CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAMCHILE LTDA.

“Estudio Fauna Íctica Río Elqui
Proyecto GEF Humedales Costeros”

UNIDAD EJECUTORA: GEAMCHILE LTDA.

Concepción, Diciembre 2023

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 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 5
2 Objetivos 7
2.1 Objetivo General 7
3 Áreas de Trabajo 7
3.1. Área de estudio 7
4 Metodología 8
4.1 Campañas de Terreno 8
4.2 Diseño de muestreo 9
4.3 Ictiofauna 10
5 Resultados y Comentarios 13
5.1 Parámetros estructurales del área de estudio 13
5.2 Fauna íctica 17
5.2.1. Análisis de riqueza y abundancia 17
5.2.2. Parámetros comunitarios 18
5.2.3. Aspectos biométricos 19
5.2.4. Origen Geográfico 22
5.2.5. Fotografías de las especies identificadas en el presente estudio. 23
5.3.2. Parámetros comunitarios 24
5.3.3. Análisis de conglomerado 25
5.2.6. Discusión 27
6 Bibliografía 28
7 Anexo 1: Permiso de Pesca de Investigación 29

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). 9

Tabla 3. Listado de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 17

Tabla 4. Conteo de especies capturados “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023 17

Tabla 5. 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. 19

Tabla 6. 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 6. 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 6. 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

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 7

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”. Campaña septiembre 2023. 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”. Campaña septiembre 2023. 12

Figura 4. Estación de monitoreo E1 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023.14

Figura 5. Estación de monitoreo E6 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023.14

Figura 6. Estación de monitoreo E7 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023.15

Figura 7. Estación de monitoreo E8 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023.15

Figura 8. Estación de monitoreo E11 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 16

Figura 9. Estación de monitoreo E13 “Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros”. Campaña septiembre 2023. 16

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 18

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. 27

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).

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

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 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.

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 en el área de emplazamiento del proyecto, se realizó durante los días 27 y 28 de septiembre del año 2023. Durante la presente campaña, las actividades de terreno consideraron una duración de 6 horas cronológicas por día de trabajo. 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. Los materiales a utlizar durante la presente campaña de muestreo correspondieron a los siguientes equipos e insumos: Pesca eléctrica marca SAMUS, dos chinguillos grandes (captura de peces de mayor tamaño), dos chinguillos pequeños (captura de peces de menor tamaño), dos cooler para conservación de especies nativas, dos ictiómetros, balanza digital, guantes de nitrilo, guantes quirúgicos, etiquetas, lápiz de terreno y dos GPS marca Garmin.

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

4.2 Diseño de muestreo

En el área comprendida por el proyecto, se distinguen diferentes tipos de usos de suelo (cobertura vegetacional), siendo un área donde predomina ampliamente la vegetación y matorrales introducidos, y 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 (P8), sitio que registró un estancamiento de sus aguas, 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.

