CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAMCHILE LTDA.

“Estudio Fauna Íctica y Fitocomunidades Humedal Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”

Marzo 2024

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

“Estudio Fauna Íctica y Fitocomunidades
Humedal Río Elqui
Proyecto GEF Humedales Costeros”

Este documento contiene resultados de trabajos de investigación desarrollados por los investigadores de la Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental GEAMCHILE o científicos auspiciados por el mismo.

Aprobado para su distribución:

Cristian Parra Venegas
Biólogo
Jefe de Proyecto

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla de Contenidos

1 Antecedentes 7
2 Objetivos 9
2.1 Objetivo General 9
3 Áreas de Trabajo 9
3.1. Área de estudio 9
4 Metodología 10
4.1 Campañas de Terreno 10
4.2 Diseño de muestreo 10
4.3 Ictiofauna 11
4.4 Comunidades fitoplanctónicas y fitobentónicas 12
5 Resultados 14
5.1 Monitoreo primaveral (septiembre 2023) 14
5.1.1 Parámetros estructurales del área de estudio 14
5.1.2 Fauna íctica 18
5.2 Monitoreo estival (enero 2024) 27
5.2.1 Parámetros estructurales del área de estudio 27
5.2.2 Fauna íctica 31
5.2.3 Comunidades fitoplanctónicas 40
5.2.4 Comunidades fitobentónicas 47
6 Discusión y Comentarios 56
7 Bibliografía 59
8 Anexo 1: Permiso de Pesca de Investigación 61

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Listado de Tablas

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo para “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. Se indican Coordenadas (UTM, WGS-84). 10

Tabla 2. Listado de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 18

Tabla 3. Conteo de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 18

Tabla 4. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E6. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 20

Tabla 5. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E7. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 20

Tabla 6. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E8. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 21

Tabla 7. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E11. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 21

Tabla 8. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E13. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 22

Tabla 9. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios:(d), diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023..... 25

Tabla 10. Listado de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 31

Tabla 11. Conteo de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 31

Tabla 12. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E1. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024. 32

Tabla 13. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E6. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 202433

Tabla 14. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E8. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 202433

Tabla 15. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E11. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña Campaña enero 2024 34

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 16. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E13. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 34

Tabla 17. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios:(d), diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024. 37

Tabla 18. Densidad (células/L), riqueza de especies y desviación estándar (DE) 42

Tabla 19. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 45

Tabla 20. Densidad (células/L), riqueza de especies y desviación estándar (DE) 49

Tabla 21. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 52

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Listado de Figuras

Figura 1. Área de emplazamiento y ubicación de los puntos de muestreo “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 9

Figura 2. Actividades de pesca eléctrica con equipo portatil Marca SAMUS -725G, para capturar peces mediante reacción anódica o “galvanotaxia”. Proyecto “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”..... 11

Figura 3. Actividades de pesca con red de orilla en el sector estuarino del área de estudio. Proyecto “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. 12

Figura 4. Estación de monitoreo E1 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 15

Figura 5. Estación de monitoreo E6 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 15

Figura 6. Estación de monitoreo E7 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 16

Figura 7. Estación de monitoreo E8 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 16

Figura 8. Estación de monitoreo E11 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 17

Figura 9. Estación de monitoreo E13 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 17

Figura 10. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 19

Figura 11. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 19

Figura 12. Proporción relativa de especies de origen Nativo, Endémico e Introducido capturadas en cada una de las estaciones de pesca. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 22

Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 26

Figura 14. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 26

Figura 15. Estación de monitoreo E1 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 27

Figura 16. Estación de monitoreo E6 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 28

Figura 17. Estación de monitoreo E7 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 28

Figura 18. Estación de monitoreo E11 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 29

Figura 19. Estación de monitoreo E13 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 29

Figura 20. Fortografías que muestra presencia de mucosidad en estaciones prospectadas. Campaña enero 2024 30

Figura 21. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 32

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Figura 22. Proporción relativa de especies de origen Nativo, Endémico e Introducido capturadas en cada una de las estaciones de pesca. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 35

Figura 23. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024 37

Figura 24. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024. 38

Figura 25. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña enero 2024. 39

Figura 26. Riqueza (S) de especies (%) según grupo taxonómico 40

Figura 27. Abundancia relativa (%) según grupo taxonómico. 41

Figura 28. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos. 41

Figura 29. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos. 42

Figura 30. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 46

Figura 31. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 46

Figura 32. Riqueza (S) de especies (%) según grupo taxonómico 47

Figura 33. Abundancia relativa (%) según grupo taxonómico. 48

Figura 34. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos. 48

Figura 35. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos. 49

Figura 36. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 53

Figura 37. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. “Monitoreo comunidades fitoplanctónicas”. 53

Figura 38. Registro fotográfico de las principales especies identificadas. A. *Brachysira cf. Vitrea*; B. *Denticula kuetzingii*; C. *Diatoma vulgaris*; D. *Navicula radiosa* (Fotografías obtenidas desde muestras extraídas desde el área de estudio)... 55

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

1 Antecedentes

Los ambientes dulceacuícolas o límnicos, corresponden a cuerpos de agua dulce, los cuales se pueden clasificar de acuerdo al movimiento de sus aguas en lénticos (lagos, lagunas, posas o charcos) y lóticos (ríos, arroyos, y manantiales), pudiendo diferenciar en ambos tipos de cuerpos de agua, una zona litoral que limita el agua del ambiente terrestre formando una gradiente de humedad y una zona limnética que corresponde a toda la columna de agua. En todo cuerpo de agua, las distintas formas de vida deben adaptarse tanto a las condiciones físicas como la luz y temperatura del agua, y a las condiciones químicas, como son el oxígeno disuelto, dióxido de carbono etc. Las características químicas del agua, son el resultado de varios procesos geológicos, biológicos e hidrológicos. Las principales fuentes de materias disueltas que son transportadas por los ríos corresponden al producto de la alteración de rocas superficiales, lavado de suelos orgánicos y aportes atmosféricos. Por otro lado, la materia en suspensión presente en el agua, corresponde al producto (natural o antrópico) de la erosión mecánica de rocas, suelos y riberas de estos sistemas dulceacuícolas.

Los ecosistemas fluviales están formados por un gran número de organismos de diversas especies que interactúan entre sí y el ambiente. Por ejemplo, las tramas tróficas, que describen las relaciones entre los predadores y sus presas, o bien la competencia intra o inter específica ya sea por recursos escasos como alimento o espacio (Jacsic F, 2001). Así, la comunidad biótica, se puede agrupar en productores primarios, como son microalgas del fitoplancton y fitobentos y macrófitas que son las plantas acuáticas (sumergidas y emergentes). Por otro lado, también podemos identificar a los consumidores primarios, como el zooplancton, constituido principalmente por microcrustáceos, zoobentos, conformado principalmente por larvas de insectos, moluscos, crustáceos y gusanos, los cuales pueden alimentarse tanto del fitoplancton como del zoobentos. Otro integrante de la trama trófica de los sistemas dulceacuícolas corresponde a la fauna íctica, la cual actúa como predador de diferentes organismos, así, especies de menor tamaño como gambusias consumen principalmente zooplancton, mientras que peces de tamaños superiores (como truchas, pejerreyes, bagres, lampreas), se alimentan de invertebrados como larvas de insectos, crustáceos moluscos y otros peces (Campos *et al*., 1993a, b; Ruiz, 1993; Ruiz & Marchant, 2004).

La zona litoral, es el lugar donde ocurre la mayor síntesis de materia orgánica, contribuyendo significativamente a la productividad y metabolismos de los cuerpos de agua. Aquí, los organismos productores corresponden a las plantas vasculares, que poseen verdaderos tejidos conductores de agua, sales minerales y alimento necesario para la vida vegetal. En esta escala ecosistémica, los organismos consumidores en esta zona están representados por los macroinvertebrados bentónicos como larvas de Odonata, Ephemeroptera, Dípteros, Crustáceos y Cladóceros (Roldán, 2003), que son catalogados como bioindicadores de la calidad de agua en una cuenca, río o cuerpo de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

agua lacustre. Otros actores importantes corresponden a los anfibios, representantes casi exclusivos de esta zona, donde los juveniles (renacuajos) se alimentan principalmente de algas y otros materiales vegetales; sin embargo, en estado adulto, prefieren niveles superiores (por ejemplo insectos, lombrices).

En este contexto, la Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental GEAMCHILE Ltda., han elaborado el presente documento que describe en detalle el "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**", realizado en el área del proyecto "**GEF Humedales Costeros**", durante el periodo de septiembre del año 2023 y enero del año 2024.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Caracterizar la fauna íctica del río Elqui en el área de influencia del proyecto GEF Humedales Costeros.

3 Áreas de Trabajo

3.1. Área de estudio

El área de estudio del proyecto para la componente íctica, ha quedado definida como el curso de agua Río Elqui, en el área de influencia del Proyecto GEF Humedales Costeros, emplazado en las comunas de La Serena y Elqui, región de Coquimbo (**Figura 1**).



Figura 1. Área de emplazamiento y ubicación de los puntos de muestreo "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4 Metodología

4.1 Campañas de Terreno

La caracterización del componente íctico para el área de estudio “humedal río Elqui”, se realizó durante los días 27 y 28 de septiembre del año 2023, para la campaña primaveral, y durante los días 26 y 27 de enero del año 2024 y que correspondió al monitoreo estival. El equipo de profesionales en terreno para el estudio del curso de agua, estuvo constituído por la bióloga marina Carolina Álvarez y el biólogo Cristian Parra Venegas.

4.2 Diseño de muestreo

En el área de estudio se distinguen diferentes tipos de usos de suelo (cobertura vegetacional), siendo un área donde predomina ampliamente la vegetación ribereña, específicamente en algunos puntos de monitoreo y reportando presencia de predios agrícolas y ganaderos. En este escenario, el diseño de muestreo contempló la evaluación del cuerpo de agua “Río Elqui”, el que se caracterizó por presentar una velocidad de corriente o circulación “baja”, un menor caudal, presencia de sustratos de piedras, gravas y arenas y una gran cobertura vegetacional ribereña. La excepción se registró en el punto de muestreo ubicado en el sector más continental (P1), estación que presentó una alta velocidad de corriente, importante profundidad y presencia de bolones y vegetación ribereña, y el punto de monitoreo emplazado en el sector más estuarino (P13), sitio que registró un estancamiento de sus aguas (no existe desembocadura del ambiente marino), sustrato fino (arena) y una importante profundidad e influencia marina.

Así, en cada punto de monitoreo se realizó la caracterización de la fauna de peces con métodos específicos para cada tipo de ambiente. Para tal efecto, para las estaciones de muestreo que se ubicaron fuera del área de influencia marina, se utilizó como arte de pesca la “pesca eléctrica” y para el punto de prospección estuarino “red de orilla”. Además, cada uno de los puntos de muestreo, fueron georreferenciados (UTM) mediante un GPS, considerando el Datum WGS-1984 (**Tabla 1**).

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo para “**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**”. Campaña septiembre 2023. Se indican Coordenadas (UTM, WGS-84).

Estación	Coordenada Este	Coordenada Norte
E1	316664.76	6681445.15
E6	294504.00	6685289.40
E7	293364.43	6686228.80
E8	292415.88	6686783.54
E11	282437.46	6690611.92
E13	280629.65	6690826.81

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4.3 Ictiofauna

La caracterización de la composición de la fauna íctica fue realizada en los puntos de monitoreo emplazados en el área de influencia del proyecto GEF Humedales Costeros, Río Elqui. Esta actividad se llevó a cabo durante el periodo de septiembre del año 2023, bajo la modalidad de Pesca de Investigación, autorizada mediante Resolución Exenta N°E-2023-572, del 12 de septiembre del 2023 (**ANEXO 1**).

El arte de pesca utilizado en las áreas sin influencia marina del sistema fluvial en estudio, fue la pesca eléctrica. Este método de captura, es altamente recomendado para los objetivos de este estudio, debido a que es una técnica inocua que permite la recuperación y devolución de peces vivos al medio natural. El equipo comúnmente conocido como "caña de pescar eléctrica" se basa en que durante el flujo de la corriente eléctrica en el agua, el pez experimenta la llamada "reacción anódica"; es decir, cuando el pez (estando bajo la influencia de la misma), empieza a nadar desde el electrodo negativo hacia el electrodo positivo, conducta también conocida como galvanotaxia, y que depende de la corriente de impulsos aplicada. Esta reacción de arrastre del pez, en dirección hacia el ánodo, se puede explicar por el hecho de que el pez selecciona una dirección del flujo iónico y se dirige con su cabeza hacia éste flujo. Bajo la influencia del campo eléctrico, los músculos del pez se contraen automáticamente y el pez sube hacia la superficie del agua, y es cuando el pescador los puede capturar.

Para aplicar la técnica, se utilizó un equipo portátil convertidor de señal eléctrica equipo marca SAMUS -725G (**Figura 2**). Este equipo es de última generación, versátil para una variedad de tamaño de peces y condiciones de campo y seguro para el pescador. El radio de acción de la zona de captura o impacto eléctrico que se puede lograr con la caña es de 2 a 3 metros máximo, y que corresponde a la distancia máxima entre el ánodo y el cátodo.



Figura 2. Actividades de pesca eléctrica con equipo portatil Marca SAMUS -725G, para capturar peces mediante reacción anódica o "galvanotaxia". Proyecto "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**".

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Adicionalmente, para el punto de muestreo emplazado en el sector estuarino del área de estudio, se utilizó como método de captura de peces, red de orilla, arte de pesca que comienza en un punto de playa, haciendo ingreso al sector de agua, para luego retornar al sector de playa y recoger la red (**Figura 3**).



Figura 3. Actividades de pesca con red de orilla en el sector estuarino del área de estudio. Proyecto "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**".

Se muestreó en diversos hábitats de cada estación, con y sin vegetación, zonas sombreadas y con radiación solar directa, y áreas de descanso o resguardo de peces, como sitios con vegetación ribereña y/o áreas de pozones con troncos sumergidos o similares. Con estas precauciones y considerando la experiencia del equipo de trabajo, se consideró que el muestreo es representativo de los peces de este tipo de ambientes (Habit *et al.,* 2006). El tiempo efectivo de pesca en cada uno de los puntos de muestreo, fue de 30 minutos, procurando cubrir toda la diversidad de hábitats posibles.

4.4 Comunidades fitoplanctónicas y fitobentónicas

Para el análisis de las comunidades fitoplanctónicas durante el periodo de enero 2024, se obtuvieron muestras de agua colectadas directamente del curso de agua en estudio, a través de una botella de 1 litro de capacidad, filtradas en un tamiz de 40 um y fijadas *in situ* con una solución de Lugol, para su posterior análisis en laboratorio. A su vez, las comunidades fitobentónicas, se obtuvieron a través del raspado de piedras o sustrato similar de un área aproximada de 4 cm^2, para luego fijar la muestra *in situ* con una solución de Lugol, para su posterior análisis en laboratorio

La metodología de estimación y análisis de fitoplancton que a continuación se detalla, se realizó según lo recomendado por el libro de métodos de análisis de agua "Standard Methods for the examination of water and wastewater" (Método de examinación biológica 10200 y 10300) y se complementó con manuales elaborados por la US EPA (Agencia de protección ambiental de Estados Unidos) y el Manual de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Díaz et al., 2012). Una vez recepcionada la muestra, se concentró en un tubo

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

de centrifugación graduado utilizando un tamiz de 35 µm, registrando el volumen inicial colectado en terreno. Los tubos fueron mantenidos en posición vertical por un periodo mínimo de 48 horas para permitir la sedimentación de las células colectadas. En muestras con alta abundancia de células o material particulado, se realizaron diluciones a partir de volúmenes muy bien homogeneizados con el fin de tener una dilución apropiada para la identificación y conteo de los organismos. En muestras con baja densidad o escaso material particulado, se consideró la totalidad de la muestra concentrada para realizar los análisis cuantitativos. En ambos casos, se registraron los volúmenes iniciales y finales.

Para el caso de las diatomeas, previo a la cuantificación, se realizó una serie de limpiezas químicas (digestión) y diluciones. Posteriormente, se realizaron montajes permanentes utilizando como medio de montaje una resina con alto índice de refracción (naphrax) con el fin de observar los detalles de los frústulos. Los preparados fueron analizados en un microscopio óptico Olympus CX-43 con contraste de fase, utilizando una magnificación de 1000x. Como criterio de conteo, en cada preparado permanente se establecieron transectos donde se realizaron un recuento mínimo de 600 valvas de diatomeas. La clasificación de los distintos grupos se realizó alcanzando la resolución más alta posible con apoyo de literatura clásica (Hustedt 1930, Barber & Haworth 1981,Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991) además de literatura especializada (Rivera et al. 1982; Parra et al. 1982 (1-5)) y complementando el material de consulta con recursos online.

La abundancia de cada *taxa* fue expresada en células por unidad de volumen utilizando la fórmula que detalla Diaz et al. (2012), considerando el factor de dilución, el número de células contadas y el volumen de agua donde se colectó el material.

Con los datos de abundancia, se realizaron los análisis estadísticos y ecológicos, implicando estimaciones de índices univariados de riqueza de especies (Margalef, 1958), índice de diversidad de Shannon (H'), índice de equidad de Pielou (J') y dominancia específica de Simpson (D). Para determinar la similitud entre estaciones de muestreo, se efectuaron análisis de cluster con los valores de abundancia transformada a la raíz cuarta, utilizando como coeficiente de asociación comunitaria el índice de Bray-Curtis, a través de la estrategia aglomerativa jerárquica de la media no ponderada (UPGMA) y utilizando esta transformación para disminuir el peso de las especies dominantes (Clarke & Gorley, 2005). Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa Primer-e 6.1.11 y MINITAB 16.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5 Resultados

En la presente sección, se entregan los principales resultados obtenidos para cada una de las variables consideradas en el "**Estudio Fauna Íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**", ejecutado durante el periodo de septiembre del año 2023.

5.1 Monitoreo primaveral (septiembre 2023)

5.1.1 Parámetros estructurales del área de estudio

Los resultados obtenidos en la caracterización de los parámetros estructurales del área de estudio, indican que las estaciones de muestreo emplazadas en el sector central (o valle) del Río Elqui, presentaron características asociadas a zonas de transición; es decir, ambientes con moderada/baja velocidad de caudal y sustrato mixto compuesto principalmente por piedra, arena y fango. Así, la estación ubicada hacia el valle de la comuna de Elqui (E1), presentó disímiles condiciones, con un importante caudal y velocidad de corriente y sustrato de bolones y piedras principalmente. Por último, el punto de prospección ubicado en el área estuarina de la comuna de La Serena, registró un "apozamiento" de sus aguas, una zona de playa (arenosa) y una importante profundidad (**Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9**). En gran parte de las estaciones monitoreadas, con excepción de las estaciones emplazadas en los polos del área de estudio (E1 y E13), se reportó la presencia de una mucosidad de color verde café sobre el sustrato de rocas, piedras y vegetación emergida. También, y dada la baja velocidad de caudal presente en dichos puntos monitoreados, se registró un importante aporte de esta mucosidad sobre la capa superficial del cuerpo de agua.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 4. Estación de monitoreo E1 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.



Figura 5. Estación de monitoreo E6 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 6. Estación de monitoreo E7 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.



Figura 7. Estación de monitoreo E8 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 8. Estación de monitoreo E11 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.



Figura 9. Estación de monitoreo E13 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.1.2 Fauna íctica

5.1.2.1 Análisis de riqueza y abundancia

El monitoreo de la fauna íctica reveló la presencia de 3 especies, representantes del Órden Characiformes, Mugiliformes y Cyprinodontiformes (**Tabla 2**), con un total de 68 ejemplares capturados (**Tabla 3**).

Tabla 2. Listado de especies capturados "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de conservación	Proceso de Clasificación
Especies nativas-endémicas					
Characiformes	Characidae	*Cheirodon pisciculus*	Pocha	VU	RCE
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil cephalus*	Lisa	LC	RCE
Especies introducidas					
Cyprinodontiformes	Poecilidae	*Gambusia holbrooki*	Pez mosquito	-	-

La especie con mayor abundancia absoluta durante el presente monitoreo correspondió al taxón *Gambusia sp* (pez mosquito, N = 46), representando el 67,6% del total contabilizado, seguido por la especie *Cheirodon sp* (pocha) con el aporte de 15 individuos. En el sector estuarino del área de estudio (E13), se contabilizaron 7 ejemplares de *Mugil cephalus*.

Tabla 3. Conteo de especies capturados "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Género/Especie	E1	E6	E7	E8	E11	E13
Cheirodon pisciculus			6	9		
Mugil cephalus						7
Gambusia sp		10	7	17	12	
TOTAL	**0**	**10**	**13**	**26**	**12**	**7**

Al analizar la abundancia relativa de cada taxón por punto de monitoreo, podemos reportar una disparidad en el conteo de especies en el área de estudio, con una holgada representatividad de *Gambusia sp* en gran parte del área prospectada, un reporte importante de *Cheirodon sp* en el sector medio de nuestra zona de estudio y presencia del taxón *Mugil cephalus* hacia el sector estuarino (E13) (**Figura 10**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

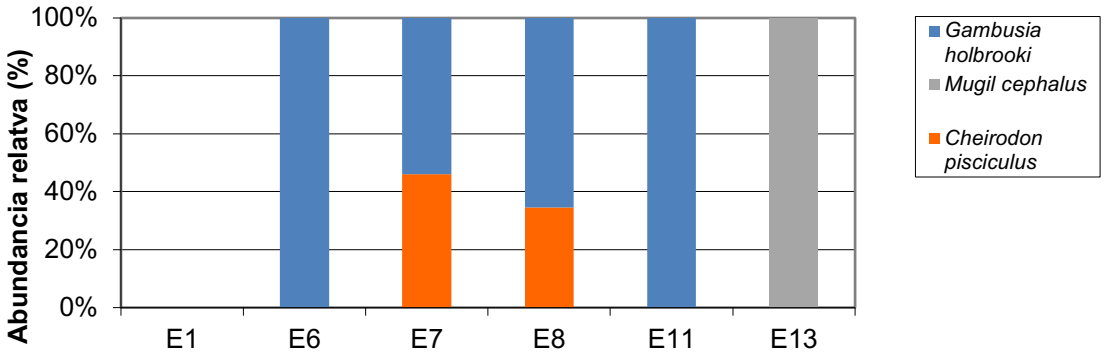


Figura 10. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

5.1.2.2 Parámetros comunitarios

Al analizar la distribución espacial de las estaciones de pesca monitoreadas, se observó que la mayor abundancia numérica estuvo asociada a la estación E8 (N = 26), seguido por los puntos E7 y E11 con el conteo de 13 y 12 ejemplares, respectivamente. Para el caso de la riqueza de especies (S), los sitios prospectados en el sector medio del área de estudio (E7 y E8), presentaron el mejor el aporte íctico, con la identificación de dos especies para cada estación (S=2) (**Figura 11**).

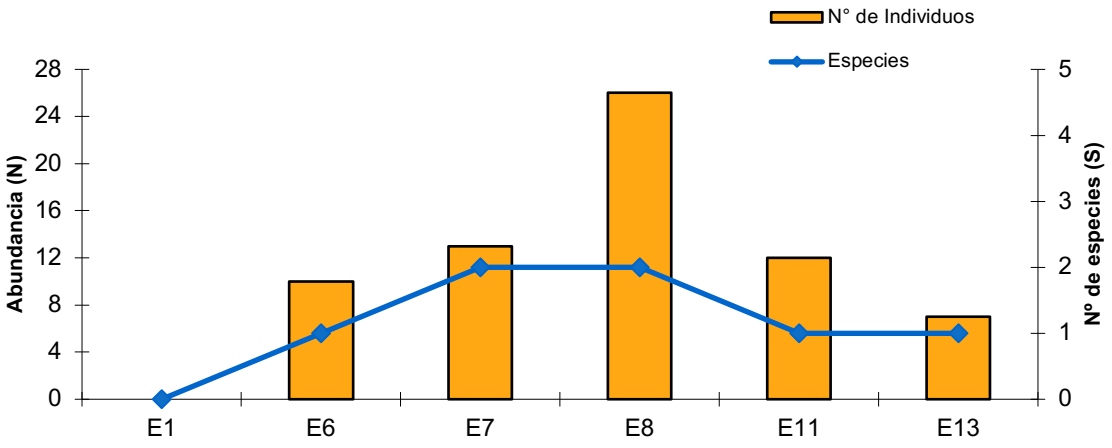


Figura 11. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.1.2.3 Aspectos biométricos

Estación de monitoreo E6

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 10 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,0 cm y 2,5 cm y una longitud total promedio de 3,43 ± 0,88 cm (**Tabla 4**).

Tabla 4. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E6. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

Especies	E6			
	N	LT		
		LT (prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Gambusias sp	10	3,43 ± 0,88	5,00	2,50

Estación de monitoreo E7

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 7 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 3,0 cm y una longitud total promedio de 4,14 ± 0,85 cm (**Tabla 5**).

Cheirodon pisciculus

Se capturó un total de 6 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 4,0 cm y una longitud total promedio de 4,67 ± 0,52 cm (**Tabla 5**).

Tabla 5. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E7. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Especies	E7			
	N	LT		
		LT (prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Cheirodon sp	6	4,67 ± 0,52	5,5	4,0
Gambusia sp	7	4,14 ± 0,85	5,5	3,0

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Estación de monitoreo E8

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 17 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 2,5 cm y una longitud total promedio de 3,94 ± 0,77 cm (**Tabla 6**).

Cheirodon pisciculus

Se capturó un total de 9 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 3,0 cm y una longitud total promedio de 4,22 ± 0,91 cm (**Tabla 6**).

Tabla 6. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E8. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Especies	E8			
	N	LT		
		LT (prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Cheirodon sp	9	4,22 ± 0,91	5,5	3,0
Gambusia sp	17	3,94 ± 0,77	5,5	2,5

Estación de monitoreo E11

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 12 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 2,0 cm y una longitud total promedio de 3,66 ± 1,83 cm (**Tabla 7**).

Tabla 7. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E11. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Especies	E11			
	N	LT		
		LT (prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Gambusia sp	12	3,66 ± 1,03	5,5	2,0

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Estación de monitoreo E13

Mugil cephalus

Se capturó un total de 7 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 26,0 cm y 20,5 cm y una longitud total promedio de 24,21 ± 1,89 cm (**Tabla 8**).

Tabla 8. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E13. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

Especies	E13			
	N	LT		
		LT (prom d.s.)	LT Máx	LT Min
Mugil cephalus	7	24,21 ± 1,89	26,00	20,50

5.1.2.4 Origen Geográfico

Al analizar la presencia de peces según su origen en cada una de las 6 estaciones de pesca, reportamos presencia de especies de procedencia introducida en gran parte del área de estudio, a través del taxón *Gambusia holbrooki*, mientras que las especies de origen nativo y endémico, fueron representadas por *Cheirodon pisciculus* y *Mugil cephalus*, respectivamente (**Figura 12**).

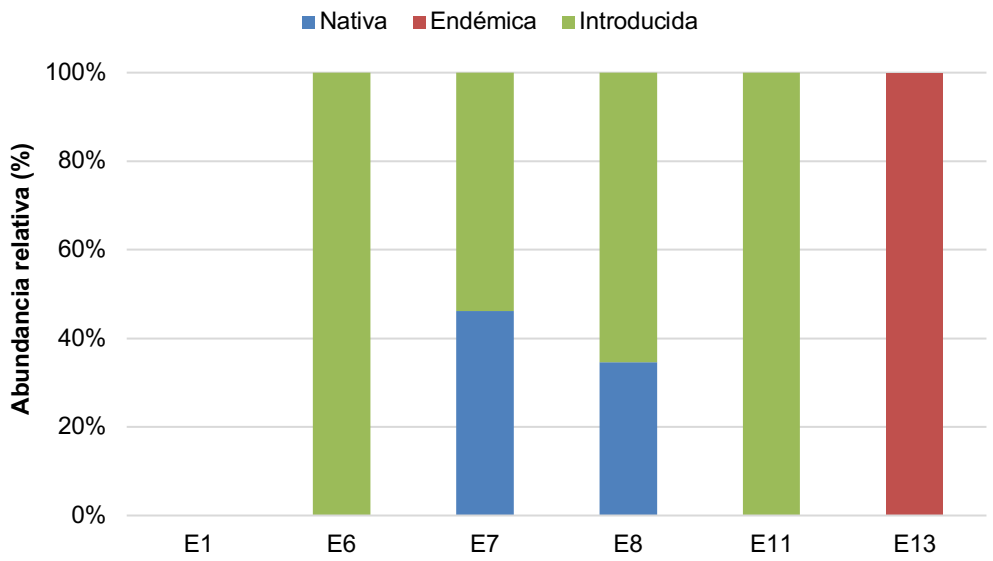


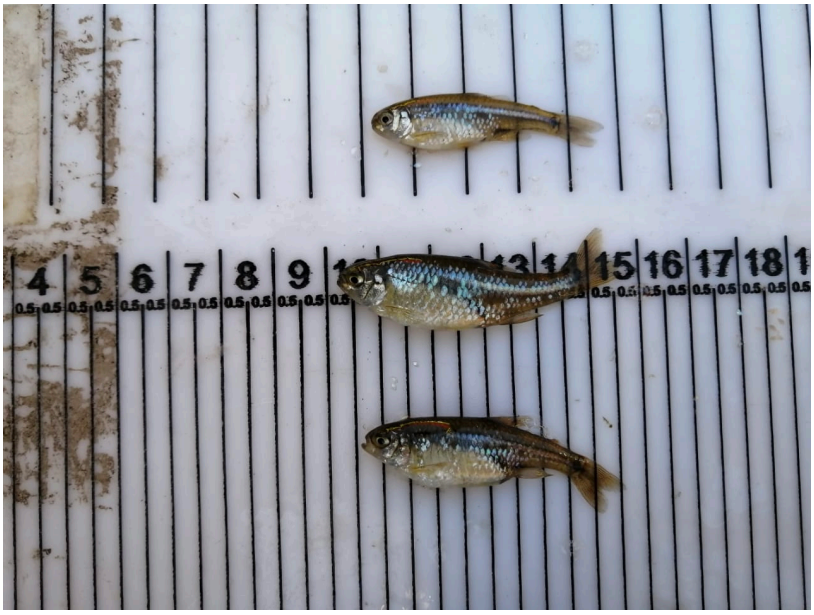
Figura 12. Proporción relativa de especies de origen Nativo, Endémico e Introducido capturadas en cada una de las estaciones de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.1.2.5 Fotografías de las especies identificadas en el presente estudio.

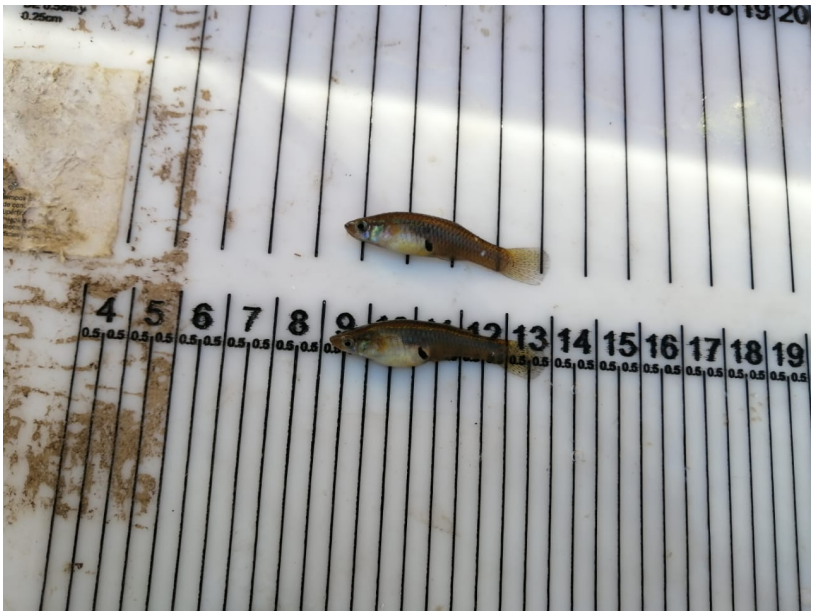


Fotografía 1. *Mugil cephalus* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)



Fotografía 2. *Cheirodon pisciculus* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Fotografía 3. *Gambusia hoolbroki* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)

5.1.2.6 Parámetros comunitarios

Los resultados de los distintos índices ecológicos univariados obtenidos durante el presente monitoreo se muestran en la **Tabla 9**. En términos de riqueza específica no existen diferencias entre las estaciones y los puntos evaluados, con reportes que fluctúan entre 0 y 2 las especies contabilizadas. La evaluación los índices comunitarios presentaron valores promedio de 0,223 ± 0,3345 para el índice de diversidad (H'), 0,963 ± 0,046 para la equidad (J') y 0,202 ± 0,277 para la dominancia (D). Un análisis detallado indica que durante la presente campaña de evaluación, los puntos prospectados presentaron cuadros de inestabilidad comunitaria, con bajos registros de diversidad y equidad y valores de 1-Lambda', que indican una comunidad íctica poco diversa y con síntomas de dominancia.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

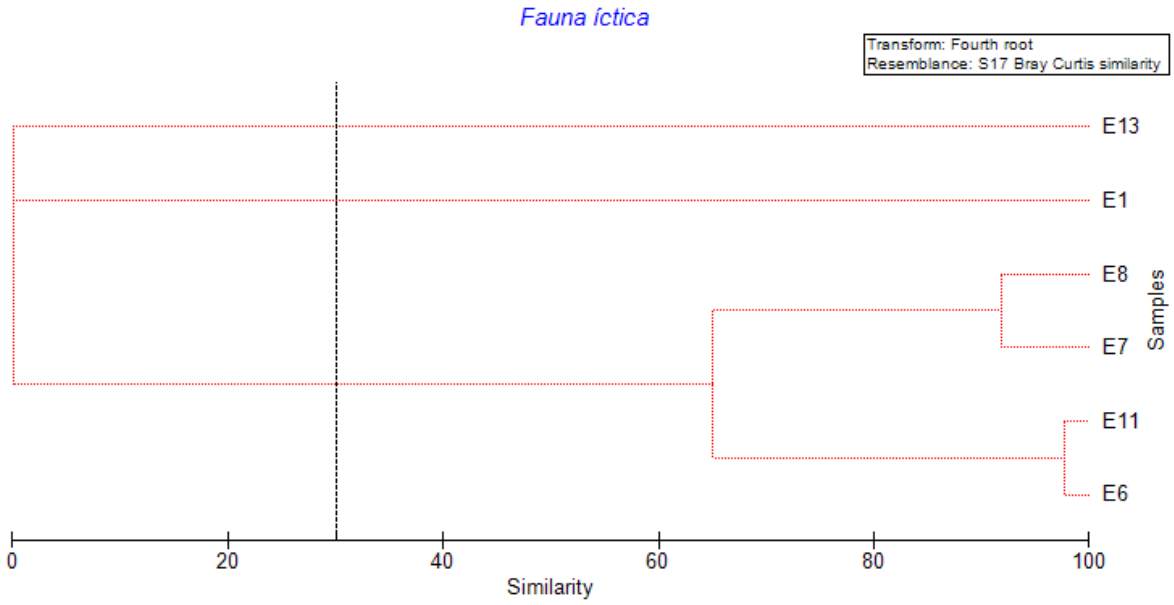
Tabla 9. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios:(d), diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

Sample	S	N	J'	H'(loge)	1-Lambda'
E1	0	0	****	0	****
E6	1	10	****	0	0
E7	2	13	0,9957	0,6902	0,5385
E8	2	26	0,9306	0,645	0,4708
E11	1	12	****	0	0
E13	1	7	****	0	0

5.1.2.7 Análisis de conglomerado

El dendrograma resultante del índice de Similitud de Bray-Curtis, realizado para el periodo de muestreo, se muestra en la **Figura 13**.

El análisis de cluster para el periodo de muestreo, basado en datos de abundancia de las taxa colectadas agrupadas a nivel de especies, muestra a un nivel de similitud cercano al 29,98%, la conformación de una agrupación integrada por las estaciones con presencia íctica (con excepción del sitio estuarino "E13") y ordenando en un conglomerado a los puntos de monitoreos E6 y E11 y en otro a las estaciones prospectadas en el área central (E7 y E8). Estas conformaciones, se deben principalmente a los niveles de abundancia y la analogía en el reporte de especies observadas, infiriendo una distribución espacial de organismos – en estas últimas estaciones prospectadas- homogénea y similar.



CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

El análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (NMDS), a un nivel de similitud de un 60% (**Figura 14**), evidencia similar tendencia del análisis de conglomerados, agrupando a la mayoría de las estaciones de muestreo, con excepción del punto estuarino (E13) y la estación E1. Estas congregaciones se forman principalmente por sus niveles de riqueza y abundancia observadas en cada una de esos puntos.

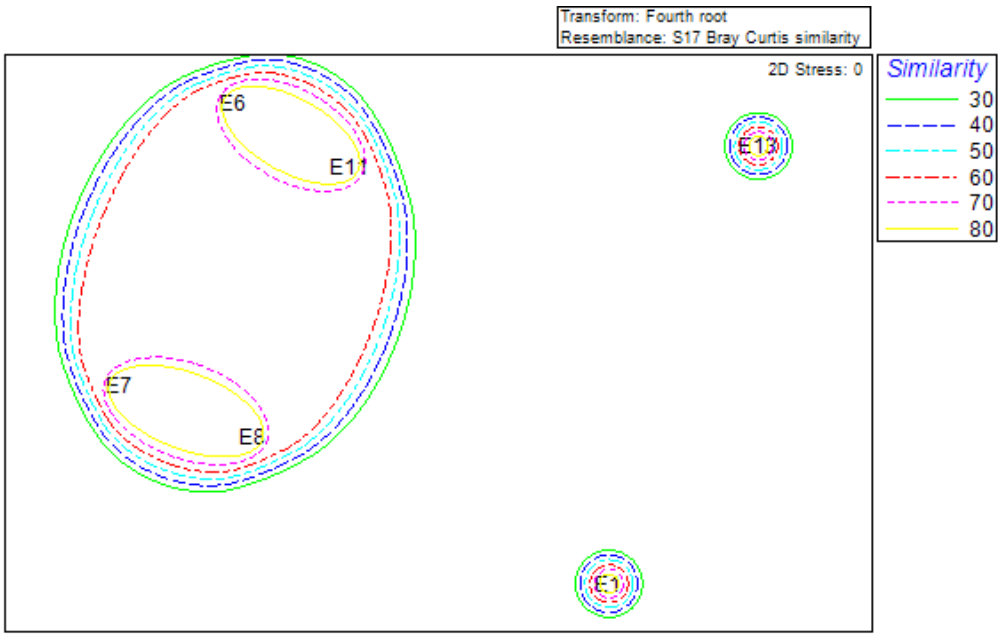


Figura 14. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.2 Monitoreo estival (enero 2024)

5.2.1 Parámetros estructurales del área de estudio

Los resultados obtenidos en la caracterización de los parámetros estructurales del área de estudio, indican que las estaciones de muestreo emplazadas en el sector central (o valle) del Río Elqui, presentaron características asociadas a zonas de transición; es decir, ambientes con moderada/baja velocidad de caudal y sustrato mixto compuesto principalmente por piedras, arena y fango. A su vez, el punto de monitoreo E1 (estación ubicada en el extremo oriental del área de estudio), reportó un importante caudal y sustrato mayoritariamente compuesto de bolones y piedras, mientras que el sitio de muestreo ubicado en la zona estuaria, registró condiciones de apozamiento de sus aguas y sustrato de tipo arenoso. Un análisis comparativo indica que las características morfológicas de los diferentes puntos monitoreados, no evidenciaron variación en relación a lo observado durante el periodo primaveral (**Figuras 15, 16, 17, 18 y 19**). Al igual que la campaña del mes de septiembre, en gran parte de las estaciones monitoreadas, con excepción de las estaciones emplazadas en los polos del área de estudio (E1 y E13), se observó una importante densidad de mucosidad de color verde café sobre el sustrato de rocas, piedras, vegetación emergida y espejo de agua (**Figura 20**). Esta condición (mucosidad) aumentó levemente durante el mes de enero, probablemente por la disminución del caudal del río Elqui, comportamiento común del periodo estival.



Figura 15. Estación de monitoreo E1 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 16. Estación de monitoreo E6 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024



Figura 17. Estación de monitoreo E7 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 18. Estación de monitoreo E11 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024



Figura 19. Estación de monitoreo E13 "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Figura 20. Fortografías que muestra presencia de mucosidad en estaciones prospectadas. Campaña enero 2024

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.2.2 Fauna íctica

5.2.2.1 Análisis de riqueza y abundancia

El monitoreo de la fauna íctica reveló la presencia de 3 especies, representantes del Órden Characiformes, Mugiliformes y Cyprinodontiformes (**Tabla 10**), con un total de 160 ejemplares capturados (**Tabla 11**).

Tabla 10. Listado de especies capturados "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estado de conservación	Proceso de Clasificación
Especies nativas-endémicas					
Characiformes	Characidae	*Cheirodon pisciculus*	Pocha	VU	RCE
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil cephalus*	Lisa	LC	RCE
Especies introducidas					
Cyprinodontiformes	Poecilidae	*Gambusia holbrooki*	Pez mosquito	-	-

La especie con mayor abundancia absoluta durante el presente monitoreo correspondió al taxón *Gambusia sp* (pez mosquito, N = 106), representando el 66,3% del total contabilizado, seguido por la especie *Cheirodon pisciculus* (pocha) con el aporte de 49 individuos. En el sector estuarino del área de estudio (E13), se contabilizaron 5 ejemplares de *Mugil cephalus* (lisa).

Tabla 11. Conteo de especies capturados "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

Género/Especie	E1	E6	E7	E8	E11	E13
Cheirodon pisciculus	5		13		31	
Mugil cephalus						5
Gambusia sp	3	35	20		48	
TOTAL	**8**	**35**	**33**		**79**	**5**

Al analizar la abundancia relativa de cada taxón por punto de monitoreo, podemos reportar una disparidad en el conteo de especies en el área de estudio, con una importante representatividad de *Gambusia sp* en gran parte del área prospectada, un reporte considerable de *Ch. pisciculus* en el sector alto y medio de nuestra zona de estudio y presencia del taxón *Mugil cephalus* en el sector estuarino (E13) (**Figura 21**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

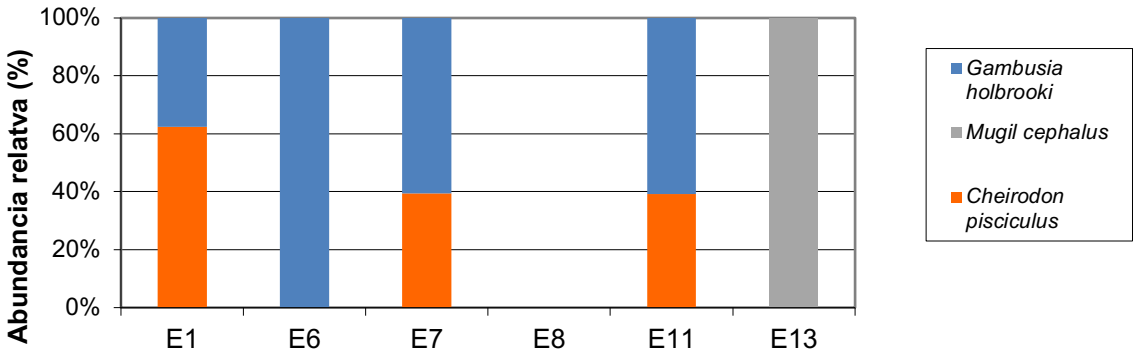


Figura 21. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

5.2.2.2 Aspectos biométricos

Estación de monitoreo E1

Cheirodon pisiculus

Se capturó un total de 5 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 6,0 cm y 4,5 cm y una longitud total promedio de 5,1 cm (**Tabla 12**).

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 3 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 6,0 cm y 5,5 cm y una longitud total promedio de 5,67 cm (**Tabla 12**).

Tabla 12. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E1. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024.

Especies	E1			
	N	LT		
		LT Prom	LT Máx	LT Min
Cheirodon sp	5	5,10	6,0	4,5
Gambusia sp	3	5,67	6,0	5,5

Estación de monitoreo E6

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 35 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 3,5 cm y una longitud total promedio de 4,34 cm (**Tabla 13**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 13. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E6. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

Especies	E6			
	N	LT		
		(prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Gambusia sp	35	4,34	5,50	3,50

Estación de monitoreo E7

Cheirodon pisciculus

Se capturó un total de 13 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,5 cm y 4,0 cm y una longitud total promedio de 4,85 cm (**Tabla 14**).

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 20 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 5,0 cm y 3,5 cm y una longitud total promedio de 4,3 cm (**Tabla 14**).

Tabla 14. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E8. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

Especies	E7			
	N	LT		
		LT Prom	LT Máx	LT Min
Cheirodon sp	13	4,85	5,5	4,0
Gambusia sp	20	4,30	5,0	3,5

Estación de monitoreo E11

Cheirodon pisciculus

Se capturó un total de 31 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 6,5 cm y 4,0 cm y una longitud total promedio de 5,53 cm (**Tabla 15**).

Gambusia holbrooki

Se capturó un total de 48 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 6,5 cm y 3,5 cm y una longitud total promedio de 5,11 cm (**Tabla 15**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 15. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E11. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña Campaña enero 2024

Especies	E11			
	N	LT		
		(prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Cheirodon sp	31	5,53	6,5	4
Gambusia sp	48	5,11	6,5	3,5

Estación de monitoreo E13

Mugil cephalus

Se capturó un total de 5 ejemplares, con una longitud corporal que varió entre 28,5 cm y 24,5 cm y una longitud total promedio de 25,9 cm (**Tabla 16**).

Tabla 16. Número de individuos (N), longitud total (LT), desviación estándar (d.s.-LT), longitud máxima y longitud mínima, en la estación de pesca E13. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

Especies	E13			
	N	LT		
		LT (prom ± d.s.)	LT Máx	LT Min
Mugil cephalus	5	25,90	28,50	24,50

5.2.2.3 Origen Geográfico

Al analizar la presencia de ictiofauna según su origen, se reportaron especies de origen endémico, nativo e introducido. Así, prevaleció ampliamente la procedencia introducida en gran parte del área de estudio, a través del taxón *Gambusia holbrooki*, mientras que las especies de origen nativo y endémico, fueron representadas por *Cheirodon pisciculus* y *Mugil cephalus*, respectivamente (**Figura 22**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

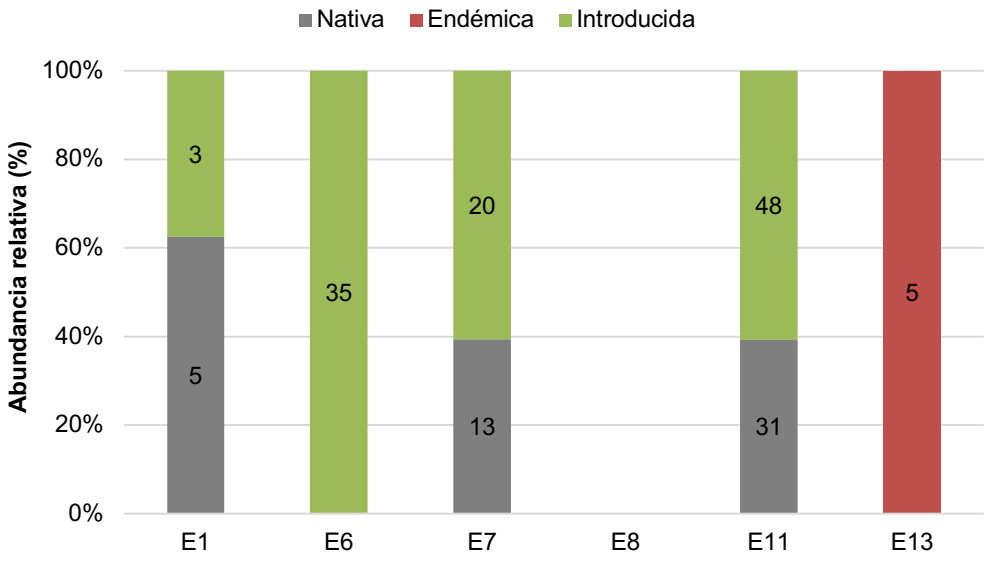


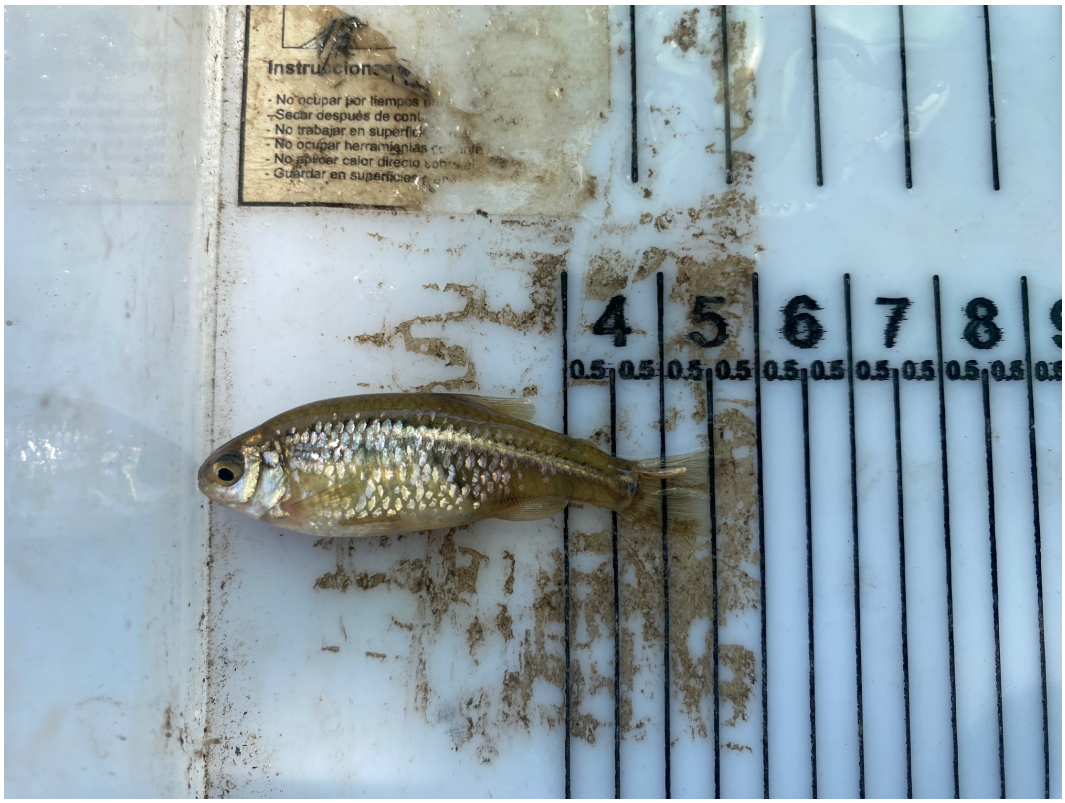
Figura 22. Proporción relativa de especies de origen Nativo, Endémico e Introducido capturadas en cada una de las estaciones de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

5.2.2.4 Fotografías de las especies identificadas en el presente estudio.



Fotografía 4. *Mugil cephalus* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Fotografía 5. *Cheirodon pisciculus* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)

5.2.2.5 Parámetros comunitarios

Al analizar la distribución espacial de las estaciones de pesca monitoreadas, se observó que la mayor abundancia numérica estuvo asociada a la estación E11 (N = 79) y seguido por los puntos E6 y E7 con el conteo de 35 y 33 ejemplares, respectivamente. Para el caso de la riqueza de especies (S), los sitios E1, E7 y E11 presentaron el mejor el aporte íctico, con la identificación de dos especies para cada estación (S=2) (**Figura 23**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

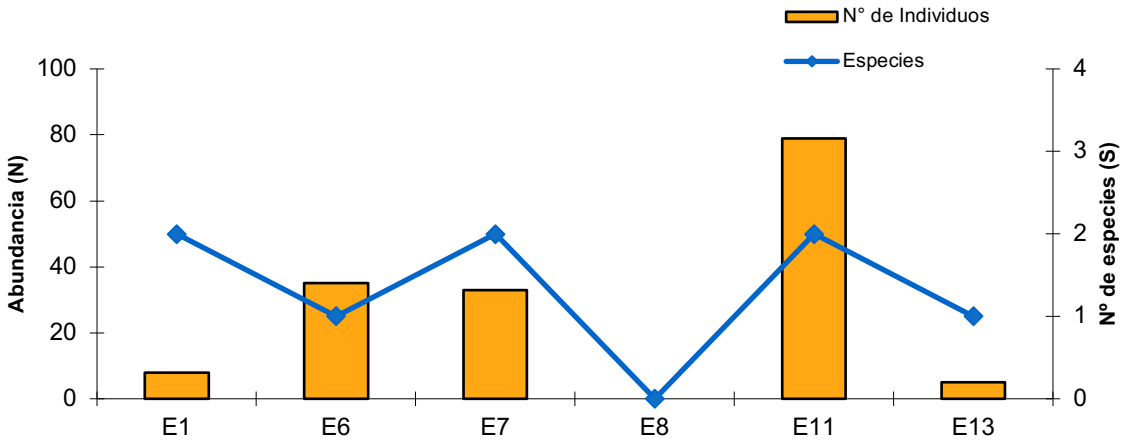


Figura 23. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024

La evaluación de los distintos índices comunitarios presentaron resultados promedio de 0,334 ± 0,366 para el índice de diversidad (H'), 0,963 ± 0,007 para la equidad (J') y 0,302 ± 0,277 para la dominancia (D) (**Tabla 17**). Un análisis detallado indica que durante la presente campaña de evaluación, y al igual que lo reportado durante la anterior prospección, los puntos monitoreados reportaron bajos registros de diversidad y números que indican una dominancia importante de la taxa *Gambusia spp*.

Tabla 17. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios:(d), diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024.

Sample	S	N	J'	H'(loge)	1-Lambda'
E1	2	8	0,9544	0,6616	0,5357
E6	1	35	****	0	0
E7	2	33	0,9673	0,6705	0,4924
E8	0	0	****	0	****
E11	2	79	0,9663	0,6698	0,483
E13	1	5	****	0	0

5.2.2.6 Análisis de conglomerado

El dendrograma resultante del índice de Similitud de Bray-Curtis, realizado para el periodo de muestreo, se muestra en la **Figura 24**.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

El análisis de cluster para el periodo de muestreo, basado en datos de abundancia de las taxa colectadas agrupadas a nivel de especies, muestra a un nivel de similitud cercano al 28,32%, la conformación de una agrupación integrada por gran parte de las estaciones con presencia íctica y ordenando en un conglomerado con la mejor semejanza, a los puntos de monitoreos E7 y E11 (cercana al 90%). Estas conformaciones, se deben principalmente a los niveles de abundancia y la analogía en el reporte de especies observadas, infiriendo una distribución espacial de organismos homogénea y similar. A su vez, el cluster evidencia a los sitios E8 y E13 totalmente desplazados del clado principal, situación que se reporta por la ausencia íctica y presencia extraordinaria de la especie *Mugil cephalus,* respectivamente.

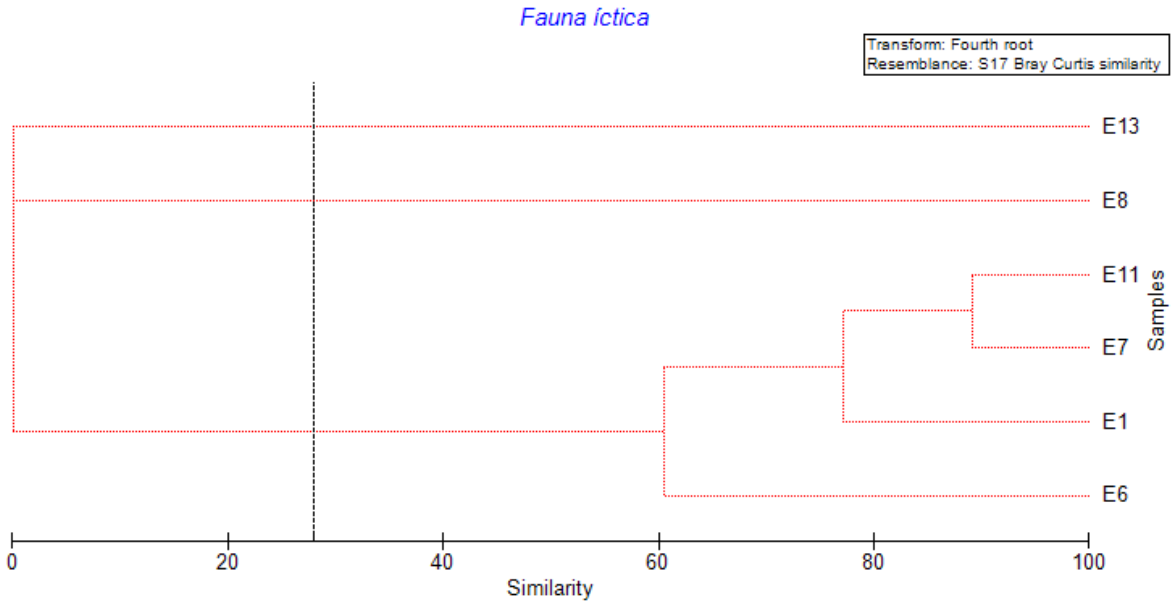


Figura 24. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024.

El análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (NMDS), a un nivel de similitud de un 50% (**Figura 25**), evidencia similar tendencia del análisis de conglomerados, agrupando a la mayoría de las estaciones de muestreo, con excepción del punto estuarino ("E13") y la estación E8 (sin presencia íctica). Estas congregaciones se forman principalmente por sus niveles de riqueza y abundancia observadas en cada una de esos puntos.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

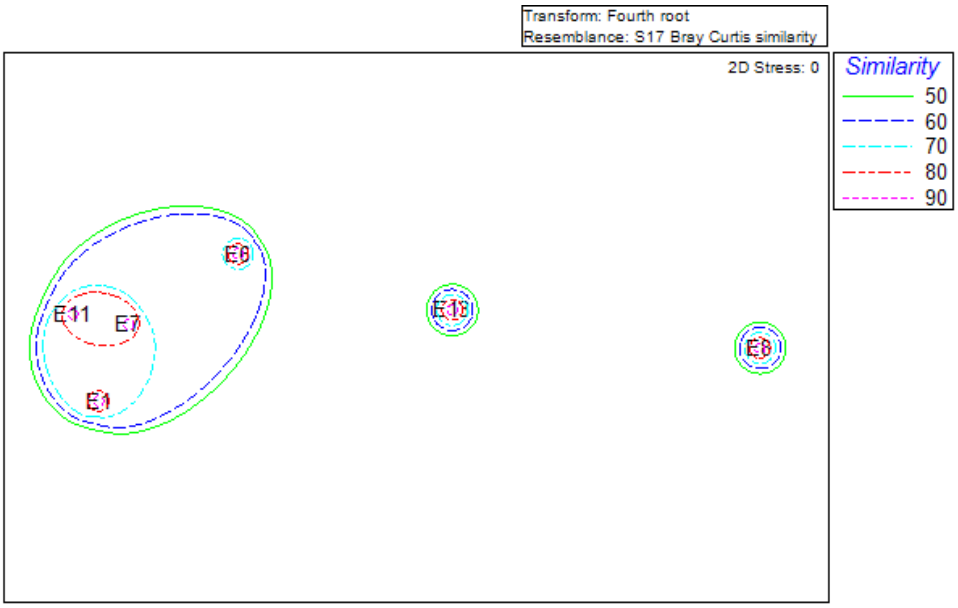


Figura 25. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña enero 2024.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.2.3 Comunidades fitoplanctónicas

5.2.3.1 Riqueza y abundancia de especies en muestras fitoplanctónicas

La estructura taxonómica de las comunidades fitoplanctónicas presentes en el área de estudio reportó un total de 92 taxa, distribuidas en 9 Clases: Bacillariophyceae, Mediophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Coscinodiscophyceae, Ulvophyceae, Xanthophyceae y Dinophyceae. En términos de riqueza taxonómica, el grupo mejor representado correspondió a la Clase Bacillariophyceae (**Figura 26**), con una contribución cercana al 78,26% (S=72) del total de especies identificadas.

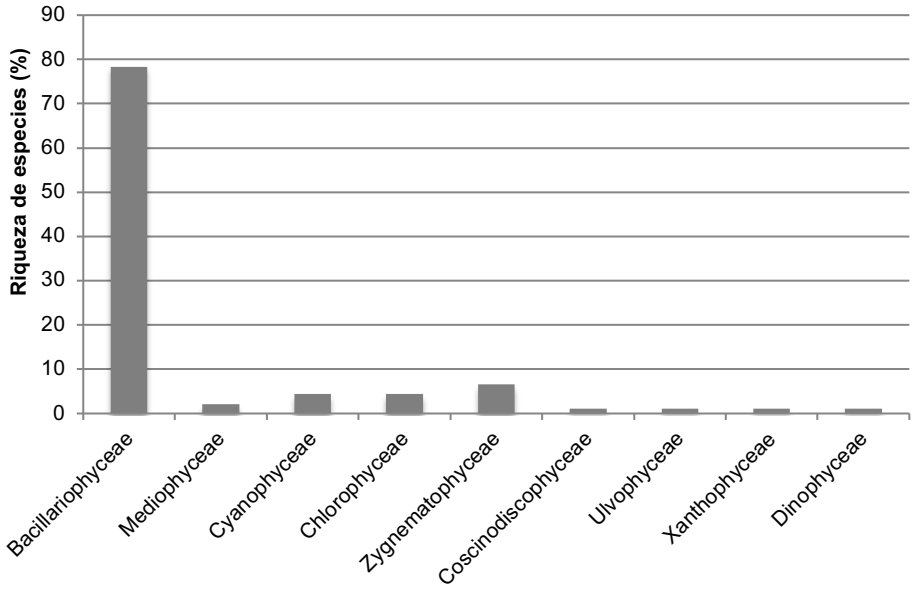


Figura 26. Riqueza (S) de especies (%) según grupo taxonómico

Al analizar la abundancia de organismos identificados, el grupo Bacillariophyceae correspondió a la Clase mejor representada, con una contribución superior al 99,83% del total de organismos contabilizados. Esta importante abundancia se dió básicamente por los representativos números de los taxones *Brachysira cf. Vitrea y Denticula kuetzingii.* El resto de los grupos reportados, presentaron números de abundancia significativamente menores (**Figura 27**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

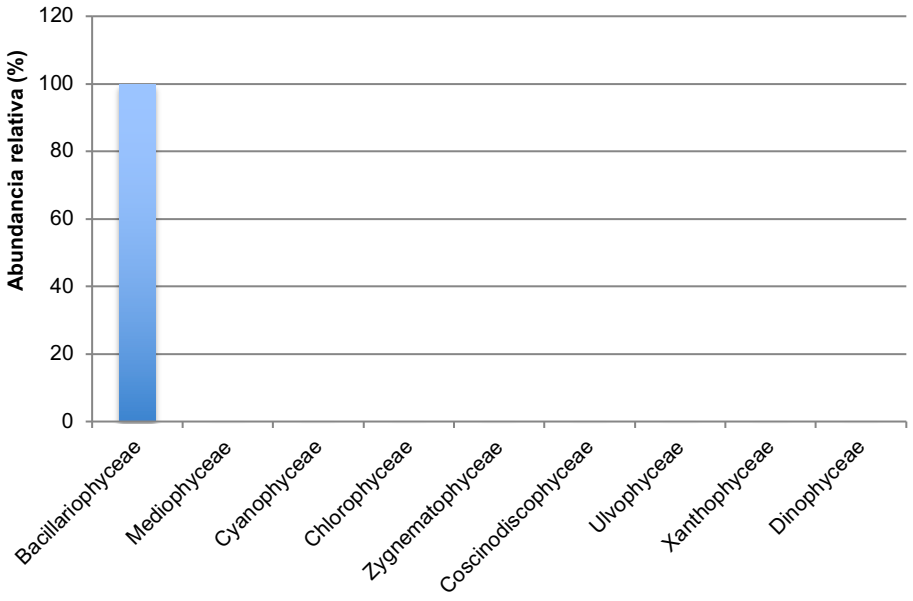


Figura 27. Abundancia relativa (%) según grupo taxonómico.

Un análisis más detallado de la abundancia relativa, presentó a la especie *Brachysira cf. vitrea* (Bacillariophyceae) como las células más abundantes durante el presente monitoreo, con una contribución cercana 35,25% de la abundancia total, seguido por *Denticula kuetzingii* (Bacillariophyceae) con una densidad porcentual del 21,03%. El aporte secundario estuvo constituido por *Pseudostaurosira brevistriata y Achnanthidium minutissimum* (todas Bacillariophyceae) con una contribución acumulada cercana al 31,78%. El análisis consideró a los individuos con una participación porcentual mayor al 1% (**Figura 28**).

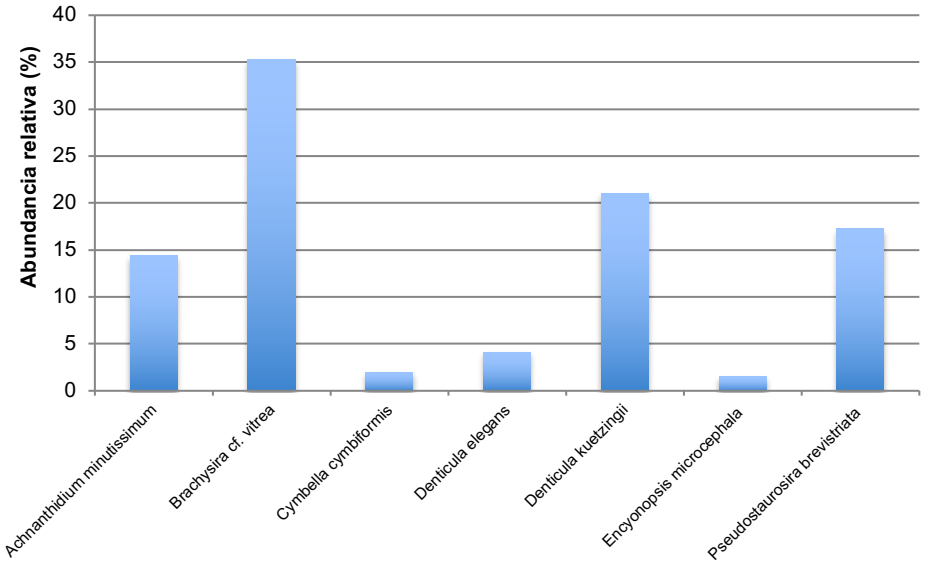


Figura 28. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Las densidades encontradas para las diferentes taxa por estación de muestreo, indican que durante el periodo de monitoreo (**Tabla 18**), la mayor densidad de organismos se presentó en el punto emplazado en el sector central de nuestra área de estudio (E6), con una abundancia numérica de 1.074.981,0 cel/L (53,55%). A su vez, los sitios monitoreados en los polos del área de estudio, reportaron un menor conteo celular, con un registro en el punto E1 de 3.526,0 cel/L (0,18%) y 434,7 cel/L (0,02%) en el sector estuarino (E13) (**Figura 29**). En términos de riqueza, el punto de muestreo "urbano" (E11), contabilizó el mejor reporte de especies fitoplanctónicas (S=47) y registró al sector "E7" con el menor conteo taxonómico (S=28) (**Figura 29**).

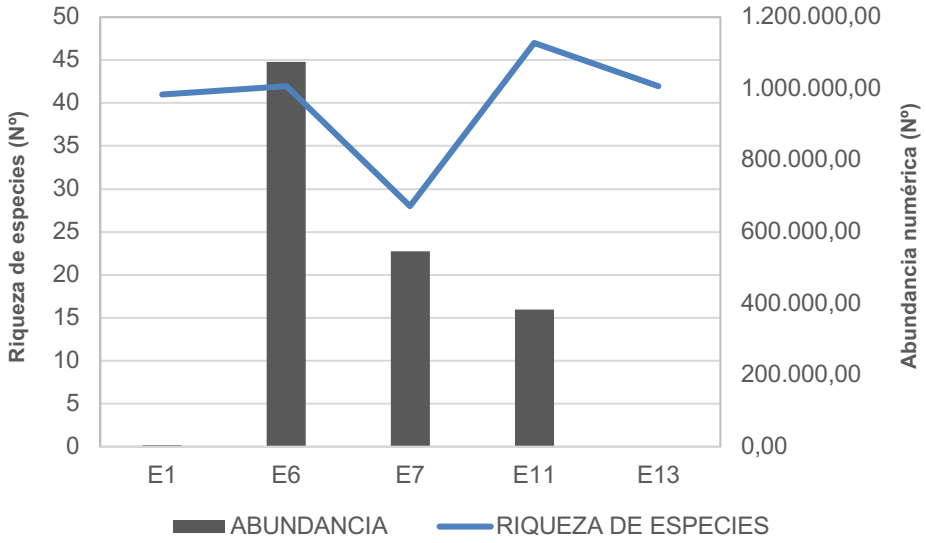


Figura 29. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos.

Tabla 18. Densidad (células/L), riqueza de especies y desviación estándar (DE)

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
Bacillariophyceae	*Achnanthes* spp.	98	0	0	3640	0
	Achnanthidium minutissimum	623	257544	28000	4480	8
	Achnanthidium sp.	3,23	0	0	6440	2
	Amphora copulata	1,08	0	0	0	0
	Amphora ovalis	0	0	0	0	2
	Amphora spp.	0	560	0	0	1
	Bacillaria paxillifera	0	0	0	20	1
	Brachysira aponina	0	0	0	20	0
	Brachysira brebissonii	1,08	560	20	0	0
	Brachysira cf. *vitrea*	1,08	472752	138474	96374,63	73,5
	Caloneis bacillum	0	0	0	20	0
	Caloneis sp.	1,08	0	0	0	0
	Cocconeis euglypta	483	2800	20	280	0

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
	Cocconeis placentula	812	0	40	560	1
	Craticula halophila	0	120	0	20	0
	Cymbella affinis	27,46	7560	2520	1260	2
	Cymbella cistula	0	0	20	0	0
	Cymbella cymbiformis	1,08	34720	6160	280	0
	Cymbella helvetica	3,23	200	2100	1400	1
	Denticula elegans	1,08	7280	51156	25384,39	4
	Denticula kuetzingii	0	219912	141120	61094,63	31,5
	Diatoma moniliformis	1,08	0	0	0	1
	Diatoma vulgaris	9,69	0	0	0	0
	Diploneis ovalis	0	0	0	20	0
	Diploneis sp.	1,08	0	0	0	0
	Encyonema minutum	0	40	0	1120	0
	Encyonema silesiacum	4,31	40	0	0	0
	Encyonopsis microcephala	10,77	21280	6300	4760	6
	Eolimna sp.	0	80	0	40	1
	Eunotia sp.	0	0	0	0	1
	Fragilaria capucina	7,54	0	0	0	0
	Fragilaria sp.1	1309	0	0	0	0
	Fragilaria spp.	0	8960	1260	1120	0
	Gyrosigma acuminatum	1,08	0	0	0	0
	Gomphoneis minuta	0	0	0	0	1
	Gomphonema angustatum	0	80	0	0	0
	Gomphonema angustum	0	40	0	0	0
	Gomphonema gracile	0	80	20	560	3
	Gomphonema spp.	0	560	0	0	1
	Halamphora acutiuscula	0	0	0	280	0
	Karayevia clevei	0	0	0	0	1
	Karayevia sp.	1,08	0	0	0	0
	Mastogloia smithii	0	40	0	20	0
	Navicula gregaria	0	40	0	0	1
	Navicula pseudogracilis	9,69	10640	0	20	1
	Navicula radiosa	1,08	5600	3080	1120	0
	Navicula tripunctata	2,15	40	0	0	0
	Navicula viridula	1,08	0	0	0	1
	Navicula spp.	3,23	0	0	0	1
	Navicymbula pusilla	0	3920	280	1260	5
	Nitzschia amphibia	0	0	0	0	1
	Nitzschia dissipata	6,46	0	0	0	0
	Nitzschia latens	0	80	0	0	0

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
	Nitzschia linearis	2,15	0	0	0	0
	Nitzschia spp.	70	140	280	1400	9
	Paraplaconeis placentula	0	40	0	0	0
	Pinnularia spp.	1,08	0	0	0	0
	Planothidium delicatulum	0	0	280	40	0
	Planothidium lanceolatum	1,08	0	0	840	1
	Pseudostaurosira brevistriata	0	17360	162288	167580	110,5
	Rhoicosphenia abbreviata	2,15	0	0	0	0
	Rhopalodia acuminata	0	0	0	280	0
	Rhopalodia brebissonii	0	40	0	20	0
	Rhopalodia gibba	0	0	0	20	0
	Sellaphora sp.	0	0	0	20	0
	Staurosirella pinnata	0	40	0	0	0
	Surirella librile	1,08	0	0	0	0
	Synedra spp.	4,31	40	0	560	0
	Tabularia fasciculata	0	80	280	20	0
	Tryblionella levidensis	1,08	0	0	0	1
	Ulnaria acus	0	80	20	0	0
	Ulnaria ulna	5,38	80	560	0	1
Mediophyceae	*Discostella stelligera*	0	0	0	0	2
	Stephanocyclus meneghinianus	0	0	0	0	1
Cyanophyceae	*Chroococcus* sp.	0	2	0	19	0,5
	Merismopedia sp.	0	0	26	391	18,2
	Microcystis sp.	0	0	0	0	25,2
	Oscillatoria sp. (filamento)	0	1500	450	99	0,8
Chlorophyceae	*Pediastrum* sp.	0	32	48	64	54,4
	Scenedesmus spp.	0	4	24	42	54,3
	Sphaerocystis sp.	0	0	0	0	0,9
	Stauridium sp.	0	0	4	0	0
Zygnematophyceae	*Cosmarium* sp.	0	0	0	1	0
	Mougeotia sp.	0	0	196	173	1,2
	Sirogonium sp.	0	0	0	8	0
	Spirogyra sp.	6,9	7	0	133	0,7
	Staurastrum sp.	0,7	0	0	0	0
	Zygnema sp.	0	8	0	41	0
Coscinodiscophyceae	*Aulacoseira* spp.	0	0	0	0	1
Ulvophyceae	*Cladophora* sp.	3,3	0	0	0	0
Xanthophyceae	*Tribonema* sp.	1,1	0	0	0	0
Dinophyceae	*Peridinium* sp.	0	0	0	1	0
RIQUEZA DE ESPECIES		**41**	**42**	**28**	**47**	**42**

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
ABUNDANCIA		3526,00	1074981,00	545026,00	383345,66	434,70
DESVIACIÓN ESTANDAR		177,74	60031,60	26869,60	21034,04	16,14

5.2.3.2 Parámetros comunitarios

Los resultados de los distintos índices ecológicos univariados obtenidos durante el presente monitoreo se muestran en la **Tabla 19**. Los índices comunitarios presentaron valores promedio de 1,790 ± 0,366 para el índice de diversidad (H'), 0,488 ± 0,098 para la equidad (J') y 0,762 ± 0,064 para la dominancia (1-Lambda'). Un análisis detallado muestra que los puntos monitoreados presentaron valores homogéneos, con registros que indican una comunidad fitoplactónica con valores medios de diversidad y equidad y números que exhiben una baja dominancia de especies para el área en general. Destacamos el punto prospectado en el sector estuarino (E13), el que presentó importantes números de diversidad y equidad comunitaria.

Tabla 19. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

Sample	S	N	J'	H'(loge)	1-Lambda'
E1	41	3526	0,4568	1,696	0,7581
E6	42	1074981	0,4107	1,535	0,7053
E7	28	545026	0,4984	1,661	0,768
E11	47	383346	0,4209	1,621	0,7152
E13	42	435	0,6517	2,436	0,8657

5.2.3.3 Análisis de conglomerado

El dendrograma resultante del índice de Similitud de Bray-Curtis, realizado para el periodo de muestreo, se muestra en la **Figura 30.** El análisis de cluster, basado en datos de abundancia de las taxa colectadas agrupadas a nivel de especies, muestra a un nivel de similitud promedio cercano al 35,81%, la conformación de dos grupos, ordenando en un conglomerado específico a las estaciones prospectadas en el área de estudio central (E6, E7 y E11) y dejando en un segundo cluster a los puntos de monitoreo ubicados en los polos de la zona estudiada (E1 y E13). Destacamos con el mejor porcentaje de similitud a los sitios E7 y E11, con un valor de semejanza cercano al 65%.
Esta conformación, se debe principalmente a los niveles de abundancia y la analogía en el reporte de especies observados, infiriendo una distribución espacial de organismos homogénea en las estaciones mencionadas.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

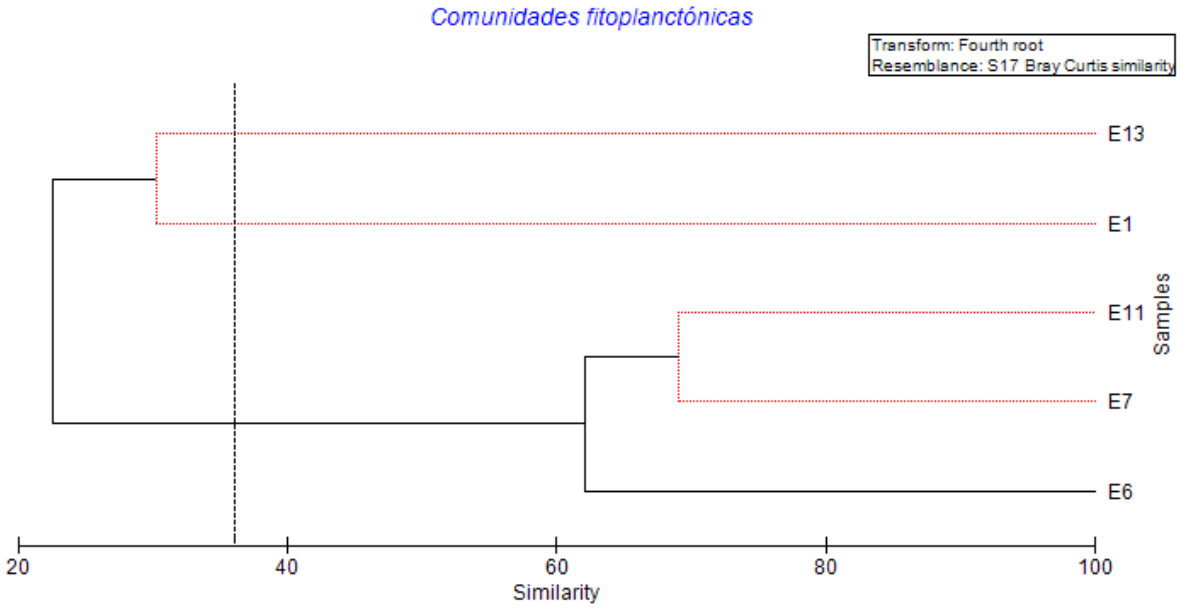


Figura 30. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

El análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (NMDS), a un nivel de similitud de un 60% (**Figura 31**), evidencia similar tendencia del análisis de conglomerados, agrupando a los puntos de monitoreo emplazados en el sector central y desplazando con el menor porcentaje de similitud, a las estaciones ubicadas en los polos del área de estudio (E1 y E13).

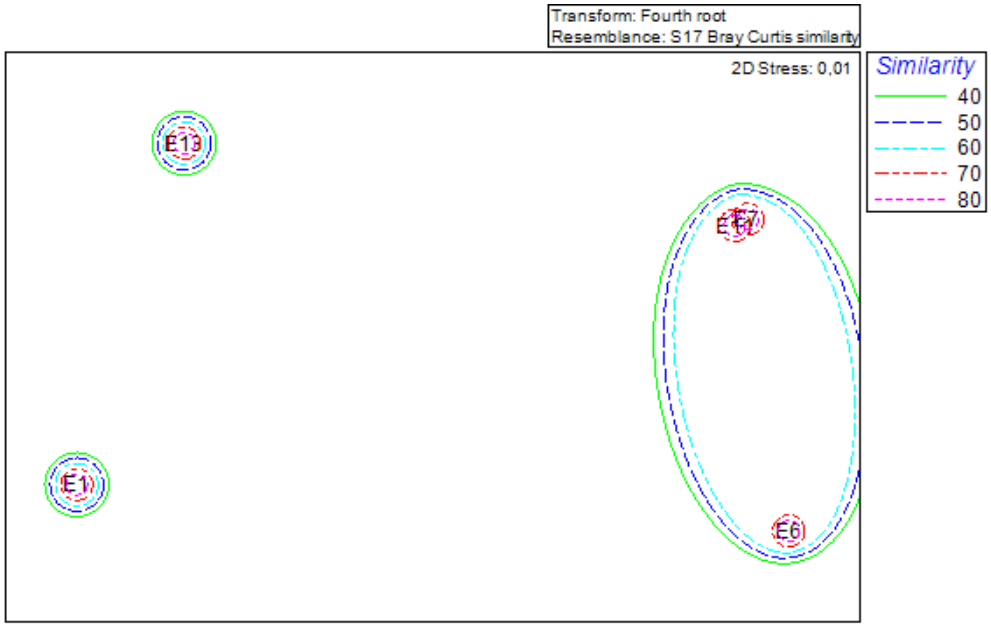


Figura 31. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.2.4 Comunidades fitobentónicas

5.2.4.1 Riqueza y abundancia de especies en muestras fitobentónicas

La estructura taxonómica de las comunidades fitoplanctónicas presentes en el área de estudio reportó un total de 87 taxa, distribuidas en 7 Clases: Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae y Dinophyceae. En términos de riqueza taxonómica, el grupo mejor representado correspondió a la Clase Bacillariophyceae (**Figura 32**), con una contribución cercana al 82,76% (S=72) del total de especies identificadas. Secundariamente, destacamos a las Clases Cyanophyceae y Zygnematophyceae, con el aporte de 5 especies para cada grupo taxonómico (5,75%).

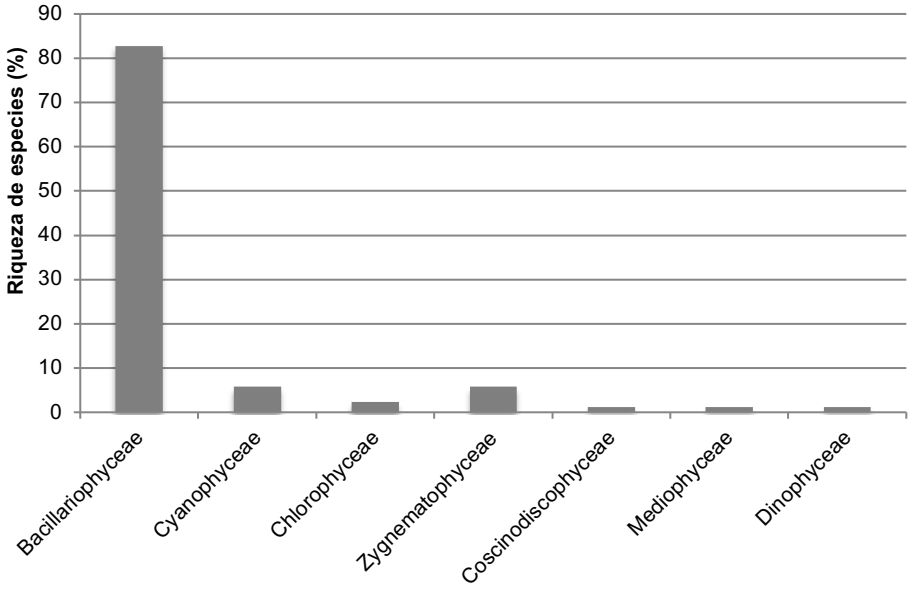


Figura 32. Riqueza (S) de especies (%) según grupo taxonómico

Al analizar la abundancia de organismos identificados, el grupo Bacillariophyceae correspondió a la Clase mejor representada, con una contribución superior al 99,79% del total de organismos contabilizados. Esta importante abundancia se dió básicamente por los representativos números de los taxones *Brachysira cf. Vitrea y Denticula kuetzingii.* El resto de los grupos reportados, presentaron números de abundancia significativamente menores (**Figura 33**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

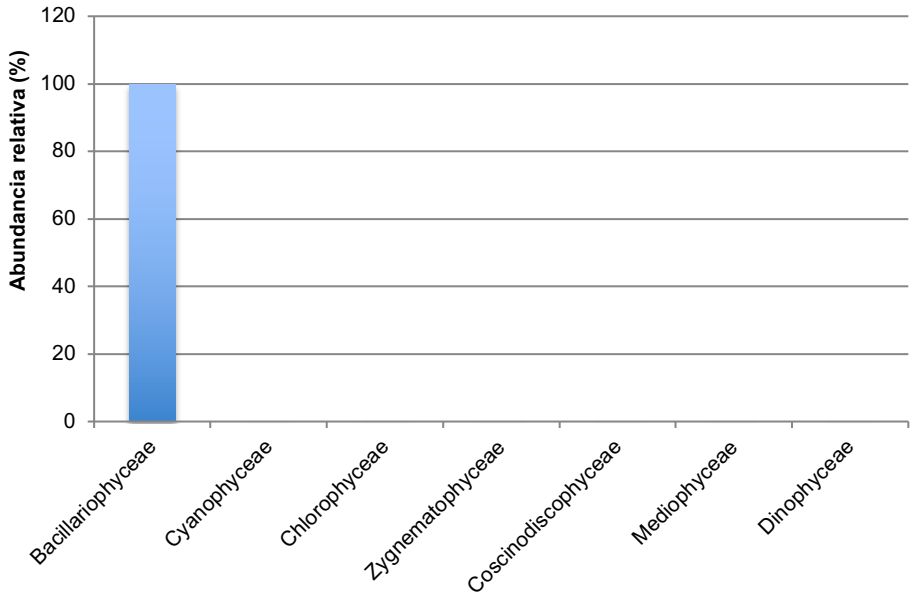


Figura 33. Abundancia relativa (%) según grupo taxonómico.

Un análisis más detallado de la abundancia relativa, presentó a la especie *Brachysira cf. vitrea* (Bacillariophyceae) como las células más abundantes durante el presente monitoreo, con una contribución cercana 63,4% de la abundancia total, seguido por *Denticula kuetzingii* (Bacillariophyceae) con una densidad porcentual del 10,5%. El aporte secundario estuvo constituido por *Pseudostaurosira brevistriata y Achnanthidium minutissimum* (todas Bacillariophyceae) con una contribución acumulada cercana al 12,4%. El análisis consideró a los individuos con una participación porcentual mayor al 1% (**Figura 34**).

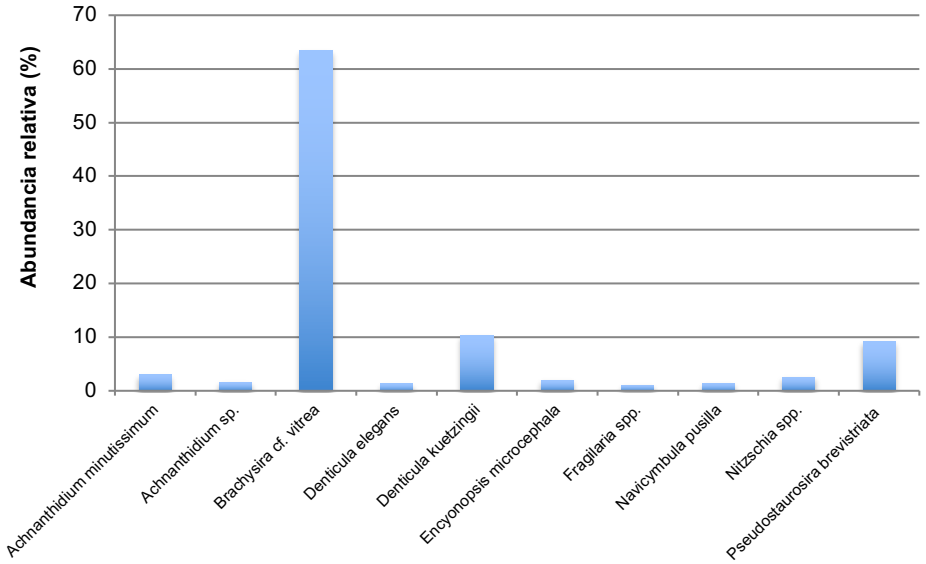


Figura 34. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Las densidades encontradas para las diferentes taxa por estación de muestreo, indican que durante el periodo de monitoreo (**Tabla 20**), la mayor densidad de organismos se presentó en el punto emplazado en el sector central de nuestra área de estudio (E7), con una abundancia numérica de 137.420,69 cel/L (56,04%). A su vez, los sitios monitoreados en los polos del área de estudio, reportaron un menor conteo celular, con un registro en el punto E1 de 298,65 cel/L (0,12%) y 2.107,56 cel/L (0,86%) en el sector estuarino (E13) (**Figura 35**). En términos de riqueza, el punto de muestreo E7 (sector central), contabilizó el mejor reporte de especies fitoplanctónicas (S=49) y el sector "E1" registró el menor conteo taxonómico (S=31) del área de estudio (**Figura 35**).

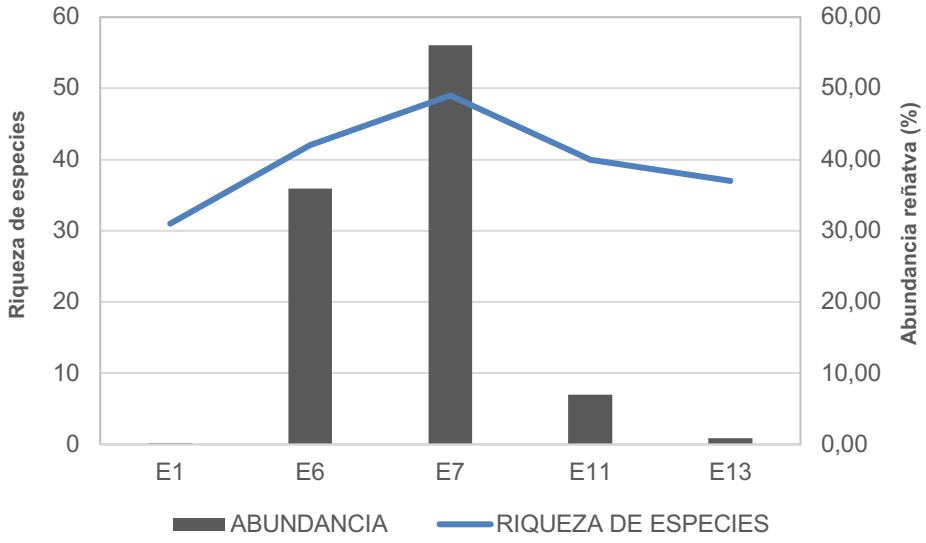


Figura 35. Abundancia relativa de los principales grupos taxonómicos.

Tabla 20. Densidad (células/L), riqueza de especies y desviación estándar (DE)

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
Bacillariophyceae	*Achnanthes* sp.	28	0	0	73,5	0
	Achnanthidium minutissimum	47	6580	0	1086,75	0
	Achnanthidium sp.	12,5	2800	700	892,5	0
	Amphora ovalis	0	0	0	0	54,25
	Amphora spp.	10,5	0	0	0,75	0
	Anomoeoneis sp.	0	0	5	0	0
	Bacillaria paxillifera	0	0	0	2,25	0
	Brachysira brebissonii	0	4	0	0	0
	Brachysira cf. *vitrea*	16	45080	105840	4586,4	5,25
	Caloneis amphisbaena	0	0	0	0	0,125
	Caloneis bacillum	0	4	75	3	1,75
	Caloneis sp.	0	0	7,5	0	0
	Cocconeis euglypta	12,75	56	5	0	1,75

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
	Cocconeis placentula	14,5	56	5	0	0
	Craticula buderi	0	12	10	0,75	0
	Craticula halophila	0	20	0	0	0
	Cymbella affinis	8,75	812	455	0,75	3,5
	Cymbella cistula	0	8	10	0	1,75
	Cymbella cymbiformis	0	4	15	0	0
	Cymbella helvetica	1	1120	245	73,5	0,13
	Denticula elegans	1	1323	1330	981,75	5,25
	Denticula kuetzingii	0	17992,8	7455	194,25	27,13
	Diatoma moniliformis	0	0	30	0	1,75
	Diatoma vulgaris	4,25	0	0	0	0
	Diploneis ovalis	0	0	92,5	0	0
	Encyonopsis microcephala	34	2408	2590	84	0,13
	Eolimna sp.	0	0	30	1,5	0
	Epithemia turgida	0	0	0	1,5	0
	Fragilaria capucina	0,5	4	0	0	0
	Fragilaria cf. *recapitellata*	1,25	0	0	0	0
	Fragilaria sp.1	78	4	0	0	0
	Fragilaria spp.	0	1120	1575	362,25	0
	Gomphonella olivacea	0	0	0	0	0,13
	Gomphonema angustatum	0,5	8	5	0	1,75
	Gomphonema gracile	0	560	300	1,5	5,25
	Gomphonema truncatum	0	4	0	0	0
	Gyrosigma acuminatum	0	0	15	0	0
	Halamphora acutiuscula	0	0	0	0	3,5
	Halamphora coffeiformis	0	0	10	0	0
	Hippodonta capitata	0	0	0	0	1,75
	Karayevia clevei	0,5	0	0	0	0
	Mastogloia atacamae	0	0	10	0	0
	Navicula cryptotenella	2,75	0	0	0	16,63
	Navicula gregaria	0	0	0	0	3,5
	Navicula pseudogracilis	6	8	30	0	0
	Navicula radiosa	1	392	140	10,5	0,13
	Navicula tripunctata	0	0	10	0	0
	Navicula cf. *viridula*	0	0	0	0	57,75
	Navicula spp.	0,5	4	5	0	0
	Navicymbula pusilla	0	2044	1540	189	3,5
	Nitzschia dissipata	1	0	0	0	0
	Nitzschia linearis	0	0	7,5	0	0
	Nitzschia sp.1	0	0	0	2,25	0

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Clase	Taxa/Especie	E1	E6	E7	E11	E13
	Nitzschia spp.	3,5	392	4970	0	1218,26
	Pinnularia gibba	0	0	5	2,25	0
	Pinnularia spp.	0	0	10	0	2,5
	Planothidium delicatulum	0	4	0	0,75	12,25
	Planothidium lanceolatum	0	112	0	0,75	0
	Pseudostaurosira brevistriata	0	5068	9135	8536,5	59,5
	Rhopalodia acuminata	0	0	15	0	0
	Rhopalodia brebissonii	0	0	50	0	0
	Sellaphora sp.	0	12	0	0,75	0
	Staurosira construens	0	16	25	31,5	0
	Surirella librile	0	4	0	0	0
	Surirella minuta	0	8	0	0	0
	Surirella sp.	0	0	5	0	0
	Synedra spp.	6,75	112	420	73,5	5,25
	Tabularia fasciculata	0	0	5	0,75	5,25
	Tryblionella hungarica	0	0	5	0	96,25
	Tryblionella levidensis	0	0	0	0	91
	Ulnaria acus	0	0	160	2,25	44,63
	Ulnaria ulna	0	0	0	0,75	0
Cyanophyceae	*Chroococcus* sp.	0	0,3	13,19	0,38	0,4
	Gomphosphaeria sp.	0	7	11,25	0	0
	Merismopedia sp.	2,4	8,1	34	2,25	9,4
	Oscillatoria sp. (filamento)	0,03	4,85	0,56	6,26	0
	Spirulina sp.	0	0	0	0,23	0,05
Chlorophyceae	*Pediastrum* sp.	2,4	8	0	3,6	16,2
	Scenedesmus spp.	0,1	4,3	4,13	2,33	285,25
Zygnematophyceae	*Cosmarium* sp.	0	0	0,06	0	0
	Mougeotia sp.	0	0	0	0,3	0
	Spirogyra sp.	0,2	0	0	0,11	0
	Staurastrum sp.	0,03	0	0	0	0
	Zygnema sp.	0	0,2	0	0	0
Coscinodiscophyceae	*Aulacoseira* spp.	1	0	0	0	0
Mediophyceae	*Stephanocyclus meneghinianus*	0	0	5	1,88	64,75
Dinophyceae	*Peridinium* sp.	0	0	0	2,36	0
RIQUEZA DE ESPECIES		**31**	**42**	**49**	**40**	**37**
ABUNDANCIA		**298,65**	**88188,55**	**137420,69**	**17218,09**	**2107,56**
DESVIACIÓN ESTANDAR		**10,95**	**5237,30**	**11393,18**	**1043,64**	**134,24**

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.2.4.2 Parámetros comunitarios

Los resultados de los distintos índices ecológicos univariados obtenidos durante el presente monitoreo se muestran en la **Tabla 21**. Los índices comunitarios presentaron valores promedio de 1,671 ± 0,523 para el índice de diversidad (H'), 0,461 ± 0,166 para la equidad (J') y 0,654 ± 0,171 para la dominancia (1-Lambda'). Un análisis detallado muestra que los puntos monitoreados presentaron números variables, con registros que indican una comunidad fitoplactónica más diversa y menos dominante hacia el sitio emplazado en sector más oriental (E1), comenzando una disminución de los parámetros comunitarios hacia el resto de los puntos prospectados y terminando con valores cercanos a una importante dominancia y baja diversidad en la estación E7.

Tabla 21. Valores por estación de muestreo del número de especies (S), número de individuos (N) y los parámetros comunitarios: diversidad (H´), equidad (J´) e índice de dominancia asociadas, para cada sitio de muestreo. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

Sample	S	N	J'	H'(loge)	1-Lambda'
E1	31	299	0,7196	2,471	0,8758
E6	42	88189	0,4443	1,661	0,6852
E7	49	137421	0,2618	1,019	0,3974
E11	40	17218	0,4084	1,507	0,6726
E13	37	2108	0,47	1,697	0,6399

5.2.4.3 Análisis de conglomerado

El dendrograma resultante del índice de Similitud de Bray-Curtis, realizado para el periodo de muestreo, se muestra en la **Figura 36.** El análisis de cluster, basado en datos de abundancia de las taxa colectadas agrupadas a nivel de especies, muestra a un nivel de similitud promedio cercano al 39,15%, la conformación un gran grupo, ordenando en un conglomerado específico con el mejor porcentaje de semejanza a los sitios E6 y E7 y dejando con el menor índice de similitud a las estaciones prospectadas en los polos del área de estudio (E1 y E13).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

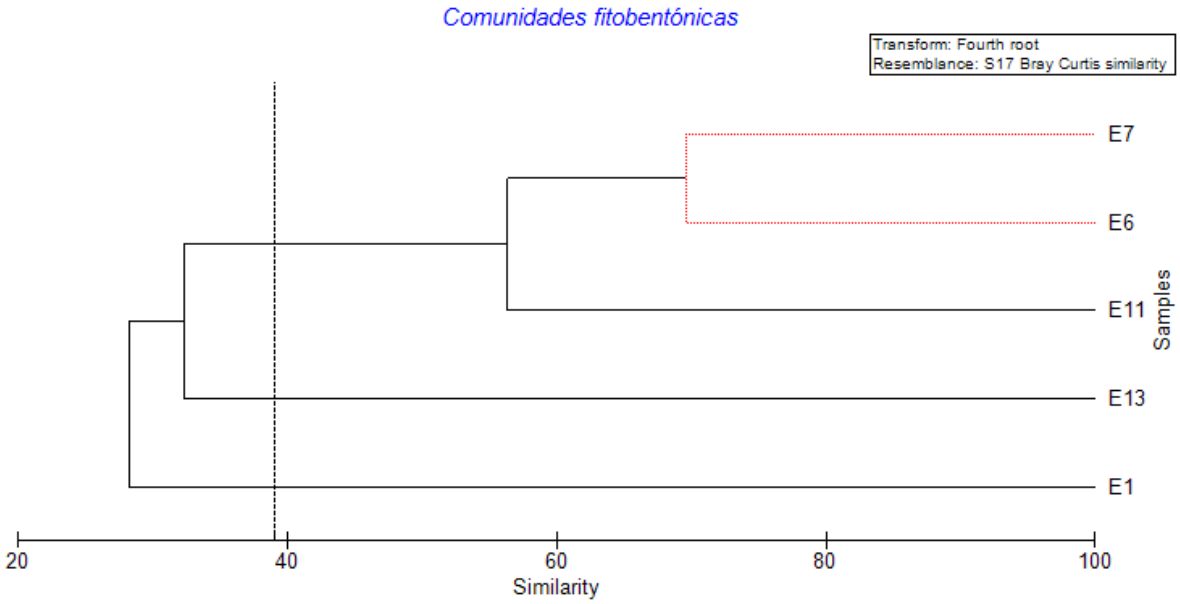


Figura 36. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

El análisis de ordenamiento multidimensional no métrico (NMDS), a un nivel de similitud de un 50% (**Figura 37**), evidencia similar tendencia del análisis de conglomerados, agrupando a los puntos de monitoreo emplazados en el sector central y desplazando con el menor porcentaje de similitud, a las estaciones ubicadas en los polos del área de estudio (E1 y E13).

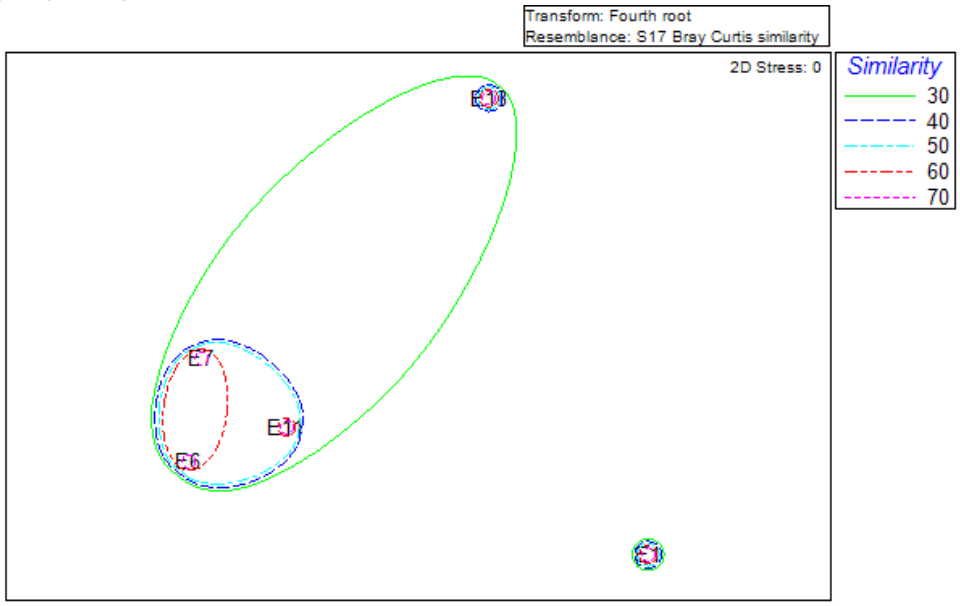
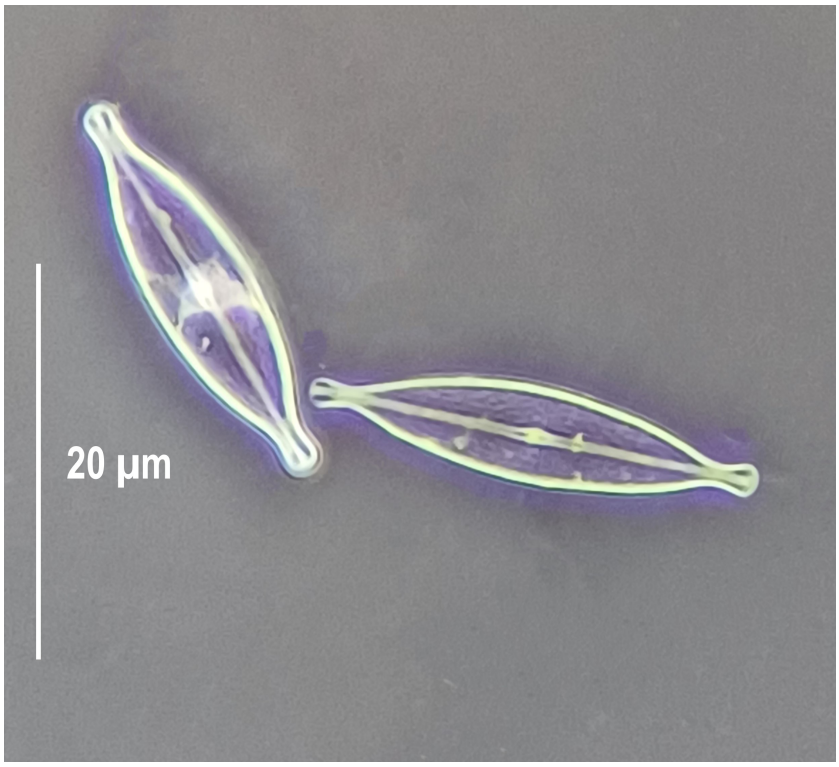
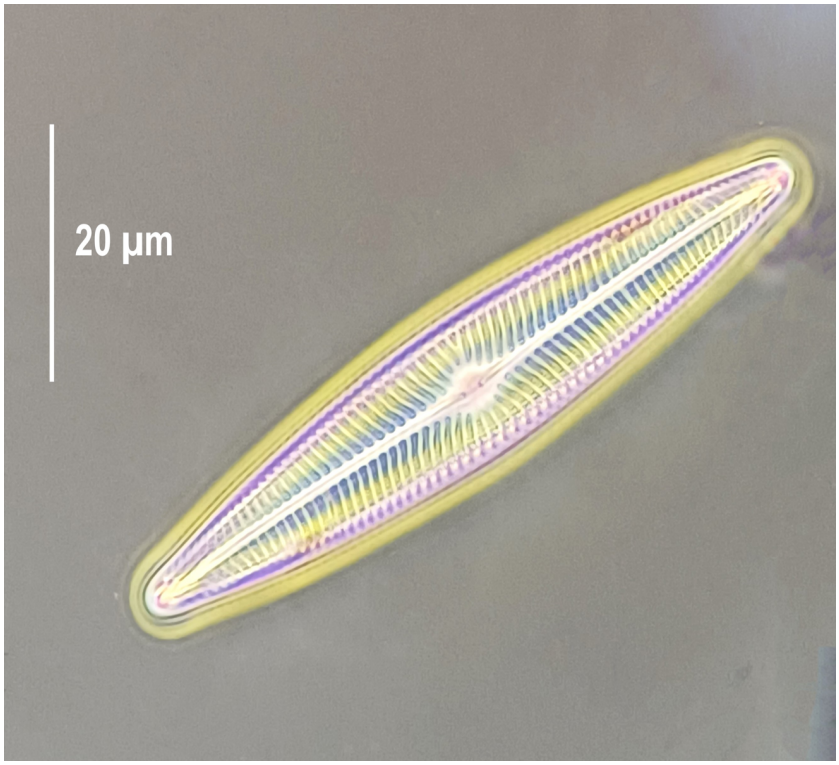


Figura 37. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "Monitoreo comunidades fitoplanctónicas".

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl





CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

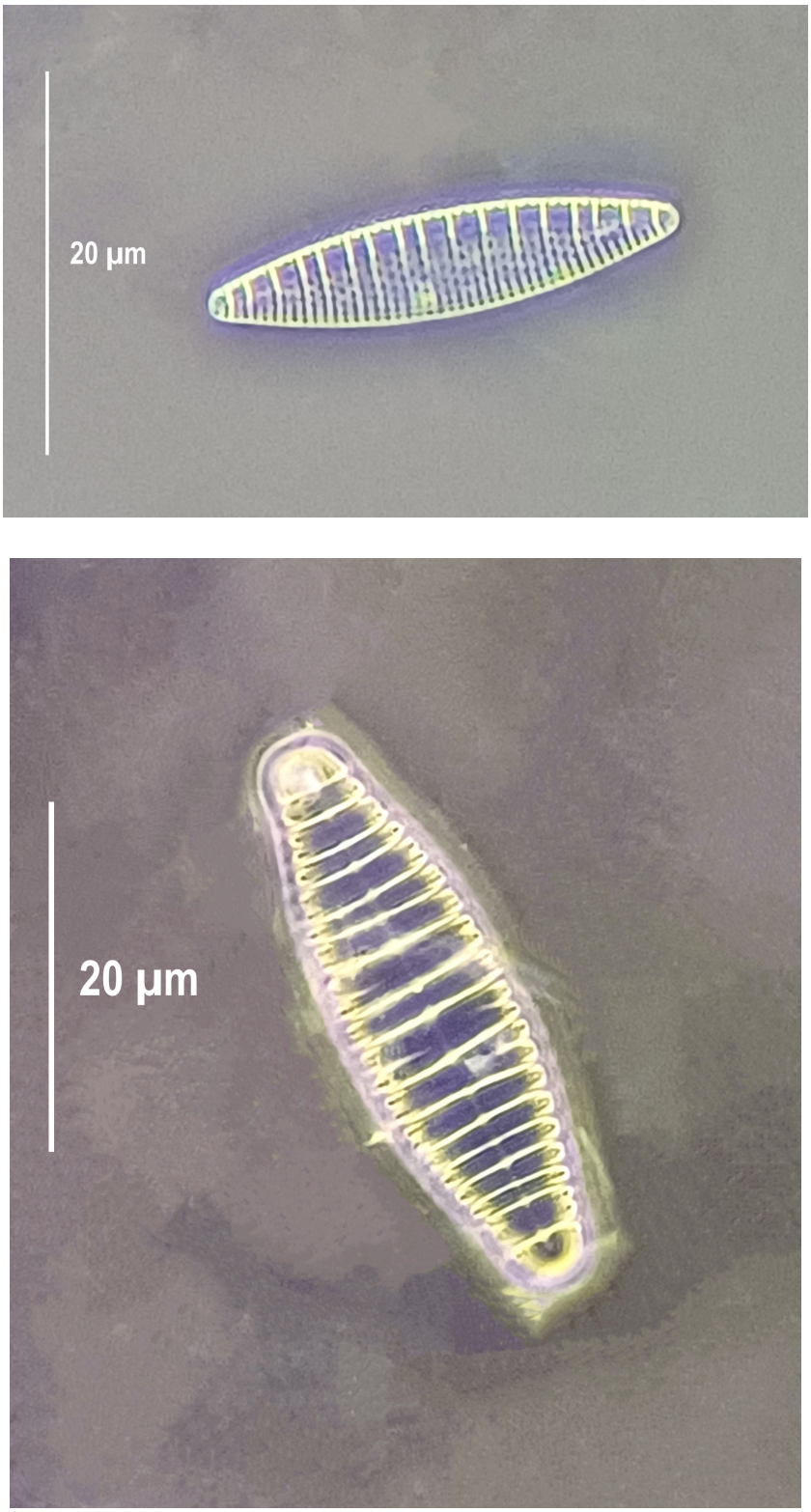


Figura 38. Registro fotográfico de las principales especies identificadas. A. *Brachysira cf. Vitrea*; B. *Denticula kuetzingii*; C. *Diatoma vulgaris*; D. *Navicula radiosa* (Fotografías obtenidas desde muestras extraídas desde el área de estudio).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

6 Discusión y Comentarios

La caracterización de la ictiofauna durante el periodo de septiembre del año 2023, reveló la presencia de tres especies ícticas con un total de 68 ejemplares capturados. Según el origen, se identificaron especies en categoría “endémica”: *Mugil cephalus* (lisa), “nativa”: *Cheirodon pisciculus* (pocha) e “introducida”: *Gambusia holbrooki* (gambusia, pez mosquito). La especie que presentó la mayor abundancia absoluta durante el presente monitoreo correspondió a *G. holbrooki* (pez mosquito, N = 46), representando el 67,6% de la abundancia total de peces presentes en el área de estudio. Una menor contribución fue presentada por la especie *Ch. pisciculus* (pocha, N = 15).

Según la distribución espacial de las estaciones de pesca, la mayor abundancia numérica, estuvo asociada a la estación de pesca “E8” (N=26), equivalente a un 38,24% de la abundancia de peces en el área de estudio y seguido en menor cantidad por el sitio de monitoreo E7 (N=13) y E11 (N=12). Respecto a la riqueza de especies, los puntos de monitoreo E7 y E8, registraron el mejor conteo taxonómico (S=2).

Al igual que lo reportado durante el mes de septiembre, la campaña estival (enero 2024), también registró la presencia de las mismas tres especies ícticas: *Mugil cephalus* (lisa), *Cheirodon pisciculus* (pocha) y *Gambusia holbrooki* (gambusia, pez mosquito). No obstante, el conteo de ejemplares fue significativamente mayor llegando a los 160 individuos. En relación a las estaciones monitoreadas, la mayor abundancia numérica estuvo asociada a la estación de pesca “E11” (N=79), representando cerca del 49,38% de la abundancia total de peces, mientras que el mejor reporte taxonómico se registró para las estaciones E1, E7 y E11, con la identificación de dos especies ícticas (S=2).

La caracterización de las comunidades fitoplanctónicas en el área de estudio durante el periodo de enero 2024, indicó la presencia de 92 taxa, distribuidas en 9 Clases: Bacillariophyceae, Mediophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Coscinodiscophyceae, Ulvophyceae, Xanthophyceae y Dinophyceae. En términos de riqueza taxonómica, la Clase Bacillariophyceae aportó con el mayor número de especies (S=72), representando cerca del 78,26% del total de taxa identificadas. Así mismo, la abundancia fitoplanctónica, también fue liderada por el grupo de las diatomeas (Bacillariophyceae), con un registro cercano al 99,83% del total de células contabilizadas. Esta importante abundancia se dió básicamente por los representativos números de las especies *Brachysira cf. Vitrea y Denticula kuetzingii.* A su vez, la evaluación fitobentónica durante el mismo periodo, indicó la presencia de 87 taxa, distribuidas en 7 Clases: Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae y Dinophyceae. En términos de riqueza taxonómica, la Clase Bacillariophyceae aportó con el mayor número de especies (S=72), representando cerca del 87,76% del total de taxa identificadas. La mejor abundancia fitobentónica, fue representada por el grupo de las diatomeas (Bacillariophyceae), con un

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

significativo registro cercano al 99,79% del total de organismos contabilizados. Esta importante abundancia se dió básicamente por los representativos números de los taxones *Brachysira cf. Vitrea y Denticula kuetzingii*.

Los sistemas fluviales nacionales presentan patrones de zonación característicos de incremento de la riqueza de especies, abundancia de individuos y tallas corporales en el sentido de la corriente, aumentando desde las zonas de cabecera o ritrales a las zonas bajas o potamales (Habit et al., 2006; Welcomme 1985, como se citó en Ortiz-Sandoval et al., 2009). Así, estas zonas bajas de los cuerpos de agua dulce representan áreas de alto valor de conservación para la ictiofauna, tanto por albergar una alta diversidad de especies, alto porcentaje de endemismo y por retener características primitivas (Vila et al., 1999, Dyer 2000, como se citó en Habit et al., 2006; Ortiz-Sandoval et al., 2009).

La zona central presenta una variación cíclica de sequía y pluviosidad, con un clima hiperárido entre los ríos Huasco (región de Atacama) y río Limarí y árido desde el río Limarí hasta el rio Choapa, donde a su vez, estos ríos presentan un régimen nivo-pluvial con dos máximos de caudal en el año (MMA, 2018). La composición principal de fauna íctica de las aguas continentales de la zona centro-norte, muestra la presencia de las especies *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey chileno), *Odontesthes brevianalis* (Cauque del norte), *Galaxias maculatus* (puye), *Micropogonias furnieri* (Huaiquil, Roncador), *Cheirodon pisciculus* (pocha común) y *Trichomyterus areolatus* (bagrecito) (DGA 2004, Peredo-Parada et al., 2009; Veliz et al., 2012; MMA, 2018; Habit et al., 2023).

Perteneciente al orden Atheriniformes, se encuentran 2 taxa endémicas y en categoría vulnerable según el RCE: *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey) especie con presencia en los ríos Huasco, Elqui, Limarí, Choapa y Combarbalá (DGA 2004, Peredo-Parada et al., 2009; MMA, 2018; Habit et al., 2023) y *Odontesthes brevianalis* (Cauque del Norte), especie con una amplia distribución, se le puede encontrar en los tramos inferiores y estuarios de los ríos Elqui, Limarí y Choapa (DGA 2004, Peredo-Parada et al., 2009; MMA, 2018; Habit et al., 2023). Estas especies habitan exclusivamente sistemas costeros eurihalinos, donde se realizan sus actividades de alimentación y reproducción (Véliz et al., 2012). Del orden Osmeriformes, se encuentra la especie *Galaxias maculatus* (puye), la cual se encuentra en estado vulnerable, está asociada generalmente a las zonas costeras como la desembocadura de los ríos Huasco y Elqui (DGA 2004, Peredo-Parada et al., 2009; MMA, 2018; Habit et al., 2023). Asociado a los ríos Elqui, río Limarí, rio Choapa, río Guampulla de la región de Coquimbo y al rio Huasco de la región de Atacama, se encuentra la especie *Trichomyterus areolatus* (bagrecito), catalogada en estado vulnerable y que se encuentra formando parte de la zona de mayor corriente del ritrón fluvial oxigenado, ya que son especies que no toleran la salinidad (Peredo-Parada et al., 2009; MMA, 2018; Habit et al., 2023). Otra especie que se encuentra en el rio Huasco es la *Cheirodon pisciculus* (pocha común), especie característica de sistemas fluviales y ribereños, asociados a la vegetación acuática, donde se alimentan del perifiton (Habit et al., 2006; MMA, 2018; Habit et al., 2023). Por su parte, la especie *Micropogonias furnieri* (Huaiquil, Roncador), presenta una distribución en hábitat marinos costeros, lagunas

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

costeras y estuarios, con registros en la zona costera de la bahía de Coquimbo (Habit et al., 2023).

Las condiciones estructurales del sistema estudiado, como su reducido espejo de agua, bajo caudal (en algunos casos movimiento de agua casi nulo), importante presencia de mucosidad sobre el sustrato (al parecer fitoplanctónica) y un ambiente perceptiblemente bajo condiciones de descomposición de materia orgánica, estarían influyendo en la pérdida de la diversidad íctica del humedal río Elqui y dando paso a la dominancia de ciertas especies capaces de habitar aguas cuyas condiciones podrían catalogarse de "adversas". Un análisis general del área de estudio, también evidencia múltiples presiones antrópicas en el sector aledaño y ribera del sistema fluvial y que eventualmente podrían estar resultando en la disminución del caudal y contaminación del agua, limitando drásticamente el área de distribución efectiva para la fauna de peces residente del sistema. Esto último, es una variable sumamente importante al momento de evaluar la presencia íctica en un área determinada, ya que las probabilidades de éxito de captura de la ictiofauna, no sólo se limitan al grado de intervención que posee un sistema, sino también a la cobertura espacial del espejo de agua y características de escorrentía, y que finalmente se traduce en condiciones óptimas o desfavorables que el sistema fluvial estaría entregando a los organismos para su establecimiento. También, deberíamos sumar el impacto que está generando el Cambio Climático en los diferentes sistemas superficiales continentales, a través de la disminución de la pluviosidad, cambios en los regímenes de alimentación de los ríos (pluvionival), aumento de la temperatura, etc. Para mitigar estos efectos, se deben incluir medidas que permitan reducir los estresores no climáticos y que se registran en el área del río Elqui, como lo es el cambio de uso de suelo, fragmentación del río, regulación del caudal, entre otros.

Por último, la interrupción de la fase de interacción entre el sistema fluvial y el ambiente marino, y que es consecuencia del bajo caudal que no permite que sus aguas lleguen al mar, podría también contribuir a la pérdida o desplazamiento de potenciales especies ícticas que habitan y ocupan estos ambientes dentro de su ciclo de vida, pero que no estarían encontrando las condiciones de hábitat óptimas para su establecimiento, resultando en la disminución de la riqueza y abundancia de peces en dicho espacio.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

7 Bibliografía

Bahls L. 1993. Periphyton bioassessment methods for montana streams. Montana Water Quality Bureau, department of health and environmental science, Helena, Montana.

Barber H & E Haworth. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. Freshwater biological association, 112 p.

Clarke KR & RN Gorley. 2005. PRIMER V.6: User manual/Tutorial. Primer-E Ltda., Playmouth, United Kingdom. 190 pp.

Díaz, Carolina & Molina, Ximena & Montecino, Vivian. 2012. Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata*. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Ferrario M., E Sar & S Sala.1995. Metodología básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomeas: 1 - 23. En: Manual de métodos ficológicos. K. Alveal, Ferrario M, E. Oliveira & E. Sar (Eds.). Universidad de Concepción. Concepción - Chile. 863 pp.

Habit, E., Dyer, B. & Vila, I. (2006). Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1), 100-112.

Habit E, Vila I, Contreras L. M, Dyer B, Correa C, Naretto J, Contreras V, Amaya L, Villagran C (2023). Fauna Íctica Nativa Continental de Chile. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/cxb957 accessed via GBIF.org on 2024-03-18.

Hustedt F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süsswasser Flora Mitteleuropas 10: 1-466.

Krammer K & H Lange-Bertalot. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl H, J Gerloff, H Heynig & D Mollenhauer, Eds., Süsswasserflora von Mitteleuropa , Vol. 2/1, G. Fischer, Stuttgart and New York.

Krammer K & H Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: Ettl H, J Gerloff, H Heynig, & D Mollenhauer, Eds.,Süsswasserflora von Mitteleuropa, Vol. 2/2, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Krammer K & H Lange-Bertalot. 1991. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Erganzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In: Ettl H, J Gerloff, H Heynig & D Mollenhauer, Eds., Süsswasserflora von Mitteleuropa , Vol. 2/4, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.
Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systems 3: 36-71.

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Tercera Edición. Tomo I 430 páginas. Santiago de Chile.

Ortiz-Sandoval, Juan J, Ortiz, Néstor, Cifuentes, Roberto, González, Jorge, & Habit, Evelyn. (2009). RESPUESTA DE LA COMUNIDAD DE PECES AL DRAGADO DE RIOS COSTEROS DE LA REGION DEL BIOBIO (CHILE). Gayana (Concepción), 73(1), 64-75

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Rivera P.& Orellana M. 1982 (1). Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. Univ. De Concepción. 70 pp.

Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Rivera P. & M Orellana. 1982 (2). Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. II. Chrysophyceae-Xanthophyceae. Univ. De Concepción. 82 pp.

Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Rivera P. & M Orellana. 1982 (3). Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. III. Cryptophyceae-Dinophyceae-Euglenophyceae. Univ. De Concepción. 99 pp.

Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Rivera P. & M Orellana. 1982 (4). Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae parte I: volvocales, tetrasporales, chloroccocales, ulothricales. Univ. De Concepción. 151 pp.

Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Rivera P. & M Orellana. 1982 (5). Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae parte II zygnematales. Univ. De Concepción. 151 pp.

Peredo-Parada, M, Martínez-Capel, F, Garófano-Gomez, V, Atenas, M, & Riestra, F. (2009). Base de datos eco-hidrologica de los ríos de Chile: una herramienta de gestión para los ecosistemas acuáticos. Gayana (Concepción), 73(1), 119-129

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theorical Biology. 13: 131-144.

Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE, 2022): http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/doc/historiadelaClasificaiondeEspecieenChile.pdf.

Rivera P., Parra O., Gonzalez M., Dellarossa V., Orellana M. 1982. Manual taxonómico de aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. IV. Bacillariophyceae. Univ. De Concepción. 97 pp.

Shannon, C., & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. The university of Illinois Press, Urbana.

US. EPA. 2012. National Lakes Assesment. Labratory Operations Manual. EPA-841-B-11-004. U.S. EnvironmentalProtection Agency, Washington, D

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

8 Anexo 1: Permiso de Pesca de Investigación

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Teléfono: 56-9-84116136

E-mail: cparravenegas@gmail.com
consultorageamchile@gmail.com



Cristian Parra Venegas
Jefe de Proyecto
Consultora Recursos Naturales y Gestión Ambiental
GEAM CHILE LTDA

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl