

ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD AMBIENTAL DEL RÍO CHIMEHUIN

INFORME TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL

Instituciones intervenientes

- Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN) - Subsecretaría de Recursos Naturales - Secretaría de Ambiente - Ministerio de Energía y Recursos Naturales
- Dirección General de Biodiversidad y Sostenibilidad – Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales – Ministerio de Energía y Recursos Naturales
- Hospital Junín de los Andes – Ministerio de Salud de la Provincia del Neuquén
- Región Sanitaria de los Lagos del Sur – Ministerio de Salud de la Provincia del Neuquén
- Subsede Junín de los Andes INIBIOMA-CEAN (CONICET – Universidad Nacional del Comahue)

Destinatarios

Organismos responsables de la prestación y el control de los servicios de agua potable, y de la vigilancia de la calidad ambiental de los ambientes fluviales en el ejido municipal de Junín de los Andes.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico tiene por objetivo compartir información relevante y actualizada sobre la calidad ambiental del río Chimehuín, con el fin de contribuir a una gestión informada y articulada del recurso hídrico. Su propósito central es facilitar la toma de decisiones orientadas a minimizar riesgos sanitarios y a promover el uso sostenible del agua en el ejido municipal de Junín de los Andes.

La calidad del río Chimehuín ha sido objeto de diversos estudios científicos desde hace varias décadas. El primer relevamiento sistemático fue desarrollado en 1993 por el CEAN en colaboración con la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), estableciendo una línea de base mediante el análisis de variables físicas, químicas y biológicas, particularmente la composición del macrozoobentos. Los resultados de aquel estudio indicaban que, según el tramo considerado, el río presentaba condiciones entre ultraoligotróficas y oligotróficas considerando su baja concentración de nutrientes.

Desde entonces, y en especial a partir de 2011, se han intensificado los monitoreos y se han incorporado nuevos enfoques de investigación con la participación de equipos científicos del CONICET. Estos trabajos han ampliado significativamente el conocimiento sobre la estructura y dinámica ecológica del río, incluyendo estudios de comunidades algales y cianobacterias, moluscos, y la detección de contaminantes emergentes como microplásticos, metales y residuos de fármacos.

El agua es un recurso indispensable para la vida y el desarrollo humano. Su disponibilidad y calidad son fundamentales, no solo para la salud y el bienestar de las personas, sino también para la sostenibilidad de los ecosistemas y la

prosperidad económica de la región. La conservación de la cantidad y calidad del agua es, por tanto, una prioridad que requiere la atención y el compromiso de todos los actores involucrados.

A través de este documento, se busca sensibilizar a las autoridades competentes y a través de ellos a la comunidad en general, sobre la necesidad de proteger y conservar los recursos hídricos. Asimismo, se pretende contribuir a la implementación de políticas y acciones efectivas que garanticen el acceso a agua segura y de calidad para todos los habitantes de la región.

A continuación, se presenta una tabla que resume los distintos estudios realizados por las instituciones en el Río Chimehuín y su ubicación en el informe, a modo de índice.

Tabla 1. Resumen de estudios realizados en el río Chimehuín. Provincia del Neuquén.

TITULO	GRUPO DE TRABAJO	VARIABLES ANALIZADAS	AÑOS	PAGINAS
Carga de nutrientes de criaderos de peces y el ambiente biológico en el río Chimehuín	CEAN - JICA	VR Estudio del macrozoobentos	1993	3
Biomonitoreo de la calidad de agua en regiones patagónicas impactadas por la actividad humana, mediante el uso del bivalvo nativo <i>Diploodon chilensis</i>	Subsede JDA INIBIOMA CONICET	VR Estudio en bivalvo nativo Cobre, hierro, sulfatos Bacterias coliformes totales y fecales Materia orgánica en sedimento.	2011 - 2012	4-5
Estudio del fitoplancton en el río Chimehuín y en la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales	Subsede JDA INIBIOMA CONICET CEAN Coordinación de Salud Ambiental – RSS – Min Salud Nqn	VR Estudio del fitoplancton (algas y cianobacterias)	2016-2018 2023-2024	6
Estudio de una proliferación de algas verdes filamentosas en el río Chimehuín	CEAN	VR Cobertura de floración de algas filamentosas	2018	7-8
Estudio de las condiciones que inducen la proliferación de algas en los ríos Chimehuín y Malleo: un marco para la gestión y el pronóstico	CEAN Subsede JDA INIBIOMA CONICET PEEC – CONICET APN	VR Cobertura de floraciones de algas del perifiton Isótopos estables del perifiton	2021-2023	9-11
Estudio de contaminación de origen antrópico en el río Chimehuín	Subsede JDA INIBIOMA CONICET	VR Estudios en columna de agua y en sedimento Estudio de gasterópodo nativo Macrozoobentos Bacterias coliformes totales y fecales Macrocontaminación, metales, fármacos, microplásticos	2022 2023	12-19
Vigilancia de la Red de Agua Potable de Junín de los Andes	Coordinación de Salud Ambiental – RSS – Min Salud Nqn	Bacterias coliformes totales <i>Escherichia coli</i> – <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Cloro – turbidez	2021-2024	20-21
Informe epidemiológico 2022-2024 del Hospital Junín de los Andes	Hospital Junín de los Andes – Min. Salud Nqn	Frecuencia de diarreas en JDA	2022-2024	22-25

JDA: Junín de los Andes; CEAN: Centro de Ecología Aplicada de Neuquén; RSS: Región Sanitaria de Los Lagos del Sur; PEEC: Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales ; APN: Administración de Parques Nacionales ; PTEC: Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales del EPAS JDA; INIBIOMA Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente

VR - Variables de rutina que se estudian para evaluar la calidad del río: Temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, nutrientes (nitrógeno total, amonio, nitrato, nitrito, fosforo total, fósforo reactivo soluble), pigmentos, turbidez, sólidos totales en suspensión

2. SÍNTESIS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN EL RÍO CHIMEHUIN

2.1. CARGA DE NUTRIENTES DE CRIADEROS DE PECES Y EL AMBIENTE BIOLÓGICO EN EL RÍO CHIMEHUIN

Centro de ecología aplicada del Neuquén - CEAN

Contacto: ecosistemasacuaticos.cean@gmail.com

En marzo de 1993 se realizó el estudio de la calidad del agua del río Chimehuín, con el objetivo principal de analizar el impacto ecológico de dos criaderos de peces. Este estudio contempló 15 estaciones de muestreo, seleccionadas en relación con la cercanía a la naciente del río, el criadero de peces, el CEAN, la descarga de desagües cloacales, entre otros (*Figura 1*). Se analizaron nutrientes (nitrógeno total y fósforo total), temperatura, pH, oxígeno disuelto, caudal, contenido de pigmentos (clorofila-a) y sólidos en suspensión. A su vez, se analizó la composición y biomasa del macrobentos. En la naciente del río se hallaron valores de nutrientes de 3 µg/L para fósforo total, y 95 µg/L para nitrógeno total. Estos valores aumentaron progresivamente a lo largo del río, observándose el impacto de distintas actividades antrópicas (cría de peces, ganado y desagües cloacales), cuyos sitios de muestreo presentaron valores en un rango de 73-100 µg/l para fósforo total y 183-248 µg/l para nitrógeno total. Estos incrementos de nutrientes luego remitieron en los tramos inferiores del río. Asimismo, se observó un incremento progresivo en la biomasa de macrobentos a lo largo del río. Este incremento en la biomasa del bentos indicaría que las plantas acuáticas o el bentos a través de las cadenas tróficas fijaron el nitrógeno y fósforo, por esto los niveles de estos nutrientes tuvieron una caída en los tramos inferiores del río.