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

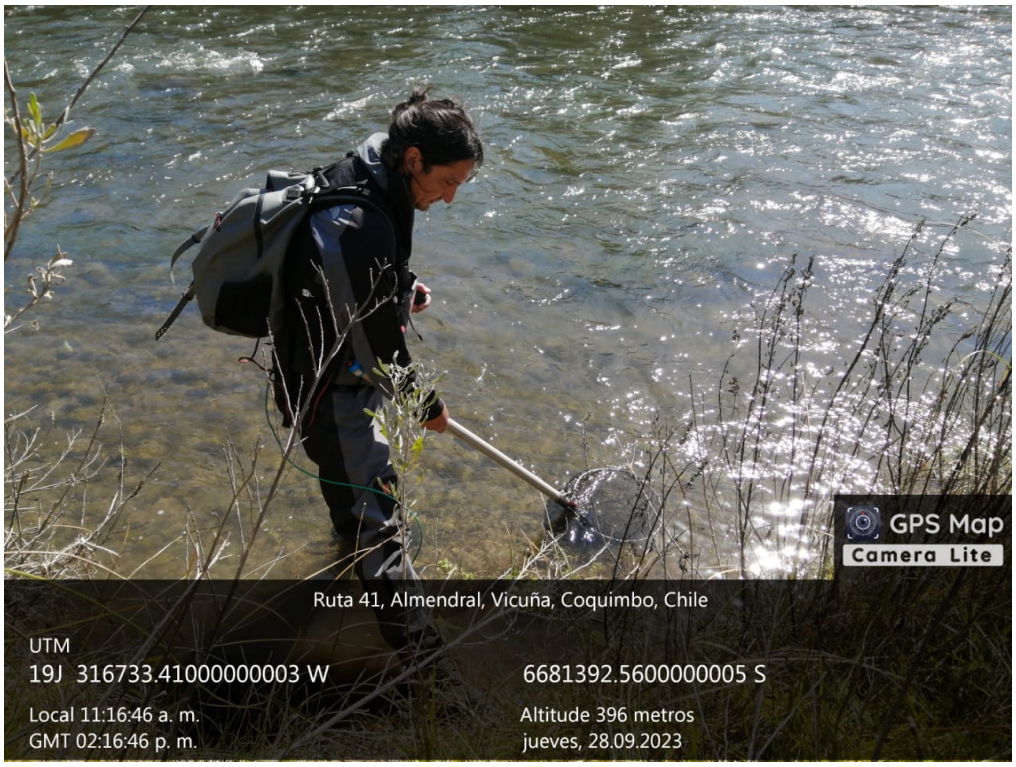




Figura 2. Actividades de pesca eléctrica con equipo portatil Marca SAMUS -725G, para capturar peces mediante reacción anódica o "galvanotaxia". Proyecto "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

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**).

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



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**". Campaña septiembre 2023.

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.

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 y Comentarios

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 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**).

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

5.2 Fauna íctica

5.2.1. 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

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

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**).

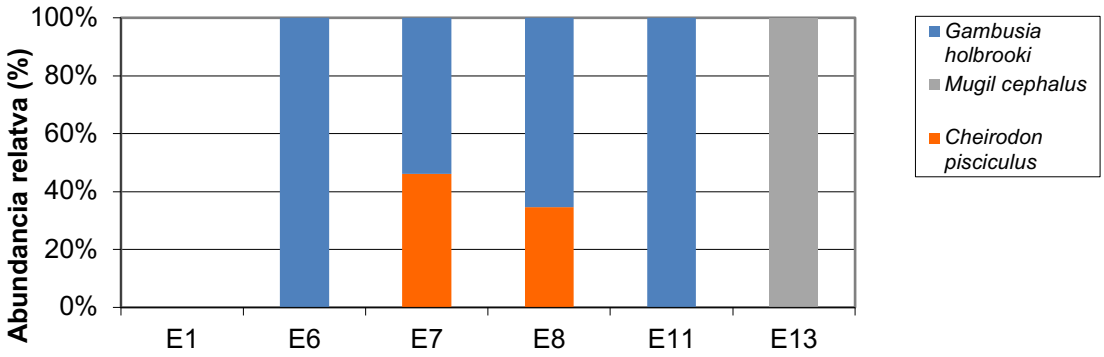


Figura 10. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

5.2.2. 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**).

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

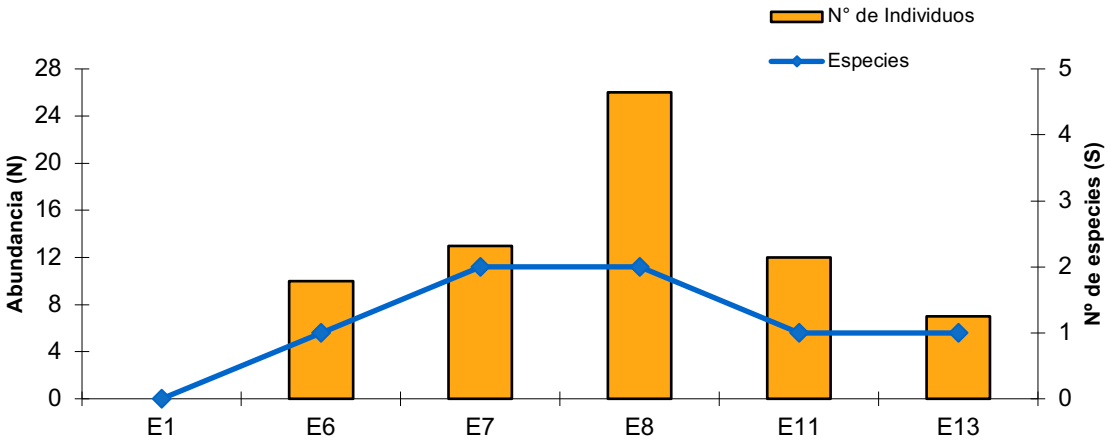


Figura 11. Abundancia numérica (N) y Riqueza de especies (S) de la ictiofauna presente en el área de estudio por estación de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

5.2.3. 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

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 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

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**).

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

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

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**).

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

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

5.2.4. Origen Geográfico

Al analizar la presencia de ictiofauna según su origen, se observó presencia de especies de origen endémico, nativo e introducido. 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**).

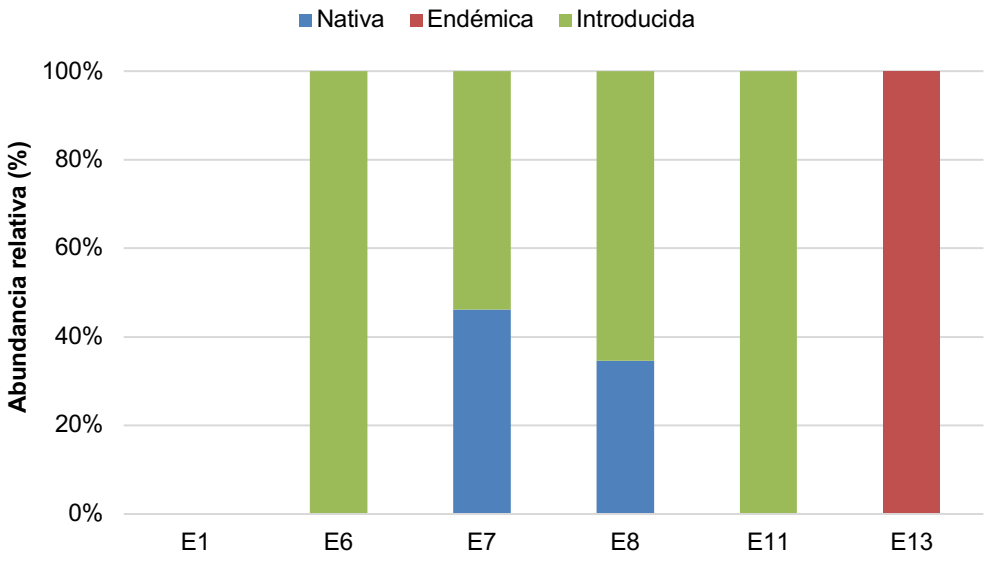


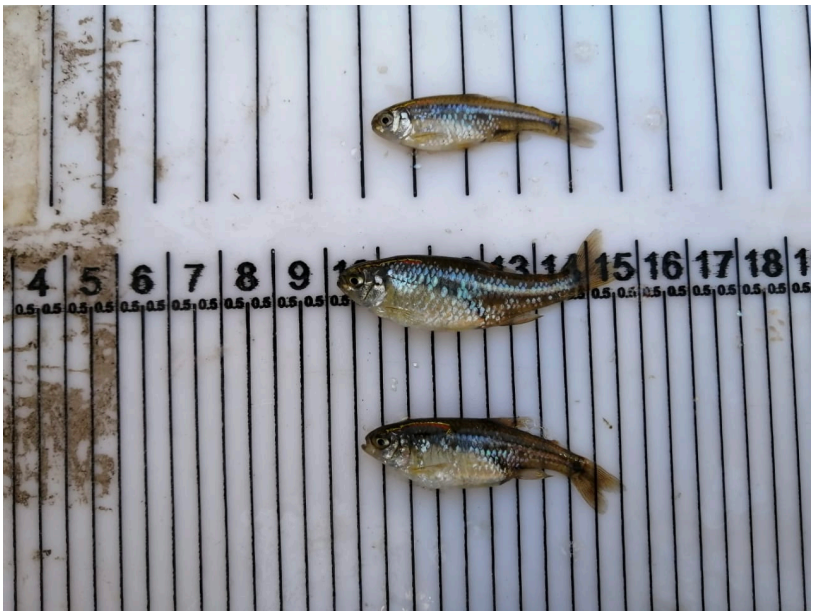
Figura 12. Proporción relativa de especies de origen Nativo, Endémico e Introducido capturadas en cada una de las estaciones de pesca. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023

