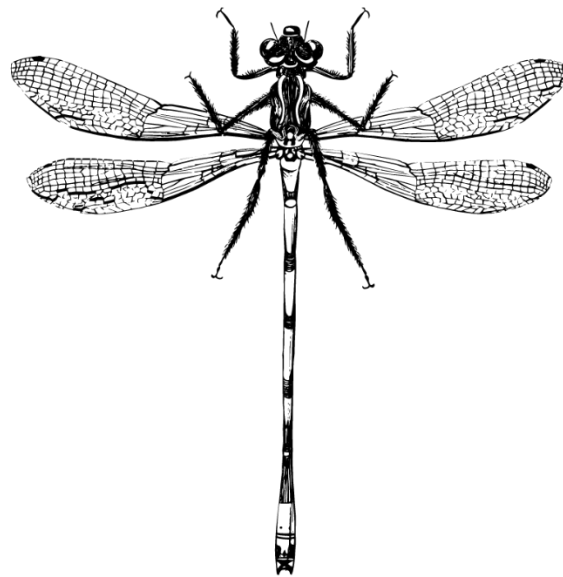




# INFORME MONITOREO ESTACIONAL DE MACROINVERTEBRADOS HUMEDALES RÍO QUEULE

MAYO 2023

Mg. MARÍA JESÚS SUAZO SILVA



El presente informe da a conocer los resultados de la campaña de muestreo realizado los días 19-20-21 de mayo del año 2023 en los humedales del río Queule

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	2
2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Corer.....	3
2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber.....	4
<b>3. RESULTADOS</b> .....	5
3.1.1 Estación Monitoreo Queule 2.....	6
3.1.2 Estación Monitoreo Balsa Nigüe.....	7
3.1.3 Estación Monitoreo Puralaco.....	8
3.1.4. Estación Monitoreo Boroa Sur.....	13
3.1.5. Estación Monitoreo Puerto Ramos.....	15
3.1.6. Estación Monitoreo Boroa.....	16
3.1.7. Estación Monitoreo Puente Boldo.....	17
3.1.8. Estación Monitoreo Laguna Tromén.....	17
3.1.11. Estación Monitoreo Laguna Patagua.....	19
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	22
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	23

# 1. INTRODUCCIÓN

Los Macroinvertebrados bentónicos corresponden a invertebrados que habitan sobre el fondo de los sistemas acuáticos durante todo el ciclo o parte de éste (Alba-Tercedor, 2005). Estos organismos del zoobento pueden vivir enterrados en el fango y la arena, adheridos a troncos, rocas y vegetación sumergida (Roldán, 1996). De acuerdo con su tamaño se pueden clasificar en Microinvertebrados, los cuales son individuos de pequeño tamaño ( $< 100 \mu\text{m}$ ), entre los cuales se distinguen los grupos Protozoa, Nemátoda, Rotífera y Artrópoda (Branchiopoda, Ostracoda y Maxillopoda) (Alba-Tercedor, 2005) y los Macroinvertebrados, que corresponden a organismos de mayor tamaño, generalmente visibles al ojo humano ( $200\text{-}500 \mu\text{m}$ ) (Rosemberg & Resh 1993; Oscoz et al., 2011) y de los cuales se identifican grupos como Annelida, Artrópoda (Insecta, Arachnida y Crustacea), Coelenterata, Mollusca, Porífera, Platyhelminthes, Nemátoda y Nematomorpha (Domínguez & Fernández, 2009; Oscoz et al., 2011).

Los Macroinvertebrados juegan un rol importante en los sistemas dulceacuícolas principalmente en todos los procesos ecológicos. En sistemas acuáticos como los humedales los macroinvertebrados participan en el funcionamiento ecológico, favoreciendo los procesos de descomposición de materia orgánica, ciclo de nutrientes y la regulación de las comunidades de plantas acuáticas (Batzer & Boix 2016, Zimmer et al., 2016). La localización geográfica y elementos preponderantes como el clima pueden regular la estructura comunitaria de macroinvertebrados, por ejemplo, en zonas frías con marcada estacionalidad, donde la composición puede variar acentuadamente entre invierno y verano (Silver et al., 2012).

El conocimiento de la biodiversidad se ha visto obstaculizado por las limitaciones taxonómicas, particularmente en regiones poco muestreadas (Raposo et al., 2021). Tanto los invertebrados terrestres como los acuáticos son sensibles a los cambios ambientales, incluyendo la variación en las características del hábitat y la calidad del hábitat (Basset et al., 2004, Batzer & Wu, 2020). Dado que las alteraciones del tamaño de la comunidad pueden afectar el funcionamiento del ecosistema, es importante aumentar nuestro conocimiento en la respuesta a las perturbaciones y las posibles consecuencias de múltiples factores de estrés, para facilitar la gestión y mitigación de riesgos futuros (Coccia et al., 2022)