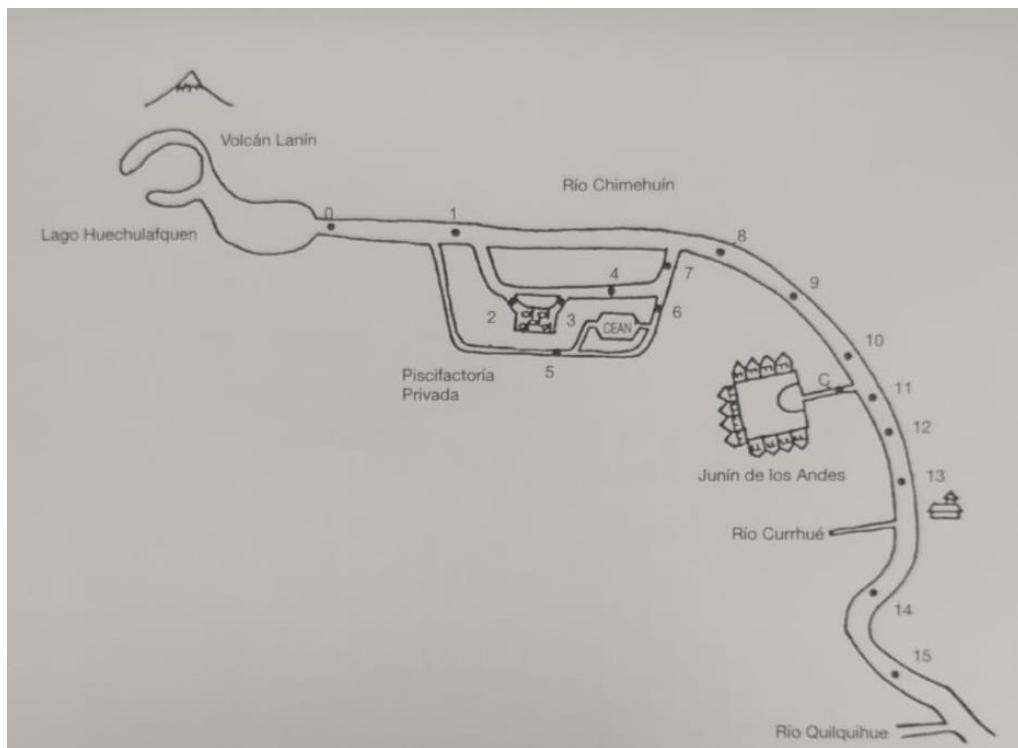


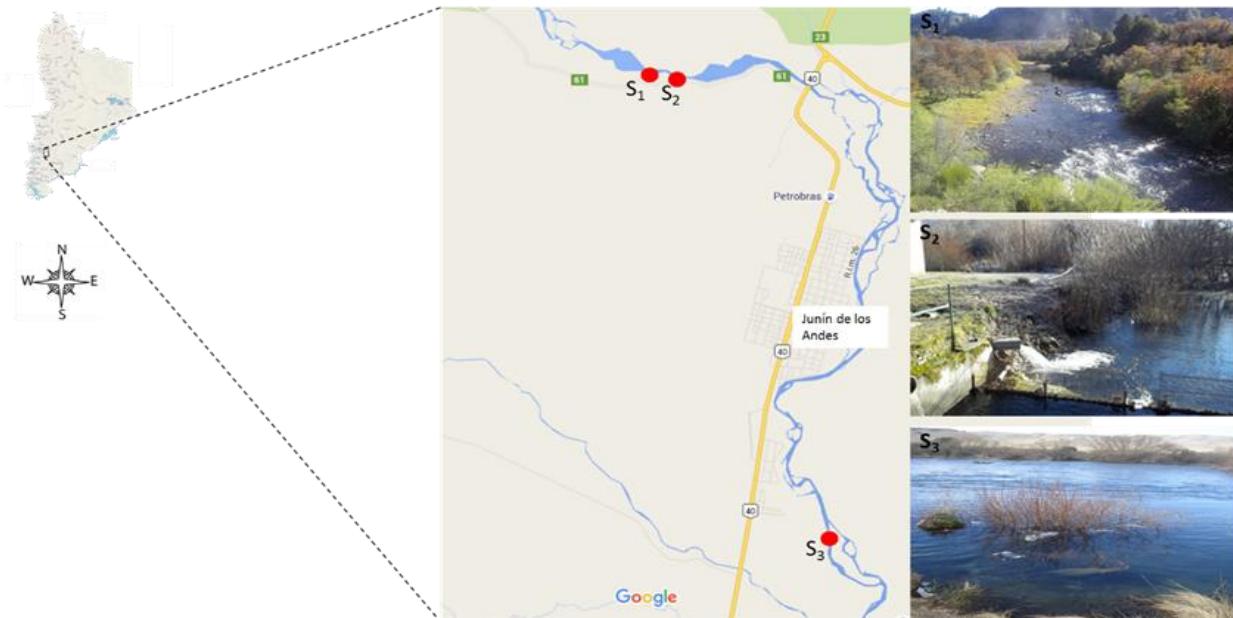
Figura 1: Esquema que ilustra las estaciones de muestreo del estudio

2.2. BIOMONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN REGIONES PATAGÓNICAS IMPACTADAS POR LA ACTIVIDAD HUMANA, MEDIANTE EL USO DEL BIVALVO NATIVO *DIPLODON CHILENSIS*

Laboratorio de Ecotoxicología Acuática - Subsede Junín de los Andes (INIBIOMA-CEAN) - CONICET

Contacto: irocchetta@comahue-conicet.gob.ar

Durante los años **2011 y 2012** se realizaron una serie de muestreos a lo largo del río Chimehuín de forma estacional (invierno, primavera, verano, otoño), en el marco de la tesis doctoral de la Lic. Yusseppone. El objetivo de este estudio en particular fue evaluar, de manera multidisciplinaria, el efecto de la exposición *in situ* del bivalvo nativo *D. chilensis* a sitios impactados por diferentes actividades antrópicas en el río Chimehuín. Para ello se utilizó un dispositivo de jaulas a largo plazo (3, 6, 9 y 12 meses) y se determinaron variables ambientales y biológicas de forma estacional con el fin de encontrar biomarcadores de contaminación. Los sitios de muestreo fueron tres: aguas arriba del Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN) (zona control, **S₁**), una zona cercana al predio del CEAN (**S₂**), influenciada a veces por ganado, y una tercera a la altura del ex basurero a cielo abierto donde ahora existen loteos sociales, sitio (**S₃**) ubicado aguas abajo de la ciudad de Junín de los Andes y aguas abajo del caño fluvial que proviene de la planta de tratamiento de efluentes cloacales de Junín de los Andes (Yusseppone 2017, Tesis doctoral, Capítulo I, pp. 70-74). Este caño de carácter transitorio continuó activo por lo menos durante los años del muestreo.



Localización de los sitios S₁ (39°54,953'S; 71°06,363'O), S₂ (39°54,973'S; 71°06,340'O) y S₃ (39°60,785'S; 71°07,026'O) en el río Chimehuín, provincia de Neuquén, Argentina (Google maps).

Se determinaron en estos sitios variables ambientales en muestras de agua (pH, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad, nutrientes disueltos y totales, pigmentos, bacterias coliformes, sulfatos y metales como hierro y cobre). En sedimento, se determinó contenido de materia orgánica. Todos los valores determinados han estado dentro de los niveles guía de calidad de agua para la protección de la biota acuática (NGPBA, subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2004), excepto el **cobre**, cuya concentración fue mayor que 2 microg/L en los sitios S₂ y S₃ en todas las estaciones del año (T1, 2, 3 y 4). Particularmente en S₃, se registraron valores de hasta 15 veces más que lo permitido. El **contenido de bacterias coliformes totales y fecales** también fue mayor que lo recomendado para uso recreativo (Regulación Municipal Nº 6564, San Martín de los Andes, 400 o 200 NMP/100mL, respectivamente) en los sitios S₂ y S₃, siendo más marcado en el sitio S₃, incluso en el mes de Julio (7000 NMP/100mL). Cabe señalar que de todos modos en los sitios S₂ y S₃, los valores de nutrientes y clorofila, según la estación del año, han sido mayores que los registrados en S₁ (tablas y gráficos, tesis Yusseppone 2017, pp 70-74).

2.3. ESTUDIO DEL FITOPLANCTON EN EL RÍO CHIMEHUIN Y EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES CLOACALES

**Laboratorio de Ecotoxicología Acuática - Subsede Junín de los Andes (INIBIOMA-CEAN) - CONICET
Coordinación de Salud Ambiental (Región Sanitaria de los Lagos del Sur) – Ministerio de Salud de la Pcia. de Neuquén**

Contacto: mercedes.iummato@comahue-conicet.gob.ar

Las algas y cianobacterias que se encuentran en los cuerpos de agua son organismos bioindicadores de las condiciones de los mismos. En particular, son muy sensibles a las variaciones en las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo) de la columna de agua. En general, estos nutrientes aumentan considerablemente bajo condiciones de contaminación antrópica.

La naciente del Río Chimehuín (coordenadas 39°52'41.78"S; 71°23'55.09"O) fue estudiada por nuestro grupo durante los años 2016 a 2018 en las estaciones de primavera-verano-principios de otoño. En este tiempo, considerando la estructura de las comunidades de algas y cianobacterias, no se encontraron evidencias de enriquecimiento de nutrientes del agua. En 2023-2024, en este sector del río se evidenció la presencia de especies de algas (clorofitas filamentosas) y cianobacterias en una alta densidad, indicadoras de un aumento de nutrientes en la columna de agua. En particular, se detectó microcistina intracelular (toxina que afecta principalmente el hígado de las personas y otros organismos) en muestras de cianobacterias. Las cianobacterias tóxicas podrían ingresar a los distintos canales de captación de agua para potabilización y afectar la seguridad del agua potable. La toxina puede bioacumularse en los distintos organismos acuáticos, como los peces, lo cual constituye un riesgo para la salud de quienes los consumen. Cabe señalar que la boca del río Chimehuín es un área recreativa famosa y por excelencia es habitualmente empleada para la pesca deportiva (INFORME TÉCNICO DE AVANCE – PROYECTO CIANOBACTERIAS Y SALUD, FEBRERO 2024).



Por otro lado, durante los años 2017-2018, nuestro grupo realizó un muestreo en los piletones y en el efluente de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales del EPAS Junín de los Andes. En este estudio, se halló una densidad alta de cianobacterias tóxicas en julio de 2017 en uno de los piletones y en el efluente, mientras que se hallaron trazas de toxina (microcistina) en todas las muestras analizadas. Un aumento drástico en la densidad de cianobacterias (floración) en estos piletones implicaría una descarga de cianobacterias y toxinas en el efluente, que afectaría al río aguas abajo (INFORME TÉCNICO “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LOS DISTINTOS PILETONES Y EN LA DESCARGA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES, JUNÍN DE LOS ANDES”).

2.4. ESTUDIO DE UNA PROLIFERACIÓN DE ALGAS VERDES FILAMENTOSAS EN EL RÍO CHIMEHUIN

Centro de ecología aplicada del Neuquén - CEAN

Contacto: ecosistemasacuaticos.cean@gmail.com

Durante el mes de febrero de 2018 se recibieron reportes sobre la presencia de una proliferación inusual de algas en el curso inferior del río Chimehuín. Atento a esto, se implementó un relevamiento con el objeto de establecer las características y extensión de la mencionada proliferación, identificar el agente causal a nivel de género o especie, medir variables físico-químicas que describan la condición del río y permitan identificar sus posibles causantes, evaluar los riesgos para la salud humana y ambiental, y considerar medidas y acciones en relación al caso. Se establecieron 15 sitios de muestreo sobre el curso del río Chimehuín, desde su naciente hasta la desembocadura, equidistantes 4 km aproximadamente uno de otro. Adicionalmente, se establecieron sitios de muestreo en los ríos tributarios (*figura 1*). En cada punto se determinaron variables físico-químicas del agua, se tomaron muestras para análisis de nutrientes y muestras para identificación de especies de algas y caracterización del perifiton.



Figura 1: Curso del río Chimehuín y ubicación de los sitios de muestreo.

Se analizaron variables climáticas (nubosidad, viento, temperatura), pH, conductividad, oxígeno disuelto, composición del fitoplancton y cobertura de la floración de algas filamentosas.

En el tramo superior del río Chimehuín (S1 a S8) y tributarios, ríos Curruhué y Quilquihue (S17 y S18) no se observó la colonización manifiesta de algas filamentosas. A partir de S9, desde un sitio posterior a la confluencia del río Quilquihue, se observan algas verdes filamentosas principalmente asociadas a sustratos. La cobertura en esta zona del río no supera el 5 % y se observan en parches de 10- 20 m. Próximo a S10 comienzan a observarse esporádicos parches de entre 50-100 m de longitud con un 50 % aproximado de cobertura que se vuelven más frecuentes río abajo hasta S12. Desde aproximadamente 1,0 Km antes de S13 la proliferación algal se torna conspicua presentando coberturas estimadas de entre el 80 y 100 % del lecho del río. El organismo causante de esta proliferación es un alga verde filamentosa del género *Cladophora*. *Cladophora sp.* puede producir colonizaciones masivas o floraciones, frecuentemente asociadas a un enriquecimiento de nutrientes del cuerpo de agua (fósforo o nitrógeno). Las floraciones son favorecidas también por determinadas condiciones ambientales como alta disponibilidad de luz e incremento de la temperatura.

2.5. ESTUDIO DE LAS CONDICIONES QUE INDUCEN LA PROLIFERACIÓN DE ALGAS EN LOS RÍOS CHIMEHUIN Y MALLEO: UN MARCO PARA LA GESTIÓN Y EL PRONÓSTICO

Objeto: Convenio de Asistencia Técnica entre el Instituto Patagónico para el estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC-CONICET) y The Nature Conservancy (TNC-Argentina).

Autores: Miguel Pascual (1,2), Pablo Hualde (2), Jorge Kuroda (2), Mariela Demicheli (2), Leandro Castiñeira (2), Pamela Novarese (2), Katya Albarrán (2), Lucila Herbert (3,2), Laura Portuze (2), Cristina Durán Romero (4), Ana Liberoff (4), Camilo Bagnato (5).

1-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

2- Centro de Ecología Aplicada del Neuquén (CEAN), Junín de los Andes, Neuquén.

3- Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA-CONICET).

4- Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC-CONICET), Puerto Madryn, Chubut.

5- Administración de Parques Nacionales (APN), San Carlos de Bariloche, Río Negro.

Informe Final, 2024-06-01 (completo en) [Informe Final Junio 2024 Dirigido a The Nature Conservancy Argentina: Estudio de las condiciones que inducen la proliferación de algas en los ríos Chimehuin y Malleo: un marco para la gestión y el pronóstico](#)

RESUMEN

Entre **diciembre de 2021 y mayo de 2023** se estudió la cobertura algal en ríos de cabecera de la cuenca Limay, junto a las condiciones biofísicas de los ríos, para determinar los niveles de nutrientes y temperatura que son críticos para el desarrollo de floraciones algales y para identificar las fuentes de los aportes de nutrientes a nivel de cuenca. Se aplicó una combinación de: a) muestreos estacionales a lo largo de los ríos Chimehuin y Malleo y muestreos estacionales puntuales en los ríos Curruhue, Quilquihue, Collon Cura y Caleufú, junto al análisis de información hidro-climática para identificar condiciones de temperatura y nutrientes (nitrógeno y fósforo total, fósforo reactivo soluble, nitratos y nitritos) asociadas al desarrollo de floraciones de algas; b) un análisis a nivel de cuenca en el río Chimehuin (mapa de uso y cobertura del suelo, junto a información de los muestreos, modelos estadísticos y análisis de isótopos estables) para identificar las fuentes de N y P; y c) talleres participativos para recolectar información, compartir avances e identificar acciones de mitigación.

EXTRACTO DE RESULTADOS REFERIDOS A NUTRIENTES EN EL RÍO CHIMEHUIN

(Detalles metodológicos, resultados completos y bibliografía de respaldo en Informe Completo).

Todos los nutrientes analizados muestran un incremento significativo aguas abajo de la descarga de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales de Junín de los Andes (PTEC; Figura 1). La señal de nutrientes elevados con respecto a la sección superior del río, aguas arriba del pueblo, se mantiene en todo el recorrido del río, indicando que el efecto de este efluente tiene un gran alcance geográfico.



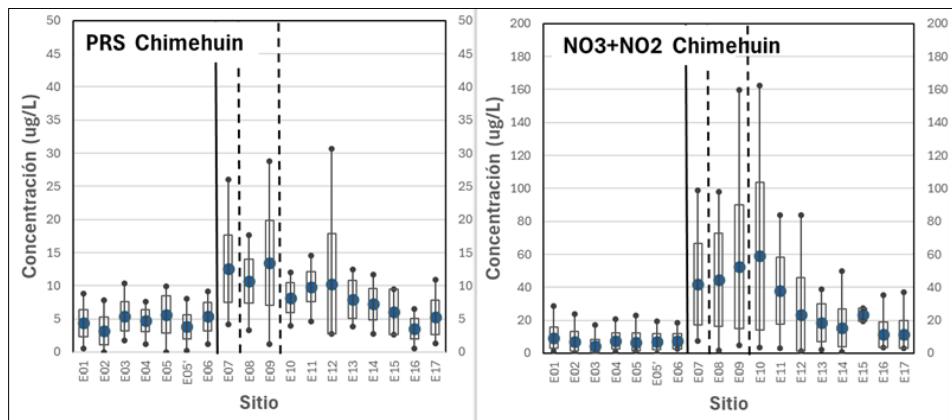


Figura 1. Panel superior: puntos de muestreo a lo largo del río Chimehuin. Paneles inferiores: perfiles de nutrientes a lo largo del río (PRS, Fósforo reactivo soluble; NO₃+NO₂: nitratos + nitritos). Estaciones E01 a E15 a lo largo del río principal y E16 y E17 en los afluentes, Curruhue y Quilquihue respectivamente. Líneas verticales: entera, entrada desde PTEC-Junín de los Andes; punteada izquierda, entrada del Curruhue; punteada derecha, entrada del Quilquihue. Valores medios (círculos azules), intervalos de confianza de la media (cajas) y valores extremos (bigotes con círculos pequeños negros) registrados en distintos sitios en 7 muestreos realizados entre 2021 y 2023.

Los niveles de fósforo y nitrógeno en la zona impactada aguas abajo son ampliamente superiores a los registros de diversos ambientes regionales de referencia. Además, se encontraron evidencias de una elevación en el nitrógeno en el río Curruhue, un afluente importante del río Chimehuin, con respecto a los niveles correspondientes a la sección superior del río Chimehuin.

En febrero de 2022 se tomaron muestras de perifiton (la comunidad que habita las superficies de distintos sustratos en los lechos de ríos y lagos) y se analizó la proporción isotópica en carbono (C) y en nitrógeno (N). El perifiton del río Chimehuin presenta claros signos de enriquecimiento en δ¹⁵N (Figura 2), el cual es un marcador muy sensible del aporte de nutrientes de origen orgánico urbano, particularmente de origen cloacal.

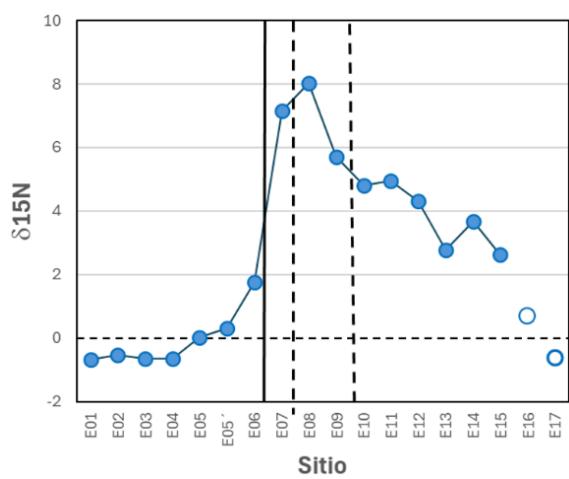


Figura 2. Niveles isotópicos de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en el perifiton en estaciones a lo largo del río Chimehuin (E01-E15) y afluentes (E16, Curruhue, y E17, Quilquihue) en febrero de 2022. Líneas verticales igual que en Fig. 1.

La señal de nitrógeno enriquecido (Figura 2) se mantiene baja y constante durante los primeros cuatro sitios del río Chimehuin hasta la zona de la Cruzada Patagónica (E04) y muestra señales claras de enriquecimiento a partir ese punto, con niveles elevados en el sitio puente de la RN 40 (E05) y aumentos adicionales en los siguientes dos puntos (Fábrica de Reeles, E06, y Toscas Blancas, E07). Esto evidencia aportes detectables y significativos de nitrógeno orgánico en la zona periurbana (Cruzada-Spring Creek-San Cabao-Ejército) y urbana (Parque Industrial, zona de chacras, y costa del pueblo hasta Toscas Blancas), aguas arriba de la descarga de la PTEC. Luego, el mayor enriquecimiento se detecta, como era esperable, a partir del vertido de la PTEC (E07), seguido de un enriquecimiento adicional menor asociado al río Curruhue (E08). A partir de ese sitio, la señal de nitrógeno va decreciendo, aunque manteniéndose muy por encima de los valores de la parte superior del río, mostrando de forma inequívoca la persistencia del impacto del aporte de nutrientes de origen orgánico aguas abajo de la zona urbana. Por último, se detecta un aporte de nitrógeno orgánico en la zona rural del tramo inferior (E15).

Los talleres participativos mostraron que los resultados de este estudio proveen de una herramienta para las autoridades de gestión. En los mismos se enfatizó la necesidad de: modernizar/optimizar el funcionamiento de la PTEC para reducir sus aportes de nutrientes al río; profundizar los análisis específicos de otras fuentes de nutrientes, tales como los aportes cloacales identificados aguas arriba de la PTEC, el río Curruhué y zonas ganaderas en el valle Inferior del Chimehuin; y establecer un sistema permanente de monitoreo de la calidad del agua a lo largo del río Chimehuin.

2.6. ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN ANTRÓPICO EN EL RÍO CHIMEHUÍN

Laboratorio de Ecotoxicología Acuática - Subsede Junín de los Andes (INIBIOMA-CEAN) - CONICET

Contacto: Iherbert@comahue-conicet.gob.ar

Resumen

En **abril 2022** se realizó un muestreo de diferentes sitios a lo largo del Río Chimehuín, dentro del marco del proyecto “Incorporación de biomarcadores del sistema inmune y de la condición reproductiva de macroinvertebrados bentónicos en la evaluación integrada de la calidad de sedimentos de ríos patagónicos”. Se realizaron determinaciones de contaminantes, en algunos casos por primera vez para esta cuenca, para caracterizar la calidad del agua y los sedimentos y definir líneas de base.

Metodología

Sitios

Se seleccionaron seis sitios de muestreo en el Río Chimehuín, Junín de los Andes, que evidencian diferentes grados de impacto antrópico y han sido incorporados en otros proyectos de monitoreo del río (Figura 1).

- Sitio 1: Boca del Chimehuín (sitio de referencia): 39°47'56.52"S 71°11'42.47"W
- Sitio 2: Puente R40: 39°55'2.22"S 71°4'23.27"W
- Sitio 3: Fábrica de Reeles: 39°56'15.10"S 71°3'41.66"W
- Sitio 4: Puente Banana: 39°57'1.86"S 71°3'51.26"W
- Sitio 5: Playa Nehuen Che: 39°59'52.29"S 71°4'3.00"W
- Sitio 6: Curva de Los Santos: 40° 1'51.47"S 71°4'40.48"W



Figura 1. Mapa de los sitios de muestreo, con descripción de los principales puntos de interés para el proyecto.

Toma de muestras

En abril de 2022 se realizó un muestreo completo de agua, sedimento, macrozoobentos y del gasterópodo nativo *Chilina gibbosa*, repartiendo las visitas a los sitios durante aproximadamente 2 semanas; en la primera semana se realizó la evaluación bacteriológica y en la segunda semana se tomaron el resto de las muestras. Durante ese mes, también se participó de la Jornada de Limpieza del Río Chimehuín coordinada por la Municipalidad de Junín de los Andes y se realizó un relevamiento de la macrocontaminación del río. En enero de 2023 se repitieron los sitios de abril 2022 para realizar la caracterización del sedimento.

Extracto de resultados a abril 2025

Macrocontaminación

Durante la jornada de limpieza comunitaria del río, en 2 horas aproximadamente 30 personas recolectaron un total de 211,96 kg de residuos de diferentes tipos, de los cuales 133 kg eran reciclables (Tabla 1; la categoría “Otros” corresponde a residuos no reciclables). El vidrio fue el residuo más encontrado (65,35 kg), seguido por el plástico (31,04 kg).

Tipo de residuo	Peso (kg)
Vidrio	65,35
Botellas / Envases plásticos	4,11
Envoltorios / Bolsas plásticas	3,66
PEAD blanco	0,19
PET cristal	5,43
PET verde	2,11
Cartón / Papel	20,64
Nylon	14,47
Latas / Aluminio	7,04
Hojalata	4,53
Tetra / Sachets	4,11
Telgopor	1,35
Textil	0
Otros	78,97
Total	211,96

Tabla 1. Detalle de los residuos encontrados en el Río Chimehuín.

Sólidos totales en suspensión y nutrientes en agua

Los sólidos totales en suspensión (STS), aumentaron luego de la Boca y fueron mayores en el Puente Banana (Figura 2). La concentración de nutrientes disueltos (fósforo, nitrato y nitrito) aumentó de manera notoria luego de la planta de tratamiento de efluentes de Junín. En el caso de los nutrientes totales (fósforo y nitrógeno), se observa una disminución en la Fábrica de Reales y luego un aumento constante en el resto de los puntos, que supera los valores de la Boca luego de la planta de tratamiento de efluentes, consistente con los resultados de otros proyectos en este informe.

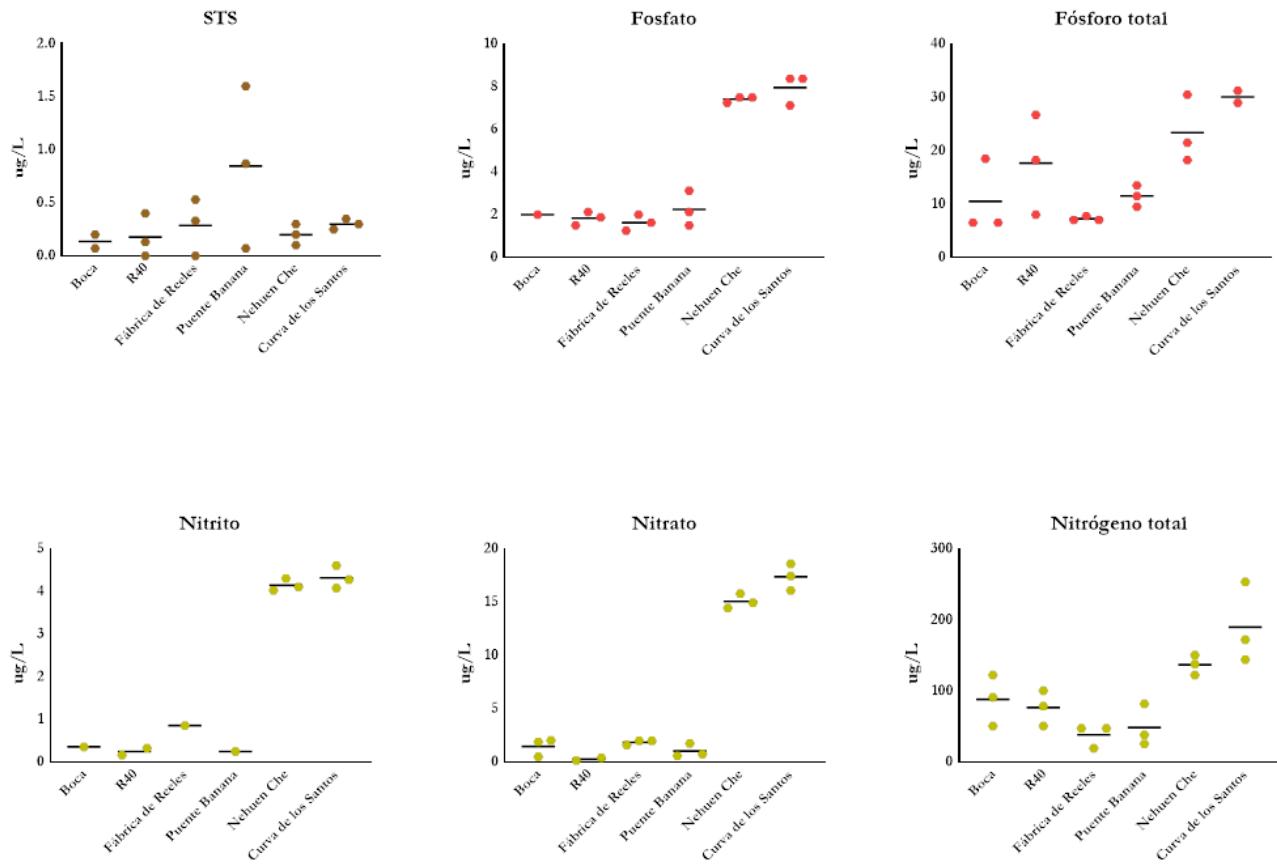


Figura 2. Concentraciones en agua de sólidos totales en suspensión, nutrientes totales (fósforo y nitrógeno) y nutrientes disueltos (fósforo, nitrito y nitrato).

Bacteriología

Determinación de concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales con la técnica del Número Más Probable (NMP; APHA) en muestras de agua del Río Chimehuín durante dos semanas consecutivas.

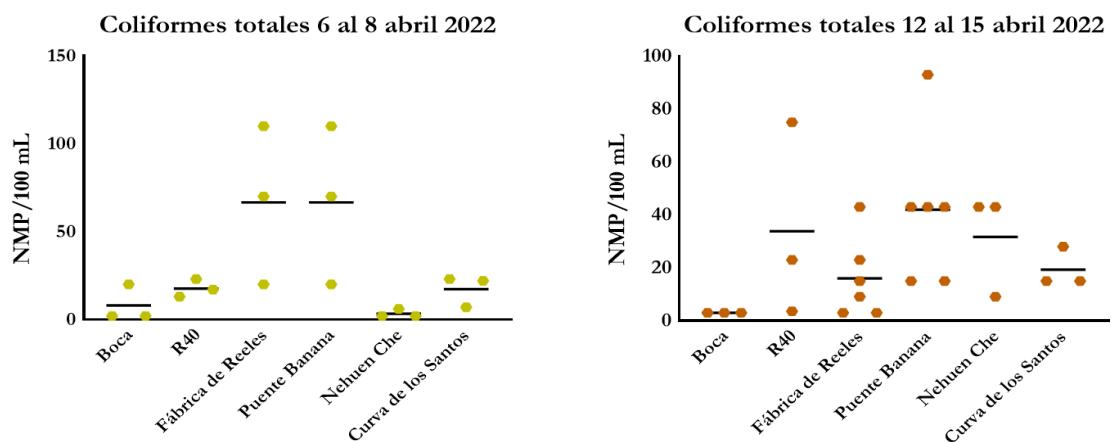


Figura 3. Bacterias coliformes totales (NMP/100mL) detectadas en el Río Chimehuín en dos semanas consecutivas.

Con respecto a las bacterias coliformes totales, se observa que aumentaron a partir de R40 hasta la Fábrica de Reales y luego disminuyeron hacia la Curva de los Santos, sin regresar al valor de referencia de la Boca (Figura 3). Los valores encontrados están por debajo de los niveles guía establecidos por AIC 1996 para agua para actividades recreativas con contacto directo (1250/100mL) y para la protección de la vida acuática (1000/100mL).

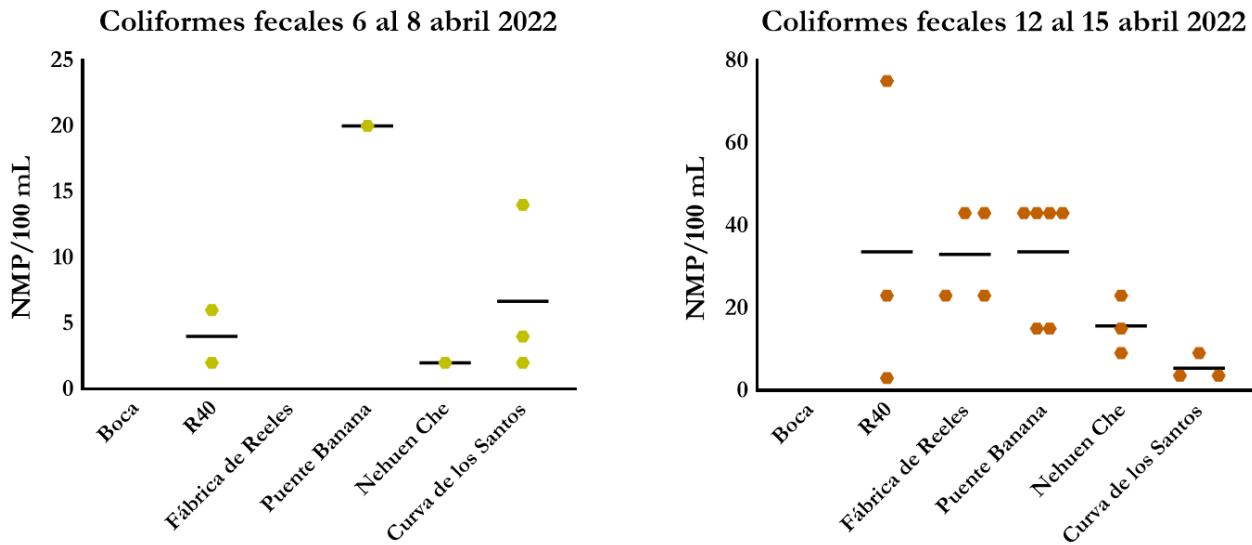


Figura 4. Bacterias coliformes fecales (NMP/100mL) detectadas en el Río Chimehuín en dos semanas consecutivas.

Con respecto a las bacterias coliformes fecales, también se observan un patrón similar: en la Boca del Chimehuín no se detectaron coliformes fecales, y luego a partir de R40 aumentaron y disminuyeron hacia la Curva de los Santos, sin volver a ser no detectable (Figura 4). Los valores encontrados están por debajo de los niveles guía establecidos por AIC 1996 para agua para actividades recreativas con contacto directo (200/100mL) y para la protección de la vida acuática (200/100mL).

Fármacos

Se estudió la presencia de 21 fármacos antiinflamatorios, antidepresivos, antiepilépticos, inhibidores de la fosfodiesterasa, betabloqueantes, broncodilatadores y analgésicos en muestras de agua y sedimento de los seis sitios del Río Chimehuín:

Metformina	Salbutamol	Atenolol	Cafeína	Paracetamol	Difenhidramina	Carvedilol
Sildenafil	Enalapril	Propinox	Bromazepam	Clonazepam	Carbamazepina	Fluoxetina
Sertralina	Lorazepam	Alplazolam	Diclofenac	Ibuprofeno	Indometacina	Dipirona

En agua no se detectó ninguno de los compuestos (LD, Límite de Detección: 10 ng L⁻¹ y LQ, Límite de Cuantificación: 90 ng L⁻¹).

En sedimento, se detectó la presencia de tres compuestos a lo largo del río, Atenolol, Sildenafil y Carbamazepina (Figura 5), que no pudieron ser cuantificados en la mayoría de los sitios (LD 150 ng kg⁻¹ y LQ 600 ng kg⁻¹). Atenolol es un fármaco del grupo de los beta bloqueantes, usado primariamente en enfermedades cardiovasculares. Sildenafil, vendido bajo la marca Viagra, Revatio y otros, es un fármaco utilizado para tratar la disfunción eréctil en los hombres y la hipertensión arterial pulmonar. La Carbamazepina es un medicamento antiepiléptico, indicado como tratamiento para la epilepsia, para el tratamiento del dolor neuropático, como tratamiento complementario junto con otros medicamentos para la esquizofrenia y como agente de segunda línea en el

tratamiento del trastorno bipolar. Atenolol se detectó en la Boca, la Fábrica de Reeles, el Puente Banana, y Nehuen Che. Sildenafil se detectó en R40 y Nehuen Che. Carbamazepina se detectó en la Boca (cuantificable en una réplica como 615,15 ng L⁻¹), la Fábrica de Reeles y la Curva de los Santos (Tabla 2).

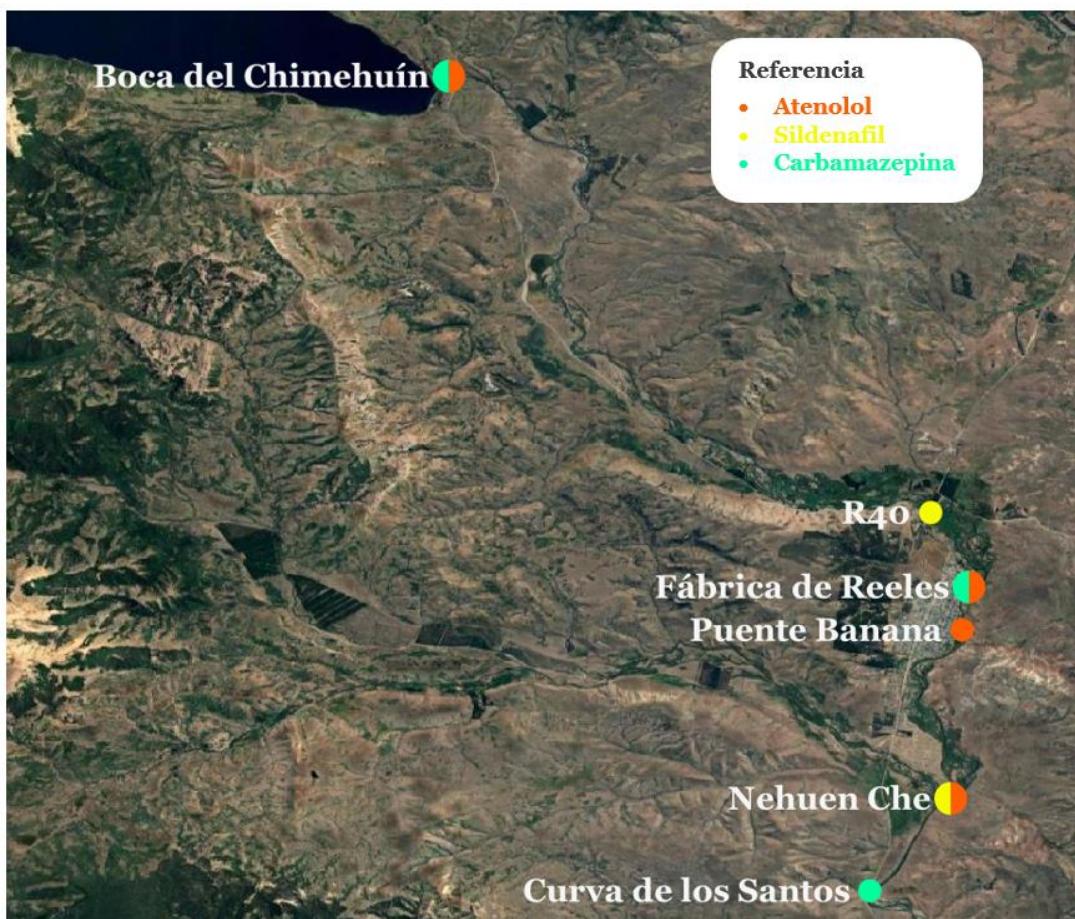


Figura 5. Mapa representativo de los sitios en los que se encontró atenolol, sildenafil y carbamazepina en sedimento.

Sitio	Atenolol (ng kg ⁻¹)	Sildenafil (ng kg ⁻¹)	Carbamazepina (ng kg ⁻¹)
Boca del Chimehuín	detectado; MLC	ND	615,15
R40	ND	detectado; MLC	ND
Fábrica de Reeles	detectado; MLC	ND	detectado; MLC
Puente Banana	detectado; MLC	ND	ND
Nehuen Che	detectado; MLC	detectado; MLC	ND
Curva de los Santos	ND	ND	detectado; MLC
Límite de detección (ng kg ⁻¹)	150	150	150
Límite de cuantificación (ng kg ⁻¹)	600	600	600

Tabla 2. Detalle de los tres fármacos detectados en sedimento en el Río Chimehuín.

ND: no detectado; MLC: menor al límite de cuantificación.

Microplásticos

Se comenzó con la identificación visual y clasificación en color y tamaño, de fragmentos de microplásticos en la fracción menor que 250 µm del sedimento de los distintos sitios del Río Chimehuín (Figura 6). Los próximos pasos involucran el análisis de polímeros de esta fracción y de microplásticos entre 250 y 500 µm.

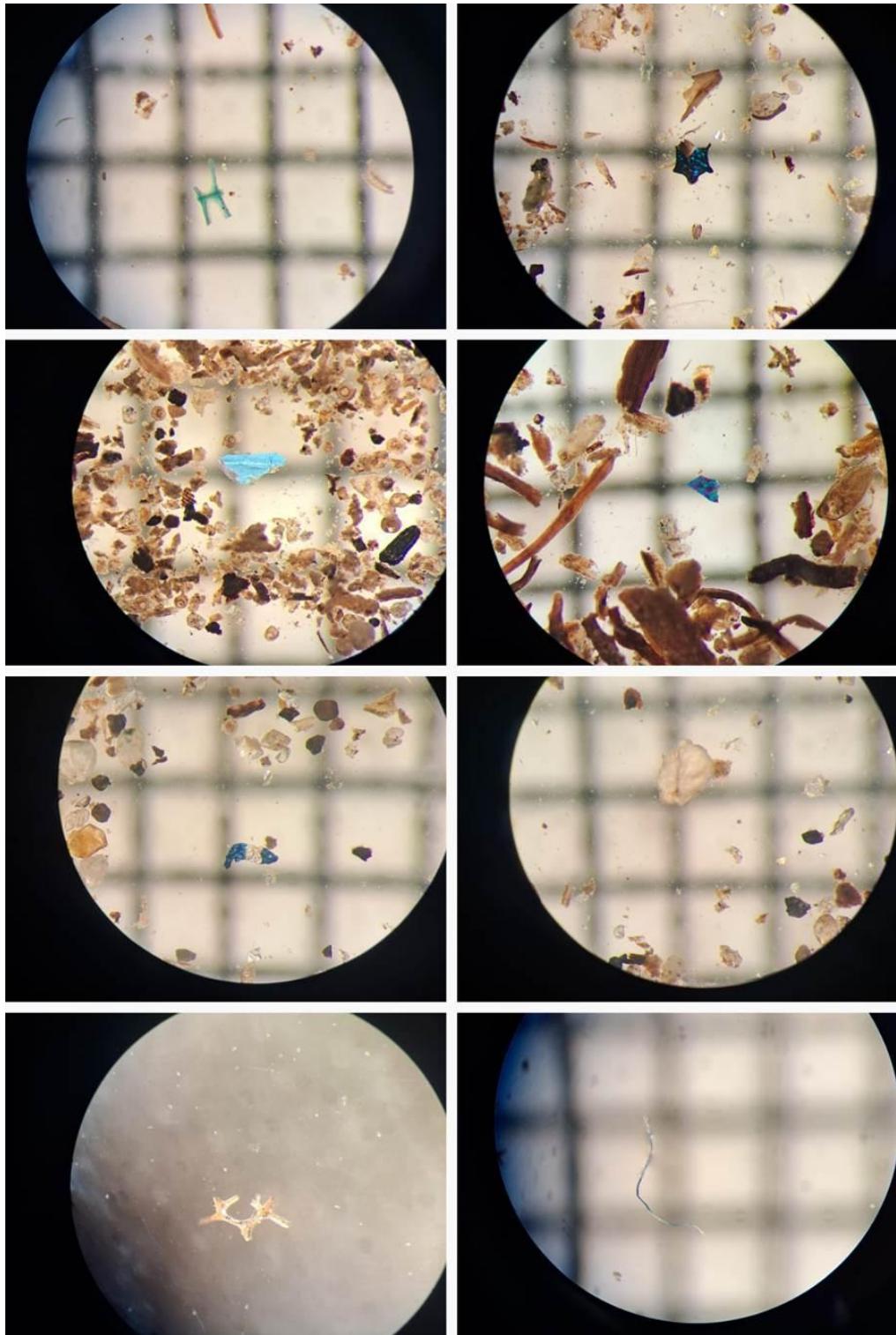


Figura 6. Fotos ilustrativas de los fragmentos de microplásticos encontrados en sedimentos del Río Chimehuín.

Comentarios finales

Estos resultados son un extracto del **Informe Técnico Interno de Avance abril 2025 Incorporación de biomarcadores del sistema inmune y de la condición reproductiva de macroinvertebrados bentónicos en la evaluación integrada de la calidad de sedimentos de ríos patagónicos**, en el cual se detallan las metodologías de estos y otros resultados preliminares. Se destaca que el impacto antrópico sobre el Río Chimehuín se evidencia a partir de la macrocontaminación de diferentes tipos de residuos que se encuentran en sus orillas, principalmente residuos reciclables, entre ellos plásticos, que también están generando la contaminación por microplásticos, como lo evidencian las muestras de sedimento. También a partir de la presencia de fármacos en el sedimento, que parecerían provenir de fuentes difusas. Es importante destacar, que el sitio Boca del Chimehuín, tomado como sitio de referencia para este proyecto y para otros de monitoreo del este río, es un sitio donde se observan diferentes viviendas (que aumentaron desde el muestreo en abril 2022) y que es usado por pescadores y balsas.

2.7. VIGILANCIA DE LA RED DE AGUA POTABLE DE JUNÍN DE LOS ANDES.

Coordinación de Salud Ambiental de la Región Sanitaria de los Lagos del Sur.

Contacto: fernandezcaniglia@gmail.com

Introducción:

La vigilancia sanitaria del agua de consumo humano es un objetivo prioritario de la salud pública ya que el acceso al agua potable es esencial para la salud y un derecho fundamental. Dentro de este contexto la provincia de Neuquén realiza desde hace varias décadas la vigilancia de las redes de consumo de las principales localidades a partir del trabajo conjunto de la dirección de Bromatología y de las Coordinaciones Zonales de Salud Ambiental. Desde el año 2022 por Resolución Ministerial N° 1950 se formalizó el PROGRAMA DE VIGILANCIA DEL AGUA DE SUMINISTRO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN.

Dentro de este marco es que esta Coordinación realiza la vigilancia de las redes de servicio público de agua potable de las localidades de San Martín de los Andes, Junín de los Andes, Villa La Angostura, Villa Traful y Las Coloradas.

Es importante aclarar que:

- ✓ Esta vigilancia sólo se realiza en localidades que presenten sistema de agua potabilizada para consumo de la población
- ✓ El muestreo se realiza en grifos que estén conectados directamente al servicio público de abastecimiento y no provengan de un tanque intermedio,
- ✓ Los puntos de muestreo se determinan por la forma de distribución de la red intentando cubrir todos los posibles ramales que presenten, según la información que se pueda haber recolectado de los prestadores o municipios.

Los análisis bacteriológicos se realizan en el laboratorio de Bromatología y Aguas de la Municipalidad de San Martín de los Andes, y están a cargo del Coordinador de Salud Ambiental. En estos se determina la presencia de coliformes totales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Detalle de los resultados de la vigilancia en Junín de los Andes:

	2020		2021		2022		2023		2024		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Muestreos realizados	6		3		6		11		10		36	
Muestras tomadas	21		11		26		42		39		139	
Muestras sin cloro (<0,2 mg/l)	0	0%	7	64%	6	23%	11	26%	13	33%	37	27%
Muestras positivas bacteriológico	1	5%	4	36%	1	4%	2	5%	2	5%	10	7%
turbidez excesiva (NTU)	0.	0%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%

- ✓ Muestra positiva bacteriológico: indica que una muestra dio positivo a cualquiera de las tres determinaciones (coliformes totales, *E. coli* o *P. aeruginosa*). Una muestra con un resultado positivo no es apta para consumo.
- ✓ Valores de referencia de turbidez: según el Código Alimentario Argentino, una muestra es apta para consumo cuando tiene valores menores a 3 NTU.
- ✓ Valores de referencia para cloro: según el Código Alimentario Argentino, una muestra es apta para consumo cuando tiene valores mayores a 0,2 mg/L de cloro activo residual.

Los resultados se informan al Hospital local. Con referencia al EPAS hubo varios cambios en los responsables en la localidad por lo cual se le informaba por WhatsApp de la deficiencia de cloro en los muestreros, al que tenemos registrado en el momento. Del municipio nunca se contó con un referente que se ocupara de la calidad del servicio de agua potable.

Domicilio de muestreros:

Muestra	Domicilio	Carácter
1	Rio Negro 360	Centro de salud Lanin
2	Don Bosco 290	Domicilio particular
3	Mendoza 334	Centro de Salud Pobladores
4	Aminahuel 1098 (Newen Che)	Domicilio particular

2.8. INFORME EPIDEMIOLÓGICO 2022-2024. HOSPITAL JUNÍN DE LOS ANDES

Hospital Junín de los Andes – Ministerio de Salud de Neuquén

Contacto: saladesituacionjunin@gmail.com

Las aguas contaminadas con material orgánico por mezcla con líquidos cloacales generalmente operan como medio de propagación de microorganismos que causan diarreas. De este modo, un aumento en la incidencia de diarreas podría poner de manifiesto la exposición de la población a aguas contaminadas y/o insuficientemente tratadas (J. Laine et al., 2010; Norman et al., 2010). Por eso, en el presente apartado se presentarán datos vinculados a dicho problema de salud.

El método de elección para la vigilancia de diarreas en la comunidad es la construcción de corredores endémicos, un tipo de gráfico que representa la incidencia actual del problema (es decir, los casos nuevos de diarrea que se presentan cada semana) sobre la incidencia esperada en base a la experiencia registrada en años previos (incidencia “histórica”). De este modo, es posible saber ante un aumento de casos si se está dentro de lo esperable, o si, por el contrario, se está en presencia de un brote. A continuación, se ofrecen los corredores endémicos de los años 2022 a 2024, y luego un comentario explicativo del contenido de los mismos.

Gráfico 1: Corredor endémico de diarreas, Junín de los Andes, 2022. Elaboración propia a partir de datos del sistema nacional de vigilancia en salud.

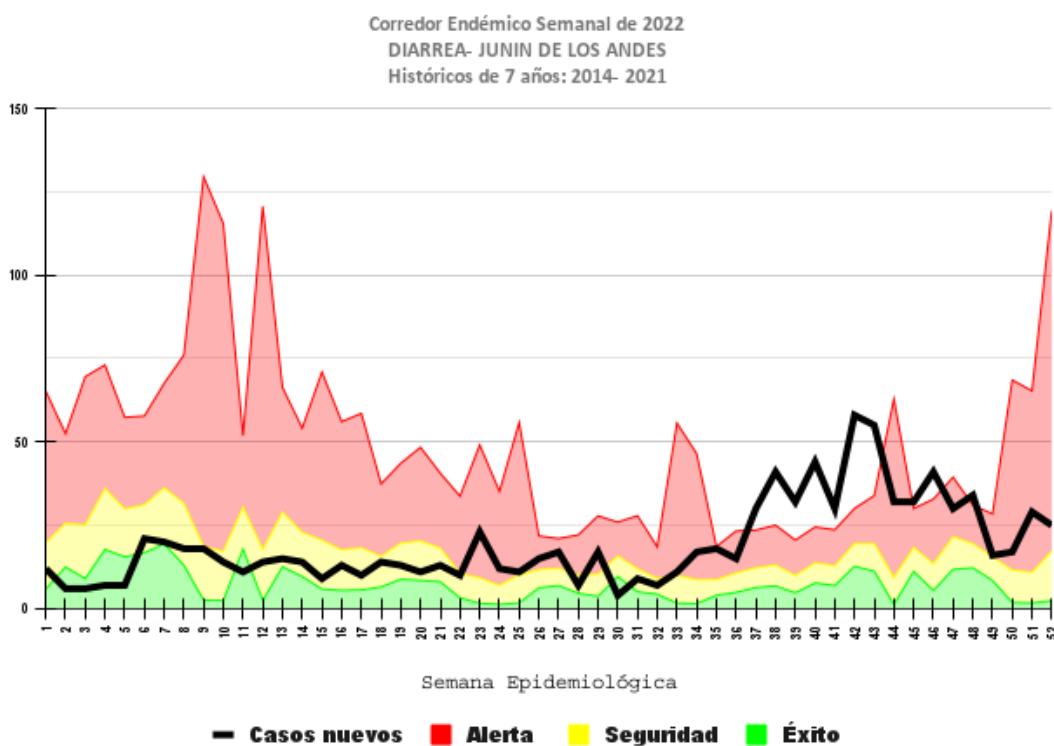


Gráfico 2: Corredor endémico de diarreas, Junín de los Andes, 2023. Elaboración propia a partir de datos del sistema nacional de vigilancia en salud.

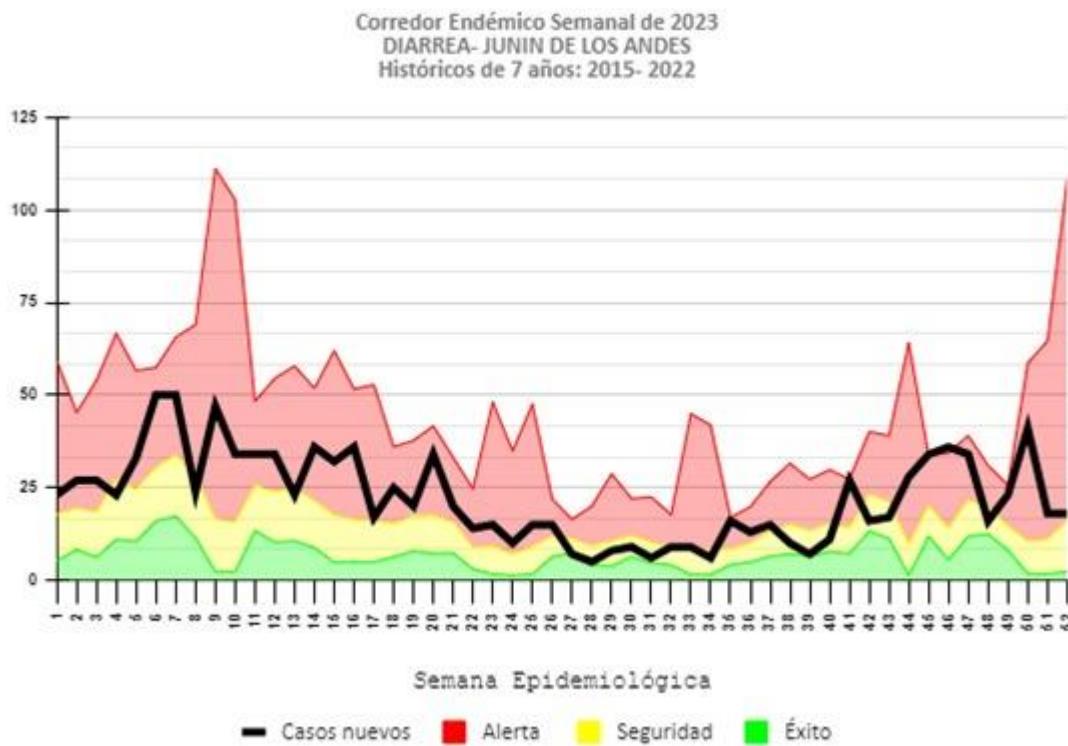
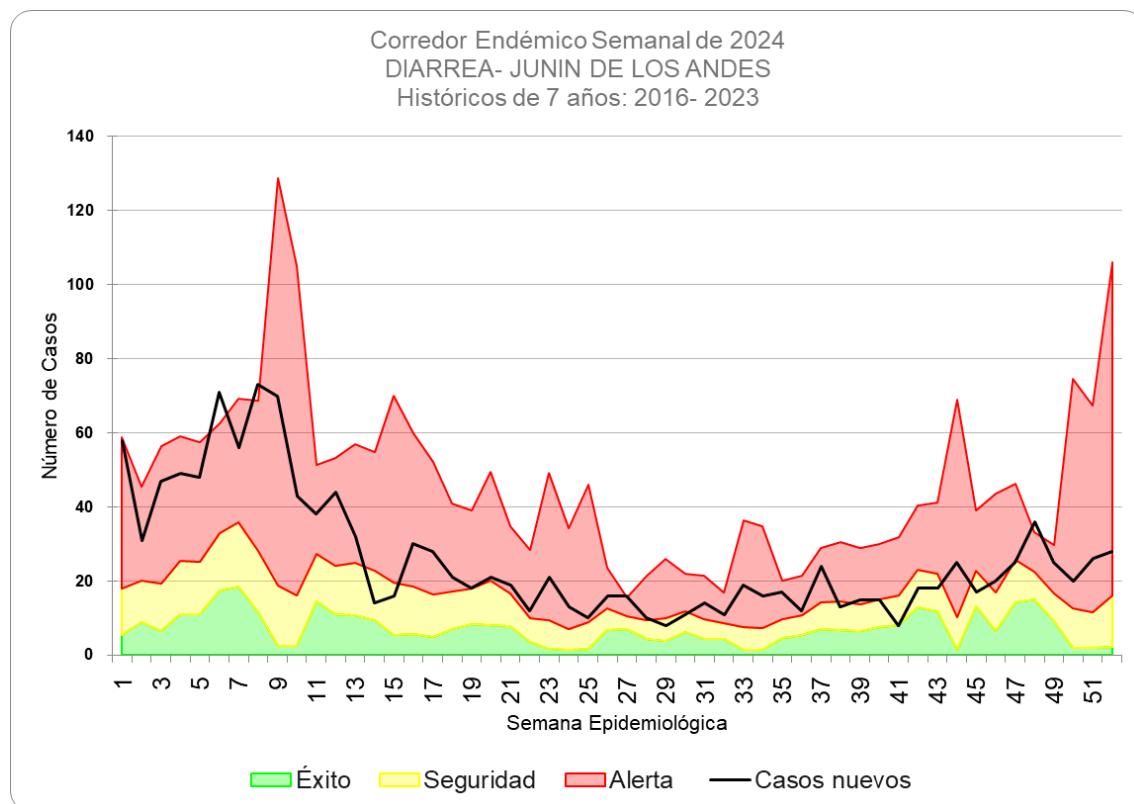


Gráfico 3: Corredor endémico de diarreas, Junín de los Andes, 2024. Elaboración propia a partir de datos del sistema nacional de vigilancia en salud.

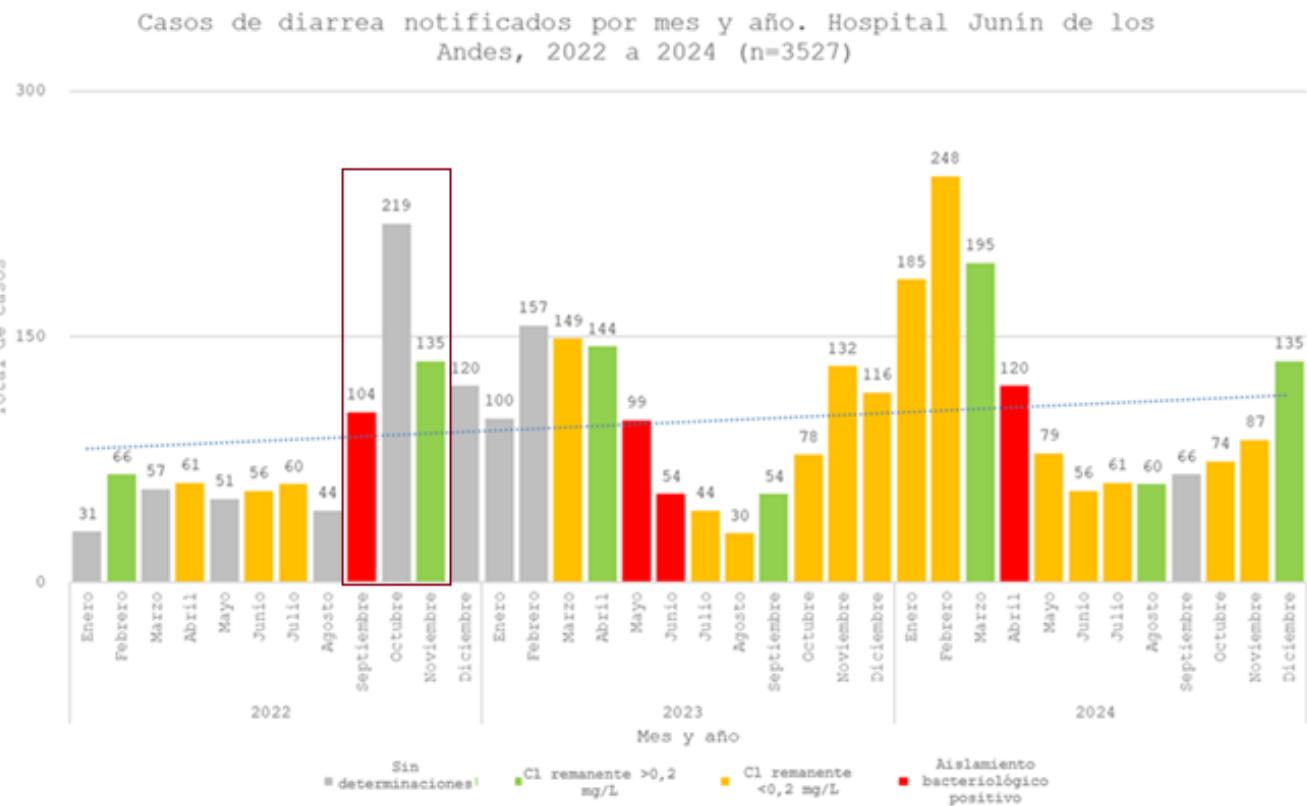


En las gráficas previas se pueden apreciar tres bandas de colores, llamadas zonas de éxito, de seguridad y de alerta, representadas en colores verde, amarillo y rojo respectivamente. Las mismas se construyen en base a la

cantidad de casos esperados para cada semana según la incidencia registrada en el mismo período en años previos, y varían notablemente a lo largo del año en virtud de la estacionalidad propia de las diarreas (que son más frecuentes en los meses de verano, por factores tanto biológicos como sociales). La línea negra muestra la cantidad de casos que se registró en cada semana. Las gráficas muestran que 1) en cualquiera de los tres años, la mayor parte del tiempo la incidencia se encuentra sobre la banda roja o zona de alerta, lo que indica que supera lo esperado; y 2) que se produjo un sostenido brote entre las semanas 37 a 43 (correspondientes a los meses de septiembre a noviembre) de 2022.

La cloración es un método eficaz para el control de los microorganismos patógenos en el agua, de manera que el código alimentario de la República Argentina fija en una cifra de 0,2 mg/L el cloro residual mínimo que debe tener el agua en boca de red. Por este motivo, es interesante cotejar la calidad de la cloración con la incidencia registrada de diarreas en cada período. Tal es el propósito del gráfico número 4, tras el cual se ofrece un comentario sobre la situación que el mismo manifiesta.

Gráfico 4: Casos notificados de diarreas por mes y año (n=3527), y resultados de la medición de cloración del agua, Junín de los Andes, 2022-2024. Fuente: elaboración propia a partir de datos propios y datos del sistema nacional de vigilancia en salud.



En el gráfico previo podemos apreciar, en barras verticales, la cantidad de casos de diarrea registrados cada mes en los efectores sanitarios de la localidad. El rectángulo bordó destaca el brote de diarrea registrado en 2022. Debe tenerse en cuenta que un brote se define como un aumento de casos muy por encima de la incidencia esperada; de este modo, si bien en los primeros meses de 2024 el total de casos fue superior al de septiembre a noviembre de 2022, no se considera que haya ocurrido un brote porque la incidencia esperada en esos meses era también más alta. Los colores de las barras verticales se condicen con los resultados de las mediciones de calidad de agua de red efectuadas por la dirección de salud ambiental. Las barras grises representan meses en que no se efectuó medición. Las verdes, meses en que todos los puntos mostraban adecuada cloración (cloro remanente igual o mayor a 0,2 mg/L en boca de canilla). Las amarillas, meses en que al menos un punto de toma de muestra

de agua tenía un valor insuficiente de cloro remanente. Las rojas, meses en que, además de valores insuficientes de cloro, los cultivos de bacterias patógenas a partir de las muestras de agua de red resultaron positivos.

Previo al brote de septiembre de 2022, la calidad del agua fue persistentemente inadecuada o desconocida, y al comienzo del mismo se aislaron bacterias patógenas en agua de red. Si bien dicho brote fue de diarreas causadas por virus, debe tenerse en cuenta que los mecanismos de erradicación de virus y bacterias del agua de red son idénticos (inclusive, los virus suelen requerir concentraciones de cloro ligeramente mayores para su neutralización), y que no se monitorea rutinariamente la presencia de virus en agua de red por motivos técnicos (Gall et al., 2015). Vemos que sólo cuando se normalizó la calidad de la cloración del agua (noviembre de 2022), la cantidad de casos de diarrea comenzó a descender. Al comienzo de 2024, donde la cantidad de casos fue la máxima registrada y donde persistentemente la incidencia estuvo en zona de alarma (ver gráfico 3, semanas 1 a 12), el agua de red también llevaba sostenidos registros de baja cloración.

En la gráfica es también muy evidente la infrecuencia con que se han efectuado mediciones de agua que hayan arrojado resultados aceptables en todos los puntos de toma de muestra: sólo 6 de 36 meses analizados. La línea de tendencia, en línea punteada azul, muestra un aumento progresivo de la cantidad de casos a través de los años analizados.

En cuanto a los patógenos más frecuentemente aislados en muestras de materia fecal en el período analizado, *Campylobacter spp.* fue el principal agente etiológico de la diarrea bacteriana, en tanto que Norovirus y Rotavirus lo fueron de diarreas virales.

CONCLUSIONES

Desde un enfoque epidemiológico, debe tenerse en cuenta que la diarrea es un evento sanitario trazador de la calidad del saneamiento del agua para consumo humano, pero también que se trata de un problema multicausal donde muchas veces es difícil identificar una única fuente o causa para su aumento. Partiendo de esta base, y con los datos actualmente disponibles, no resulta posible establecer una relación lineal entre la calidad del agua y el aumento de los casos de diarrea en la localidad. No obstante, existen indicios que sugieren una asociación. Como se expuso en los resultados (gráfico 4), los brotes o aumentos sostenidos de casos de diarrea que tuvieron lugar en el período analizado en la localidad siempre estuvieron antecedidos por mermas tanto en la frecuencia de las mediciones de cloración del agua como en la calidad de los valores de cloro constatados (insuficientes o ausentes).

Además, el aumento progresivo observado en la cantidad de casos de diarrea en el período analizado, no puede ser explicado solamente por el crecimiento vegetativo de la población, dado que también se constata en las tasas. Dicho incremento, podría responder en parte a múltiples factores sociales como la proliferación de viviendas precarias y asentamientos urbanos sin acceso a la red cloacal y/o a red de agua, que generan una mayor exposición a aguas contaminadas.

Durante todos los meses en que no se efectuó medición de la calidad del agua o en que esta resultó baja en cloro, pudo haber circulación de virus en el agua de red sin que la misma fuese constatada por no formar parte de los análisis de rutina. Para futura exploración de esta hipótesis, se requiere de estudios que evalúen la presencia de patógenos virales en el agua (que, como se expuso, requieren mayor concentración de cloro que las bacterias para su erradicación), a fin de garantizar con mayor precisión la calidad del agua de consumo. También, ante la ocurrencia de brotes o aumentos de casos de diarreas, sería útil constatar si los patógenos aislados en los coprocultivos de pacientes circulan también en el agua de red y/o del río.

3. SÍNTESIS DE RESULTADOS

Tabla 2. Síntesis de resultados por estudio. Río Chimehuín. Provincia del Neuquén.

ESTUDIOS AMBIENTALES Y SANITARIOS EN EL RÍO CHIMEHUIN Y JUNÍN DE LOS ANDES - PRINCIPALES HALLAZGOS	
1993	Niveles bajos de nutrientes en la boca del Río (línea de base) Incremento en los niveles de nutrientes en sitios con impacto antrópico (piscicultura, ganadería, efluentes) Incremento gradual en la biomasa del macrozoobentos
2011-2012	Niveles elevados de cobre, bacterias coliformes totales y fecales aguas abajo del CEAN y ciudad de JDA
2016-2018	Presencia de cianobacterias tóxicas en los piletones de la PTEC
2018	Aparición de la floración del alga verde filamentosa <i>Cladophora sp.</i> en el tramo inferior del río, aguas abajo de PTEC.
2021-2023	Aumento de los niveles de nutrientes en columna de agua, aguas abajo de la descarga de PTEC Aparición de nitrógeno isotópico, indicador de aporte de nutrientes de origen cloacal, en zonas periurbanas y urbanas, aguas arriba de PTEC
2022-2023	Aumento de niveles de nutrientes en columna de agua, aguas abajo de la descarga de PTEC Detección de fármacos en sedimento, en la boca (naciente) del Río Chimehuín, y en todos los sitios estudiados del río (aguas arriba y aguas abajo de la PTEC) Detección de microplásticos en sedimento del río, coincidente con la presencia de macrocontaminantes
2022-2024	Detección de muestras de agua de red en JDA deficientes en niveles de cloro, con aumento de turbidez y con diagnóstico bacteriológico positivo.
2022-2024	Incidencia de diarreas mayor a los niveles esperados y presencia de brotes
2023-2024	Aparición de cianobacterias tóxicas y algas en la boca del Río Chimehuín, indicadoras un deterioro en las condiciones del río

Nota:

Este informe reseña distintos trabajos ambientales y sanitarios en relación con el río Chimehuín y la Ciudad de Junín de los Andes. Sin embargo, no abarca todos los estudios que se realizaron en el Río Chimehuín.

Adicionalmente, se menciona que se desarrolla en la provincia el “Programa Base de Calidad de los Recursos Hídricos de la Provincia del Neuquén”, el cual comenzó en el año 2011 y, en la actualidad, comprende 75 sitios de muestreo distribuidos en distintas cuencas. Este programa incluye al Río Chimehuín, contando con distintos sitios de muestreo, siendo los principales: Naciente, Piedra del Viento, Junín de los Andes, Desembocadura en río Collón Curá. El monitoreo incluye análisis físico-químico de laboratorio, medición de variables *in situ*, muestreo biológico de fitoplancton y perifiton (bajo diseño multihabitat), evaluación del hábitat, y desde 2013, el muestreo de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad de agua. La selección de los sitios se basó en criterios como el tipo y grado de actividades humanas, la accesibilidad, y el valor sociocultural de cada ambiente. La Subsecretaría de Recursos Hídricos a través de la Dirección Provincial de Fiscalización Hídrica realiza informes técnicos sobre los resultados del monitoreo (Contacto: fiscalizacionhidricanqn@gmail.com)

4.CONCLUSIONES GENERALES

Todos los estudios ambientales del Río Chimehuin evidencian un aumento a escala temporal y espacial en las variables que indican aportes de nutrientes y otros compuestos potencialmente tóxicos para el ambiente y la salud de las personas, indicando el deterioro en la calidad del río. Esto es mayormente producto de la acción antrópica, ya que los tramos del río más impactados se encuentran aguas abajo de zonas pobladas.

Tanto la presencia de cianobacterias tóxicas, como de metales pesados, fármacos y niveles elevados de microorganismos marcadores de la calidad del agua de consumo, indican un potencial riesgo para la salud de las personas. Este riesgo se evidencia en parte en el estudio de la Región Sanitaria Sur, en donde en muchos casos las muestras de agua de red no presentaron cloro y el análisis bacteriológico resultó positivo, pudiéndose concluir que el sistema de potabilización de la red no ha funcionado de forma adecuada o es obsoleto para las características que presenta actualmente la composición del agua cruda tomada del Río Chimehuin.

Los hallazgos encontrados en la naciente del río, tales como la presencia de cianobacterias tóxicas y fármacos, estarían indicando un deterioro creciente en lo que tendría que ser el sector más prístino del río, que no tendría que presentar signos de impacto antrópico y que es la fuente de agua potable de la ciudad de Junín de los Andes.

La salud no permanece inalterada ante el deterioro ambiental. Este deterioro en el recurso acuático se puede evidenciar en los indicadores relacionados con la salud de la población, en este caso, en el aumento en la incidencia de diarreas de Junín de los Andes, en el período estudiado.

5.RECOMENDACIONES

- ✓ Evaluar el actual sistema de potabilización de la localidad a fin de determinar si es adecuado para las características de la calidad de la fuente actual de agua.
- ✓ Realizar un relevamiento periódico e inspección de posibles descargas no autorizadas en todo el trayecto del río Chimehuín en cercanías a asentamientos humanos.
- ✓ Mejorar la tecnología de la PTEC para que disminuya el aporte de nutrientes al río, y revisar la integridad de la red cloacal de la localidad de Junín de los Andes.
- ✓ Reforzar las acciones de educación ambiental para tender a erradicar la macro contaminación del río.
- ✓ Realizar estudios tendientes a determinar el agente causal de las diarreas recurrentes en Junín de los Andes.
- ✓ Actualizar el sistema de vigilancia de la calidad del cuerpo de agua para uso recreativo, incorporando todos los sectores que frecuentemente son utilizados.

REFERENCIAS

- Gall, A., Mariñas, B., Lu, Y., & Shisler, J. (2015). Waterborne viruses: A barrier to safe drinking water. *PLOS Pathogens*. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004867>
- Hualde, P., Moreno, P., Iummato, M. M., Kuroda, J., Castiñeira, L., Demicheli, M., & Morzenti, P. (2018). *Estudio de una proliferación de algas verdes filamentosas en el río Chimehuín: Informe técnico preliminar*.
- Iummato, M. M., Hualde, P., Castro, J. M., & Luquet, C. (2018). *Informe técnico interno: Determinación de parámetros de calidad de agua en los distintos piletones y en la descarga de la planta de tratamiento de efluentes, Junín de los Andes*.
- Iummato, M. M., O'Farrell, I., & Luquet, C. (2024). *Informe técnico interno: Proyecto Cianobacterias y Salud*.
- Laine, J., Huovinen, E., Virtanen, M. J., Snellman, M., Lumio, J., Ruutu, P., Kujansuu, E., Vuento, R., Pitkänen, T., Miettinen, I., Herrala, J., Lepistö, O., Antonen, J., Helenius, J., Hänninen, M.-L., Maunula, L., Mustonen, J., & Kuusi, M. (2010). An extensive gastroenteritis outbreak after drinking-water contamination by sewage effluent, Finland. *Epidemiology & Infection*, 139(7). <https://www.cambridge.org/core/journals/epidemiology-and-infection/article/an-extensive-gastroenteritis-outbreak-after-drinkingwater-contamination-by-sewage-effluent-finland/6014088FABEEC8C6F4391E8F68DCA6BA>
- Norman, G., Pedley, S., & Takkouche, B. (2010). Effects of sewerage on diarrhoea and enteric infections: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 10(8), 536–544. <https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473309910701237/abstract>
- Pascual, M., Hualde, P., Kuroda, J., Demicheli, M., Castiñeira, L., Novarese, P., Albarrán, K., Herbert, L., Portuze, L., Durán Romero, C., Liberoff, A., & Bagnato, C. (2024). *Informe final junio 2024 dirigido a The Nature Conservancy Argentina: Estudio de las condiciones que inducen la proliferación de algas en los ríos Chimehuín y Malleo: Un marco para la gestión y el pronóstico*.
- Shimizu, I., Espinós, A.C., Roa, R., Mendoza, J.L., Sakai, M. (1995). *Carga de nutrientes de criaderos de peces y el ambiente biológico en el río Chimehuín*. CEAN - JICA.
- Yusseppone, M. S. (2016). *Múltiples marcadores en el bivalvo de agua dulce *Diploodon chilensis* (Gray, 1982) y su potencial aplicación en la caracterización de cuerpos de agua patagónicos* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. <https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar>