



*Secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva
 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
 Centro Austral de Investigaciones Científicas*

Ushuaia, 13 de septiembre de 2018

Al
 Sr. Gastón Ayala
 Vicepresidente 1º
 Consejo Deliberante
 Ciudad de Ushuaia
 Presente

CONCEJO DELIBERANTE USHUAIA MESA DE ENTRADA LEGISLATIVA ASUNTOS INGRESADOS	
Fecha:	14/09/18 Hs. 10:01
Numero:	970 Foljas: 19
Expte. Nº	
Girado:	
Recibido:	

**Ref.: Expte.1208/1998 –
 Minuta de Comunicación 68/2018**

En respuesta a su nota nº 499/2018 se le informa que no disponemos de trabajos geológicos, geomorfológicos, geográficos y/o socio-ambientales realizados por personal de CADIC en el Sector D, Macizo 119, barrio denominado "El Cañadón".

Sin embargo, dado nuestro conocimiento sobre la dinámica natural en Tierra del Fuego, podemos alertar sobre el peligro que desencadena la urbanización -formal o informal- en cauces y valles angostos como el que ocupa el área de referencia.

El área indicada es un cauce de fondo plano, naturalmente labrado en tales dimensiones para que sea posible evacuar los caudales excepcionales resultantes de deshielos repentinos o precipitaciones mayores a las del promedio mensual o anual. El hecho que en los últimos años el escurrimiento superficial de agua haya sido bajo, y por ende, se perciba que el cauce tiene sectores que nunca se pondrán en funcionamiento, no justifica el uso urbano del mismo, sea su fondo o laderas. Existe un peligro latente de crecidas o de derrumbe de laderas en los que se han construido calles o viviendas.

Sugerimos que dicho área se mantenga como espacio verde, tal como lo designa el Código Urbano, posibilitándose el escurrimiento natural del agua proveniente de cotas superiores y evitando la exposición de la población local a los procesos naturales de



Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Centro Austral de Investigaciones Científicas

inundación y erosión que en algún momento se pueden suscitar en función de la propia dinámica natural.

Conocido es en nuestra ciudad el impacto de chorrillos de drenaje intermitente, que ante crecidas excepcionales, han afectado el interior de viviendas o colegios debido a la interrupción y modificación de las líneas naturales del drenaje superficial ante el avance urbano sobre terrenos no aptos para tal fin.

En lo concerniente a temas ambientales, adjuntamos un estudio de calidad de aguas realizado por la Dra. Soledad Diodato, investigadora de CONICET en CADIC, en el que se incluyen datos del arroyo que fluye por la zona de referencia (mencionado como Ara=A° Rodríguez alto). En dicho informe se establece que la calidad de sus aguas está en la categoría "media". Por mayores consultas al respecto le sugerimos se contacte con la mencionada investigadora.

Por otra parte, comentamos que con gusto participaremos en las reuniones de tratamiento de temáticas ambientales de la ciudad, siempre y cuando podamos aportar información desde nuestro conocimiento y experticia. Al respecto, le agradeceremos se nos convoque con la mayor antelación posible.

A la espera que estos comentarios e información sean de su utilidad, saludamos atentamente.


Dra. Andrea Coronato
Investigadora Independiente
CADIC-CONICET


Dr. Gustavo Ferreyra

Dr. Gustavo A. Ferreyra
D.N.I.: 8.505.698
Director
CADIC-CONICET

Elena María Abraham
Rubén D. Quintana
Gabriela Mataloni
(editores)

2012 AGUA + HUMEDALES

2012


FUTUROS



UNSAM
EDITA



FUNITEC
Fundación Innovación y tecnología
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

FUTUROS es un programa de FUNITEC y la Universidad Nacional de San Martín

SERIE FUTUROS

Alberto Pochettino
Director

Miguel Blesa
Responsable científico

Sebastián Savino
Coordinador

AGUA Y HUMEDALES

COMITÉ EDITOR

Elena María Abraham
Rubén D. Quintana
Gabriela Mataloni

COMITÉ REVISOR CIENTÍFICO

Elena María Abraham
Miguel Blesa
Roberto Candal
Jose Joel Carrillo Rivera
Gerardo Castro
Daniel Cicerone
María Dos Santos Alfonso
Alicia Fernandez Cirelli
Adonis Giorgi
Marta Litter
Gabriela Mataloni
Christian Navntoft
Alberto Pochettino
Rubén D. Quintana
Adriana Urciuolo
Elisabet Wehncke

Aguas + Humedales / Miguel Blesa... [et al.]; compilado por Elena María Abraham; Rubén D. Quintana; Gabriela Mataloni; prólogo de Alberto Pochettino. - 1ª ed.-San Martín: UNSAM EDITA, 2018.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4027-68-9

1. Gestión Ambiental. 2. Cambio Climático. I. Blesa, Miguel. II. Abraham, Elena María, comp. III. Quintana, Rubén D., comp. IV. Mataloni, Gabriela, comp. V. Pochettino, Alberto, prolog.

CDD 551.6

1ª edición junio 2018

© 2018 de la edición Elena María Abraham

© 2018 de la edición Rubén D. Quintana

© 2018 de la edición Gabriela Mataloni

© 2018 UNSAM EDITA de Universidad Nacional de San Martín

UNSAM EDITA

Edificio de Containers, Torre B, PB

Campus Miguelete

25 de Mayo y Francia, San Martín (B1650HMQ), prov. de Buenos Aires, Argentina

unsamedita@unsam.edu.ar

www.unsamedita.unsam.edu.ar

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega

Los lectores de este libro tienen, en forma gratuita, la libertad de utilizar, estudiar, aplicar y compartir su información, siempre que se mencione la obra y el autor original. El material de este libro puede ser utilizado citando la procedencia de esta manera:

Abraham, María Elena; Quintana, Rubén D. y Mataloni, Gabriela (eds.) (2018). *Aguas + Humedales*. Buenos Aires, UNSAM EDITA.

El contenido y la originalidad de los artículos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Las opiniones y puntos de vista expresados en este libro no necesariamente reflejan los de los editores.

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723

Editado en la Argentina

PRÓLOGO

11 Alberto Pochettino

CONFERENCIAS

- | | | |
|--|------------|---|
| Apuntes para pensar los grandes problemas del agua en el siglo XXI | 18 | Miguel Blesa |
| El agua en Latinoamérica | 34 | Alicia Fernández Cirelli |
| Los servicios urbanos de agua potable y saneamiento en Argentina. Estado actual y desafíos | 46 | Emilio J. Lentini
Federica Brenner
Augusto Mercadier |
| Gestión de los recursos hídricos | 60 | Víctor Pochat |
| New perspectives in the watershed approach for water management | 82 | José Galizia Tundisi |
| Economía del agua y su ambiente | 94 | Armando Llop |
| Agua, desertificación y cambio climático en las tierras secas | 110 | Elena María Abraham |
| Gestión y manejo del agua en el sector productivo: visión y misión del Programa Nacional Agua (INTA) | 142 | Daniel Prieto Garra
Francisco Damiano
Alberto R. Quiroga
Roberto S. Martínez |
| Vivir sin humedales | 152 | Patricia Kandus
Priscilla Minotti |
| Humedales, biodiversidad y servicios ecosistémicos. ¿Hacia dónde vamos? | 174 | Rubén D. Quintana |

Interacción humedal-agua subterránea-composición química de las aguas: Esteros del Iberá y bajos submeridionales	194	Leticia Rodríguez
Arsénico en agua	210	Marta Litter
Descontaminación de aguas mediante oxidación avanzada con radiación solar: un proceso doblemente sostenible	226	Sixto Malato Rodríguez
Agua, energía y ambiente: un desafío para el desarrollo sostenible	242	Raúl Antonio Lopardo
Impactos ecológicos y socioeconómicos de la cons- trucción de represas sobre la ictiofauna y las pesquerías de los grandes ríos de América del Sur	256	Claudio R. M. Baigún
Agua y sedimentos: testigos clave de una contaminación anunciada	275	Silvia Grinberg Natalia Porzionato Eliana Bussi Luciano Mantíñan Ricardo Gutiérrez Gustavo Curutchet

**ARTÍCULOS DE
ALUMNOS BASADOS
EN SUS
PRESENTACIONES**

Cartografías de riesgos de inundaciones y anegamientos en la provincia de Corrientes (Argentina)	296	Mariana Paola Odriozola Félix Ignacio Contreras
Estudio de indicadores físico-quí- micos y toxicológicos del agua superficial del bajo río Paraná	303	Julieta Peluso Carolina M. Aronzon Cristina S. Pérez Coll

- Impacto de la presencia de microcontaminantes sobre la calidad del agua de bebida en la producción ganadera **319** **María Soledad Rodríguez**
Alicia Fernández Cirelli
Alejo Pérez Carrera
- Fitorremediación de aguas grises con ornamentales comerciales **323** **Ángela Y. Romero Mozqueda**
María Cecilia Valles Aragón
María Teresa Alarcón Herrera
- Uso eficiente, tecnología y gestión de agua para uso agrícola y consumo humano **333** **Rodolfo Cisneros-Almazán**
Oscar A. Díaz de León-Zavala
Clemente Rodríguez-Cuevas
Rodolfo Cisneros-Pérez
- Barragens na bacia do alto rio Paraguai: uma ameaça para a maior área úmida do planeta **342** **Silvia Zanatta**
- Variaciones en las características hidroquímicas de la subcuenca del río Ambato, provincia de Catamarca, Argentina **349** **Olivia Bulacios Muñiz**
- Uso de datos multitemporales Landsat para la delimitación y caracterización de lagunas en la planicie de inundación del bajo río Paraná **357** **Maira Patricia Gayoi**
Natalia Morandeira
Patricia Kandus
- Consecuencias de la expansión urbana sobre el paisaje de lagunas de lomadas arenosas (Corrientes, Argentina) **363** **Félix Ignacio Contreras**
Elsie Araseli Ojeda
- Uso de múltiples indicadores para evaluar la calidad ambiental en las islas del Delta del río Paraná bajo diferentes usos productivos **370** **Pamela Krug**
Carolina Aronzon
Gabriela González Garraza
Julieta Peluso
Facundo Schivo
Gabriela Svartz

- Agriculturización y degradación de humedales: cambios e intensificación en el uso de la tierra y efectos sobre la biodiversidad taxonómica y funcional de la vegetación en el Bajo Delta del Paraná **378** **Diego Sebastián Aquino**
- Patrones de distribución de las comunidades de humedales patagónicos a una escala de paisaje **390** **Luz M. Manzo**
Luis B. Epele
Marta G. Grech
Patricia Kandus
María L. Miserendino
- Inventario de humedales en tierras secas y valoración de sus servicios ecosistémicos: el caso de los humedales de la cuenca del río Blanco **400** **María Clara Rubio**
Elena Abraham
Rubén D. Quintana
- Clasificación y mapeo de humedales según su hidoperíodo en el marco de un inventario de humedales: el caso de la llanura costera de Ajó-Samborombón **410** **Laura San Martín**
Natalia Morandeira
Rafael Grimson
Patricia Kandus
- Los bosques fluviales como indicadores del flujo y permanencia del agua **416** **Violeta Amancay Zambiasio**
Sylvina Lorena Casco
Juan José Neiff
- Identificación y descripción del impacto ambiental en un tambo caprino **423** **María Laura Galotta**
Horacio Martínez
Analia Iriel
Alicia Fernández Cirelli
- Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche **427** **Flavia Elisa Arellano**
Andrea Calzetta Resio
Alejo Pérez Carrera

Estudio del impacto del arsénico presente en el agua de bebida animal, sobre la salud y producción de ganado	434	Cristina V. Alvarez Gonçalvez Alejo Pérez Carrera Alicia Fernández Cirelli
Remoción de compuestos fenólicos de aguas superficiales y efluentes	441	Érica Beiguel Enrique Hughes Anita Zalts Javier Montserrat
Caracterización del uso de hábitat de juveniles de <i>Mugil cephalus</i> en la costa mediterránea valenciana mediante la microquímica del otolito	445	Roberta Callicó Fortunato Vicent Benedito Durà Alejandra Volpedo
Degradación del plaguicida imazalil acoplando técnicas avanzadas de oxidación y tratamientos biológicos	455	Federico Ariganello Elsa López Loveira Roberto Candal Gustavo Curutchet
Estudios cinéticos de la adsorción de arsénico del rechazo de la ósmosis inversa en suelo laterítico	462	Cynthia Corroto Analía Iriel Enrique Calderón Alicia Fernández Cirelli Alejo Pérez Carrera
Dinámica e impacto de la eutrofización por aportes urbanos en las cuencas hídricas y zona costera de la ciudad de Ushuaia, Tierra del Fuego	465	Soledad Diodato Laura Comoglio Alicia Moretto Jorge Marcovecchio
Síntesis y caracterización de fotocatalizadores de TiO ₂ nanomodificados con Ag para descontaminación de aguas en Santiago del Estero	476	Fernanda E. Monasterio Claudio D. Borsarelli Faustino E. Morán Vieyra
Sobre los editores	484	

Dinámica e impacto de la eutrofización por aportes urbanos en las cuencas hídricas y zona costera de la ciudad de Ushuaia, Tierra del Fuego¹

Soledad Diodato²
Laura Comoglio³
Alicia Moretto⁴
Jorge Marcovecchio⁵



Palabras clave: Efluentes urbanos; Ushuaia; efecto antrópico; calidad de agua.

1. Introducción

La ciudad de Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina (54°48'26"S 68°18'16"O), se ha desarrollado sobre las zonas costeras lindantes a las Bahías Ushuaia, Encerrada y Golondrina, siendo la población actual cercana a los 57.000 habitantes (datos del censo 2010). Es un sistema costero que recibe descargas de variadas fuentes, tales como efluentes domésticos e industriales, sustancias que se liberan en los ríos aguas arriba de las zonas costeras, y que tiene un serio problema de infraestructura de servicios relativo a la eliminación de agua de bocas de tormenta y a la ausencia de tratamiento de efluentes domésticos. Esto convierte a la línea costera en el destino final de estos residuos,

¹ Se agradece a Yamila Nohra, Carolina Camillon y Oscar Amin, por su colaboración en las tareas de campo y laboratorio.

² Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales (ICPA), Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), Ushuaia /Laboratorio de Ecología Terrestre, Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. sdiodato@untdf.edu.ar.

³ Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. lcomoglio@hotmail.com.

⁴ Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y Recursos Naturales (ICPA), Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), Ushuaia/Laboratorio de Ecología Terrestre, Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC- CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina. amoretto@untdf.edu.ar.

⁵ Laboratorio de Química Marina, Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET-UNS), Bahía Blanca/ Universidad de la Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomás de Aquino (FASTA), Mar del Plata/Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina. jorgemar@crba.edu.ar.

a los que se incorporan aquellos provenientes de las actividades de la navegación (comercial, turística y deportiva). La dinámica natural del ecosistema, además, aporta al sistema costero durante las épocas de deshielo una alta concentración de nutrientes que no son retenidos por el suelo donde se asientan los bosques de lenga característicos, que rodean la ciudad [1]. Los cursos de agua dulce que nacen en la zona boscosa sobre la montaña y atraviesan el casco urbano se convierten, entonces, en las vías directas de transporte aditivo de sustancias originadas por desechos de la urbanización y las naturales. Amin *et al.* [2] han descripto la dinámica de nutrientes en la línea costera sin incluir estudios "aguas arriba". Debido a la importancia que presenta la problemática de los cursos de agua urbanos en la ciudad, el objetivo del presente estudio fue caracterizar desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, algunos efluentes que descargan en las bahías mencionadas, y poder identificar los sitios receptores activos de contaminación urbana.

2. Materiales y métodos

Se muestrearon bimestralmente (desde octubre de 2009 a febrero de 2011) 12 sitios ubicados en diferentes puntos sobre cuencas de agua dulce que atraviesan la ciudad de Ushuaia, identificados como: arroyo Grande (AGA; AGm y AGd), arroyo Buena Esperanza (ABEa; ABEm y ABEd), arroyo Rodríguez (ARa y ARd), turbal urbano (T y ST), salida al mar del dispersor cloacal (DC) y salida de un entubamiento de desborde sobre bahía Golondrina (BG) (figura 1).

En cada época se registraron *in situ* valores de temperatura (Temp.), oxígeno disuelto (OD), salinidad (Sal.), pH, conductividad (Cond.) y turbidez (Turb.). Adicionalmente, se tomaron muestras de agua para la determinación de nutrientes –nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), amonio (NH_4^+), fosfatos (PO_4^{3-}) y silicatos (SiO_3^{3-}), materia orgánica particulada (MOP), sólidos totales en suspensión (STS) y bacterias coliformes totales (CT) y fecales (CF). Para las determinaciones de los parámetros mencionados se utilizaron técnicas validadas internacionalmente [3, 4]. Para analizar diferencias en las distintas variables entre los sitios, se realizó el test de Kruskal-Wallis, después de comprobar los supuestos [5]. Los datos obtenidos se examinaron mediante el análisis factorial utilizando la matriz de correlación y tratando los

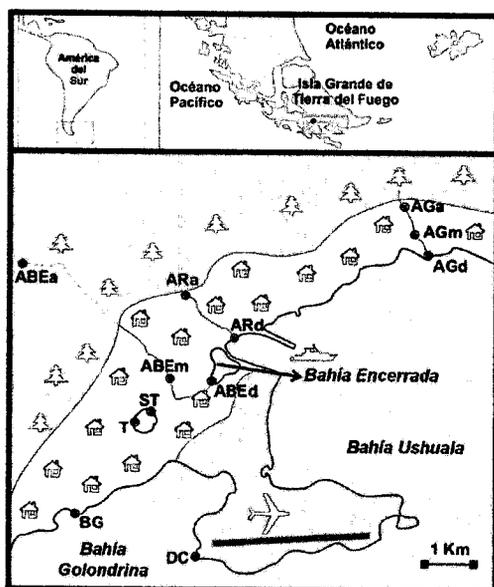


Figura 1. Localización de los 12 sitios de muestreo. Por referencias ver texto. Fuente: Elaboración propia.

datos con rotación Varimax. Los factores fueron extraídos por componentes principales y los nuevos valores promediados fueron representados en las coordenadas correspondientes a los Factores 1 y 2 para cada sitio. Dos variables (Sal. y CT) no se tuvieron en cuenta para el análisis factorial, ya que proveen información redundante respecto de aquellas dos

incluidas (Cond. y CF). Todos los análisis se realizaron con el programa Statistica 7.1.

Adicionalmente, para cada sitio de muestreo se calculó el Índice de Calidad de Agua (ICA), desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) de Estados Unidos (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 (Temp., OD, pH, Turb., CF, NO_3^- , PO_4^{3-} y STS) tomando como valor para el cálculo el valor promedio de todas las fechas de muestreo.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan los valores de las variables analizadas para cada sitio de estudio. Se encontraron diferencias significativas en todos los parámetros al comparar las medias de los 12 sitios. Las comparaciones múltiples entre sitios destacaron que DC, ARd, T, ST y BG son los que presentan los valores más altos en nutrientes, MOP, STS y bacterias coliformes; a la vez que exhiben la menor concentración de OD.

Dinámica e impacto de la eutrofización urbana en la zona de Ushuaia

Parámetros	DC	AGa	AGm	AGd	ARa	ARd	ABEa	ABEm	ABEd	T	ST	BG	
Temp. °C	media	8,13	4,38	5,10	4,89	5,80	9,01	2,84	4,98	6,73	11,38	8,73	7,90
	DS	1,67	2,49	2,20	2,78	2,98	2,10	1,73	2,51	2,70	4,16	3,80	2,56
OD mg/L	media	6,69	15,33	12,85	13,39	10,22	7,93	13,41	12,96	6,86	5,28	3,16	6,96
	DS	3,22	4,34	4,54	4,12	1,62	3,03	1,61	0,93	3,71	2,37	1,28	2,94
pH	media	7,44	7,05	7,14	7,16	6,65	7,28	7,06	7,21	6,96	6,80	6,93	7,51
	DS	0,30	0,39	0,38	0,41	0,28	0,26	0,54	0,47	0,33	0,56	0,22	0,21
Sal UPS	media	1,37	0	0	0,03	0	0,12	0	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02
	DS	0,76	0	0	0,05	0	0,28	0	0,02	0,04	0,01	0,01	0
Cond. mS/cm	media	22	0,15	0,13	0,73	0,16	2,29	0,07	0,39	1,01	0,57	0,56	0,51
	DS	13,77	0,11	0,04	1,19	0,05	5,06	0,01	0,44	0,77	0,10	0,16	0,05
Turb. NTU	media	75	71	61	65	73	119	63	100	102	161	99	76
	DS	49,38	54,23	32,12	36,95	41,09	48,42	34,73	69,95	53,67	59,16	57,30	42,09
NO ₃ ⁻ mg/L	media	1,52	2,70	3,52	1,07	13,86	7,38	2,73	5,47	3,41	4,14	2,79	2,95
	DS	1,49	3,03	5,89	0,79	6,89	2,81	3,91	6,88	2,97	2,39	2,45	1,77
NO ₂ ⁻ mg/L	media	0,17	0,12	0,12	0,12	0,17	0,25	0,11	0,15	0,18	0,25	0,19	0,20
	DS	0,04	0,01	0,01	0	0,03	0,03	0	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02
NH ₄ ⁺ mg/L	media	8,06	0,03	0,82	0,28	0,14	14,14	0,03	2,42	11,08	22,38	21,62	27,87
	DS	6,86	0,08	0,82	0,25	0,18	7,33	0,06	1,37	6,33	9,96	5	13,41
PO ₄ ³⁻ mg/L	media	2,01	0,12	0,42	0,28	0,40	4,81	0,16	0,99	3,04	7,88	5,32	7,70
	DS	1,71	0,04	0,21	0,12	0,29	0,95	0,07	0,59	1,31	1,75	1,36	1,94
SiO ₃ ²⁻ mg/L	media	1,13	1,18	1,34	1,34	1,38	2,92	0,89	1,80	2,26	3,17	2,73	2,71
	DS	0,80	0,45	0,40	0,67	0,55	0,38	0,41	0,76	0,85	1,22	0,71	0,36
MOP mgC/cm ³	media	8177	693	999	1230	594	6209	434	2877	4101	5338	4614	7979
	DS	4576	343	224	832	296	2815	362	1992	1707	983	1687	4743

STS	mg/L	91,03	6,46	8,19	9,48	2,52	54,09	2,92	30,99	31,98	59,43	33,15	31,62
	media DS	78,51	7,10	8,37	8,70	1,81	48,18	2,61	34,26	19,48	24,43	10,91	12,67
CT	NMP/100ml	9,9E	9,4E	1,2E	2,4E	3,0E	1,1E	2,6E	1,3E	4,6E	3,8E	1,2E	1,3E
	media DS	+04	+01	+04	+04	+02	+06	+00	+05	+05	+05	+06	+06
CF	NMP/100ml	9,8E	7,3E	1,2E	1,9E	2,7E	5,8E	2,1E	7,8E	3,7E	3,8E	4,1E	1,2E
	media DS	+04	+01	+04	+04	+02	+05	+00	+04	+05	+05	+05	+06
	NMP/100ml	1,3E	1,7E	1,9E	3,1E	5,1E	1,1E	3,6E	3,0E	6,5E	6,2E	1,8E	2,1E
	media DS	+05	+02	+04	+04	+02	+06	+00	+05	+05	+05	+06	+06
	NMP/100ml	1,3E	1,1E	1,9E	2,3E	5,1E	4,4E	2,7E	1,7E	5,4E	6,2E	5,0E	2,1E
	media DS	+05	+02	+04	+04	+02	+05	+00	+05	+05	+05	+05	+06

Tabla 1. Parámetros físico-químicos y microbiológicos. Se resaltan en negrita los valores más significativos para cada variable. Por referencias ver texto. (DS: desvío standard).

El análisis factorial mostró que el 73,72% de la varianza total puede explicarse mediante 4 factores (tabla 2). El Factor 1, que explica el 41,92% de la varianza total y constituye el factor dominante, se encuentra correlacionado con la temperatura, con las altas concentraciones de NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , SiO_3^{3-} y CF y con la disminución de OD, lo cual estaría asociado al ingreso de aportes urbanos. El Factor 2, que explica el 12,6% de la varianza total, está correlacionado positivamente con la turbidez y las concentraciones de MOP y STS, parámetros vinculados con el ingreso al sistema de agua tanto de origen urbano como de origen natural, causado por los eventos de deshielo característicos de la región. El Factor 3, que explica el 10,84% de la varianza total, está correlacionado positivamente con el pH y la conductividad. Por último, el Factor 4 contribuye con un 8,37% y se relaciona positivamente con la presencia de NO_3^- .

En la figura 2 se representa el valor promedio de los scores para los Factores 1 y 2 de los sitios estudiados. Allí puede observarse una clara diferenciación de los sitios en tres grupos. El primero está representado positivamente en el Factor 1 y comprende los sitios ABEd, ARd, T, ST y BG, mientras que el segundo grupo está relacionado negativamente con el Factor 1 e incluye los sitios AGa, AGm, AGd, ABEd, ABEm y ARa. De manera aislada, se presenta el sitio DC, el cual queda definido por las variables que tienen mayor peso en el Factor 2.

En cuanto al ICA, los valores obtenidos se indican en la tabla 3. Los sitios ABEd, ARd, T, ST y BG presentan un ICA indicativo

Dinámica e impacto de la eutrofización urbana en la zona de Ushuaia

Variabes	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Temp.	0,64	0,37	-0,15	-0,29
OD	-0,72	-0,35	0,11	0,03
pH	0,06	-0,08	0,92	0,09
Cond.	-0,11	0,27	0,63	-0,39
Turb.	0,15	0,91	-0,09	0,09
NO ₃ ⁻	-0,08	0,10	-0,06	0,75
NO ₂ ²⁻	0,65	0,53	-0,05	0,40
NH ₄ ⁺	0,88	0,11	0,02	0,09
PO ₄ ³⁻	0,92	0,27	-0,06	0,08
SiO ₃ ³⁻	0,68	0,14	0,04	0,54
MOP	0,42	0,68	0,14	-0,05
STS	0,16	0,90	0,11	0,11
CF	0,65	0	0,13	-0,11
Autovalores	5,45	1,64	1,41	1,09
% Varianza total	41,92	12,60	10,84	8,37
% Varianza acumulativa	41,92	54,52	65,35	73,72

Tabla 2. Valores de correlación entre variables y Factores; porcentaje de varianza total explicada y acumulada.

de mala calidad ambiental, lo cual concuerda con la agrupación proporcionada por el análisis factorial de acuerdo con la alta concentración de nutrientes (figura 2). El resto de los sitios se califican como de calidad media a buena, coincidiendo también con la agrupación mencionada; a excepción de DC, posiblemente debido a que es el sitio de mayor influencia de agua de mar por su particular ubicación sobre la línea de costa.

Sitio	DC	AGa	AGm	AGd	Ara	ARd	ABEA	ABEM	ABEd	T	ST	BG
ICA	53	77	67	70	63	48	87	60	48	40	42	50
Calidad	Media	Buena	Media	Media	Media	Mala	Buena	Media	Mala	Mala	Mala	Mala

Tabla 3. Índice de Calidad de Agua: Excelente: 91-100; Bueno: 71-90; Medio: 51-70; Malo: 26-50; Muy malo: 0-25.

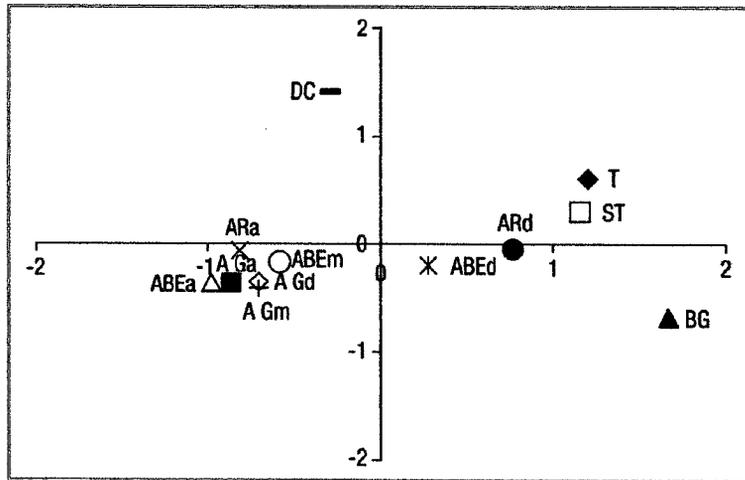


Figura 2. Gráfico de los scores medios de cada sitio de estudio sobre los Factores 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Se logró establecer áreas con claros indicadores de aportes urbanos visualizados en proximidad a la costa. Contrariamente, las zonas altas conservan características de nulo impacto. De lo anterior se concluye que en su recorrido a lo largo del casco urbano, los cursos de agua actúan como receptores de la actividad antrópica y se convierten en emisores al sistema costero. En razón del sostenido incremento poblacional y del uso recreativo que sin restricciones tiene la población a estos sitios, resulta imperioso establecer un plan de saneamiento y monitoreo sostenido en el tiempo.

Bibliografía

- [1] Frangi, J. L. *et al.* (2005). "Nutrient cycling in *Nothofagus pumilio* forests along an altitudinal gradient in Tierra del Fuego Argentina", *Forest Ecology and Management* 217, pp. 80-94.
- [2] Amin, O. *et al.* (2011). "Assessment of land influence on a high-latitude marine coastal system: Tierra del Fuego, southernmost Argentina", *Environmental Monitoring and Assessment* 174, pp. 63-73.
- [3] Strickland, J. D. H. y Parsons, T. R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada.
- [4] Environmental Protection Agency (2009). Modified Colitag™ Test Method for the Simultaneous Detection of *E. coli* and other Total Coliforms in Water (ATP D05-0035), disponible en: <http://www.colitag.com/learnmore/EPAColitag.pdf>.
- [5] Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. (1981). *Biometry*. New York, W. H. Freeman and Company.