Dado lo anterior, es importante mantener monitoreos constantes de la presencia o ausencia de organismos, ya que nos ofrecen una respuesta rápida de la salud del ecosistema, tanto en una dimensión espacial como temporal. El presente informe tiene por objetivo reportar los resultados del monitoreo efectuado en la temporada de otoño 2023, los valores de las variables físico-químicas

levantadas en terreno y un análisis comparativo entre cada campaña de monitoreo realizada hasta la fecha.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende nueve estaciones (Figura 1) en los humedales del río Queule, los cuales se ubican en la comuna de Toltén en la Región de La Araucanía. El río Queule es un importante afluente de la Región de La Araucanía, en Chile. En su cuenca se encuentran varios humedales que son importantes para la conservación de la biodiversidad de la zona (Cortés & González, 2016). Estudios recientes señalan que la unidad base es la cuenca del río Queule, el cual presente un sistema hidrológico que abarca una superficie de alrededor de 699 km<sup>2</sup>, de los cuales el 89,6 km<sup>2</sup> son terrenos cubiertos por humedales (Ministerio del Medio Ambiente, 2020). En la tabla 1 se informan las coordenadas de cada punto de monitoreo de la temporada otoño 2023.

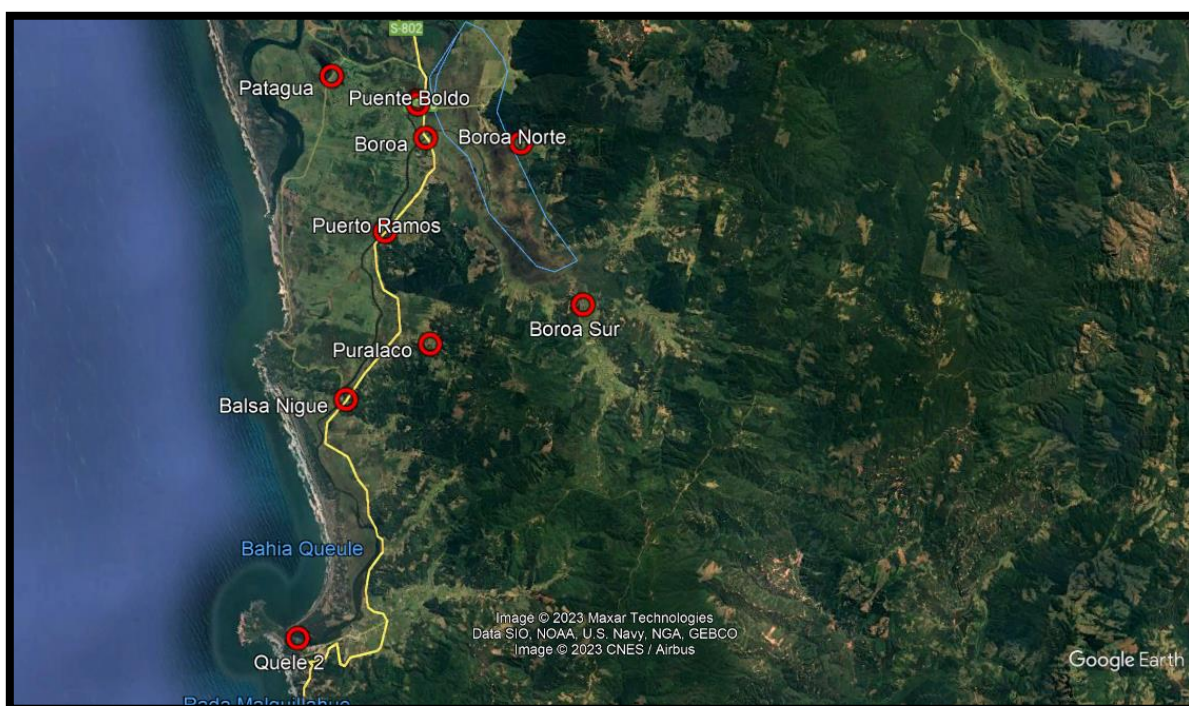


Figura 1. Puntos de muestreo para Macroinvertebrados bentónicos red de humedales río Queule, mayo 2023.

Tabla 1. Coordenadas puntos de monitoreo, mayo 2023.

Estación Monitoreo	X	Y
Queule 2	653343	5637838
Balsa Nigüe	655480	5646259
Puralaco	658594	5648086
Boroa Sur	664135	5649221
Puerto Ramos	657177	5652174
Boroa	658787	5655448
Puente Boldo	658568	5656668
Laguna Tromén	658550	5656785
Laguna Patagua	655526	5657823

## 2.1 Muestreo de Macroinvertebrados

Dependiendo del tipo de hábitats presente en los sistemas acuáticos, se requiere utilizar diferentes metodologías e instrumentos para llevar a cabo la toma de muestra, y así asegurar la representatividad del punto de muestreo. Las redes surber, por ejemplo, son utilizadas en zonas con aguas corrientes y éstas no deberían ser usadas en el estudio de sistema lénticos, a menos que se genere una corriente artificial (Domínguez & Fernández, 2009), para zonas sin corriente y con sustrato limoso-arcilloso o fangoso se requiere utilizar metodologías de extracción como corer, red de pateo (kick net), draga, entre otras.

### 2.1.1 Colecta de Macroinvertebrados: Corer

Se utilizó un Corer (material de PVC) para obtener una muestra en la estación Queule 2, ya que presentaba un sustrato con características limo-arcillosas (Figura 2). La muestra de sustrato fue cernida in situ para eliminar los excedentes y se capturaron los organismos retenidos en la malla del cernidor (apertura de malla de 500  $\mu\text{m}$  aproximadamente). Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. La identificación se hizo utilizando una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), Palma (2013), identificando a nivel de familia, género y/o especie, y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 2. Extracción de macroinvertebrados de sustrato limoso arcilloso, sistema léntico, estación Caleta Queule 2, mayo 2023.

#### 2.1.2 Colecta de macroinvertebrados: red Surber

La colecta se realizó por medio de una red surber de 30 cm x 30 cm, con una apertura de malla de 500  $\mu\text{m}$  aproximadamente, la cual fue situada en contra de la corriente en el cuerpo de agua por alrededor de 5 minutos (Figura 3). Esta metodología fue utilizada en la estación de monitoreo Boroa Sur, ya que es un sistema con características lóticicas. Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. La identificación se hizo utilizando una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), Palma (2013), identificando a nivel de familia, género y/o especie, y en algunos casos a nivel clase o subclase.



Figura 3. Extracción de macroinvertebrados de sustrato arenoso-sistema lóxico, estación Boroa sur, mayo 2023.

## 2. Variables físico-químicas básicas.

Se midieron variables físico-químicos, mediante una sonda multiparámetro marca Hanna HI98194 en cada punto de monitoreo, registrando los datos en una planilla para su posterior análisis.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Muestreo Macroinvertebrados

Se identificaron 4 phylum, 5 clases, 10 órdenes y 16 familias en el monitoreo temporada otoño 2023. Los phylum identificados corresponden a Artrópoda, Annelida, Mollusca y Platyhelminthes. La identificación de los individuos se realizó mediante la captura y fijación de muestra (en los casos donde no se pudo identificar en terreno), en cuanto a la fauna acuática acompañante(\*) e individuos identificados *in situ* fueron devueltos a su hábitat con el propósito de impactar lo menos posible los sitios muestreados.

Tabla 2. Listado de individuos colectados en el muestreo humedales río Queule, mayo 2023.

Phylum	Clase/subclase	Orden	Familia
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae
		Trichoptera	Hydropsychidae
			Leptopceridae
		Coleoptera	Psephenidae
		Ephemeroptera	Baetidae
			Ameletopsidae
			Leptophlebiidae
		Diptera	Chironomidae
			Blephariceridae
			Simuliidae
	Plecoptera	Gripopterygidae	
		Diamphipnoidae	
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalidae
Malacostraca	Decapoda	Aeglidae	
Acari			
Annelida	Clitellata/Hirudinea		
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesidae
Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Pyralidae

### 3.1.1 Estación Monitoreo Queule 2

En la estación Queule 2 (Figura 4) no se registraron individuos, para esta temporada. Se utilizaron dos metodologías de extracción diferentes (corer y red de mano), pero la colecta no fue efectiva, posiblemente esto se deba a la época del año y las condiciones climáticas que se presentaban el día del monitoreo.





Figura 4. Estación de monitoreo Caleta Queule 2, mayo 2023.

### 3.1.2 Estación Monitoreo Balsa Nigüe

En la estación Balsa Nigüe (Figura 5) no se registraron individuos, para esta temporada. Posiblemente esto se deba a la época del año y las condiciones climáticas que se presentaban el día del monitoreo. Cabe resaltar que esta estación de monitoreo, presenta una baja diversidad y abundancia a lo largo de las campañas bianuales realizadas.



Figura 5. Estación de monitoreo Balsa Nigüe, mayo 2023.

### 3.1.3 Estación Monitoreo Puralaco

Estación ubicada en las cercanías a la escuela del mismo nombre. Este cuerpo de agua corresponde a un estero (Figura 6).



Figura 6. Estación de monitoreo Puralaco, mayo 2023.

Se identificaron siete familias, siendo la estación con mayor diversidad registrada en la temporada. La totalidad de individuos pertenecen a la clase Insecta, divididas en el orden Plecóptera con ninfas de la familia Gripopterygidae (Figura 7), orden Ephemeroptera con ninfas de la familia Ameletopsidae (Figura 8), Leptophlebiidae y Baetidae, orden Coleóptera con larvas de la familia Psephenidae (Figura 9), orden Díptera con larvas de la familia Blephariceridae (Figura 10) y Simuliidae y orden Trichoptera con la familia Hydropsychidae (Figura 11).



Figura 7. Individuo de la familia Gripopterygidae presente en la estación Puralaco, mayo 2023.

El orden Plecóptera es un grupo relativamente pequeño con alrededor de 3.000 especies descritas en el mundo, en 16 familias y 286 géneros. Las familias Gripopterygidae y Perlidae son las familias con distribución más amplia (CIEP,2013). Las ninfas de Gripopterygidae son principalmente detritívoras, tienen un tamaño medio a pequeño, con un ramillete de traqueo-branquias filiformes insertas en el borde posterior del décimo tergito y el ano (excepto el género *Notoperla*) (CIEP,2013).



Figura 8. Individuo de la familia Ameletopsidae presente en la estación Puralaco, mayo 2023.

El orden de las efímeras es un grupo de insectos exclusivamente acuáticos, presentan una característica única entre los insectos, ya que poseen un estadio terrestre volador (subimago) previo al adulto maduro sexualmente. Las ninfas de este orden son generalmente raspadoras o recolectoras, alimentándose de algas y detritus (Flowers & de la Rosa, 2010).

Las ninfas de Ameletopsidae (Figura 8) presentan palpos maxilares y labiales multisegmentados y filiformes, mandíbulas y maxilas modificadas para preñar.

Leptophlebiidae es una de las familias más diversa de América del Sur y más conocidas, las ninfas son muy comunes en todos los ríos y arroyos, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4500 msnm (Domínguez & Fernández, 2007). Son consideradas detritívoras o recolectores-filtradores, debido a su aparato bucal generalizado.

Los Baetidae (Ephemeroptera) son insectos de pequeño a mediano tamaño y las ninfas tienen cuerpos modificados para nadar o arrastrarse. Las ninfas de esta familia son reconocidas fácilmente por sus branquias como láminas y cuerpos alargados. Las ninfas de Baetidae son abundantes en la mayoría de las quebradas y ríos no contaminados.

El orden Coleoptera es el grupo con mayor abundancia a nivel mundial de organismos incluyendo más de 350.000 especies en aproximadamente 170 familias que se distribuyen en cuatro

surbódenes (Beutel & Leschen, 2005). Las larvas de coleópteros pueden encontrarse en aguas continentales, con excepción de ciertos ambientes como zonas profundas en lagos o aguas muy contaminadas (Domínguez & Fernández, 2007). La riqueza de coleópteros acuáticos habita principalmente ambientes lénticos, entre la vegetación litoral, pero hay familias que habitan casi exclusivamente ambientes lóticos y viven asociados a aguas oxigenadas, como las familias Psephenidae y Elmidae (Domínguez & Fernández, 2007).

Las larvas de la familia Psephenidae (Figura 9) son importantes como indicadores de calidad de agua y de estabilidad ambiental. Presentan el cuerpo ovalado a circular y son muy chatas. Respiran por medio de branquias traqueales. Se alimentan de algas que viven adheridas al sustrato (Domínguez & Fernández, 2007).



Figura 9. Individuo de la familia Psephenidae presente en la estación Puralaco, mayo 2023.

El orden Díptera es un grupo de insectos holometábolos (metamorfosis completa) que se caracterizan por presentar colores poco vistosos y por la presencia de un solo par de alas membranosas (Domínguez & Fernández, 2009). Están presentes en una variedad de hábitats acuáticos muy superior a los de cualquier orden de insecto (Wirth & Stone, 1968), los cuales son habitados por estados preimaginales. La familia Simuliidae en sus estados de larva y pupa son considerados benéficos en la trama trófica de los ecosistemas acuáticos y se caracterizan por su intolerancia a la contaminación. Se encuentran en lugares con flujo de agua continua y rápida, libres

de alga y fango o bien en sustratos pedregosos libres de sustrato para permitir la fijación (CIEP, 2013).

La familia Blephariceridae (Figura 10) viven en aguas moderadamente turbulentas, enganchados al sustrato, su tamaño es pequeño, entre 3-10 mm. Presentan un cuerpo aplastado, ovalado con discos succionadores, el cual se adhiere al sustrato. Son ramoneadores y presentan una baja tolerancia a la contaminación (Palma, 2003).



Figura 10. Individuo de la familia Blephariceridae presente en la estación Puralaco, mayo 2023.

Las larvas del orden Trichoptera son acuáticas y viven en refugios fijos o transportables elaborados con seda. Es uno de los órdenes más importantes en las cadenas alimentarias de arroyos, desoves, larvas y adultos ya que son parte de la dieta de peces de agua dulce. Son potenciales indicadores de contaminación, distintas especies toleran diferencialmente cambios de concentración de sustancias de desecho (Domínguez & Fernández, 2007). La familia Hydropsychidae (Figura 11), presentan larvas recolectoras y/o filtradoras, pueden vivir en casi cualquier ambiente, aunque mayoritariamente se les puede encontrar en aguas de poca o moderada corriente. El tamaño de las larvas es mediano a grande, tiene los tres segmentos torácicos esclerotizados, branquias abdominales y torácicas, cuerpo frecuentemente en forma de "C" (Palma, 2013).



Figura 11. Individuo de la familia Hydropsychidae presente en la estación Puralaco, mayo 2023.

De acuerdo con lo registrado en la estación Puralaco, se puede concluir que la calidad de agua se podría categorizar como buena a excelente, ya que la gran mayoría de los organismos encontrados son buenos indicadores de calidad de agua, la estación presenta las características para que estos organismos sobrevivan con buenas concentraciones de oxígeno y bajas concentraciones de contaminación orgánica.

#### 3.1.4. Estación Monitoreo Boroa Sur

En la estación Boroa Sur (Figura 12) se colectaron solo individuos de la familia Leptophlebiidae (Orden Ephemeroptera). Además, se identificaron *in situ* ejemplares de camarones de río en estado juvenil y *Aegla sp.* (Figura 13), los cuales fueron liberados con posterioridad.



Figura 12. Estación de monitoreo Boroa Sur, mayo 2023.

Las características de la estación Boroa sur están asociadas a sistemas lóuticos, esto quiere decir a aguas corrientes, las familias encontradas nos indica que, si bien existen algunas perturbaciones en la zona, las aguas se encuentran relativamente limpias. A pesar de ser una estación de monitoreo localizada en mayor altura que las otras, la diversidad de macroinvertebrados en las campañas de monitoreo ha sido baja.

Tanto el registro de las familias Leptophlebiidae, y Aeglidae nos indican que las aguas aún conservan una buena calidad para la sobrevivencia de estos organismos. La presencia de individuos de la familia Parastacidae se debe a las características propia del hábitat, y no necesariamente se pueden utilizar como un indicador de media o mala calidad del agua.





Figura 13. Individuo de la familia Aeglidae presente en la estación Borao Sur, mayo 2023.

#### 3.1.5. Estación Monitoreo Puerto Ramos

En la estación Puerto Ramos (Figura 14) se registraron individuos de la familia Hyallellidae y la familia Parastacidae, posiblemente *Parastacus nicoleti*, ya que este fue identificado en la campaña de monitoreo de primavera.



Figura 14. Estación de monitoreo Puerto Ramos, mayo 2023.

La familia Hyallellidae son microcrustáceos recolectores y/o depredadores, se caracterizan por vivir en casi todos los cuerpos de agua continentales, encontrándose con frecuencia bajo piedras, entre la vegetación, raíces sumergidas, troncos, etc (Palma, 2003).

La estación Puerto Ramos presenta características de tipo lénticas, con aguas estancadas y sustrato fangoso, los organismos registrados en esta estación presentan características morfológicas que les permiten vivir en estos tipos de hábitat, de bajas concentraciones de oxígeno y sustratos fangosos con poca o nula corriente. La presencia de individuos de la familia Parastacidae se debe a las características propia del hábitat, y no necesariamente se pueden utilizar como un indicador de media o mala calidad del agua.

#### 3.1.6. Estación Monitoreo Boroa

En la estación de monitoreo Boroa (Figura 15) no se registraron individuos, para esta temporada. Posiblemente esto se deba a la época del año y las condiciones climáticas que se presentaban el día del monitoreo. Cabe resaltar que esta estación de monitoreo, presenta una baja diversidad y abundancia a lo largo de las campañas bianuales realizadas.



Figura 15. Estación de monitoreo Boroa, mayo 2023.

### 3.1.7. Estación Monitoreo Puente Boldo

En la estación de monitoreo Puente Boldo (Figura 16) solo se registró un individuo de la subclase Hirudínea.



Figura 16. Estación de monitoreo Puente Boldo, mayo 2023.

La subclase Hirudínea son un tipo de sanguijuelas parásitas o depredadoras, que presentan alta tolerancia a la contaminación, pueden vivir en aguas tranquilas y estancadas, también se pueden encontrar en aguas corrientes, tienen un cuerpo aplastado menor a cinco centímetros. Poseen una ventosa en forma de disco en uno de sus extremos, pudiendo tener dos (uno en cada extremo) (Palma, 2013).

La estación puente Boldo presenta características lóxicas con perturbaciones antrópicas asociadas a infraestructura, extracción de agua e ingreso de animales domésticos.

### 3.1.8. Estación Monitoreo Laguna Tromén

En la estación de monitoreo Laguna Tromén (Figura 17), se identificó la familia Chironomidae (orden Díptera), Hyallellidae (orden Amphipoda), Corixidae (orden Hemiptera), dos estados adultos del género *Belostoma* (familia Belostomatidae) y un ácaro acuático del orden Trombidiformes.



Figura 17. Estación de monitoreo Laguna Tromén, mayo 2023.

Las larvas de la familia Chironomidae viven en todo tipo de ambientes, incluyendo grandes y pequeños cuerpos de agua. Su tamaño es pequeño a grande, se caracterizan por su cuerpo segmentado con una cabeza bien visible y dos propatas delanteras. Algunos tienen un color rojo (que se puede perder al ser preservados) provenientes de la hemoglobina que le permite a la larva una mayor capacidad de captar oxígeno en ambiente donde su concentración es muy baja (Palma, 2013).

Los hemípteros de la familia Corixidae se les encuentra nadando en la columna de agua y viven en casi cualquier ambiente, aunque mayormente se les encuentra en aguas de poca corriente. Las patas delanteras son cortas y tienen setas que parecen un cepillo (Palma, 2013).

Los individuos registrados en esta estación son capaces de sobrevivir en diferentes hábitats y con diferentes condiciones físico-químicas, la morfología de cada individuo les permite habitar zonas con menores concentraciones de oxígeno disuelto, aguas estancadas y con mayor concentración de materia orgánica.

### 3.1.11. Estación Monitoreo Laguna Patagua

En la estación de monitoreo Laguna Patagua (Figura 18) solo se registró un individuo de la subclase Hirudínea. La laguna Patagua a lo largo de los monitoreos bianuales realizados, ha presentado baja diversidad. La baja diversidad en esta temporada puede ser debido a la estacionalidad y condiciones climáticas en el día del monitoreo, además a las perturbaciones antrópicas a la cual está sometida la laguna, como la entrada de ganado y animales domésticos.



Figura 18. Estación de monitoreo Laguna Patagua, mayo 2023.

## 3.2 Análisis comparativo por temporada de monitoreo

En la tabla 3 se muestra la similitud entre temporadas de muestreo, en la temporada de primavera (noviembre 2021), se registraron 10 familias y 1 clase y 1 subclase (Polychaeta y Hirudínea), un número menor se registró en la temporada de otoño (mayo 2022) con un total de 7 familias, 1 clase y 1 subclase (Oligochaeta y Hirudínea). En la temporada primavera 2022 (noviembre 2022) se registraron 26 familias, una clase (Polychaeta) y una subclase (Hirudínea), un número considerablemente mayor a los registrados en las dos temporadas anteriores. En otoño 2023 se registraron 16 familias y una subclase (Hirudínea), si bien fue menor la cantidad de familias identificadas respecto a la temporada anterior, el registro fue más alto que el comparativo con Otoño de 2022. El aumento en la diversidad de familias se debe a la incorporación de nuevas estaciones de monitoreo, con representación de diferentes hábitats, como también al uso de distintas metodologías de colecta.

Los muestreos realizados en primavera o verano en general presentan mayor registro de biodiversidad y abundancia de organismos, en áreas tropicales y subtropicales se pueden coleccionar adultos y larvas lo largo de todo el año, pero en áreas templadas, la mayoría de las especies se las encuentra solo desde la primavera hasta el otoño, y las larvas casi siempre a comienzos del verano (Domínguez & Fernández, 2009).

Tabla 3. Listado de individuos colectados en el muestreo humedales río Queule, primavera 2021, otoño 2022, primavera 2022 y otoño 2023.

Clase	Suclase	Familia	Muestreo Primavera 2021	Muestreo Otoño 2022	Muestreo Primavera 2022	Muestreo Otoño 2023
Insecta	Pterygota	Gripopterygidae			X	X
Insecta	Pterygota	Baetidae		X	X	X
Insecta	Pterygota	Diamphipnoidae			X	
Insecta	Pterygota	Amelotopsidae			X	X
Insecta	Pterygota	Oniscigastridae	X		X	
Insecta	Pterygota	Leptoplhebiidae			X	X
Insecta	Pterygota	Hydropsychidae			X	X
Insecta	Pterygota	Hydroptilidae	X		X	
Insecta	Pterygota	Leptoceridae			X	
Insecta	Pterygota	Phesenidae			X	X
Insecta	Pterygota	Simuliidae			X	X
Insecta	Pterygota	Ceratopogonidae			X	
Insecta	Pterygota	Chironomidae			X	X
Insecta	Pterygota	Corixidae	X		X	X
Insecta	Pterygota	Belostomidae			X	X
Insecta	Pterygota	Aeshnidae			X	
Insecta	Pterygota	Calopterygidae	X		X	
Gastropoda	Heterobanchia	Chilinidae	X	X	X	X
Gastropoda	Heterobanchia	Bothriembryontidae			X	
Malacostraca	Eumalacostraca	Aeglidae	X	X	X	X
Malacostraca	Eumalacostraca	Parastacidae	X	X	X	X
Malacostraca	Eumalacostraca	Janiriidae	X	X	X	X
Rhabditophora		Dugesiidae			X	
Clitellata	Hirudínea		X	X	X	X
Polychaeta				X	X	
Malacostraca	Eumalacostraca	Hyaellidae	X	X	X	X
Malacostraca	Eumalacostraca	Corophiidae		X		
Clitellata	Oligochaeta			X		

### 3.3 Variables físico-químicos básicos

De acuerdo con lo registrado en terreno (Tabla 4) se obtuvieron datos para seis parámetros físico-químicos, los cuales fueron temperatura (C°), pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), TDS (sólidos totales disueltos) (ppt), % de oxígeno y oxígeno disuelto (ppm). Al comparar estos datos con los rangos establecidos para calidad de agua para diferentes usos según la normativa chilena (NCH 1333), indica que, para las ocho estaciones, las variables de pH, temperatura y conductividad eléctrica, los valores estuvieron dentro de los rangos establecidos para el cumplimiento. El oxígeno disuelto en cambio estuvo por debajo lo requerido por la norma chilena NCH 1333 ( $> 5 \text{ mg/L}$ , para la sobrevivencia de la vida acuática), en todas las estaciones con excepción Laguna Patagua y Puerto Ramos.

Los sólidos disueltos totales tuvieron un comportamiento esperado para aguas continentales. Cabe mencionar que en la estación Caleta Queule 2 existe una descarga de aguas residuales, lo que explica el valor más alto registrado de sólidos disueltos totales, en comparación con las otras estaciones. Además, la conductividad eléctrica es mucho más alta ya que este lugar presenta intrusión marina.

Tabla 4. Variables físico-químicos de los humedales del río Queule, mayo 2023.

	Qu2	BN	PU	LP	PR	BS	BO	LT
T (°C)	11,6	11,7	9,83	11,3	11,9	11,3	12,1	11,7
pH	7,29	8,72	7,08	7,68	8,1	7,26	7,07	6,87
CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	41690	70	49	77	44	36	34	48
TDS (ppt)	20.840	35	24	39	22	18	17	24
OD (ppm)	4,11	4,76	1,5	6,31	5,68	2,81	0,51	0,37
% Oxígeno	48	44,2	13,2	58,3	53,1	25,5	4,7	3,4

Qu2: Queule 2, BN: Balsa-Nigüé, PU: Puralaco, LP: Laguna Patagua, PR: Puerto Ramos, BS: Borao Sur, BO: Boldo y LT: Laguna Tromen

Diferentes autores resaltan que los factores físicoquímicos del medio acuático, como pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura, son determinantes en la distribución de invertebrados acuáticos, y son además, los parámetros a los que los organismos son más sensibles (Quinn & Hickey, 1990, Roldán, 1996, Toro et al., 2002, Domínguez & Fernández, 2009, Meza et al., 2012). El aumento de las temperaturas de un cuerpo de agua, puede alterar la concentración de oxígeno disuelto en la columna, lo que trae consigo un cambio en la composición de organismos que pertenecen a la comunidad, por ejemplo macroinvertebrados pocos tolerantes a bajas de concentraciones de oxígeno no serán registrados, pero si familias que puedan soportar estas condiciones.

Por lo tanto, cuando se realizan monitoreos de invertebrados siempre es aconsejable medir los parámetros básicos como temperatura y oxígeno disuelto ya que estas variables influyen en la mayoría de los procesos vitales de los organismos, así como en variados factores abióticos del ecosistema (Betancourt et al., 2009). Estas variables físico-químicas juegan un importante papel en la intensidad de los procesos fotosintéticos, remineralización de la materia orgánica y liberación de nutrientes y metales desde los sedimentos (Bostrom et al., 1988; Harris, 1999).

#### 4. CONCLUSIONES

1. Se registraron un total de 16 familias en los nueve puntos de monitoreo, los cuales se distribuyeron en tres phylum.
2. El punto de monitoreo Puralaco fue el que registró la mayor diversidad de individuos colectados, siendo la clase Insecta la más abundante y diversa.
3. Las estaciones de monitoreos Boldo, Laguna Tromen, Puralaco, Boroa Sur, Queule 2, Balsa Nigüe, presentaron bajas concentraciones de oxígeno disuelto, por debajo de los 5 mg/l. Quele 2, Balsa Nigüe, Laguna Patagua presentan características asociadas a bajas concentraciones de oxígeno, aguas sin corriente, sustrato fangoso y perturbaciones antrópicas. Tanto la estación Puralaco como Boroa Sur, tienen características más asociadas a ríos, y el registro de individuos no necesariamente está vinculado a esta variable. Se recomienda verificar el uso de la sonda multiparámetro, ya que por las características del hábitat las concentraciones de oxígeno disuelto deberían ser un poco más altas.
4. La utilización de diferentes metodologías de muestreo mejora los resultados obtenidos en cuanto a la abundancia y diversidad de individuos colectados en ecosistemas de humedales. Mientras más metodologías empleadas mayor será la cobertura del habitas, lo que será más representativo del ecosistema.
5. De forma general podemos inferir que la salud ecosistémica del humedal río Queule, presenta buenas condiciones a medida que se avanza en altura por la cuenca, en zonas altas y con la presencia de cuerpos de aguas tipo río y/o arroyo. La presencia de organismos que son poco tolerantes a perturbaciones y/o contaminación nos indican esta condición. Las estaciones que se localizan en menor altura y con influencia marina, presentan condiciones un poco más alteradas, en algunos casos con características propias al territorio y en otras estaciones con perturbaciones antrópicas como Laguna Patagua y Queule 2.



## 5. BIBLIOGRAFÍA

Alba-Tecedor, J., Pardo, I., Prat, N., & Pujanta, A. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva del Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. Ministerio del Ambiente. Confederación Hidráulica del Ebro. Madrid.

Basset A., Sangiorgio, F., & Pinna, M. (2004). Monitoring with benthic macroinvertebrates: advantages and disadvantages of body size descriptors *Aquat. Conserv. Mar. Freshwater Ecosyst*, 14 (1), 43-58 pp.

Batzer, D.P. & Wu, H. (2022). Ecology of terrestrial arthropods in freshwater wetlands *Annu. Rev. Entomol.*, 65. 101-119 pp.

Batzer, D. P., & Ruhí, A. (2013). Is there a core set of organisms that structure macroinvertebrate assemblages in freshwater wetlands. *Freshwater Biology*. 58(8), 1647-1659.

Betancourt, C., Suarez, R., & Toledo, L. (2009). Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y química en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética* 28 (1), 23–34.

Beutel, R. G. & A. B. Leschen (Eds.) (2005). Coleoptera, Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim). *Handbuch der Zoologie Volume IV Arthropoda: Insecta, Part 38*.

Boström, B., Andersen, J. M., Fleischer, S., & Jansson, M. (1988). Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. *Hydrobiologia*, 170 (1), 229-244. <https://doi.org/10.1007/bf00024907>

CIEP (Centro de investigación en ecosistemas de la Patagonia). (2013). Por los Senderos del Parque Patagonia & La Reserva Nacional Lago Jeinimeni. Guía Naturalista.

Coccia, C., Contreras-López, M., Farinae, J.M. & Green, A.J. (2022). Comparison of taxonomic and size-based approaches to determine the effects of environment and disturbance on invertebrate communities in coastal Chile. *Ecological Indicators*. (143) 109356.

Cortés, M., & González, C. (2016). Caracterización de los humedales asociados al río Queule, Región de La Araucanía, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (64), 207-220. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200014>

Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología (1.a ed.). Eduardo Domínguez. Hugo R. Fernández.

Flowers, R.W, & de la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4), 63-93.

Harris, G. P. (1999). Comparison of the biogeochemistry of lakes and estuaries: ecosystem processes, functional groups, hysteresis effects and interactions between macro- and microbiology. *Marine and Freshwater Research* 50(8), 791-811. <https://doi.org/10.1071/mf99111>

Ministerio del Medio Ambiente. (2020). Catastro Nacional de Humedales. Ministerio Medio Ambiente de Chile.

Norma Chilena. 1987. Requisitos de Calidad de Agua para diferentes Usos (NCh 1333 Of 78). URL: [https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978\\_Mod-1987.pdf](https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978_Mod-1987.pdf)

Oscoz, J., Galicia, D., & Miranda, R. (2011). Clave dicotómica para la identificación de macroinvertebrados de la cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro.

- Palma, A. 2013. Guía para identificación de invertebrados acuáticos. 1era Edición. 122 pp.
- Quinn, J. M., & Hickey, C. (1990). Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24(3), 387-409.
- Raposo, M.A., Kirwan, G.M., Lourenço, A.C.C., Sobral, G., Bockmann, F.B., Stopiglia, R. 2021- On the notions of taxonomic impediment, gap, inflation and anarchy, and their effects on the field of conservation Syst. *Biodiversity* 19 (3). 296-311.
- Roldán, G. A. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN Colombia, Colciencias. Universidad de Antioquia.
- Rosenberg, D.M., & Resh, V.H. (1993). *Freshwater Biomonitoring and benthic Macroinvertebrates*; Chapman & Hall: London, UK.
- Silver, C. A., Vamosi, S. M., & Bayley, S. E. (2012). Temporary and permanent wetland macroinvertebrate communities: Phylogenetic structure through time. *Acta oecologica*, 39, 1-10.
- Toro, M., Robles, S., Avilés, J., Nuño, C., Vivas, S., Bonada, N., Prat, N., Alba-Tercedor, J., Casas, J., Guerrero, C., Jáimez-Cuéllar, P., Moreno, J., Moyá, G., Ramón, G., Suárez, M., Vidal-Abarca, M., Álvarez, M., & Pardo, I. (2002). Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Características físico-químicas. *Limnética* 21 (3-4), 63-75.
- Wirth, W. W., & Stone, A. (1968). Aquatic Diptera, pp 372-482. En: R. Usinger (Ed.) *Aquatic Insects of California*. University California-Press.
- Zimmer, K. D., Hanson, M. A., & Wrubleski, D. A. (2016). Invertebrates in Permanent Wetlands (Long-Hydroperiod Marshes and Shallow Lakes). In *Invertebrates in Freshwater Wetlands* (pp. 251-286). Springer International Publishing.