 m/rev). Los valores hallados de volumen de agua filtrado por la red oscilaron entre 101 y 212 m<sup>3</sup> en la bahía de Ushuaia y entre 135 y 158 m<sup>3</sup> en bahía Golondrina. El amplio rango de los valores de volumen filtrado observados se podría explicar por diferencias en la velocidad de los arrastres ó en la duración de los mismos.

### Análisis cualitativo

En el Cuadro 1 se presenta la lista taxonómica de los organismos hallados en las muestras de las bahías de Ushuaia y Golondrina y en las Tablas 1 y 2 la composición del zooplancton estudiado. Se observó la presencia de 29 taxones correspondientes a las fracciones meso y macroplancónicas (0,200-2 mm y >2mm). Estuvieron representados 5 Phyla de invertebrados: Crustacea, Bryozoa, Annelida, Mollusca y Cnidaria, siendo los crustáceos los que contribuyeron con mayor número de taxones. Veinticuatro taxones fueron especies del holoplancton y el resto lo constituyeron formas larvales meroplanctónicas de invertebrados bentónicos. Dentro de los taxones holoplanctónicos, el grupo mejor representado fue el de los copépodos Calanoida (*Calanus australis*, *Centropages brachiatus*, *Drepanopus forcipatus*, *Clausocalanus brevipipes*, *Acartia tonsa*, *Eurytemora americana*, *Paracalanus parvus* y *Ctenocalanus citer*).

Se observaron larvas nauplius y copepoditos (juveniles) de Calanoida que se han computado en conjunto aunque corresponden muy probablemente a las especies: *C. brevipipes*, *D. forcipatus* y *C. citer*. Se destaca además, la presencia de especies de los órdenes de Copepoda, Cyclopoida (*Oithona similis*), Poecilostomatoida (*Oncaea curvata*), Monstrilloida y Harpacticoida (*Harpacticus furcatus*, *Parathalestris clausi* y otras especies no determinadas), siendo las de este último grupo típicas del bentos y por lo tanto de presencia ocasional en el plancton. Dentro del holoplancton se observaron además, medusas del género *Obelia*, cladóceros marinos (*Podon leuckarti*) y un cladóceros de abolengo dulceacuícola (*Bosmina* sp.), una especie de anfípodo y dos de poliquetos

planctónicos. Las formas meroplanctónicas estuvieron constituidas por larvas ciphonauta de Bryozoa, larvas nauplius y cypris de Cirripedia, larvas zoea de Decapoda, larvas nauplius de Euphausidae y larvas nectochaeta de poliquetos bentónicos.

Se observaron 20 taxones comunes para ambas bahías y 9 taxones propios de cada una, 7 para la bahía de Ushuaia y 2 para bahía Golondrina (ver en las Tablas 1 y 2 los nombres de los taxones comunes sin subrayar y los propios de cada bahía subrayados). En la bahía de Ushuaia el número de taxones presentes fue de 27 y en bahía Golondrina de 22. El zooplancton en bahía de Ushuaia mostró una mayor riqueza específica que en bahía Golondrina.

#### Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo arrojó abundancias muy dispares entre ambas bahías (Tablas 1 y 2). Mientras en bahía de Ushuaia los valores de abundancia total del zooplancton por estación variaron entre alrededor de 200 y 2000 ind m<sup>-3</sup>, en bahía Golondrina estos valores resultaron un orden de magnitud más bajos (entre 60 y 100 ind m<sup>-3</sup>). Las diferencias obvias entre los valores de la media y varianza de abundancia zooplanctónica de ambas bahías fueron corroboradas estadísticamente por tests de diferencia de medias ( $t= 2,24 *$ ) y de varianzas ( $F= 1532,42 **$ ).

En la bahía de Ushuaia (Fig 3), los taxones mejor ranqueados en orden de abundancia descendente fueron los copepoditos de Calanoida, *Oithona similis*, las nauplii de Calanoida, huevos de Crustacea y *Ctenocalanus citer* en tanto en bahía Golondrina (Fig. 4), ellos fueron copepoditos de Calanoida, larvas de Polichaeta y el copépodo *O. similis*. Considerando que los copepoditos y nauplii de Calanoida fueron computados en pull por la imposibilidad actual de la discriminación por especie, las especies dominantes en bahía de Ushuaia fueron *O. similis*, *Ctenocalanus citer*, *Obelia* spp. y *Clausocalanus brevipes*. En bahía Golondrina fueron dominantes las larvas de Polychaeta y *O. similis*.

Las especies presentes fueron, en general, indicadoras de aguas frías subantárticas- antárticas o costeras frías y templadas de Sud América (Pallares, 1968, Bradford-Grieve et al., 1999). Fue destacable la presencia del copépodo exótico *Eurytemora americana* (típico de ambientes estuarinos y costeros del HN) que previamente fue detectado en el estuario de Bahía Blanca y considerada una especie introducida accidentalmente en agua de lastre (Hoffmeyer et al, 2000; Hoffmeyer, 2001). Probablemente *E. americana* desarrolle en estas bahías un corto pulso planctónico durante el verano, a juzgar por su rango de tolerancia a la temperatura (aproximadamente 8-9 a 16-17 °C).

Se realizó un análisis de agrupamientos para cada bahía en el intento de explorar la asociación entre muestras basada en la composición y estructura de la comunidad zooplanctónica. Este análisis se realizó de dos maneras: 1) previa transformación raíz cuarta de los datos utilizando el índice de similaridad de Bray & Curtis y 2) datos de presencia-ausencia y distancia euclídea, más ligamiento promedio en los dos casos. El análisis demostró en bahía de Ushuaia la formación de dos grupos, uno constituido por las estaciones 2, 5 y 19 (Este) y el otro por las estaciones 11, 8 y 15 (Oeste) (Fig. 5). En la bahía Golondrina, siguiendo el mismo criterio, se encontró la formación de dos grupos, uno constituido por las estaciones 1 y 4, y el otro por la estación 7 (Fig. 6). Los grupos mencionados en ambas bahías denotan la diferenciación del zooplancton en distintas asociaciones seguramente reguladas por la profundidad y diversidad del bentos y las condiciones especialmente de temperatura, salinidad y densidad del fitoplancton y microzooplancton.

Con los datos presentes, no se encontró ninguna relación significativa entre el zooplancton y la información ambiental disponible. Se recomienda intensificar los estudios

ambientales analizando los distintos componentes tróficos de la Bahía.

### Referencias

- Boltovskoy, D (Ed.) 1999. South Atlantic Zooplankton. Vol I & II. Backhuys Publs.
- Bradford-Grieve, J. M., E.L. Markhaseva, C. E. F. Rocha y B. Abiahy, 1999. Copepoda. En D. Boltovskoy (Ed.) South Atlantic Zooplankton. Vol I & II. Backhuys Publs. 869-1098p.
- Guglielmo, L y A. Ianora, 1995. Atlas of Marine Zooplankton. Straits of Magellan. Copepods. Springer. 257pp.
- Guglielmo & Ianora, 1996. Atlas of Marine Zooplankton. Straits of Magellan. Amphipods, Mysids, Euphausiids, Ostracods and Chaetognaths.
- Harris, R. P., P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal and M. Huntley, 2000. Zooplankton Methodology Manual. Academic Press. 673pp.
- Hoffmeyer, M. S., 1983. Zooplankton del área interna de la Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. I - Composición Faunística. Hist Nat, 3 (8): 73-94. Corrientes. Argentina.
- Hoffmeyer, M. S.; B. W. Frost & M. B. Castro, 2000. *Eurytemora americana* Williams, 1906, not *Eurytemora affinis* (Poppe, 1880), inhabits the Bahía Blanca estuary, Argentina. Sci Mar, 64 (1): 111-113. España.
- Hoffmeyer, M. S. & E. Torres, 2001. Morphometric variables and individual volume of *Eurytemora americana* and *Acartia tonsa* females from the Bahía Blanca estuary, Argentina. Hidrobiologia 459: 73-82. Holanda.
- Lang, K. 1975. Monographie der Harpacticiden. T I y II. Otto Koeltz Science Publs. 1682pp.
- Lopretto E. y Tell, G. (Eds.), 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Tomos I, II y III. Ediciones Sur. 1401pp.
- Pallares, R., 1968. Copépodos marinos de la ría Deseado. H. 1024. 125pp.
- Young, C. M. (Ed.), 2002. Atlas of Marine Invertebrate Larvae. Academic Press. 607pp.

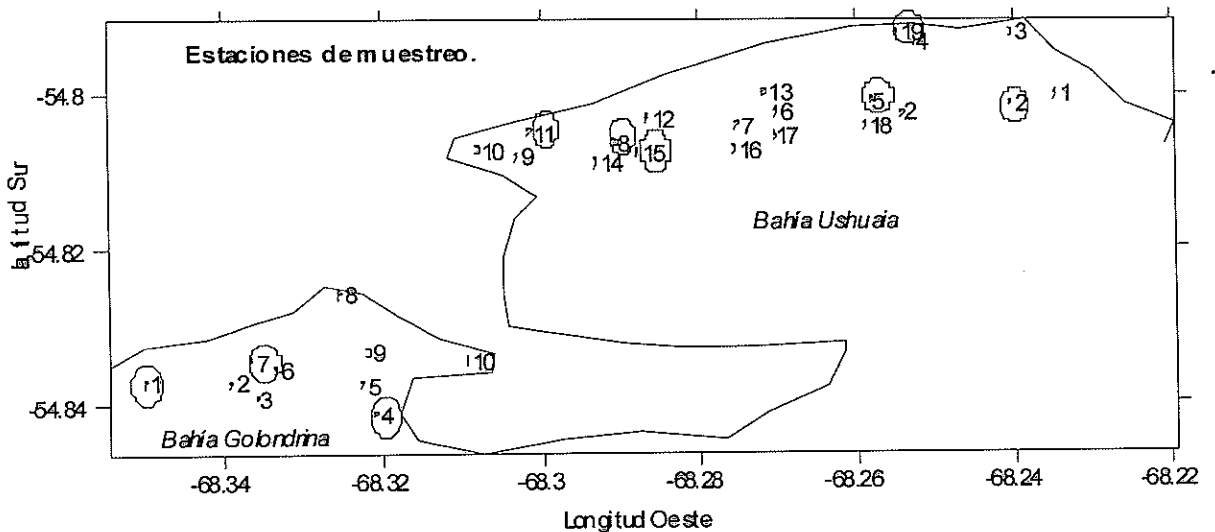


Figura 1- Mapa con la localización geográfica de la grilla de estaciones de muestreo. En las estaciones marcadas con un óvalo se muestreó zooplancton

Cuadro 1- Lista taxonómica

| Phylum    | Clase           | Orden            | Familia         | Especie-Forma                 |
|-----------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------------------|
| CRUSTACEA | COPEPODA        | CALANOIDA        | CALANIDAE       | <i>Calanus australis</i>      |
|           |                 |                  | PARACALANIDAE   | <i>Paracalanus parvus</i>     |
|           |                 |                  | CLAUSOCALANIDAE | <i>Drepanopus forcipatus</i>  |
|           |                 |                  |                 | <i>Clausocalanus brevipes</i> |
|           |                 |                  |                 | <i>Ctenocalanus cifer</i>     |
|           |                 |                  | ACARTIIDAE      | <i>Acartia tonsa</i>          |
|           |                 |                  | CENTROPAGIDAE   | <i>Centropages brachiatus</i> |
|           |                 |                  | TEMORIDAE       | <i>Eurytemora americana</i>   |
|           |                 |                  | OITHONIDAE      | <i>Oithona similis</i>        |
|           |                 |                  | ONCAEIDAE       | <i>Oncaea curvata</i>         |
|           |                 | HARPACTICOIDA    | HARPACTICIDAE   | <i>Harpacticus furcatus</i>   |
|           |                 |                  |                 | <i>Parathalestris clausi</i>  |
|           |                 |                  |                 | <i>Tisbe varians</i>          |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 | MONSTRILLOIDA    |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
| BRIOZOA   | PERACARIDA      | POLYCHAETA       | PODONIDAE       | <i>Podon feuckarti</i>        |
|           |                 |                  | BOSMINIDAE      | <i>Bosmina sp</i>             |
|           |                 |                  |                 | Larva Zoea                    |
|           |                 |                  | EUPHAUSIIDAE    | Larva Nauplius                |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
|           |                 |                  |                 |                               |
| ANNELIDA  | CIRRIPEDIA      | THORACICA        |                 | Larva Nauplius y Cypris       |
|           |                 |                  |                 | Larva Ciphonauta              |
| MOLLUSCA  | BIVALVIA        | PHYLLODOCEMORPHA |                 | <i>Autolytus sp</i>           |
|           |                 |                  |                 | Larva Veliger                 |
| CNIDARIA  | HYDROIDOMEDUSAE | PROBOSCOIDA      | CAMPANULARIDAE  | <i>Obelia spp</i>             |
|           |                 |                  |                 |                               |

Tabla 1- BAHIA USHUAIA. Valores de abundancia por especie (por estación, media y error standard) y abundancia total del zooplancton (por estación, media y error standard) en N° ind m<sup>-3</sup>.

| Especies              | Estaciones |      |    |     |     |      | Media  | ES     |
|-----------------------|------------|------|----|-----|-----|------|--------|--------|
|                       | 2          | 5    | 8  | 11  | 15  | 19   |        |        |
| <i>C. australis</i>   | 1          | 0    | 0  | 0   | 0   | 0    | 0.17   | 0.41   |
| <i>C. brachiatus</i>  | 2          | 0    | 0  | 2   | 0   | 0    | 0.67   | 0.94   |
| <i>D. forcipatus</i>  | 18         | 8    | 0  | 1   | 0   | 0    | 4.50   | 6.68   |
| <i>C. brevipes</i>    | 14         | 73   | 0  | 1   | 6   | 16   | 18.33  | 25.17  |
| <i>A. tonsa</i>       | 2          | 0    | 2  | 81  | 10  | 8    | 17.17  | 28.77  |
| <i>E. americana</i>   | 0          | 0    | 2  | 8   | 4   | 30   | 7.33   | 10.50  |
| <i>P. parvus</i>      | 0          | 0    | 1  | 5   | 1   | 0    | 1.17   | 1.77   |
| <i>C. citer</i>       | 19         | 57   | 1  | 13  | 6   | 134  | 38.33  | 46.47  |
| Copepoditos Calanoida | 444        | 1681 | 8  | 63  | 14  | 670  | 480.00 | 590.71 |
| Nauplii Calanoida     | 13         | 41   | 11 | 34  | 18  | 253  | 61.67  | 86.26  |
| <i>O. curvata</i>     | 0          | 0    | 0  | 1   | 0   | 8    | 1.50   | 2.93   |
| <i>O. similis</i>     | 10         | 195  | 28 | 0   | 58  | 275  | 94.33  | 103.69 |
| <i>T. varians</i>     | 0          | 0    | 0  | 2   | 0   | 0    | 0.33   | 0.75   |
| <i>H. furcatus</i>    | 0          | 0    | 1  | 1   | 3   | 0    | 0.83   | 1.07   |
| <i>P. clausi</i>      | 0          | 0    | 0  | 0   | 1   | 0    | 0.17   | 0.37   |
| Harpacticoida         | 0          | 0    | 1  | 1   | 0   | 0    | 0.33   | 0.47   |
| Monstrilloida         | 0          | 0    | 1  | 0   | 0   | 0    | 0.17   | 0.37   |
| <i>P. leuckarti</i>   | 1          | 0    | 4  | 8   | 16  | 8    | 6.17   | 5.37   |
| <i>Obelia</i> spp.    | 1          | 8    | 5  | 5   | 27  | 82   | 21.33  | 28.39  |
| Cirripedia (L)        | 0          | 0    | 3  | 9   | 18  | 0    | 5.00   | 6.63   |
| Bryozoa (L)           | 0          | 8    | 1  | 1   | 1   | 0    | 1.83   | 2.79   |
| Polychaeta (L)        | 0          | 0    | 2  | 1   | 0   | 0    | 0.50   | 0.76   |
| Euphausiidae (L)      | 0          | 0    | 0  | 1   | 0   |      | 0.20   | 0.40   |
| Decapoda (L)          | 0          | 0    | 0  | 0   | 0   | 8    | 1.33   | 2.98   |
| Polychaeta            | 0          | 0    | 0  | 0   | 0   | 8    | 1.33   | 2.98   |
| Amphipoda             | 1          | 0    | 0  | 0   | 0   | 0    | 0.17   | 0.37   |
| Huevos (Crustacea?)   | 140        | 16   | 6  | 9   | 161 | 16   | 58.00  | 65.79  |
| Total                 | 666        | 2087 | 77 | 247 | 344 | 1516 | 822.83 | 732.61 |



Tabla 2 - BAHIA GOLONDRINA. Valores de abundancia por especie ( por estación, media y error standard) y abundancia total del zooplancton (por Estación, media y error standard) en Nº ind m<sup>-3</sup>.

| Taxones               | Estaciones |     |    | Media | E.S.  |
|-----------------------|------------|-----|----|-------|-------|
|                       | 1          | 4   | 7  |       |       |
| <i>C. brachiatus</i>  | 1          | 1   | 0  | 0.67  | 0.58  |
| <i>D. forcipatus</i>  | 4          | 7   | 1  | 4.00  | 3.00  |
| <i>C. brevipes</i>    | 2          | 2   | 0  | 1.33  | 1.15  |
| <i>A. tonsa</i>       | 8          | 2   | 5  | 5.00  | 3.00  |
| <i>E. americana</i>   | 0          | 0   | 1  | 0.33  | 0.58  |
| <i>P. parvus</i>      | 0          | 0   | 1  | 0.33  | 0.58  |
| <i>C. citer</i>       | 1          | 9   | 2  | 4.00  | 4.36  |
| Copepoditos Calanoida | 28         | 45  | 5  | 26.00 | 20.07 |
| Nauplii Calanoida     | 4          | 5   | 0  | 3.00  | 2.65  |
| <i>O. similis</i>     | 8          | 14  | 4  | 8.67  | 5.03  |
| <i>T. varians</i>     | 0          | 0   | 2  | 0.67  | 1.15  |
| <i>H. furcatus</i>    | 0          | 0   | 4  | 1.33  | 2.31  |
| Harpacticoida         | 0          | 0   | 1  | 0.33  | 0.58  |
| <i>P. leuckarti</i>   | 0          | 0   | 1  | 0.33  | 0.58  |
| <i>Bosmina</i> sp.    | 1          | 0   | 0  | 0.33  | 0.58  |
| <i>Obelia</i> spp.    | 1          | 9   | 1  | 3.67  | 4.62  |
| Cirripedia (L)        | 1          | 3   | 2  | 2.00  | 1.00  |
| Bryozoa (L)           | 5          | 5   | 2  | 4.00  | 1.73  |
| Polychaeta (L)        | 2          | 4   | 56 | 20.67 | 30.62 |
| Bivalvia (L)          | 2          | 1   | 1  | 1.33  | 0.58  |
| <i>Autolytus</i> sp.  | 0          | 1   | 0  | 0.33  | 0.58  |
| Polychaeta            | 0          | 1   | 0  | 0.33  | 0.58  |
| Total                 | 68         | 109 | 89 | 88.67 | 85.89 |

## BAHIA USHUAIA

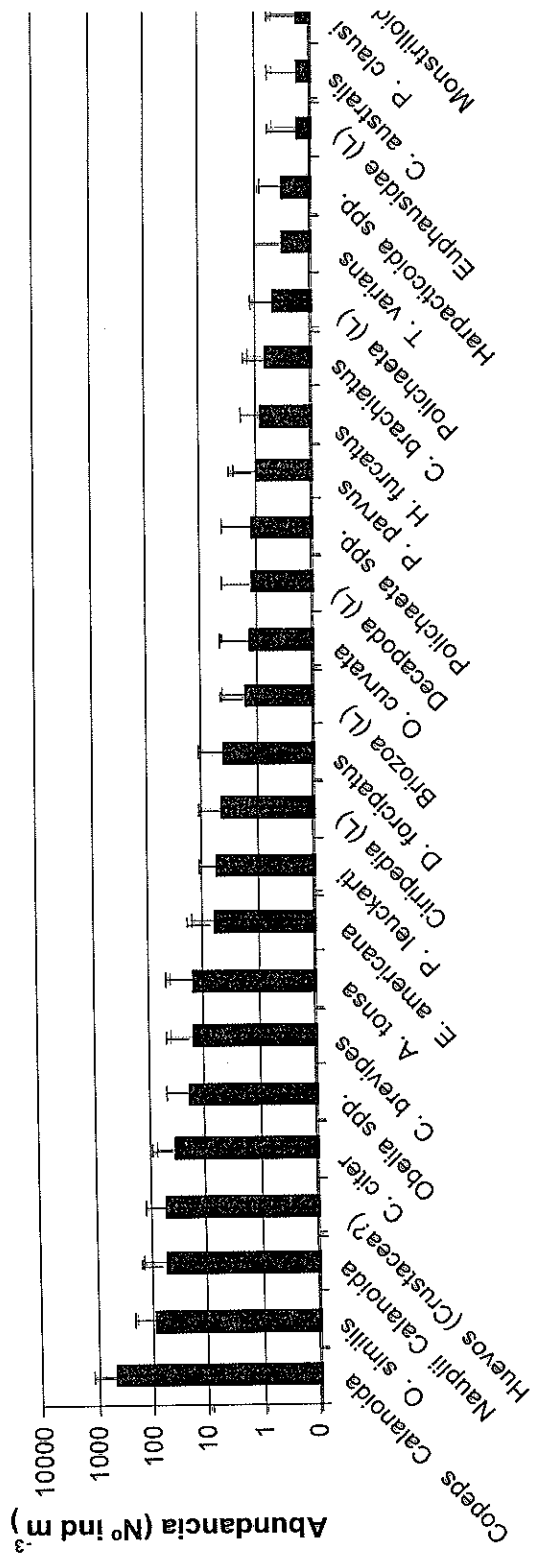


Figura 3 - Abundancia media + 1 error standard en escala logarítmica y orden descendente de los taxones zooplanctónicos hallados en la bahía de Ushuaia en enero de 2001

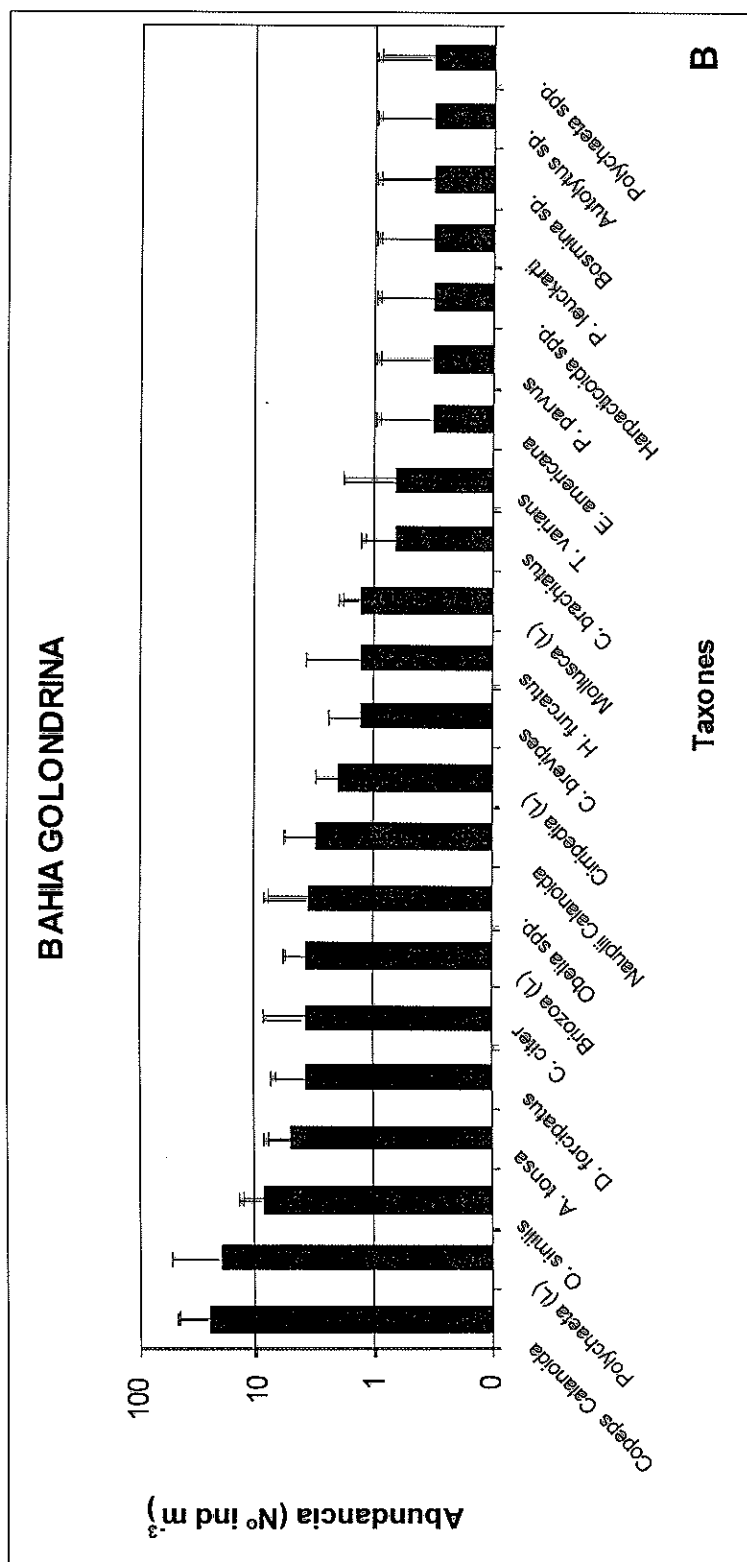


Figura 4 - Abundancia media + 1 error standard en escala logarítmica y orden descendente de los taxones zooplanctónicos hallados en bahía Golondrina en de 2001

## BAHIA USHUAIA

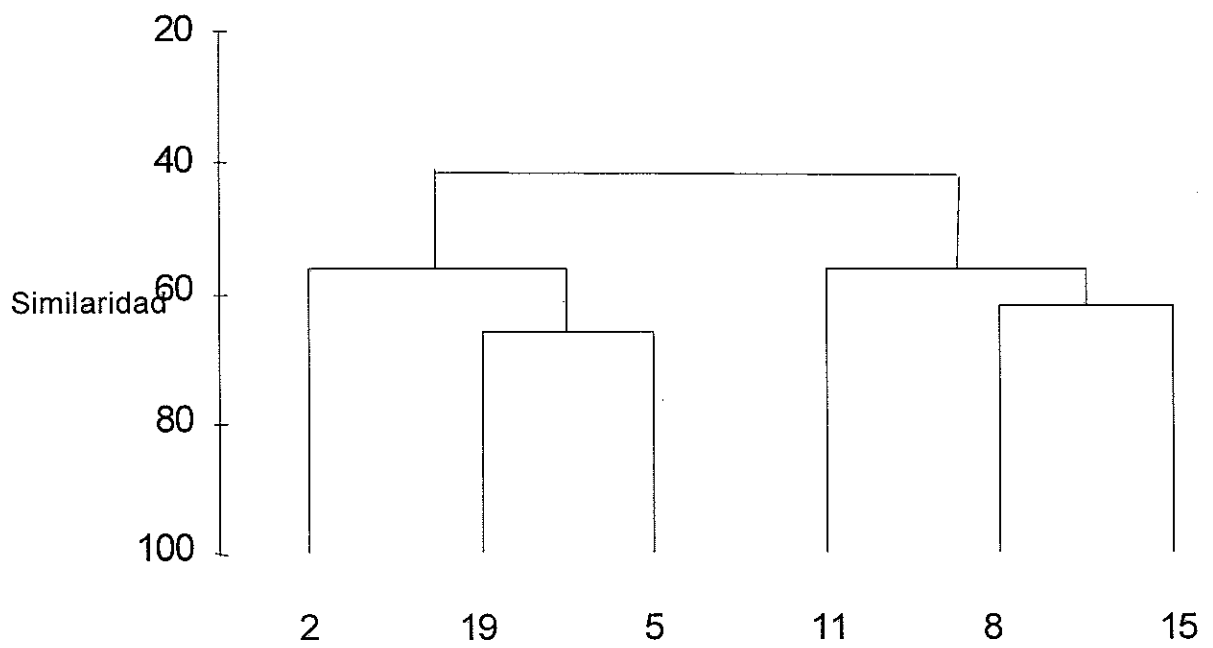


Figura 5

## BAHIA GOLONDRINA

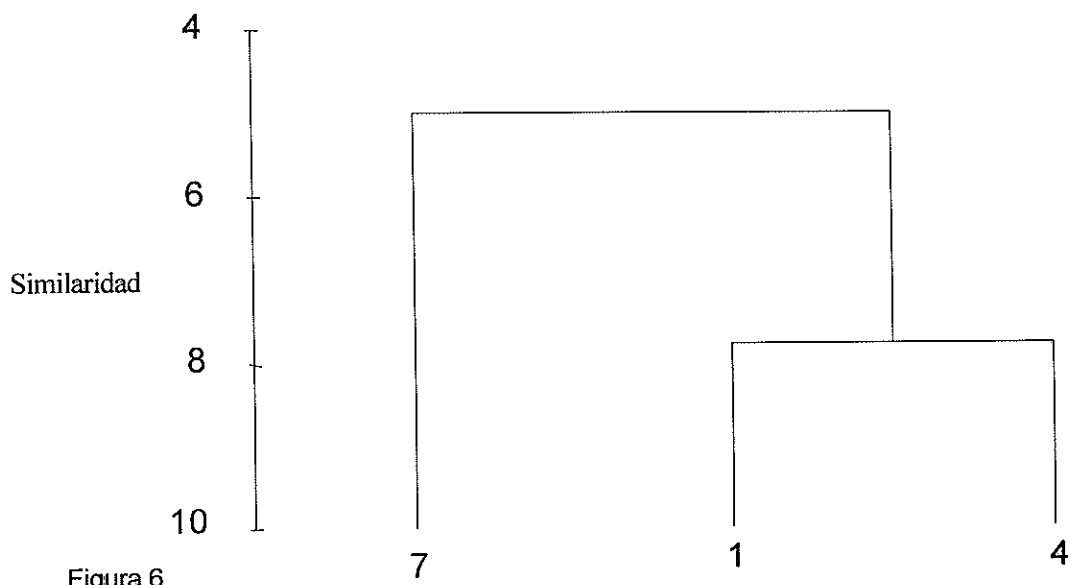


Figura 6

**SITUACION DEL SISTEMA CLOACAL DE LA CIUDAD DE USHUAIA  
CONSTATAIONES Y RECOMENDACIONES**

Por

Dr. Oscar Amin

Dra. Laura Comoglio

Lic. Soledad Diodato

Lic. Yamila Nohra

Ing. Herman Dolder

Lic. Stella Maris Domínguez

Arq. Federico Gamenara

Lic. Máximo Lobo

Arq. Jorge López Moreno

Mgs. Mónica Obreque

Informe Técnico presentado a la Comisión Asesora del Plan de Manejo Costero



**Ushuaia, Tierra del Fuego, 15 de Marzo de 2011**

**ORGANISMOS INTERVINIENTES:**

Colegio de Arquitectos de Ushuaia:

Arq. Federico Gamenara  
Arq. Jorge López Moreno

Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios:

Mgs. Mónica Obreque

Instituto Provincial de Vivienda:

Ing. Herman Dolder

Laboratorio de Ecotoxicología y Contaminación Acuática – LETCA – CADIC – CONICET:

Dr. Oscar Amín  
Dra. Laura Comoglio  
Lic. Soledad Diodato  
Lic. Yamila Nohra

Municipalidad de Ushuaia:

Lic. Stella Maris Domínguez  
Lic. Maximiliano Lobo

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| INTRODUCCION.....  | 5         |
| <b>1. RELEVAMIENTO DE LA CALIDAD DE EFLUENTES URBANOS NATURALES Y ARTIFICIALES SOBRE LA COSTA DE LAS BAHIAS DE LA CIUDAD DE USHUAIA...</b> | <b>6</b>  |
| 1.1 Contexto .....   | 6         |
| 1.2 Objetivo .....   | 8         |
| 1.3 Metodología empleada .....   | 8         |
| 1.3.1 Áreas relevadas .....  | 8         |
| 1.3.2 Parámetros analizados .....  | 9         |
| 1.3.2.1.1 Parámetros hidrológicos generales:.....  | 9         |
| 1.3.2.1.2 Parámetros Químicos:.....  | 10        |
| 1.3.3 Aplicación de Índices de Calidad de Agua .....   | 10        |
| 1.4 Resultados .....   | 11        |
| 1.4.1 Parámetros hidrológicos generales .....  | 11        |
| 1.4.1.1 Temperatura .....  | 11        |
| 1.4.1.2 pH .....   | 11        |
| 1.4.1.3 Salinidad/Conductividad:.....  | 12        |
| 1.4.1.4 Turbidez:.....   | 13        |
| 1.4.1.5 Oxígeno Disuelto: .....  | 13        |
| 1.4.2 Parámetros Químicos .....  | 14        |
| 1.4.2.1 Compuestos de Nitrógeno .....  | 14        |
| 1.4.2.2 Otros compuestos .....   | 16        |
| 1.4.2.2.1 Fosfatos:.....   | 16        |
| 1.4.2.2.2 Silicatos:.....  | 17        |
| 1.4.2.2.3 Sólidos Totales Suspendidos .....  | 18        |
| 1.4.2.2.4 Material Orgánico Particulado .....  | 18        |
| 1.4.3 Bacteriología .....  | 19        |
| 1.4.4 Aplicación del Índice de Calidad de Aguas (ICA) .....  | 22        |
| <b>2. RELEVAMIENTO DEL ESTADO DEL SISTEMA CLOACAL .....</b>  | <b>24</b> |
| 2.1 Situación Operativa del sistema cloacal .....  | 24        |
| 2.1.1 Estaciones Elevadoras .....  | 24        |
| 2.1.1.1 Construidas .....  | 24        |
| 2.1.1.2 En construcción .....  | 24        |
| 2.1.1.3 Proyectadas y aun no construidas .....   | 26        |
| 2.1.2 Puntos de descarga cloacal al Canal Beagle .....   | 27        |
| 2.1.2.1 Colectores cloacales desbordando a cielo abierto .....   | 27        |
| 2.1.2.2 Desborde de Estaciones Elevadoras al mar.....  | 29        |
| 2.1.2.3 Dispensor marítimo .....   | 31        |
| 2.1.2.4 Plantas de tratamiento de líquidos cloacales funcionando incorrectamente. 32   |           |
| 2.1.3 Desborde de Estaciones elevadoras a turbales.....  | 33        |
| 2.1.4 Descargas cloacales a ríos que desembocan en el Canal de Beagle.....   | 35        |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.1.5 | Descargas cloacales a la calle.....  | 39 |
| 2.1.6 | Colectores Pluviales funcionando como pluvio-cloacales.....  | 41 |
| 2.1.7 | Descargas a la Bahía Encerrada: .....  | 42 |
| 2.1.8 | Descargas a la Bahía de Ushuaia:.....  | 45 |
| 2.2   | Situación legal .....  | 50 |
| 3.1   | Generalidades .....  | 51 |
| 3.2   | Principales atractivos turísticos .....  | 51 |
| 3.3   | Valoración del paisaje .....   | 51 |
| 3.4   | El impacto visual .....  | 52 |
| 3.5   | Otros impactos .....   | 52 |
| 4.    | RECOMENDACIONES .....  | 53 |
|       | CONCLUSION.....  | 56 |
|       | REFERENCIAS .....  | 58 |
|       | ANEXO CARTOGRAFICO I : Estaciones Elevadoras, Desbordes, Volcamientos y Plantas de Tratamiento ..... | 59 |
|       | ANEXO CARTOGRAFICO II : Turismo y Contaminación Cloacal en la Zona Centro .....                      | 60 |

## INTRODUCCION

La ciudad de Ushuaia, un municipio con perfil altamente turístico y un entorno paisajístico excepcional, enfrenta en la actualidad un serio problema de insuficiencia de prestación de servicios básicos. Es, especialmente en el servicio de cloacas, donde se observa un serio impacto ambiental en numerosos órdenes.

La Comisión Asesora del Plan de Manejo Costero, un organismo multidisciplinario y multijurisdiccional que efectúa recomendaciones para el Consejo Deliberante del Municipio capital de la Tierra del Fuego, encomendó a sus integrantes profesionales con competencia en la materia que efectuaran un análisis del estado del servicio cloacal en la ciudad de Ushuaia para poder contar con información actualizada para el cumplimiento de sus objetivos.

Es así que durante los días 10 de Febrero de 2011 y 1 de Marzo de 2011 un grupo de especialistas efectuó un relevamiento del estado de las instalaciones y recopiló información técnica ya procesada para realizar un informe que permitiera dimensionar el problema.

Este documento se inscribe en el contexto antes descrito y responde a los siguientes objetivos:

- Mostrar la calidad de agua que presentan los arroyos y la costa de la ciudad de Ushuaia.
- Verificar el estado de funcionamiento del sistema cloacal
- Describir la relación con el turismo y la prestación de este servicio.
- Efectuar algunas recomendaciones tendientes a mejorar la situación.

Este informe consta de tres capítulos divididos en función de los objetivos mencionados. El primer capítulo realiza una síntesis de estudios efectuados por investigadores locales sobre la calidad de las aguas de arroyos y de las bahías de Ushuaia.

El segundo capítulo comprende el relevamiento efectuado durante febrero/marzo de 2011 que muestra el estado de las instalaciones del servicio cloacal, incluyendo estaciones elevadoras, volcamiento de cloacas a receptores acuáticos y plantas de tratamiento.

El tercer capítulo informa sobre la actividad turística y la visión que como consecuencia de la situación del servicio cloacal que reciben los turistas que visitan la ciudad de Ushuaia.

Por otra parte, se efectúan una serie de recomendaciones de orden técnico, clasificadas en corto, mediano y largo plazo para corregir los desvíos observados.

Finalmente, cabría aclarar que el presente informe tiene las limitaciones propias de la cantidad de tiempo (poco más de un mes) dedicado a este relevamiento por lo que sus conclusiones deben considerarse como preliminares.

# 1. RELEVAMIENTO DE LA CALIDAD DE EFLUENTES URBANOS NATURALES Y ARTIFICIALES SOBRE LA COSTA DE LAS BAHÍAS DE LA CIUDAD DE USHUAIA

## 1.1 Contexto

La ciudad de Ushuaia, se ha desarrollado sobre las zonas costeras lindantes a las Bahías Ushuaia, Encerrada y Golondrina superando actualmente los 60.000 habitantes. Todo el sector costero recibe el aporte de residuos cloacales, industriales y portuarios, produciéndose visibles alteraciones.

Es motivo de preocupación general el deficiente e insuficiente funcionamiento del sistema colector cloacal y su emisario, ubicado en el extremo occidental de la Península Ushuaia, como así también la existencia de un sistema de colector mixto pluvio-cloacal, principalmente sobre el área del antiguo casco urbano, generando el vertido de estas mezclas a lo largo de toda la línea de costa.

Las áreas identificadas con riesgo de alteraciones severas están ubicadas sobre las desembocaduras (en Bahía Ushuaia) de los principales cursos de agua naturales y son aledaños a las zonas urbanizadas.

Entre éstos, un curso de agua comprometido es el Arroyo Grande, ya que recibe en su tramo inferior descargas domiciliarias, posiblemente desechos industriales infiltrados del primer relleno sanitario de la Ciudad y descargas del Matadero Municipal. Su caudal diluye los niveles de compuestos en su curso de agua, pero no es una solución al problema.

El arroyo Buena Esperanza, por su parte atraviesa un sector importante de barrios con distinto grado de consolidación. A éste se unen otros pequeños cursos de agua que aportan descargas pluvio-cloacales, agua de escurrimiento de turbales y otros pequeños chorrillos, los que cambian sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas hacia el final de su recorrido que llega a la Bahía Encerrada.

El arroyo Rodríguez es un curso de agua natural con menor caudal que los anteriores, cuyo último tramo recorre entubado el casco viejo de la ciudad, visiblemente intervenido y que desemboca a la altura de la calle Piedrabuena.

Por otra parte, el reciente crecimiento de la ciudad se ha proyectado sobre Bahía Golondrina, la cual conserva aún condiciones de baja alteración pero cuyo seguimiento resulta imprescindible en razón de los cambios experimentados en los últimos años. En este sector se ha construido un pedraplén bajo el cual se ha instalado un caño de desborde del sistema cloacal de ese sector de la ciudad.

Además de los sectores antes mencionados existen otras descargas de agua entubadas provenientes de zonas de turberas que son vertidos sobre la línea de costa de bahía Golondrina y bahía Encerrada o fuentes difusas de colectores-emisores pluvio-cloacales sobre la costa Norte de la Bahía Ushuaia (Barrio 640 viviendas).

La provisión de agua potable por parte de la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios es de 22000 m<sup>3</sup> diarios, estimándose en ese orden el aporte cloacal general. Teniendo en cuenta que el sistema es pluvio-cloacal, el caudal efectivo que llega al mar debe ser considerablemente

mayor, variando según la época del año, principalmente influenciado por las condiciones de nieve, posterior deshielo y lluvias a las que se encuentra sometido el ambiente. Sumado a las condiciones de falta de tratamiento de efluentes, otros aspectos a considerar son el aumento constante de la población por inmigración interna y el marcado crecimiento del turismo, que podrían incidir en la demanda de servicios sanitarios y en la producción de desechos líquidos y residuos sólidos.

A pesar de que la ciudad conserva un entorno único donde confluyen mar y montaña, es indudable que tanto algunos atractivos de la ciudad de Ushuaia como las áreas naturales circundantes están fuertemente amenazados. Para el turista y el residente, esta situación implica la pérdida de atractivos únicos como ser las áreas prístinas que le ofrezcan contacto directo con el medio natural (por ejemplo, los paseos costaneros) y la disminución de espacios de recreación cercanos y de gran valor en días de clima agradable.

La propia alteración del entorno natural producto de una urbanización no planificada, impactaría negativamente en la relación entre el estado ambiental de las bahías con la salud de la población lo cual amerita medidas de protección y, eventualmente de saneamiento.

## 1.2 Objetivo

El objetivo del presente capítulo del informe técnico es describir el estado desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico de algunos efluentes naturales y/o artificiales que descargan en las Bahías adyacentes a la ciudad de Ushuaia.

## 1.3 Metodología empleada

Se realizaron ocho (8) muestreos bimensuales (desde octubre 2009 – Diciembre 2010) en un total de 12 estaciones o puntos de muestreo.

Las áreas relevadas y el número de estaciones se listan a continuación. El detalle de las mismas se presenta en la Tabla I y su ubicación puede observarse en la Figura 1.

### 1.3.1 Áreas relevadas

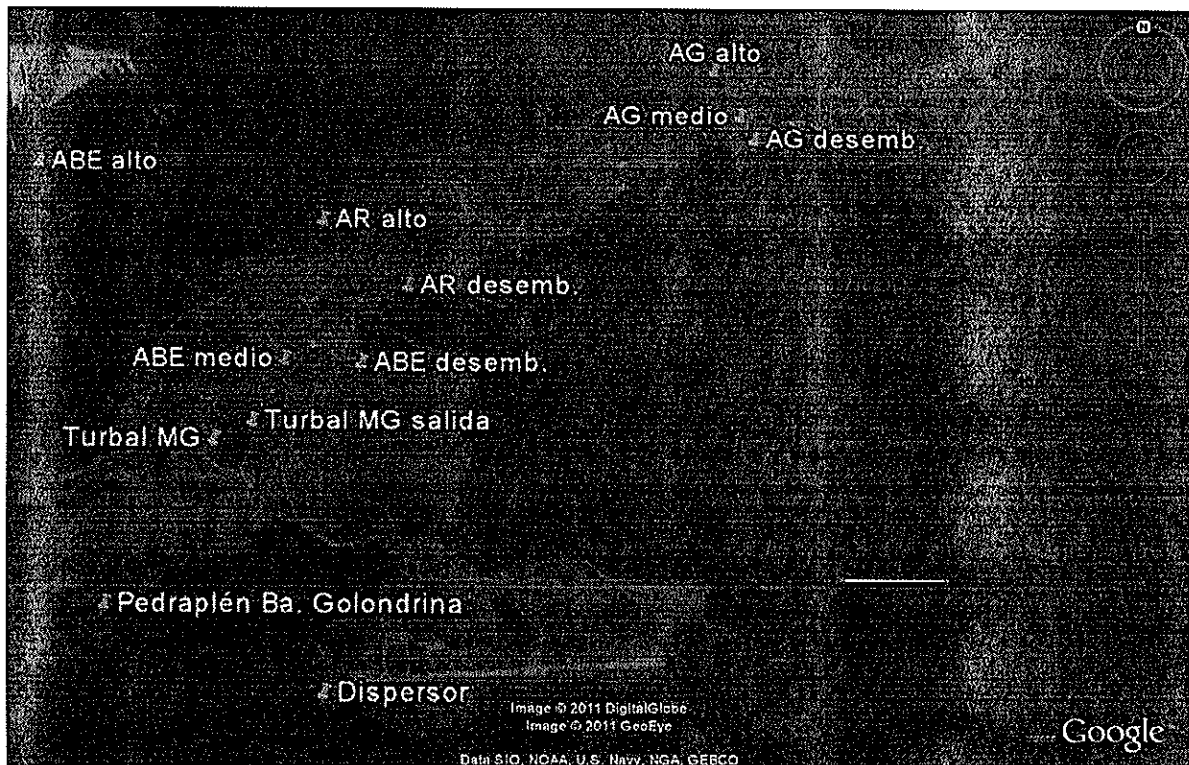
- Cuenca del Arroyo Grande (3 estaciones: alto, medio y bajo)
- Cuenca del Arroyo Buena Esperanza (3 estaciones: alto, medio y bajo)
- Arroyo Rodríguez (2 estaciones: alto y desembocadura)
- Turbal Monte Gallinero (2 estaciones: Turbera y salida altura calle Perón Sur)
- Dispensor cloacal Bahía Golondrina (1 estación: desembocadura)
- Pedraplén Bahía Golondrina (1 estación: rebalse a la bahía)

Tabla I:

| Estación               | Sub-Área      | Localización                   | Descripción   |
|------------------------|---------------|--------------------------------|---|
| Arroyo Grande          | Alto          | 54° 47.340' S<br>68° 15.840' O | Tramo final del Valle de Andorra  |
|                        | Medio         | 54° 47.607' S<br>68° 15.597' O | Al final de la zona industrial  |
|                        | Bajo          | 54° 47.743' S<br>68° 15.466' O | Desembocadura   |
| Arroyo B. Esperanza    | Alto          | 54° 47.906' S<br>68° 22.270' O | Zona prístina. Lindante a la base de la aerosilla Le Martial                |
|                        | Medio         | 54° 49.010' S<br>68° 19.849' O | Zona de impacto urbano  |
|                        | Bajo          | 54° 49.027' S<br>68° 19.129' O | Desembocadura en B. Encerrada. Alto impacto urbano acumulativo.             |
| Arroyo Rodríguez       | Alto          | 54° 48.227' S<br>68° 19.542' O | Cañadón "No me Olvides". Zona urbana  |
|                        | Desembocadura | 54° 48.598' S<br>68° 18.717' O | Desembocadura en calle Piedrabuena.   |
| Turbal Monte Gallinero | Turbera       | 54° 49.452' S<br>68° 20.474' O | Zona urbana. Aportes de diversas fuentes, incluso asentamientos irregulares |

|                                 |               |                                |  |
|---------------------------------|---------------|--------------------------------|--|
|                                 | Salida        | 54° 49.354' S<br>68° 20.123' O | Ídem anterior, al que se incorporan cursos de agua de otra procedencia |
| Dispensor Cloacal B. Golondrina | Desembocadura | 54° 50.775' S<br>68° 19.367' O | Ubicado en Punta Pingüino, Península Ushuaia.                          |
| Pedraplén B. Golondrina         | Desembocadura | 54° 50.335'S<br>68° 21.393'O   | Desembocadura pedraplén de rebalse en Ba. Golondrina                   |

Figura 1: Sitios de Muestreo:



### 1.3.2 Parámetros analizados

Para cada una de las estaciones se realizó el análisis de los siguientes parámetros aplicando metodología validada internacionalmente:

#### 1.3.2.1 Parámetros hidrológicos generales:

Medidos "in situ" mediante medidor multiparamétrico Horiba U-10

- **Temperatura,**
- **pH,**
- **salinidad,**
- **conductividad,**

- oxígeno disuelto,
- turbidez

#### 1.3.2.2 Parámetros Químicos:

- **Nitratos** (Merck, procedimiento análogo a ISO 7890/1)
- **Nitritos** (Merck, procedimiento análogo a EPA 354.1, US Standard Methods 4500-NO2-B)
- **Fosfatos** (Merck, procedimiento análogo a EPA 365.2+3, US Standard Methods 4500-PE, ISO 6978/1)
- **Silicatos** (Merck, procedimiento análogo a US Standard Methods 4500-Si E)
- **Amonio** (Strickland & Parson, 1972)
- **Sólidos totales suspendidos** (Strickland & Parson, 1972)
- **Materia orgánica particulada –MOP-** (Strickland & Parson, 1972)
- **Bacteriología** (Coliformes totales y coliformes fecales) – Kit Comercial Colitag

#### 1.3.3 Aplicación de Índices de Calidad de Agua

Se calculó para cada sitio de muestreo el Índice de Calidad de Agua (ICA), desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de Estados Unidos. El mismo fue tomado de Water Research Center, B.F. Environmental Consultants Inc., Dallas, USA según el *Field Manual for Water Quality Monitoring*. Para este índice se utilizaron 8 parámetros analizados tomando como valor el promedio correspondiente para cada uno.

## 1.4 Resultados

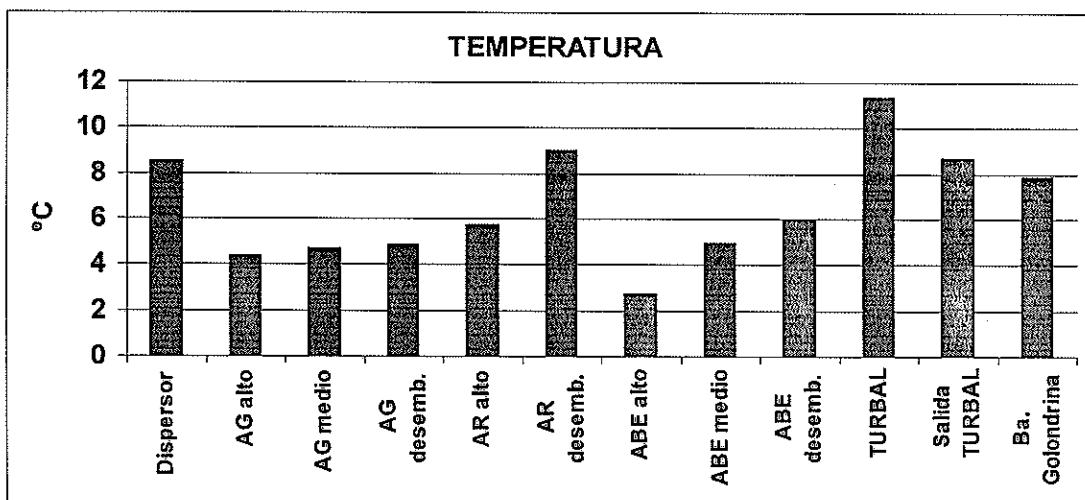
Los resultados se presentan como valores promedio de los 8 muestreos realizados en cada sitio.

### 1.4.1 Parámetros hidrológicos generales

#### 1.4.1.1 Temperatura

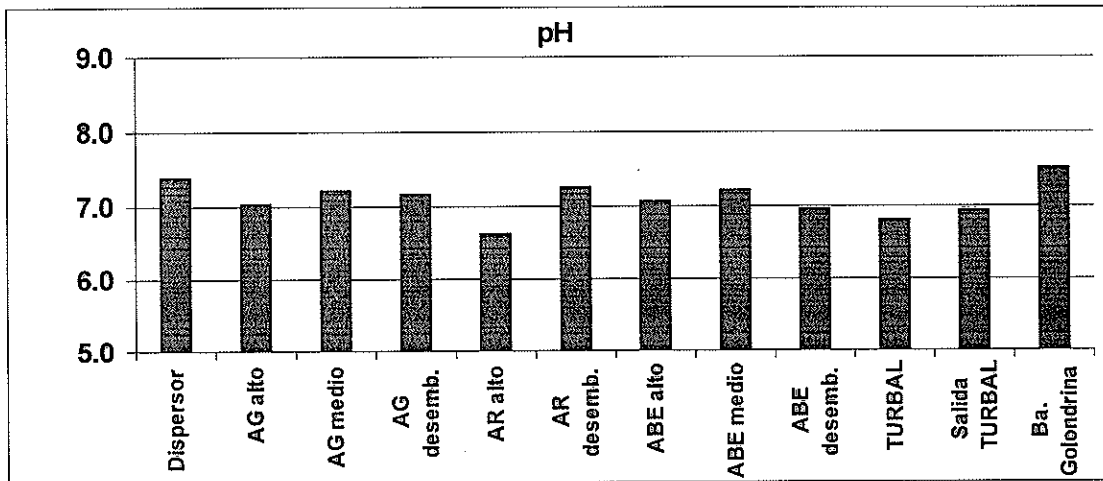
Si bien el líquido cloacal doméstico tiene habitualmente una temperatura un poco más elevada que el agua de consumo proveniente de red, encontrar líquidos con temperaturas muy elevadas nos indica que se está produciendo una descarga industrial o comercial. El líquido en tales condiciones produce el deterioro de la red cloacal y en caso de llegar sin modificación al sitio de disposición final, podría provocar alteraciones en el medio ambiente.

Asumiendo que los valores de temperatura de las estaciones de muestreo ubicadas en las zonas altas del ABE y el AG, corresponden a las temperaturas de base (en promedio entre 3 y 4.4°C), comparativamente las estaciones que presentaron los valores más altos fueron: **Dispensor cloacal, AR alto y desemb., ABE desemb., Turbal MG y Turbal MG salida y el Pedraplén de Ba. Golondrina.**



#### 1.4.1.2 pH

Este valor es indicativo del nivel de acidez y/o alcalinidad de un líquido y su escala es de 1 a 14. Los valores bajos (< 6) se corresponden con características ácidas y los altos (> 8) alcalinos. El valor medio de pH del agua pura es de 7,00, el agua natural puede tener oscilaciones entre 6,5 y 8,7, los valores registrados se encuentran dentro del valor aceptable para este parámetro, si bien los promedios de **AR alto** y de los dos sitios del **Turbal** están por debajo del valor medio de 7.

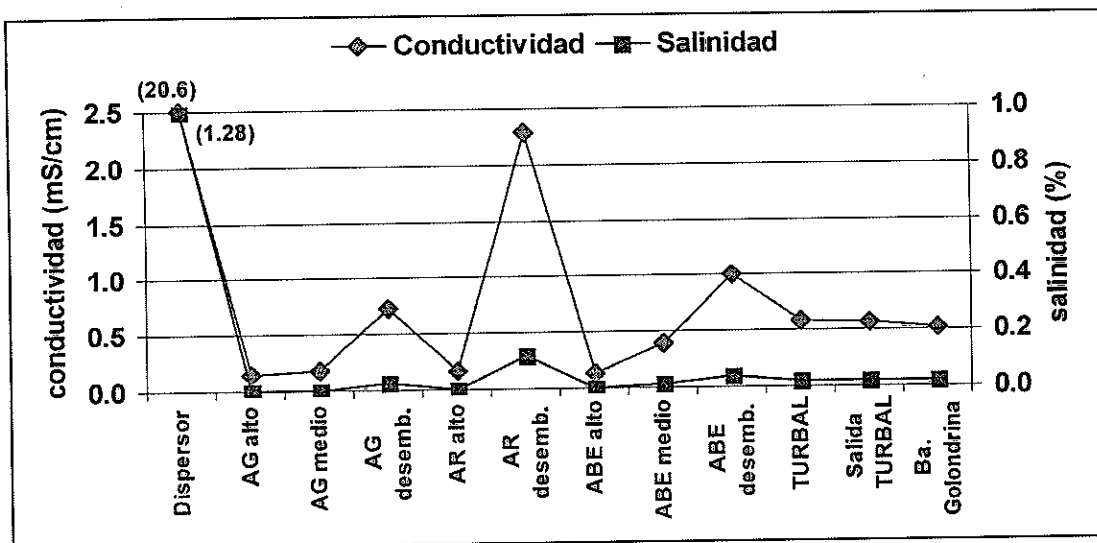


**1.4.1.3 Salinidad/Conductividad:**

Valores cercanos a 0 (cero) de salinidad indican agua de origen terrestre (dulce), mientras que la conductividad indica la presencia de iones disueltos.

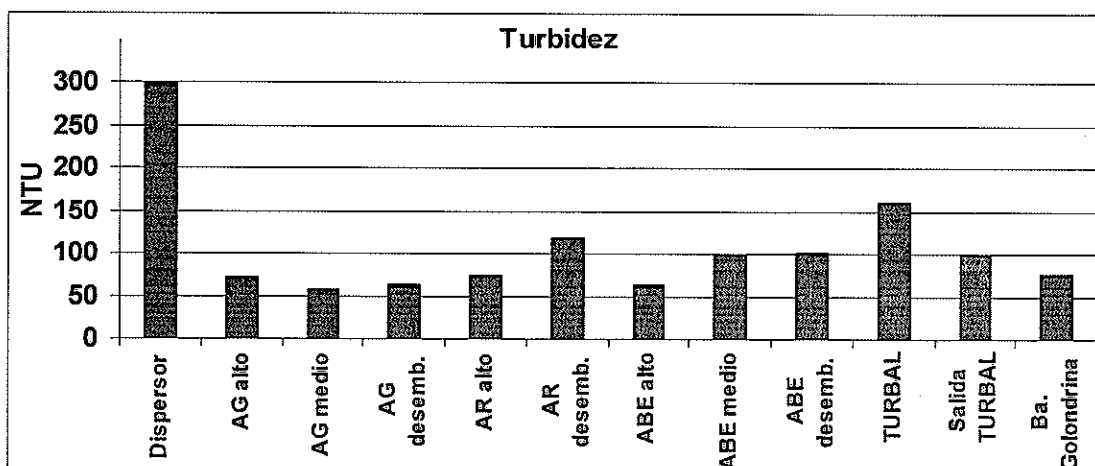
En base a los valores de salinidad, la estación **Dispensor** es la única que presenta un grado de mezcla con agua de mar, dado que las muestras se toman sobre la línea de costa ya que el dispersor esta sumergido y solo con mareas bajas extraordinarias queda expuesto. Las restantes estaciones (incluidas las que descargan sobre la línea de costa) presentaron valores cercanos a 0 (cero), lo cual denota aportes mayoritarios de agua dulce.

Con relación a la conductividad, las estaciones **AR**, **AG** y **ABE desemb.**, presentaron un valor promedio de 1.34 mS/cm, mientras que en el segundo grupo las estaciones **Turbal MG**, **Turbal MG Salida** y **Ba. Golondrina** presentaron un promedio de 0,55 mS/cm y por último para el **Dispensor** se detectó un valor promedio de 20.6 mS/cm, indicando la presencia de iones disueltos en solución.



#### 1.4.1.4 Turbidez:

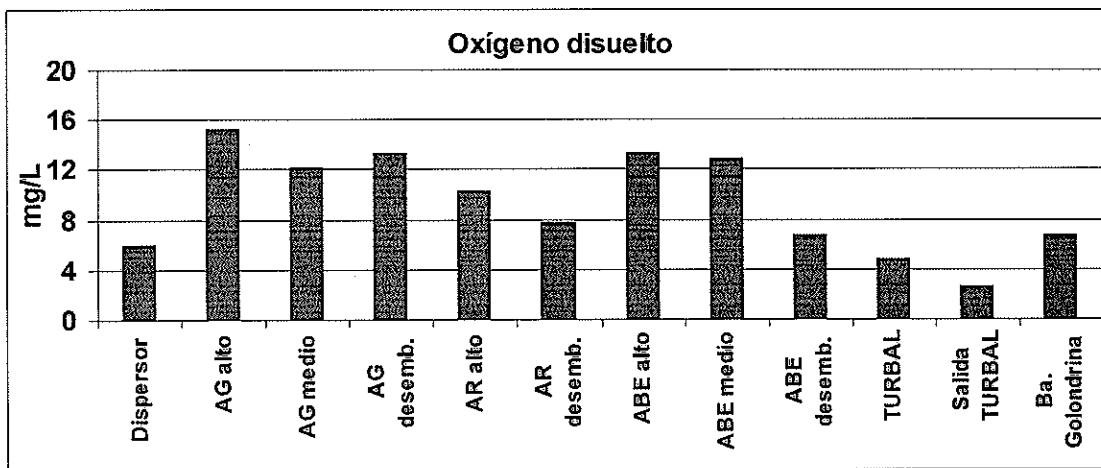
La turbidez es una medida indirecta para conocer la capacidad que tiene la luz de penetrar en el agua. Es una variable física influenciada por múltiples factores y puede o no estar relacionada con sustancias tóxicas, aunque sí con sustancias en suspensión no disueltas. El valor promedio más alto se presentó en el **Dispensor** (301 NTU), presentando las restantes estaciones muestreadas valores promedio entre 50 y 150 NTU, siendo los más altos la desembocadura del **AR** y el **Turbal MG**. La USEPA (Agencia de Protección Ambiental de EEUU) establece un valor de referencia de 5 NTU para el agua potable.



#### 1.4.1.5 Oxígeno Disuelto:

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto ( $O_2$ ) en una solución acuosa y su valor depende de numerosos factores. El principal factor que contribuye a los cambios en los niveles de oxígeno disuelto es el crecimiento de residuos orgánicos (que generalmente produce un decrecimiento), movimientos naturales de la masa de agua como olas y corrientes (incremento) y otros factores como la salinidad y la temperatura.

Se determinaron valores cercanos a la saturación (máxima capacidad de disolución de oxígeno en el agua) en la mayoría de las estaciones estudiadas, salvo en el **Dispensor**, **AR desemb.**, **ABE desemb.**, **Turbal MG** y **Salida y Ba. Golondrina**. Esto indicaría una demanda de oxígeno proveniente de microorganismos que requieren de este compuesto para su metabolismo y producen en consecuencia una depleción en los niveles.



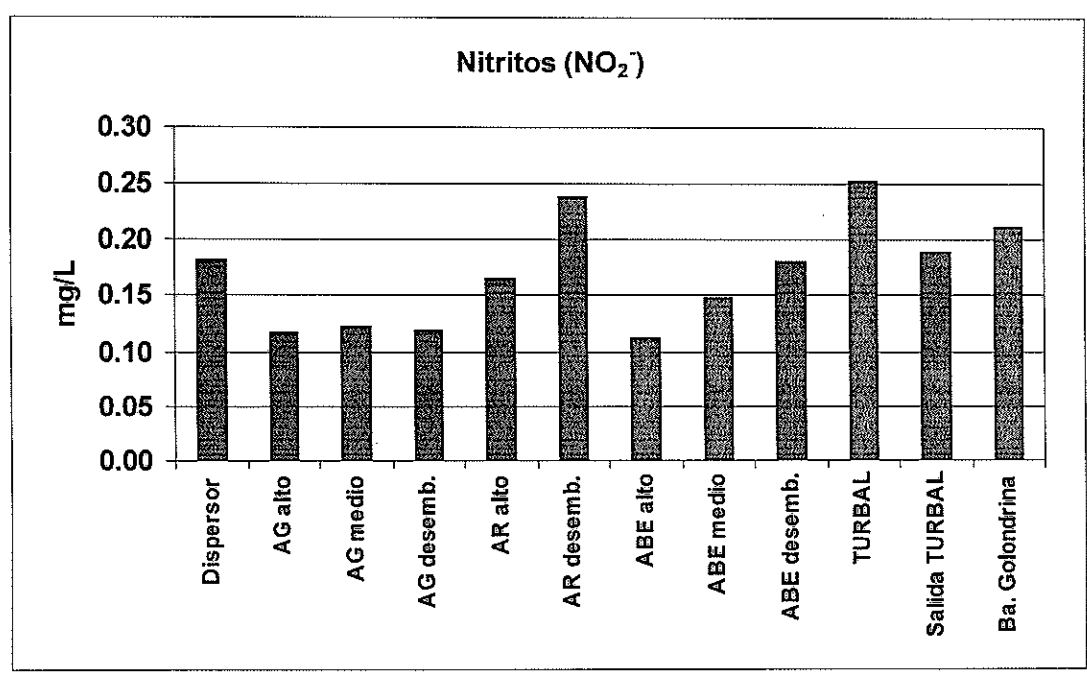
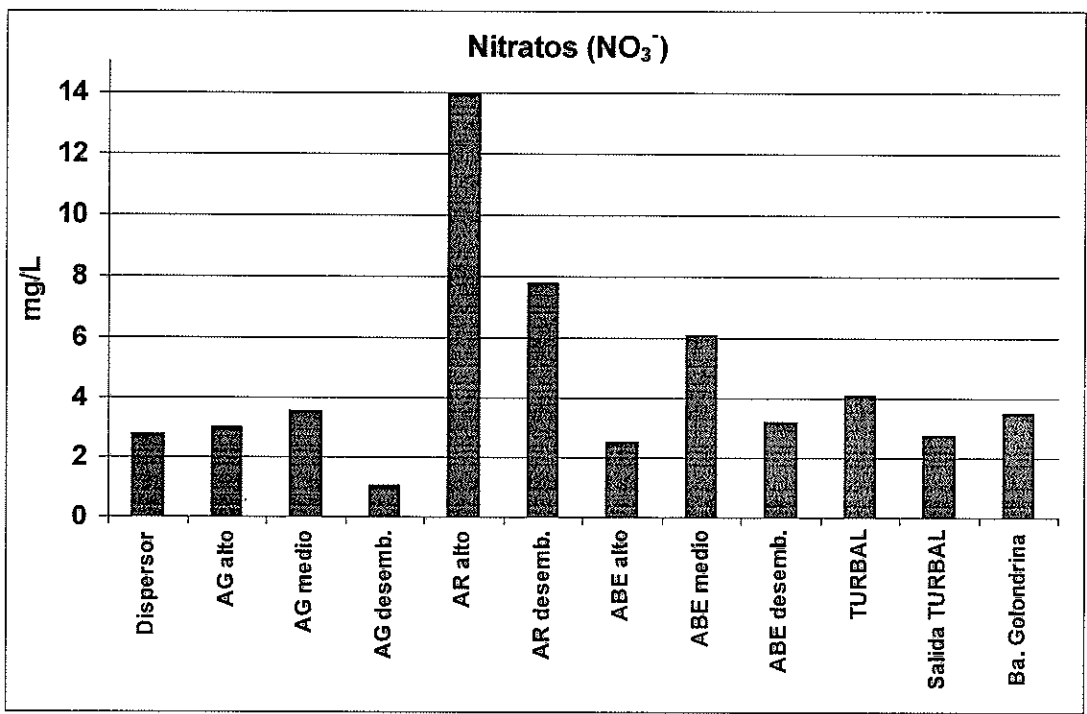
## 1.4.2 Parámetros Químicos

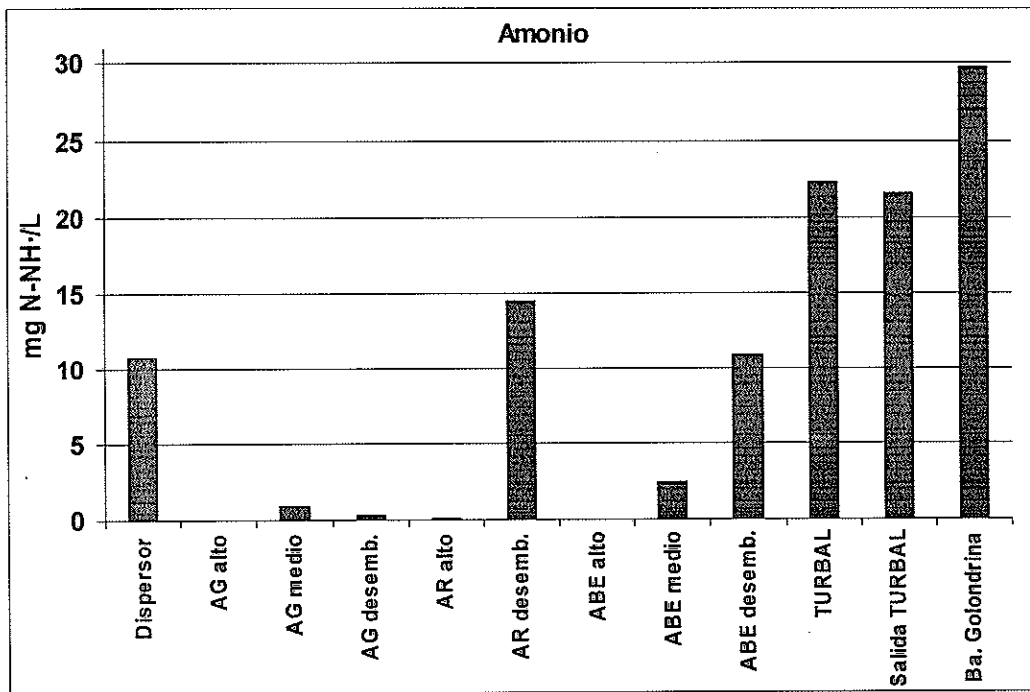
### 1.4.2.1 Compuestos de Nitrógeno

Los compuestos de Nitrógeno pueden presentarse en las formas de Nitrito, Nitrato y Amonio dependiendo del estado de oxidación del sistema y por lo tanto pueden coexistir y sus concentraciones variar. La presencia de estos compuestos en cualquiera de sus formas y a partir de ciertos niveles indica aportes externos al sistema.

En el presente estudio se han analizado las tres formas de nitrógeno encontrando altos valores significativos de **Nitratos** en **AR alto y desemb. y ABE medio**, mientras que los **Nitritos** mostraron valores importantes en **B. Golondrina, AR desemb. y Turbal MG**.

Finalmente valores mayores de Amonio se registraron en **Ba. Golondrina, Turbal MG y Salida**, mientras que en **AR desemb, ABE desemb y Dispensor** presentaron valores medios.



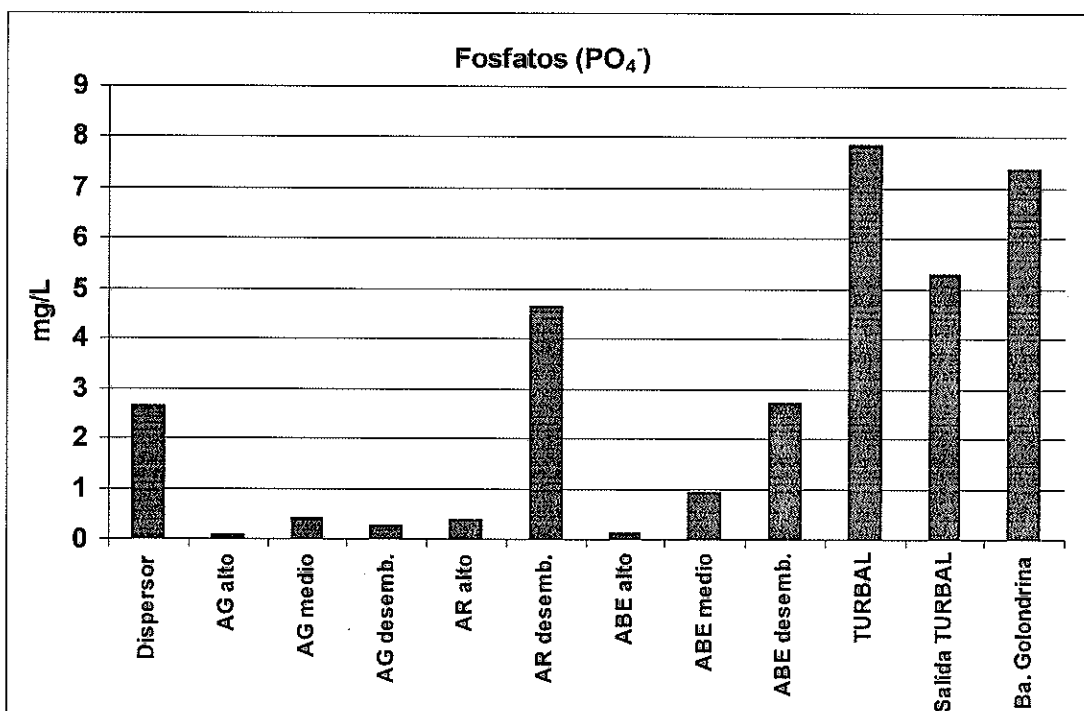


#### 1.4.2.2 Otros compuestos

##### 1.4.2.2.1 Fosfatos:

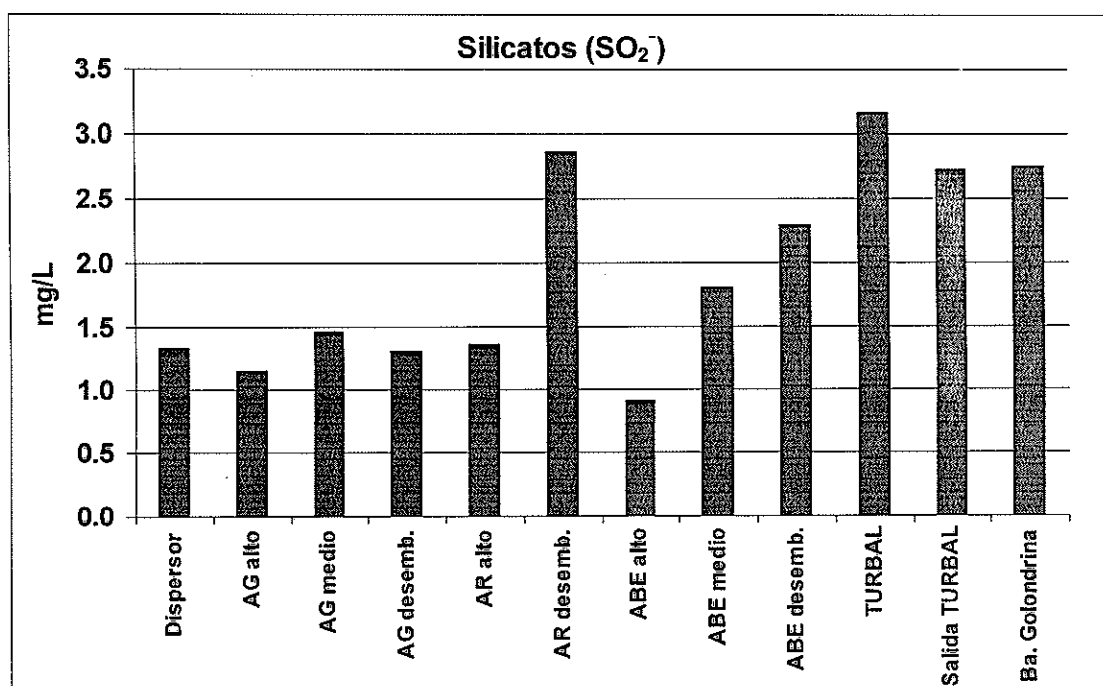
El Fósforo también es un compuesto de origen urbano y su presencia está asociada a detergentes, fertilizantes, etc. El exceso en los cuerpos de agua puede producir cambios en la composición de las comunidades acuáticas y favorecer la degradación de los sistemas.

Los mayores valores correspondieron a las estaciones **Turbal MG y Turbal MG Salida, Ba. Golondrina, AR desemb. y Dispensor**, seguidos por las estaciones **ABE medio y desemb.**



**1.4.2.2 Silicatos:**

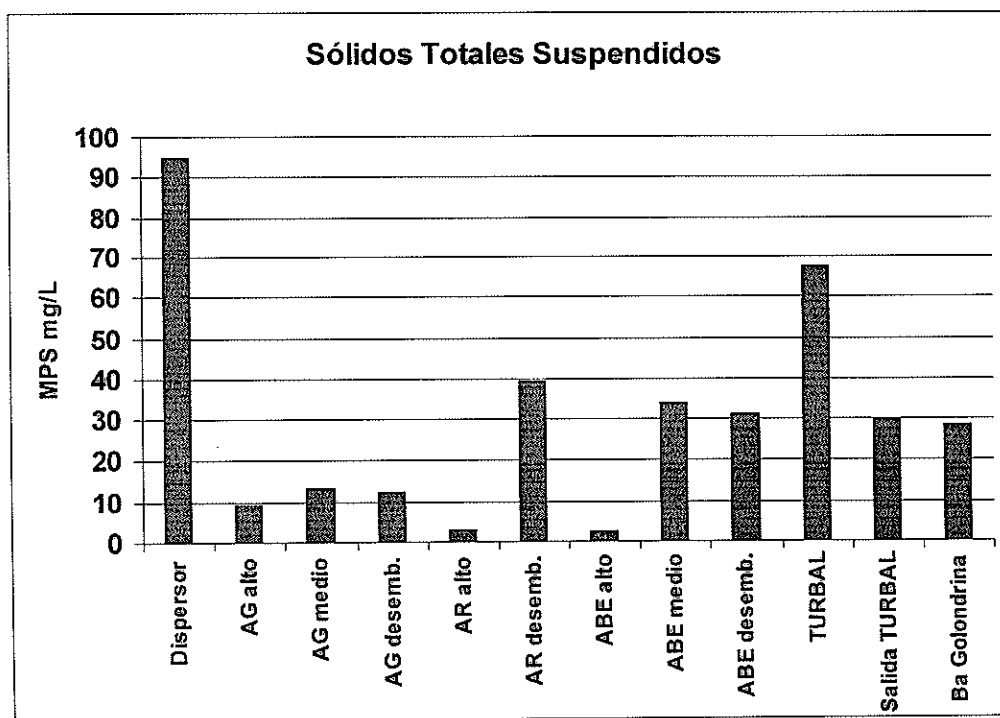
Los silicatos están directamente relacionados al aporte de agua dulce y son de origen natural. Los valores promedio oscilaron entre 0,91-3,18 mg/L.



#### 1.4.2.2.3 Sólidos Totales Suspendidos

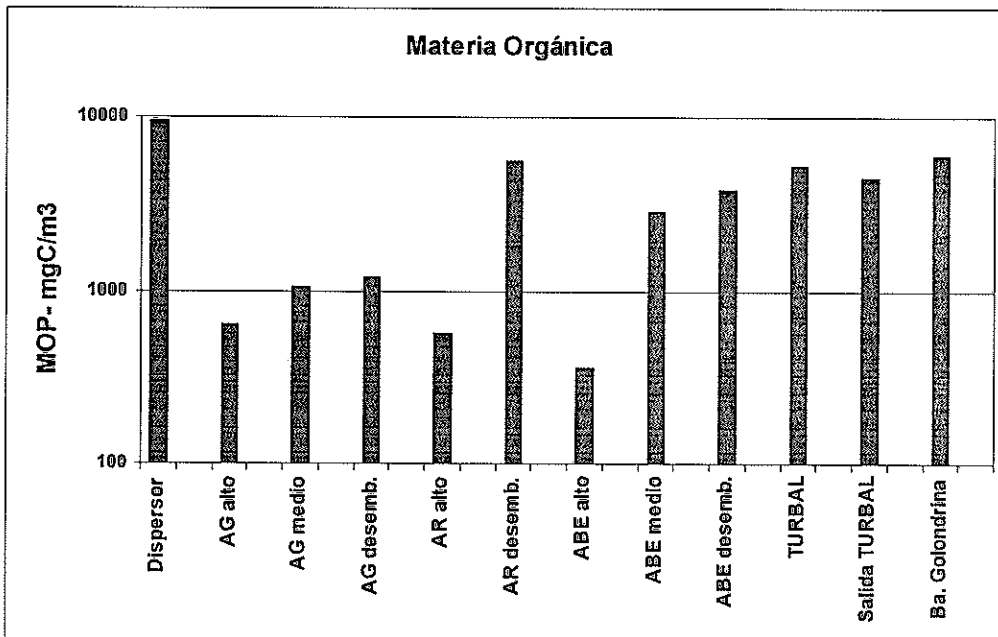
Los valores mas elevados de este parámetro se registraron en las estaciones con mayores niveles de intervención o aquellas que colectan descargas urbanas.

Así los valores de este parámetro en las estaciones **AR desemb.**; **ABE medio y desemb.**, **Turbal MG** y **Ba. Golondrina** podrían describirlos como *efluentes pluviales urbanos*, mientras que el **Dispensor** presenta valores equivalentes a *descargas domésticas no tratadas* (EPA 2001, Tabla 4).



#### 1.4.2.2.4 Material Orgánico Particulado

La presencia de materia orgánica en las estaciones **Turbal**, **Ba. Golondrina**, **Dispensor**, **ABE medio y desemb.** y **AR desemb.**, indica el aporte externo de materia orgánica en las zonas de descarga finales de los efluentes estudiados.



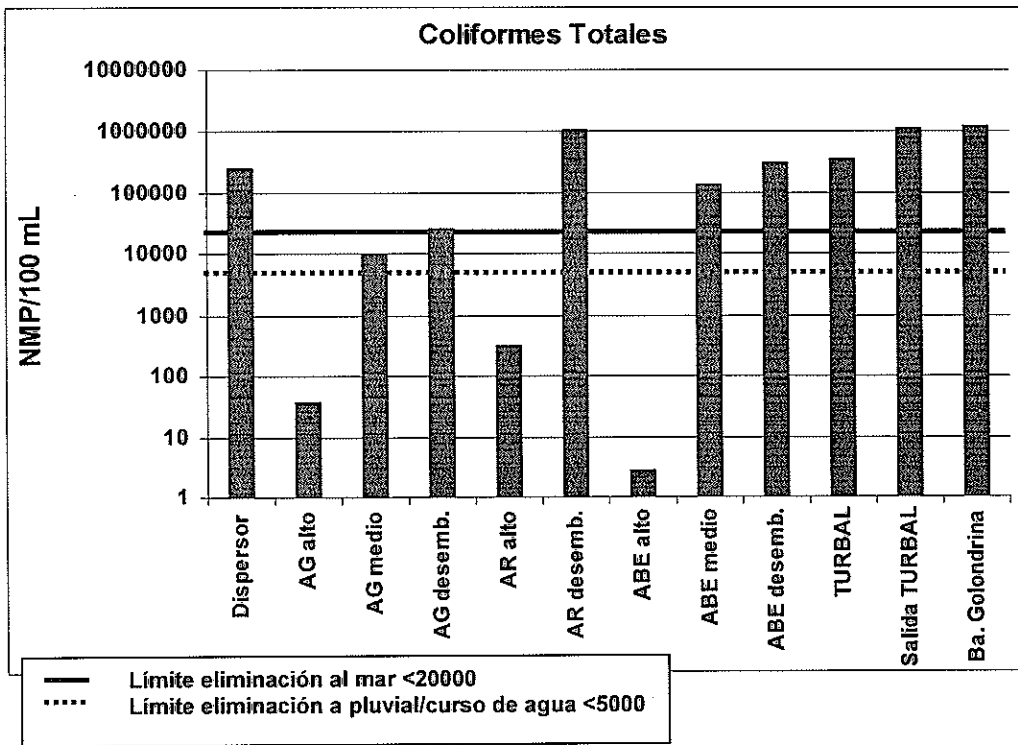
### 1.4.3 Bacteriología

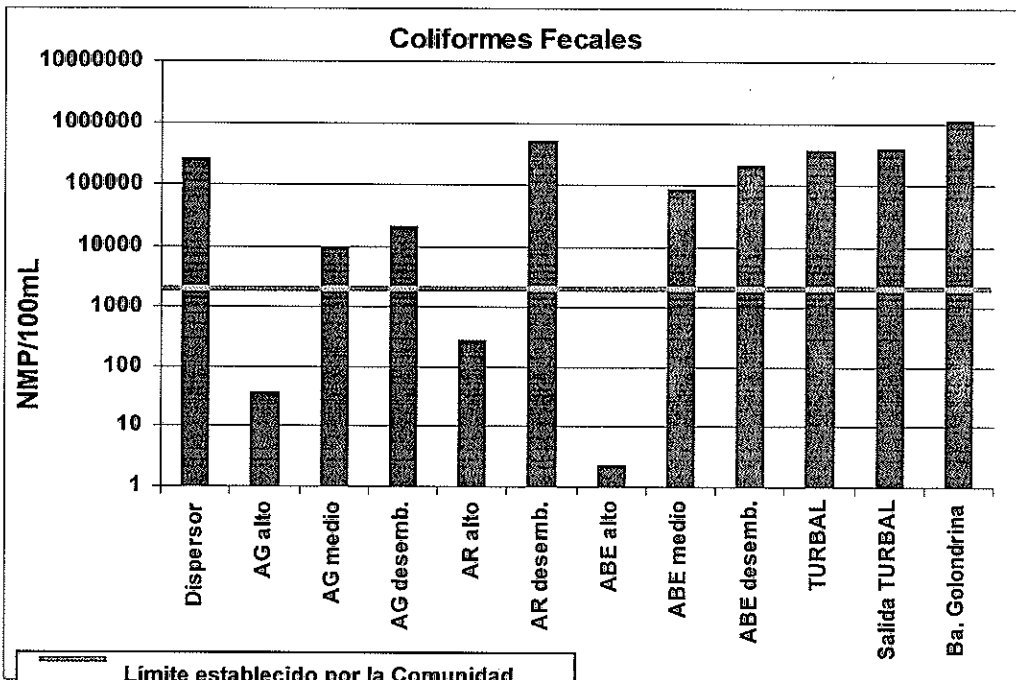
La presencia de bacterias coliformes y en especial colifecales es un claro indicador de contaminación urbana, particularmente del aporte de materia fecal humana o de animales. Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud pero su determinación se utiliza para indicar la presencia de otros patógenos posiblemente nocivos (virus, bacterias, parásitos gastrointestinales, entre otros). Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos. Debido a que estas bacterias no se multiplican en las aguas naturales sino que mueren a las pocas horas, su concentración en el agua puede disminuir por dilución y por distanciamiento de la fuente donde se generan, pero por lo mismo, su presencia demuestra una contaminación "reciente" con excrementos humanos y/o animales.

Aún cuando sus valores presentan oscilaciones importantes en lapsos de tiempo cortos, sus límites permisibles están claramente normados por estándares internacionales para la calidad de agua. La presencia de bacterias sin duda está asociada a la de otros aportes estudiados presentados en este informe, como nutrientes, STS y a los cambios en las propiedades físicas del agua como oxígeno disuelto y turbidez.

La denominación NMP/100 ml representa el número de bacterias capaces de formar una colonia contenidas en un volumen de 100 ml de muestra, siendo el parámetro por el cual se caracteriza bacteriológicamente la calidad del agua.

Los resultados hallados indican que las estaciones **AR**, **ABE** y **AG altas** son los únicos sitios que presentan valores dentro de los parámetros permitidos de eliminación según las normas internacionales que se presentan en la Tabla 3 y en la legislación Provincial vigente (Ley Provincial N° 55), como se indica en las correspondientes figuras. Las restantes estaciones superan en todos los casos los valores normados.





Límite establecido por la Comunidad Económica Europea (<2000 para descargas de efluentes domésticos no tratados)

#### 1.4.4 Aplicación del Índice de Calidad de Aguas (ICA)

Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 2. Se adjunta a la misma la indicación del estado de calidad sugerido por el mismo índice.

| Escala de Clasificación del ICA |               |
|---------------------------------|---------------|
| <b>Excelente</b>                | <b>91-100</b> |
| <b>Buena</b>                    | <b>71-90</b>  |
| <b>Media</b>                    | <b>51-70</b>  |
| <b>Mala</b>                     | <b>26-50</b>  |
| <b>Muy Mala</b>                 | <b>0-25</b>   |

**Tabla 2:** Valores calculados del Índice de Calidad de Agua (ICA) para cada estación de muestreo. Cada valor se calculó en base a 8 parámetros analizados.

| Estaciones             |               | ICA | Calidad establecida |
|------------------------|---------------|-----|---------------------|
| Dispensor              | emisario      | 48  | mala                |
|                        | alto          | 78  | buena               |
| Arroyo Grande          | medio         | 67  | media               |
|                        | desembocadura | 70  | media               |
| Arroyo Rodríguez       | alto          | 63  | media               |
|                        | desembocadura | 48  | mala                |
| Arroyo Buena Esperanza | alto          | 86  | buena               |
|                        | medio         | 60  | media               |
|                        | desembocadura | 49  | mala                |
| Turbal Monte Gallinero | turbal        | 39  | mala                |
|                        | Salida turbal | 41  | mala                |
| Bahía Golondrina       | Pedraplén     | 49  | mala                |

**Tabla 3:** Valores típicos para descargas de efluentes domésticos no tratados (Metcalf & Eddy, 1991) y requerimientos europeos para las descargas de desechos urbanos (Directive 91/27/EEC).

|   | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup><br>(mg/L) | PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup><br>(mg/L) | SiO <sub>3</sub> <sup>-2</sup><br>(µM) | Coliformes<br>Totales<br>(NMP/100ml) | Coliformes Fecales<br>(NMP/100ml) |
|---|--|---|--|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Metcalf & Eddy                          | 12,01                                  | 3,03                                    | s/d                                    | 1.000.000-<br>10.000.000             | -                                 |
| Comunidad<br>Económica<br>Europea (EEC) | -                                      | -                                       | -                                      | 10.000                               | 2.000                             |

**Tabla 4:** Comparación de niveles de contaminantes típicos provenientes de diferentes tipos de procedencia (US-EPA, 2001).

| Fuente (procedencia) de<br>efluente                     | STS<br>(mg/L) | N Total<br>(mg/L) | P Total<br>(mg/L) | Coliformes fecales<br>(NMP/100mL) |
|---|---------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Descargas domésticas no<br>tratadas                     | 100-350       | 20-85             | 4-15              | 10.000.000-<br>1.000.000.000      |
| Descargas con tratamiento<br>secundario                 | <5-30         | 15-25             | <1-5              | <200                              |
| Descarga urbana de agua de<br>tormenta (pluvial urbano) | 67-101        | 0,4-1,0           | 0,7-1,7           | 1.000 – 10.000.000                |
| Descarga combinada (cloacal<br>+ desbordes)             | 150-400       | 3-24              | 1-10              | 100.000-10.000.000                |

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (2001). Report to Congress: Implementation and Enforcement of the CSO Control Policy. EPA 833-R-01-003, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC...

## **2. RELEVAMIENTO DEL ESTADO DEL SISTEMA CLOACAL**

Este capítulo del informe busca mostrar el estado de Sistema cloacal de la Ciudad de Ushuaia desde el punto de vista de su operación y mantenimiento para una visión clara de la gravedad de lo que acontece en lo que respecta a su funcionamiento.

Para realizar la tarea antes descrita se efectuaron dos salidas de campo, los días 10 de Febrero y 1 de Marzo de 2001 con el objeto de fotografiar distintos puntos significativos y constatar la situación del sistema antes mencionado en diversos puntos de la ciudad.

### **2.1 Situación Operativa del sistema cloacal**

Desde el punto de vista operativo se han relevado las estaciones elevadoras, algunas plantas de tratamiento de efluentes cloacales y puntos de descarga significativos de efluentes cloacales a las bahías de la ciudad, arroyos y turbales para determinar si las estaciones elevadoras y plantas de tratamiento se encontraban en funcionamiento y si los puntos de descarga de efluentes se encontraban aun volcando.

#### **2.1.1 Estaciones Elevadoras**

Se visitaron diecinueve (19) sitios en los que existen, existieron o debieran existir estaciones elevadoras de líquidos cloacales constatándose el estado en que se encuentran dichos lugares y documentándose los mismos.

##### **2.1.1.1 Construidas**

Se relevaron catorce (14) sitios de estaciones elevadoras de líquidos cloacales que, según documentación reunida, fueron construidas en la ciudad de Ushuaia a lo largo de los años, constatándose que solo una (1) se encuentra en funcionamiento a la fecha de nuestra visita (la estación elevadora Bahía Golondrina).

##### **2.1.1.2 En construcción**

Dos (2) estaciones elevadora se encuentran en obra: las estaciones de Costa de los Yamanas y la secundaria a esta, que se encuentra cerca de la desembocadura del Río Pipo, ambas se hallan en construcción por parte del Instituto Provincial de Vivienda, pero a la fecha no se hallan en servicio porque la obra no está concluida (aparentemente por inconvenientes con la provisión de gas natural).

Por lo tanto existen dos (2) estaciones elevadoras que se encuentran en construcción y próximas a finalizarse.

- Estación elevadora Costa de los Yamanas

Sirve a la Urbanización Río Pipo, prácticamente completa, más barrios anexos, y lo proveniente de la Estación de Bombeo Secundaria URP. La impulsión termina en una

cámara en donde se junta con los efluentes provenientes del Barrio Islas Malvinas y desde ese lugar continúa por gravedad. Las instalaciones son nuevas y no se han habilitado por no haberse resuelto aún la provisión de gas para calefacción de las instalaciones. El líquido es evacuado en su totalidad por el by-pass. Dicha derivación se produce en una cámara a la entrada de la Estación, y descarga en el pluvial máximo que pasa frente a la Estación, de allí los efluentes son descargados en el canal Beagle.



- Estación Elevadora Secundaria a Costa de los Yamanas

Sirve a la zona de entrada a la Urbanización Río Pipo, y barrios que se encuentran sobre la margen oeste del Río Pipo, a través de una colectora costera que comienza a la altura del puente en el Río Pipo en la calle De la Estancia. La impulsión termina en la Estación Elevadora Costa de los Yamanas. Las instalaciones son nuevas, y no se han habilitado por no estar habilitada la Estación Elevadora Costa de los Yamanas

Hoy, la descarga de los efluentes se realiza en una cámara que se encuentra aguas arriba de la Estación de esta misma estación (100m aprox.), en la costa del Río Pipo.



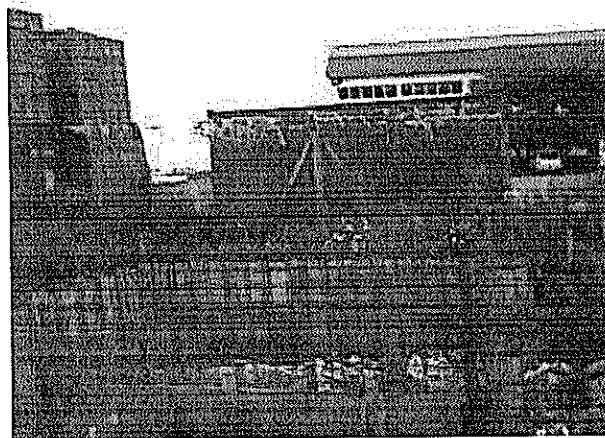
### **2.1.1.3 Proyectadas y aun no construidas**

#### Barrio Canal de Beagle:

Aproximadamente a fines de los '90 se proyecto la construcción de una estación elevadora que nunca se efectuó para lo que los líquidos cloacales de ese barrio y algunos linderos, que actualmente se encuentran desbordando al mar en esa zona.

#### Zona Industrial:

En los '90 se proyecto y contrato la construcción de una estación elevadora (además de otras obras de saneamiento) que colectaba los efluentes cloacales de la zona industrial y los enviaba a la colectora de ese sector que finalizaba en una planta de tratamiento a construir en la misma obra. Por problemas legales la mencionada contratación no culmino y la estación elevadora solo fue construida en parte y abandonada.



### Barrio Bahía Cauquén

Teniendo en cuenta que ese barrio se encuentra emplazado a orillas del mar y lejos de los colectores existentes, en su momento se evaluó la construcción de una estación elevadora que impulsara al sistema que se encuentra sobre la avenida Irigoyen, finalmente solamente se construyó una pequeña planta de tratamiento de efluentes cloacales.

#### **2.1.2 Puntos de descarga cloacal al Canal Beagle**

Existen numerosos puntos en los que se producen descargas de líquidos cloacales crudos a la costa del Canal de Beagle. El origen de los líquidos tienen proveniencia diversa, a saber: colectores cloacales desbordando a cielo abierto, desborde de estaciones elevadoras al mar, el Dispensario marítimo, plantas de Tratamiento de efluentes cloacales que no funcionan, y ríos que desembocan al mar que aguas arriba colectan líquidos cloacales.

##### **2.1.2.1 Colectores cloacales desbordando a cielo abierto**

- Colector Cloacal zona industrial



Esta cañería colecta efluentes cloacales a lo largo de la zona industrial y los descarga a la bahía de Ushuaia en un punto bajo que presenta la ruta, a través de una cañería de gran diámetro que se encuentra parcialmente colmatada. Cabría aclarar que no colecta necesariamente todos los líquidos cloacales de la zona puesto que puede verse a simple vista que hay conductos menores desbordando en las proximidades, aunque este es el de mayor diámetro (mas de 600 mm).

- Colectora cloacal de las 640 Viviendas



Este colector desemboca actualmente en el Arroyo Grande a la altura del puente sobre la Av. Perito Moreno, por razones que se ignoran (probable obstrucción de algún tramo) se encuentra desbordando a unos 1000 mts., del 1º ingreso a las 640 viviendas por la av. Perito Moreno

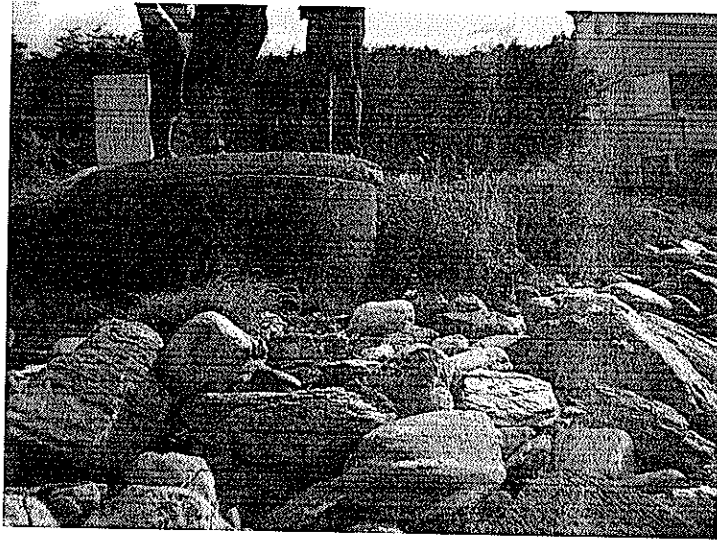
- Colector cloacal Barrio Canal de Beagle



Este desborde envía a la bahía de Ushuaia lo líquidos colectados en el Barrio Canal de Beagle y sería eliminado por la construcción de una estación elevadora que envíe los líquidos a la avenida Perito Moreno.

### 2.1.2.2 Desborde de Estaciones Elevadoras al mar

- Estación Elevadora Barrio Bahía Tolkeyén



Estación elevadora ejecutada durante la década del 2000, en apariencia se encuentra completa pero no posee medidor de energía. Se estima que por falta de energía no esta funcionando. Esta desbordando hacia la bahía frente al barrio Tolkeyén.

- Estación elevadora Misión Baja

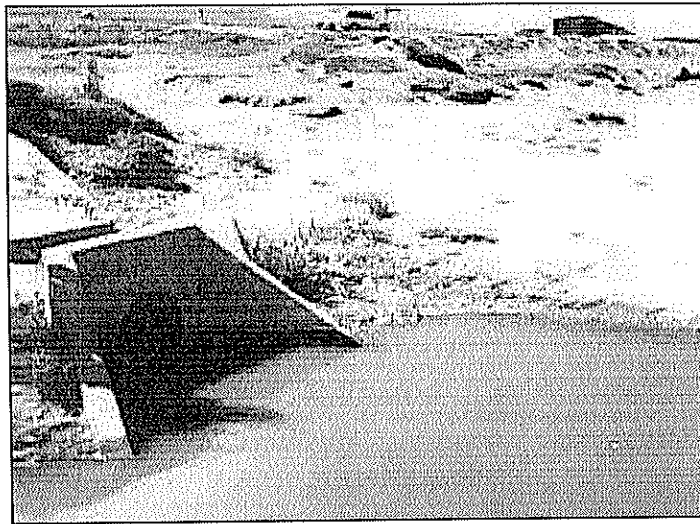


Construida durante la década del 2000, presenta un estado de abandono con falta de parte del cerco y sin energía. Esta desbordando hacia la Bahía Encerrada

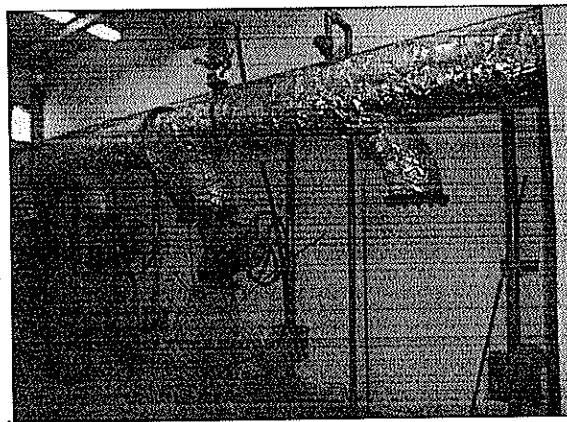
- Estación Elevadora Bahía Golondrina

Es la única de todas las estaciones elevadoras visitadas que se encontraba en funcionamiento, aunque parcial, ya que solo una bomba se encuentra en servicio, estando las otras dos para ser reparadas. Dado el escaso caudal de bombeo hacia el dispersor marítimo, el resto de los líquidos que recibe, de un sector importante de la ciudad, son desviados hacia la Bahía Golondrina. En el lugar se encuentra un desarenador que esta fuera de servicio (aparentemente no funciono adecuadamente nunca) que permite disminuir los sólidos de las aguas servidas y por lo tanto facilitar la tarea del dispersor. Se constato la presencia de una persona dedicada al mantenimiento de la estación y quien manifestó que las rejas se operaban en forma manual ya que el sistema mecánico no funcionaba.

Zona de descarga a la Bahía Golondrina:



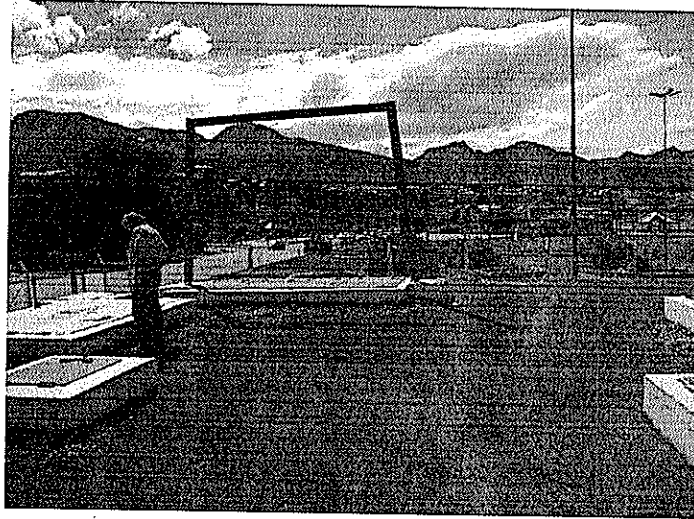
Interior del Edificio de la sala de bombas:



- Estación Elevadora 12 de Octubre

Al momento de la visita se encontraba cerrada, pero se observó que la misma posee medidor de energía aunque en apariencia no hay ninguna bomba en servicio. El aspecto exterior es cuidado, pero la cañería que se observa al final de la calle 12 de Octubre se encuentra desbordando por lo que se entiende que no se encontraba funcionando al momento de la visita.

En funcionamiento esta estación recibe los efluentes cloacales del casco céntrico de la ciudad de Yaganes hacia el oeste. Es una de las dos estaciones elevadoras de la ciudad.



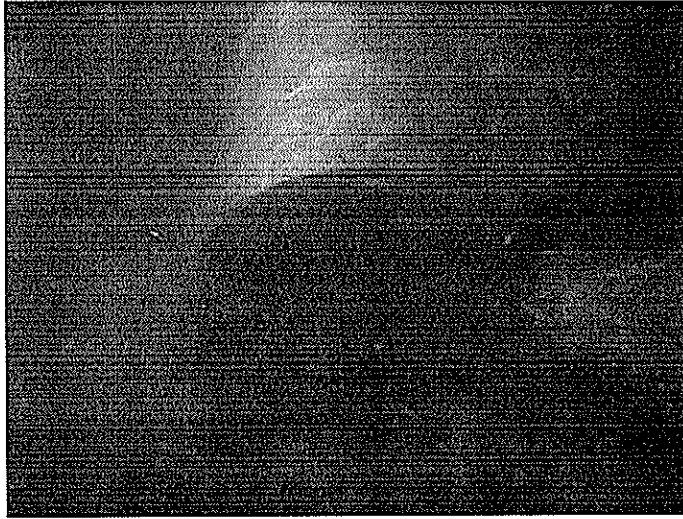
### 2.1.2.3 Dispensor marítimo

El dispensor marítimo es el sistema de tratamiento que se diseñó en los años '80 para el tratamiento de los efluentes cloacales de la ciudad. Fue construido en esa misma década y luego salió de servicio en apariencia por haber sido dañado por las corrientes marinas.

En el año 2000 fue reconstruido completamente y puesto en servicio nuevamente con dos conductos de PRVF de diámetro 600 mm (Concejo Deliberante, 2011) de una longitud de 30 m cada uno.

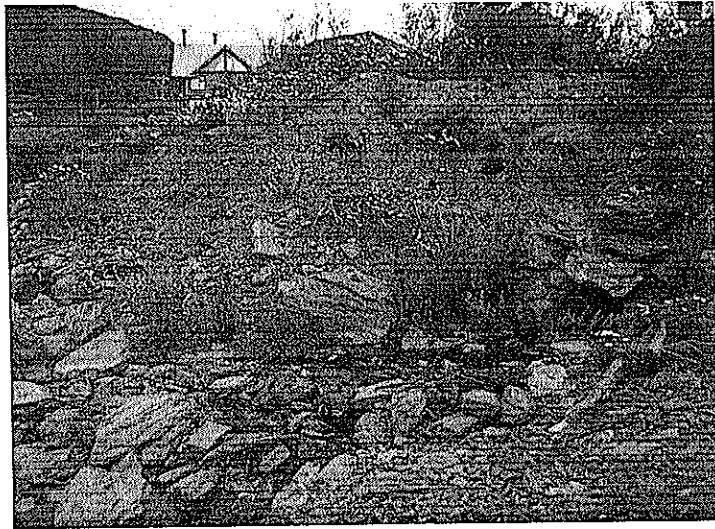
En la actualidad el citado dispensor se encuentra fuera de servicio dado que, según un informe recientemente realizado (Concejo Deliberante, 2011); un tramo de 7 metros de una de sus cañerías ha sido extraída en el sector inicial. Si bien la otra cañería se encuentra íntegra, por diferencia de presiones el líquido cloacal se dirige hacia el extremo más corto con lo cual si bien la mitad del dispensor estaría utilizable no se encuentra funcionando.

En función de lo expuesto los líquidos cloacales que están llegando hasta las inmediaciones del dispensor no son tratados y se vuelcan directamente en la costa de Bahía Golondrina en las cercanías de la cabecera de la pista de aterrizaje.



#### 2.1.2.4 Plantas de tratamiento de líquidos cloacales funcionando incorrectamente

- Barrio Bahía Cauquén



El Barrio Bahía Cauquén posee una pequeña planta de tratamiento para sus habitantes, esta fue construida hace unos años por el urbanizador y puesta en servicio oportunamente, en la actualidad y a partir del aspecto de los líquidos que salen del desborde (turbios y grisáceos) no estaría funcionando de acuerdo a lo que establecen las normas.

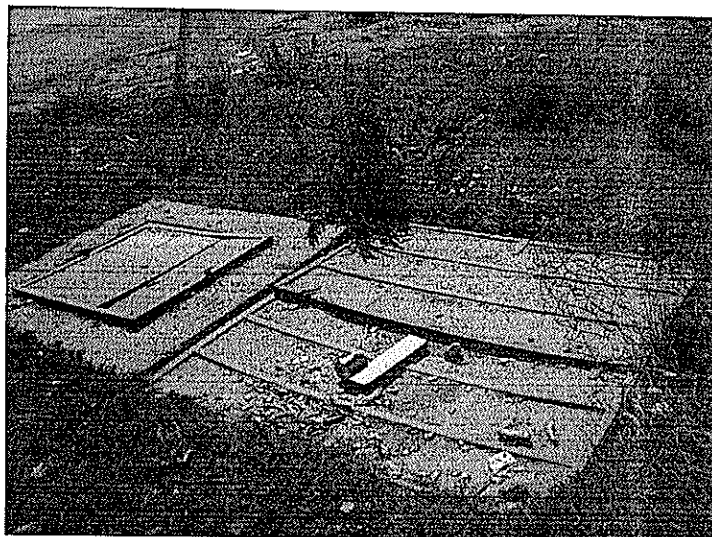
- Hospital Regional:

A principios de la década del 2000 se puso en funcionamiento una planta de tratamiento de efluentes cloacales para el Hospital de la ciudad de Ushuaia, que aparentemente no se encontraría funcionando de acuerdo a lo expresado por personal del Municipio. Dado que su punto de descarga sería al colector cloacal en las inmediaciones de las calles 12 de Octubre y Maipú y al no funcional la estación elevadora 12 de Octubre se estaría produciendo su desborde a la Bahía Encerrada.

### 2.1.3 Desborde de Estaciones elevadoras a turbales

- Estación Elevadora 23 Dúplex IPV

No se encuentra en funcionamiento la estación elevadora que fuera construida en la década del 2000 para servir a 23 viviendas construidas por el Instituto de Vivienda., por lo cual los líquidos están saliendo por el desborde de la misma al turbal que se encuentra en las inmediaciones. Han desaparecido hasta el cerco del predio por lo que se entiende que hace largo tiempo que se encuentra en estado de abandono.



- Estación Elevadora La Bombonerita



Esta pequeña estación construida en la década del 2000 se encuentra completa, inclusive con energía, pero no esta funcionando por lo que desborda en el turbal frente de la misma. Sirve a un pequeño sector del barrio Los Fuegosinos.

- Estación Elevadora La Pampa



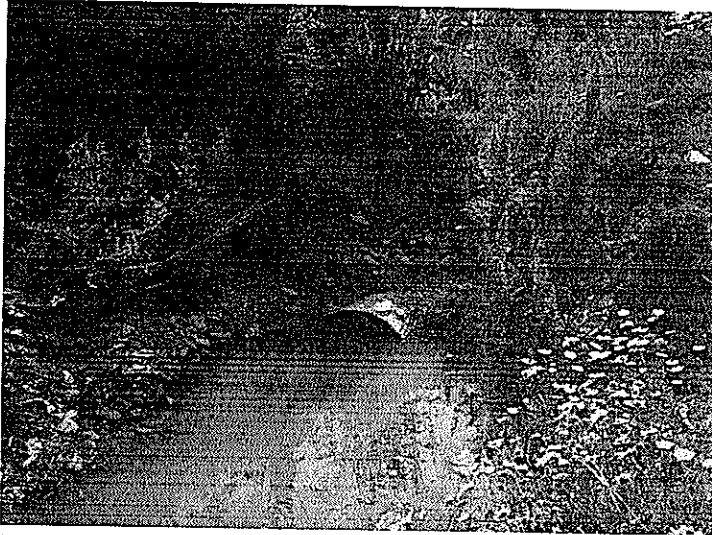
Esta Estación elevadora funciona en forma intermitente de acuerdo a lo informado por el vecino en cuyo patio posterior se encuentra la descarga. Al momento de la visita no

funcionaba por lo cual gran cantidad de líquido desbordaba hacia el turbal que se encuentra entre las calles Kuanip e Irigoyen.

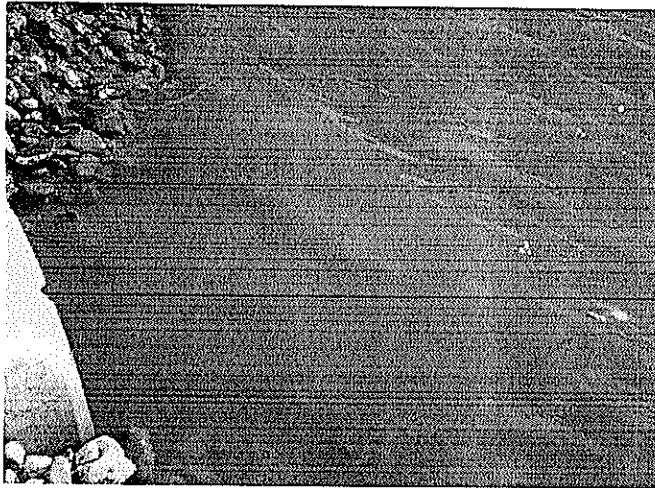
#### 2.1.4 Descargas cloacales a ríos que desembocan en el Canal de Beagle

##### Sobre el Río Pipo:

- Desborde de Estación Elevadora Río Pipo



- Desborde de Estación Elevadora Prefectura



- Desborde de Estación Elevadora el Recodo

No se encontró el desborde, solo el pilar de energía. De acuerdo a lo informado por personal del IPV las bombas de la misma fueron trasladadas a la estación elevadora secundaria a la de Costa de los Yamanas. El sistema habría sido desviado y conectado a la colectora que corre paralela al Río Pipo

- Desborde de Estación Elevadora La Pampa

Al momento de visitarse el lugar se encontraba desbordando hacia el turbal vecino.

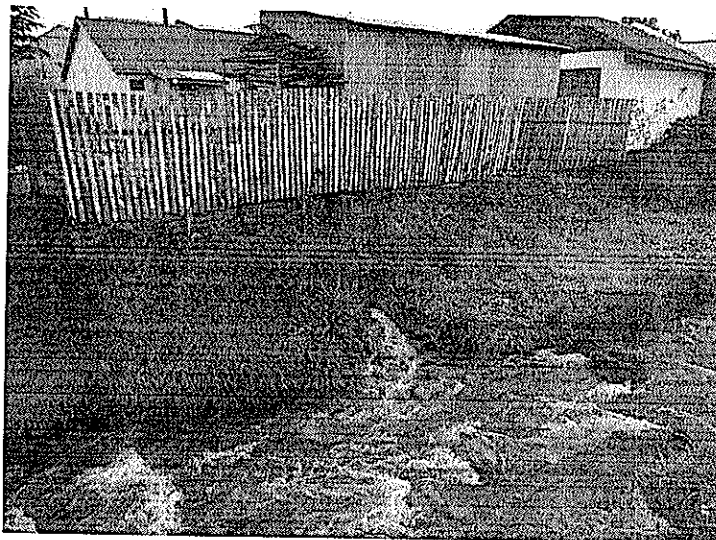


Humedal formado por la descarga de líquidos cloacales y pluviales en turbal:



Sobre el Arroyo Buena Esperanza:

- Barrio Solier



A pocos metros del puente sobre el Arroyo Buena Esperanza en la calle 12 de Octubre se encuentra un desborde del colector cloacal del Barrio Solier.

Sobre el Arroyo Grande:

- Viviendas construidas a la vera del arroyo en la zona de Andorra
- Descargas de los colectores cloacales de la zona industrial en ambas márgenes

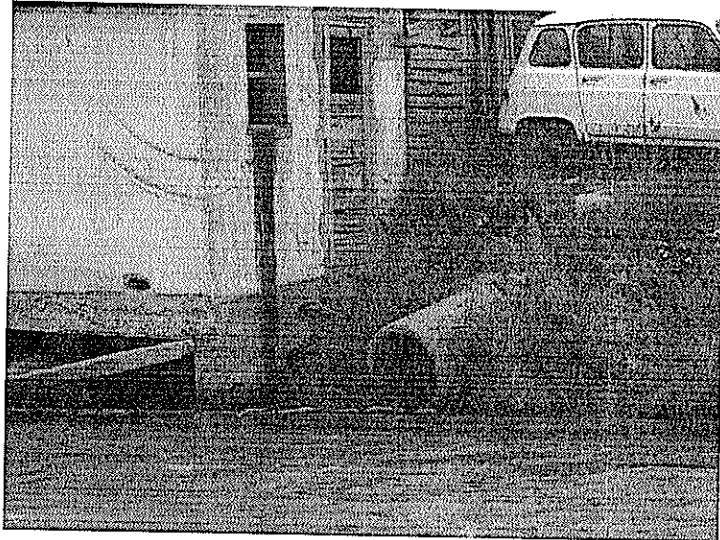
Margen Noroeste



Margen Noreste



- Descarga del Matadero Municipal

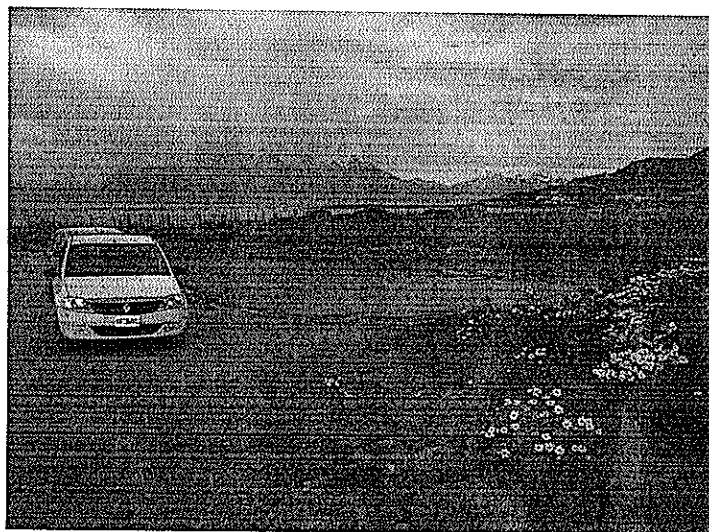


Al momento de la visita el matadero municipal se encontraba descargando efluentes no tratados al Arroyo Grande.

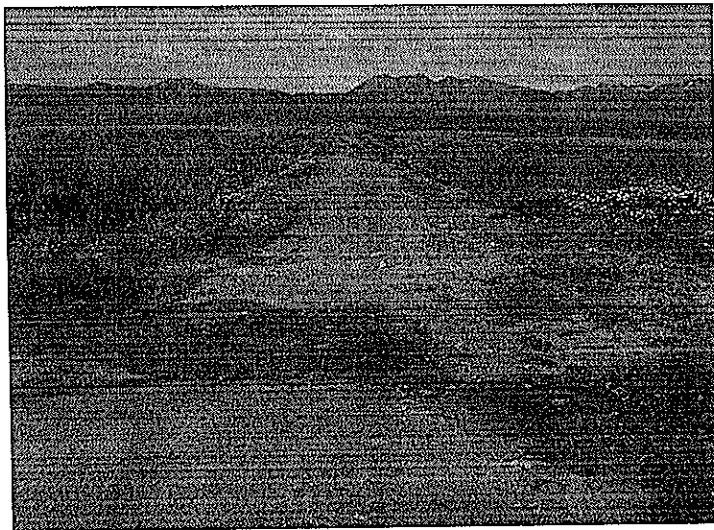
#### 2.1.5 Descargas cloacales a la calle

En algunas calles del sector oeste de la ciudad es visible a simple vista el desborde de colectores cloacales.

- Desborde cloacal al oeste de la Estación Elevadora Costa de los Yamanas



- Desborde cloacal frente a la Estación Elevadora Costa de los Yamanas



### 2.1.6 Colectores Pluviales funcionando como pluvio-cloacales

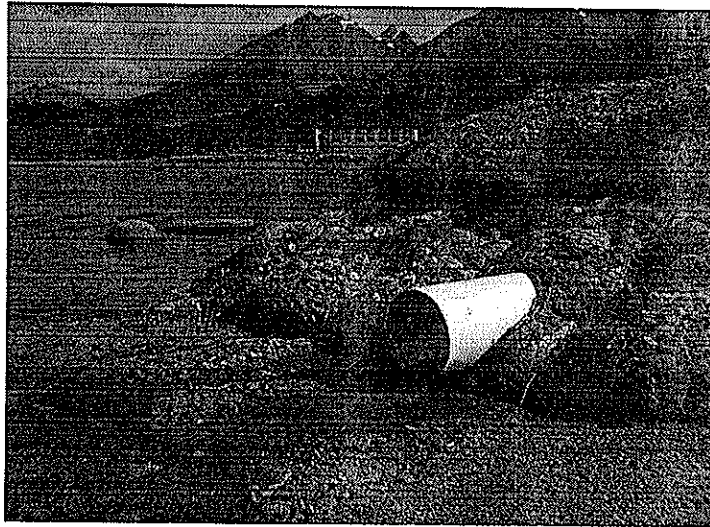
- Sistema de calle Piedrabuena

Recorriendo la calle Piedrabuena se encuentra un gran colector pluvial que por el líquido vertido en su descarga en la Bahía de Ushuaia se encuentra mezclado con efluentes cloacales.



- Pluvial Urbanización Río Pipo

La Urbanización al Oeste del Río Pipo tiene un gran colector pluvial que en este momento esta funcionando como pluvio-cloacal a no estar terminadas las obras de captación y elevación hacia la Estación Bahía Golondrina.



### 2.1.7 Descargas a la Bahía Encerrada:

La Bahía encerrada recibe numerosas descargas pluviales, cloacales y pluvio-cloacales, algunas de ellas se muestran a continuación.

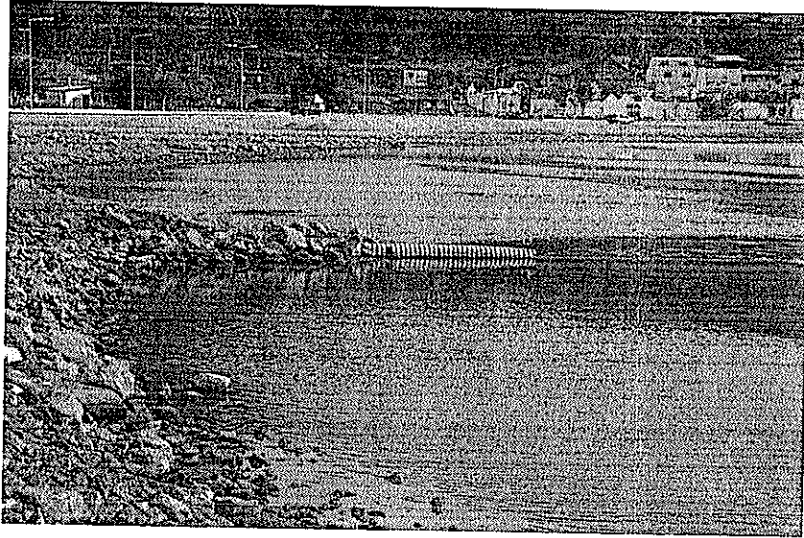
- Descarga de los Arroyo Buena Esperanza y Chorrillo Alegre:



- Descarga en dirección a calle 12 de Octubre



- Descarga en dirección a calle Pluschow



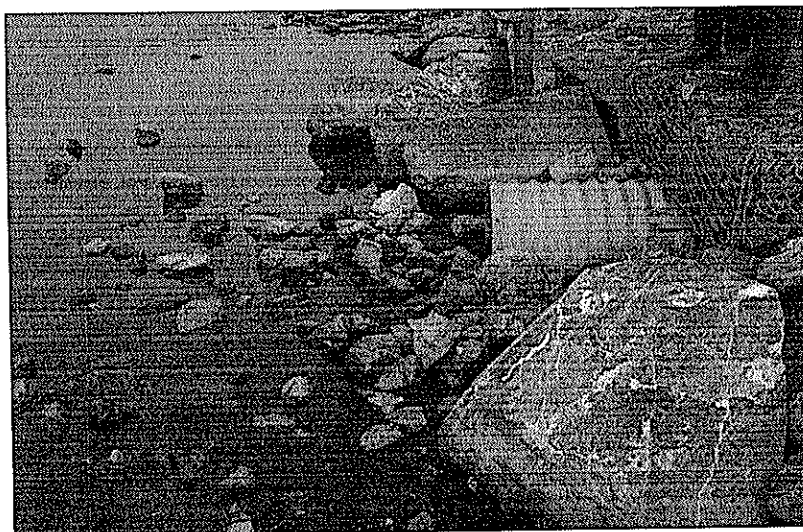
- Descarga en dirección a la calle Sobral



- Descarga en dirección a la calle Guaraní



- Descarga en dirección a la calle Onas

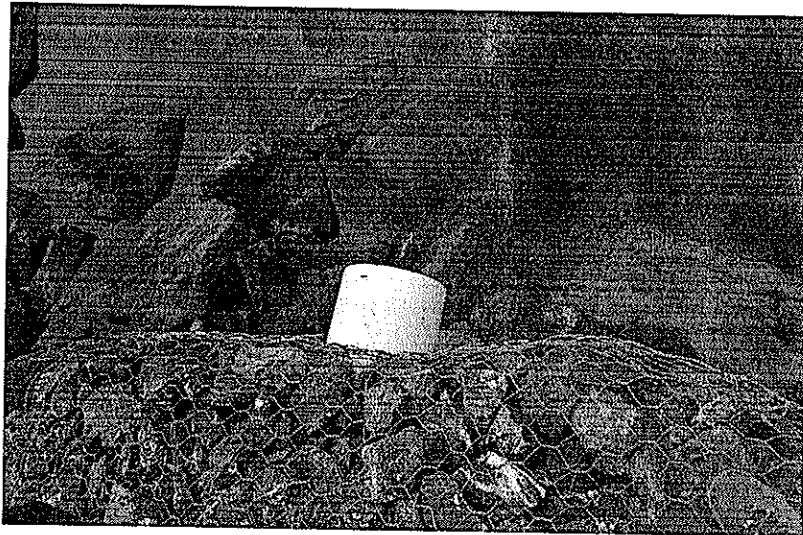


### 2.1.8 Descargas a la Bahía de Ushuaia:

El casco viejo de la ciudad presenta un colector costanero que, cuando no funciona la Estación Elevadora 12 de Octubre, rebalsa en los desbordes de las cámaras interceptoras a la altura de cada una de las transversales de la Av. Maipú.

Al momento de la visita la mayoría de estos desbordes estaba desaguando a la Bahía de Ushuaia.

- Descarga en dirección a la calle J.M. de Rosas



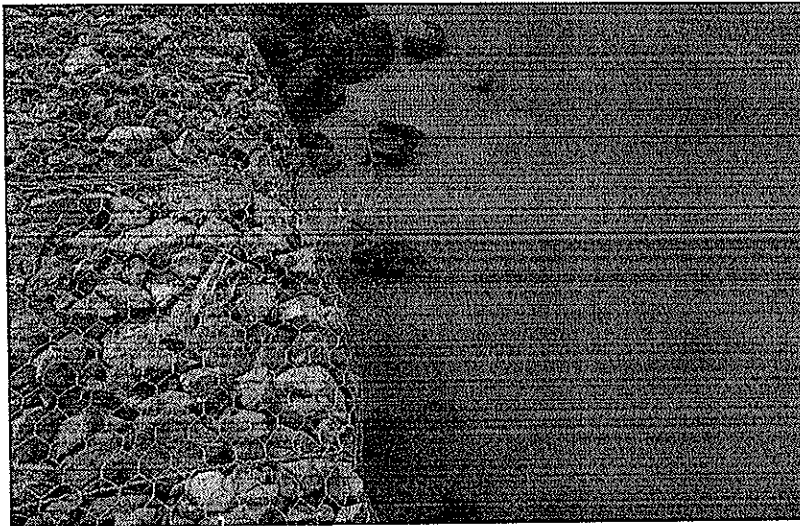
- Descarga en dirección a la calle Sarmiento



- Descarga en dirección a la calle Belgrano

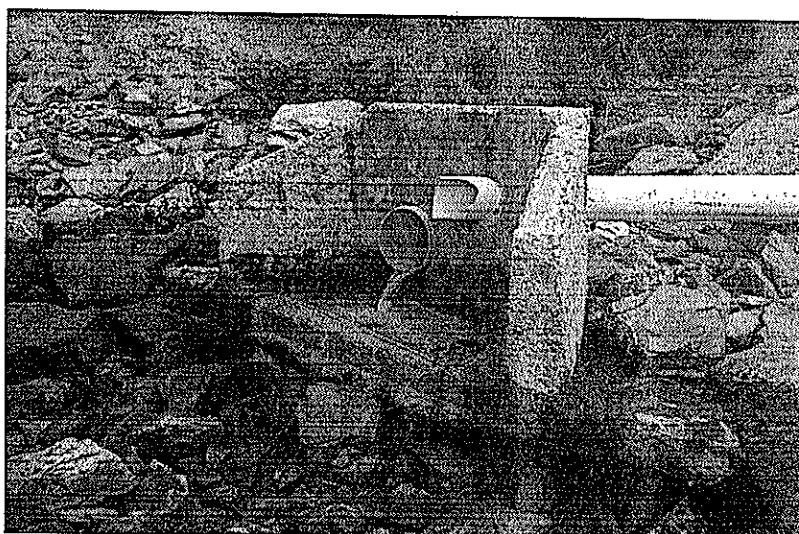


- Descarga en dirección a la calle Piedrabuena





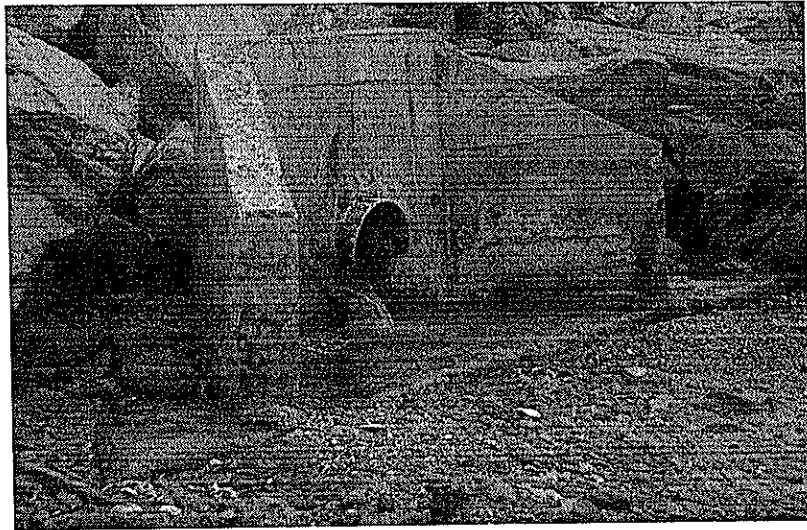
- Descarga en dirección a la calle Gob. Roca



- Descarga en dirección a la calle Gob. Godoy



- Descarga en dirección a la calle Rivadavia



- Descarga en dirección a la calle Antártida Argentina



- Descarga en dirección a la calle Yaganes



## 2.2 Situación legal

Por Ley Territorial N° 158 y su modificatoria Ley Provincial N° 188, el Organismo responsable del saneamiento y el agua potable es la Dirección Provincial de Obras y Servicios Sanitarios. En el año 1989 mediante el Decreto Provincial N° 4797/89 la Provincia delegó en los Municipios de Ushuaia y Río Grande parte de sus competencias.

En el caso de la ciudad de Río Grande entregó a ese Municipio la prestación total del servicio, es decir agua y cloaca, mientras que en la ciudad de Ushuaia delegó la atención del sistema cloacal atento a que la Municipalidad de Ushuaia ya brindaba en servicio.

A la fecha, en la localidad de Tolhuin, la D.P.O.S.S. presta ambos servicios, aunque sin cobrar la cloaca.

En San Sebastián el servicio de producción y distribución de agua potable es prestado mediante un convenio entre la D.P.O.S.S. y la Gendarmería Nacional.

Es así que, históricamente la Municipalidad de Ushuaia ha prestado el servicio cloacal pero sin que el mismo sea cobrado explícitamente a los usuarios de esta ciudad. La D.P.O.S.S. no ha realizado esta tarea en la ciudad y no posee equipamiento para efectuarla.

En recientes fallos judiciales la Municipalidad de Ushuaia y la D.P.O.S.S. han sido condenadas solidariamente a pagar daños ocasionados por el servicio de cloacas.

Resulta evidente que existe un problema de jurisdicción de larguísima data entre el municipio capitalino y la D.P.O.S.S., no resuelto, que atenta directamente contra la prestación del servicio que año a año se observa mas deficiente (como nadie lo cobra, ninguno quiere ser el responsable).

### **3. ACTIVIDAD TURISTICA EN LA BAHIA DE USHUAIA**

#### **3.1 Generalidades**

Según los resultados estadísticos ofrecidos por la Secretaría de Turismo de la Municipalidad, el total de visitantes que ingresaron a nuestra ciudad en el año 2010 ha sido de 274.201 turistas

Si bien el principal acceso de los visitantes de la ciudad de Ushuaia es vía aérea, el 38,2% ingresan vía marítima, lo cual significa que la costa de la ciudad es la primera y última imagen que reciben de la provincia, y en algunos casos hasta la única imagen que reciben de la República Argentina.

Según el informe, 191.324 turistas llegaron vía terrestre y aérea hospedándose en establecimientos hoteleros, y 82.877 ingresaron por vía marítima. En Ushuaia, los cruceros permanecen entre 4 y 12 horas, mientras el buque carga provisiones y combustible.

El 97% del tránsito mundial de pasajeros que visitaron el Continente blanco, pasó por el Puerto local, reafirmando año tras año su condición de "puerta de entrada más activa a la Antártida y la Capital Sudamericana de Cruceros Turísticos". Desde el inicio de la actividad, la tendencia creciente del turismo antártico a nivel mundial va acompañada en paralelo del crecimiento de pasajeros que utiliza el Puerto de Ushuaia. La capacidad máxima de los cruceros varía entre 49 y 3100 pasajeros.

#### **3.2 Principales atractivos turísticos**

Si bien los atractivos turísticos del destino son muchos, se deberá tener en cuenta que TODOS los turistas que visitan nuestra ciudad realizan casi en su totalidad o en parte un recorrido por la costa de Ushuaia en especial en la zona céntrica.

Los principales atractivos que se encuentran en este sector de la costa son:

- BASE NAVAL ALMIRANTE BERISSO.
- MUSEO DEL FIN DEL MUNDO
- CASA FLIA RAMOS
- EDIFICIO DE LA ANTIGUA LEGISLATURA PROVINCIAL
- PARROQUIA DE USHUAIA
- CASA BEBAN
- MUSEO DE LA CIUDAD
- SAINT CRISTOPHER
- RESERVA URBANA BAHÍA ENCERRADA
- SOLAR MISION ANGLICANA

#### **3.3 Valoración del paisaje**

El factor paisaje está enmarcado por dos elementos fundamentales: el concepto de paisaje como elemento aglutinador de las características del medio físico y la capacidad del paisaje para absorber las actuaciones que produce un determinado proyecto o acciones del hombre. El paisaje visual comprende la superficie observable al situarse dentro del propio territorio. La principal dificultad en el tratamiento del paisaje se refiere a que en cierto sentido es un

componente subjetivo. El paisaje es una expresión externa de un sistema, es la realidad o lo que se percibe.

El componente paisaje comprende tres elementos importantes:

- **Visibilidad:** que se relaciona con el área o territorio que puede apreciarse desde un punto determinado.
- **Calidad Paisajística:** se refiere a tres elementos de percepción como son: la calidad visual del entorno inmediato, las características intrínsecas del punto y la calidad del fondo escénico.
- **Fragilidad Del Paisaje:** es la capacidad de absorción de los cambios que se produzcan en el mismo.

### 3.4 El impacto visual

Es considerado el más relevante sobre el paisaje. Este se refiere a cualquier acción directa o indirecta sobre el territorio que modifique el paisaje.

Con relación al paisaje se deberían estudiar los cambios, las ocultaciones, las eliminaciones y las aportaciones de componentes al paisaje.

### 3.5 Otros impactos

Entendiendo que nuestro principal producto turístico es el paisaje y la percepción del mismo por lo que se debería tener en cuenta las acciones que en él se realicen y que en este caso, en especial, las sensaciones que se perciben no son solo las visuales, sino también las olfativas (temporada estival).

En el Anexo Cartográfico II puede observarse una muestra de la vista que se ofrece al turista que recorre nuestra costa en la zona céntrica y aledaña a la Bahía Encerrad.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Este capítulo realiza una serie de recomendaciones de corto, mediano y largo plazo con el objeto de mejorar el sistema de desagües cloacales de la ciudad de Ushuaia y por lo tanto minimizar su impacto sobre los distintos componentes del lugar.

##### **4.1 Corto Plazo**

Se trata de las acciones que se recomiendan efectuar dentro del año.

###### **4.1.1 Acciones de monitoreo**

- Identificar descargas sobre la línea de costa de particulares e industrias a fin de que regularicen sus conexiones a las redes existentes o instalen sus propias plantas de tratamiento.
- Continuar con el monitoreo de efluentes a fin de estimar con mejor precisión el perfil de los sitios.
- Realizar un estudio de las descargas pluviales más afectadas en todo su recorrido para identificar puntualmente los sitios de incorporación de residuos cloacales; por ejemplo la descarga en calle Piedrabuena y Maipú.

###### **4.1.2 Acciones para beneficiar la actividad turística**

- Elaborar un Informe de impacto e integración paisajística sobre la costa a efectos de lograr su integración mimetizando las acciones u obras que en dicha zona se realicen.

###### **4.1.3 Acciones de proyecto, construcción, operación y mantenimiento**

###### **4.1.3.1 Proyecto**

- Realizar el Plan Director de Desagües Cloacales de la ciudad de Ushuaia

###### **4.1.3.2 Construcción**

###### Estaciones Elevadoras

- Concluir y poner en servicio las estaciones elevadoras Costa de los Yamanas y la secundaria a esta.
- Construir las estaciones elevadoras en la Zona Industrial, Barrio Bahía Cauquén

### **4.1.3.3 Operación y mantenimiento**

#### Estaciones Elevadoras

- Poner reparar y poner en funcionamiento las estaciones elevadoras: 12 de Octubre, Misión Baja, Polideportivo, La bombonerita, 23 duplex IPV
- Desactivar definitivamente las estaciones elevadoras de Barrio Prefectura, El Recodo y Club de Campo

#### Colectores cloacales

- Construir tramos de cloaca para eliminar estaciones elevadoras:
  - Efectuar un colector cloacal entre la Estación elevadora La Pampa y la Estación Elevadora Río Pipo, para eliminar la primera.
  - Realizar un colector cloacal bordeando el río Pipo entre la estación Elevadora Río Pipo y el Puente sobre la calle De la Estancia.

#### Dispensor marítimo

- Reparar el tramo que se encuentra roto y ponerlo en servicio.

## **4.2 Mediano Plazo**

En un Plazo de dos a tres años sería conveniente realizar las acciones en diversos ámbitos: de monitoreo, económicos financieros, turístico, etc.

### **4.2.1 Acciones Económico Financieras**

- Iniciar el cobro del servicio de colecta de efluentes cloacales para que pueda realizarse una prestación correcta.

### **4.2.2 Acciones de Monitoreo**

- Aumentar el número de sitios de muestreo en las principales cuencas no estudiadas hasta el momento a fin de monitorear e identificar otros puntos de descarga de efluentes, por ejemplo, el estudio del cauce del Río Pipo.
- Incluir en la evaluación de la calidad de los efluentes otros parámetros de importancia, incorporando por ejemplo, la determinación de contaminantes emergentes.
- Formalizar un registro de los productos que utilizan las industrias, de manera de obtener un perfil del tipo de desechos que son vertidos en los residuos líquidos.
- Incluir el estudio de sedimentos de los sitios relevados.
- Incluir el estudio de batimetría de la zona costera.
- Incluir el estudio de corrientes de marea en la zona costera.

**4.3 Largo Plazo:**

- Mantener un sistema de vigilancia y monitoreo de la calidad ambiental de los cursos de aguas en el sector urbano de la ciudad y de sus costas donde los mismos desembocan.
- Construir un sistema de tratamiento de efluentes cloacales que permita el adecuado tratamiento de las aguas servidas (los que serán definidos por la realización del Plan Director de Desagües Cloacales) el que podrá ser: emisarios submarinos u otros tipos de tratamiento a definir.
- Alcanzar la Naturalización del área para lograr la Satisfacción paisajística y otorgarle el Valor estético del paisaje y así optimizar el Valor económico del mismo

## 5 CONCLUSION

### Constataciones

Desde la visión Ecotoxicológica:

A lo largo de este período de estudio (octubre 2009 al presente) que llevamos realizando los muestreos bimestrales, se ha podido observar la variación natural de los cursos de agua que atraviesan la ciudad, lo cual ha indicado la tendencia que presentan en los parámetros analizados.

Teniendo en cuenta los valores del Índice de Calidad Ambiental (ICA) obtenidos y su clasificación, los sectores más comprometidos de la ciudad son Dispensor, AR y ABE desembocadura, Turbal y Salida Turbal MG y Bahía Golondrina, los cuales se encuentran más impactados por la actividad antrópica. Si bien el sitio de estudio que comprende el pedraplén de Bahía Golondrina es un sector de la ciudad urbanizado recientemente, el impacto que presenta es relevante, comparado con otros sitios poblados con anterioridad.

Por su parte, el gran caudal que presenta el Arroyo Grande (caudal medio estimado de 3,70 m<sup>3</sup>/seg.) favorece la dilución de los compuestos presentes, motivo por lo cual este lugar de estudio presenta un Índice de Calidad Ambiental MEDIO. Sin embargo, se encuentra fuertemente impactado no solo por las viviendas aledañas, sino también por los aportes del sector industrial, descargados en la rivera del mismo.

El Arroyo Buena Esperanza (caudal medio estimado de 0,35 m<sup>3</sup>/seg.) se ve afectado en sus tramos medio y final por el aporte de residuos domiciliarios provocando un deterioro importante en la calidad de sus aguas.

Tanto el AG alto como el ABE alto, presentan un Índice de Calidad Ambiental establecido como BUENO, por lo cual es de vital importancia que se mantengan las condiciones naturales de ambos sectores.

### Desde el aspecto de la operación y mantenimiento:

En las visitas de campo efectuadas los días 10 de Febrero y 1 de Marzo de 2011 se constato que la mayoría de las estaciones elevadoras de líquidos cloacales se encuentran fuera de servicio. Por otra parte, existen numerosos puntos a lo largo de la costa de la ciudad de Ushuaia donde se esta volcando liquido cloacal sin tratamiento. Esta situación se repite en tramos urbanos de los Arroyos Buena Esperanza y Grande. Además, los dos turbales más importantes de la ciudad están recibiendo descargas de efluentes contaminados.

### Desde la visión turística:

Los turistas que circulan por la costa de la ciudad reciben en primer plano la vista de las descargas de efluentes sin tratar.

Recomendaciones:

A fin de subsanar los problemas expuestos se recomienda:

- Ampliar las tareas de monitoreo de las aguas costeras de la ciudad.
- Poner en servicio las estaciones elevadoras que no funcionan, terminar las inconclusas y construir las proyectadas.
- Reparar el Dispensor Marítimo
- Realizar el Plan Director de efluentes Cloacales para la ciudad de Ushuaia
- Construir colectores cloacales que permitan eliminar estaciones elevadoras necesarias.
- Poner en servicio las plantas de tratamiento existentes
- Construir uno o varios sistema de tratamiento de efluentes cloacales para toda la ciudad (Plantas de tratamiento y/o Dispensores marítimos)
- Definir la jurisdicción que tiene la competencia para la prestación y comenzar a cobrar el servicio para garantizar su calidad.

## REFERENCIAS

Concejo Deliberante de Ushuaia (2010). Nota N° 20/11. Informe Técnico. 1 de Marzo de 2010.

Diodato, S. (2011). Relevamiento fotográfico realizado el 10/02/11

D'Augero Alicia (2003). Situación actual del Sistema Cloacal – Ushuaia- 18 de Julio de 2003.

Domínguez, S. (2011). Relevamiento fotográfico realizado el 1/03/11

Dolder, H. (2011). Relevamiento fotográfico realizado el 10/02/11

D.P.O.S.S. Archivo de la Dirección de Ingeniería. Consultado el 10/02/11.

Municipalidad de Ushuaia (2010).SINTESIS- 2010 Secretaría de Turismo.

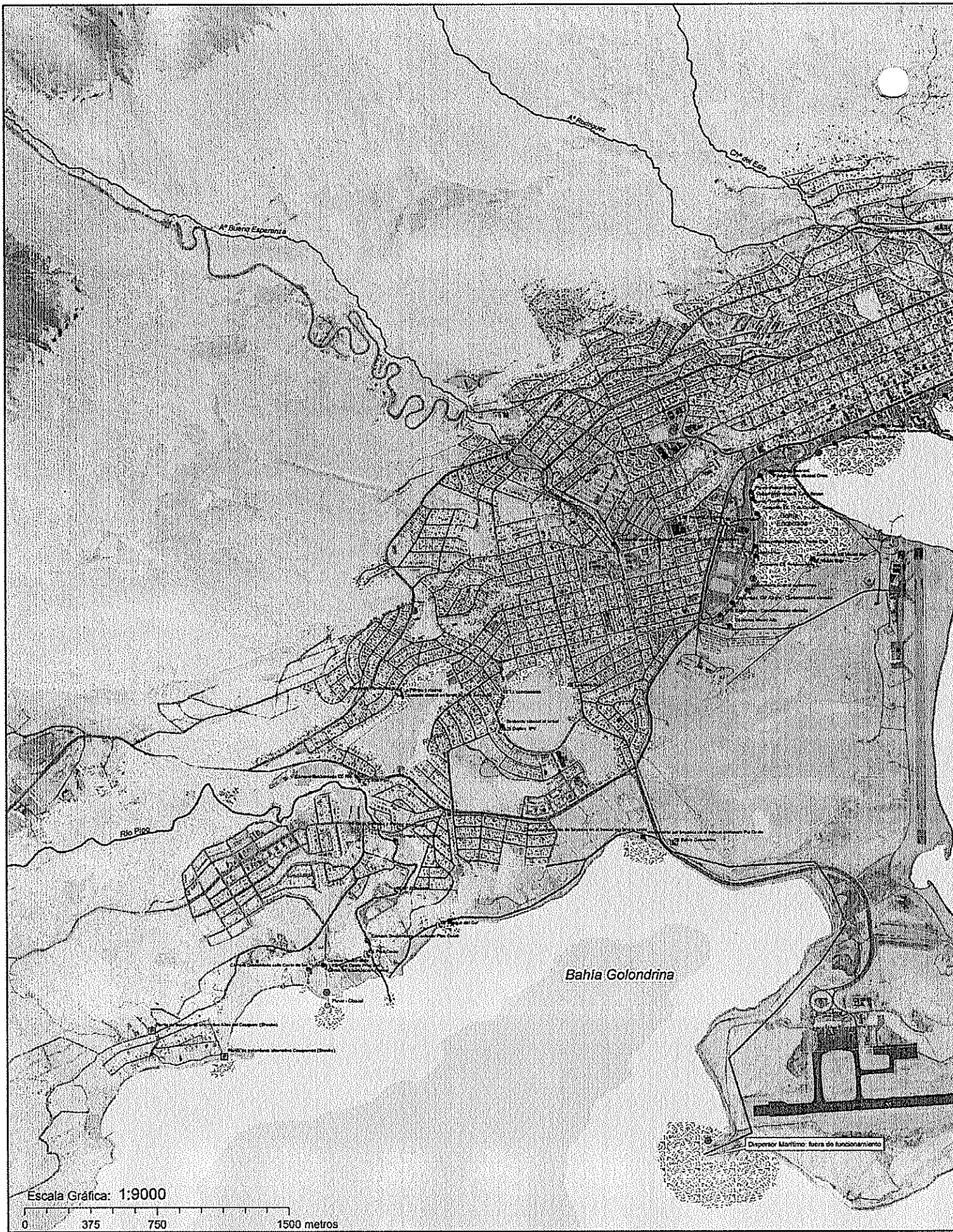
López-Moreno, J. (2011). Relevamiento fotográfico realizado el 1/03/11

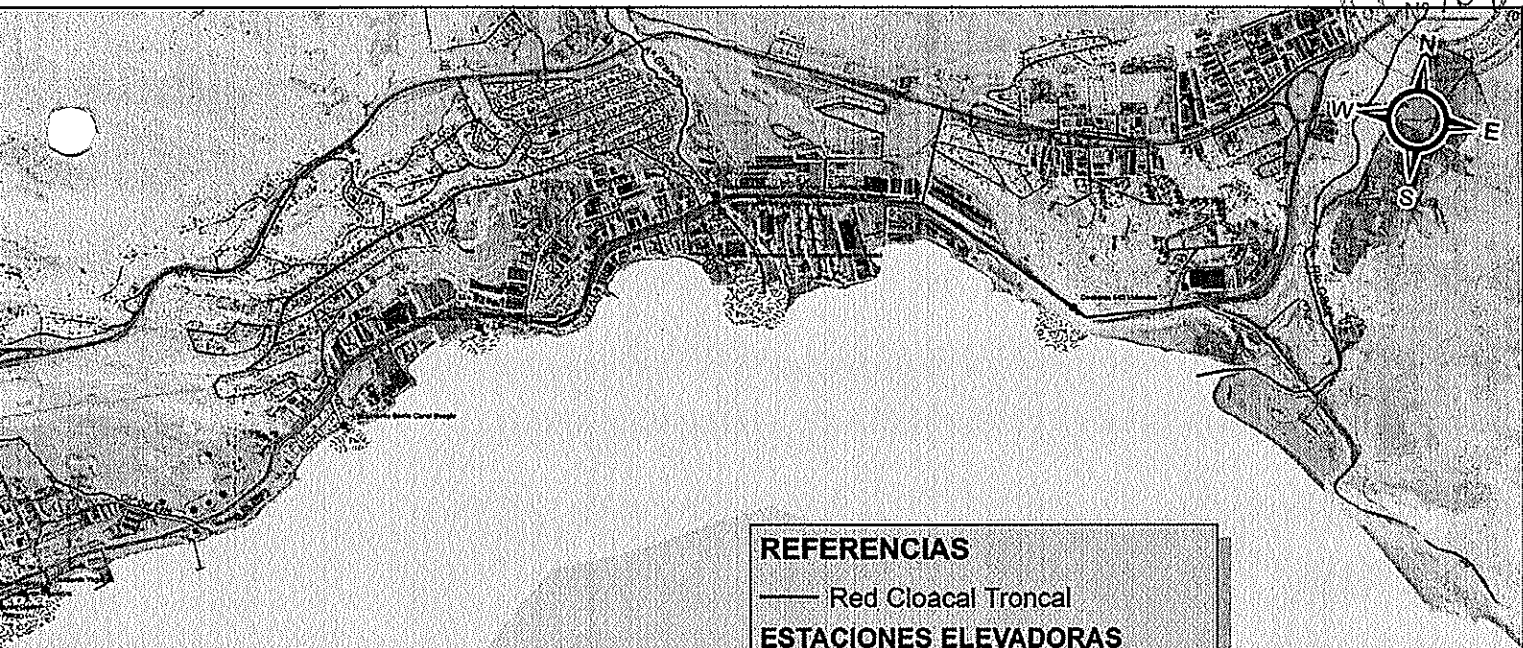
Obreque, M. (2011). Relevamiento fotográfico realizado el 10/02/11



**ANEXO CARTOGRAFICO I: Estaciones Elevadoras, Desbordes, Volcamientos y Plantas de Tratamiento**

**ANEXO CARTOGRAFICO II: Turismo y Contaminación Cloacal en la Zona Centro**





Bahía Ushuaia

**REFERENCIAS**

— Red Cloacal Troncal

**ESTACIONES ELEVADORAS**

**Clasificación según funcionamiento**

- Sin Funcionamiento
- Funcionamiento parcial

**Desbordes, Volcamientos y Plantas**

**Clasificación**

- Volcamiento cloacal
- Desborde cloacal
- Pluvio-Cloacal
- Planta de Tratamiento (abandonada)
- Planta de tratamiento alternativo
- Áreas de Contaminación Elevada

**Puntos de muestreo CADIC**

**Clasificación: calidad del agua**

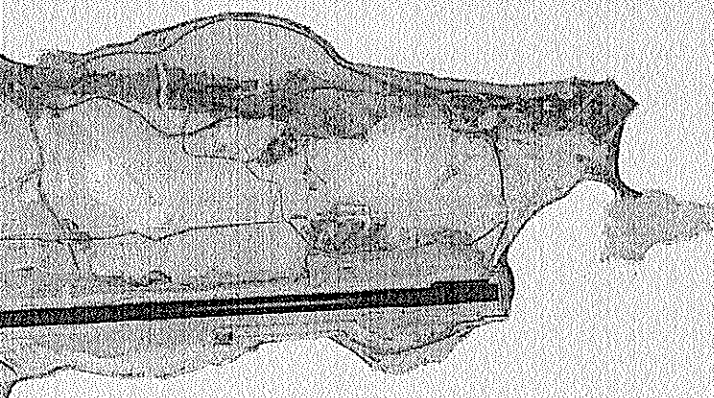
- calidad mala
- calidad media

— Ríos

— Arroyos principales

..... Tramo contaminado del curso de agua

Parcelario Municipal




Equipo de relevamiento - Estaciones Elevadoras: Mgs. Mónica Obregon; Lic. Soledad Diógenes; Lic. Yanala Nolasco; Ing. Herman Bokhor; Arq. Federico Camarasa; Agrón. Mario Elberín; Lic. Máximo Loba.

Fecha del relevamiento: 10 de Febrero de 2011.

Equipo de relevamiento - Volcamientos y Desbordes: Mgs. Mónica Obregon; Dra. Laura Carragón; Lic. Yanala Nolasco; Arq. Jorge Lopez Moreno; Lic. Máximo Loba.

Fecha del relevamiento: 1° de Marzo de 2011.

|  |   |   |        |
|--|---|---|--------|
|  MUNICIPALIDAD DE USHUAIA<br>SECRETARÍA DE DESARROLLO Y GESTIÓN URBANA<br>Subsecretaría de Gestión Urbana | Subsecretaría<br>Planeación Urbana<br>División<br>Planificación | Dirección<br>Carlos Rodríguez<br>Fecha: | Fecha: |
|  | Tema: Estaciones elevadoras, desbordes, volcamientos y plantas. | Escala:                                 | Fecha: |