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

5.2.5. Fotografías de las especies identificadas en el presente estudio.

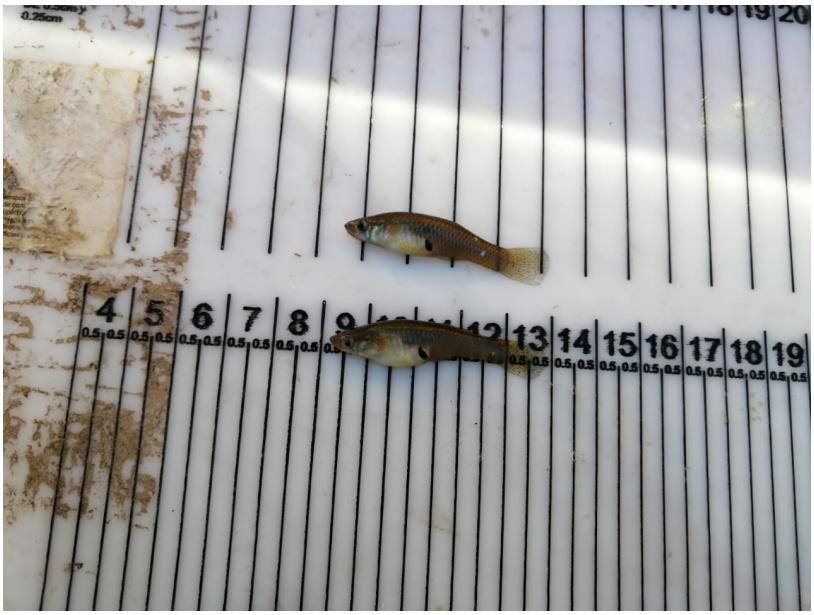


Fotografía 1. *Mugil cephalus* identificado en el área de estudio (*Fotografía capturada durante actividades de terreno, original GeamChile*)



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

5.3.2. 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

5.3.3. Análisis de conglomerado

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

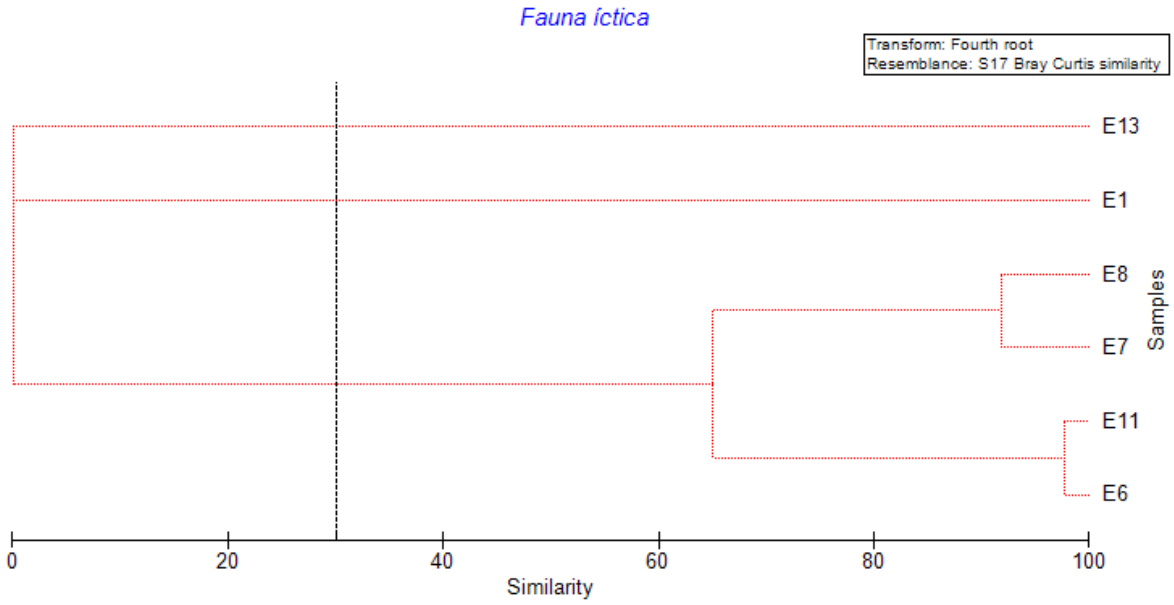


Figura 13. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados a partir de la matriz de abundancia, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

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.

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

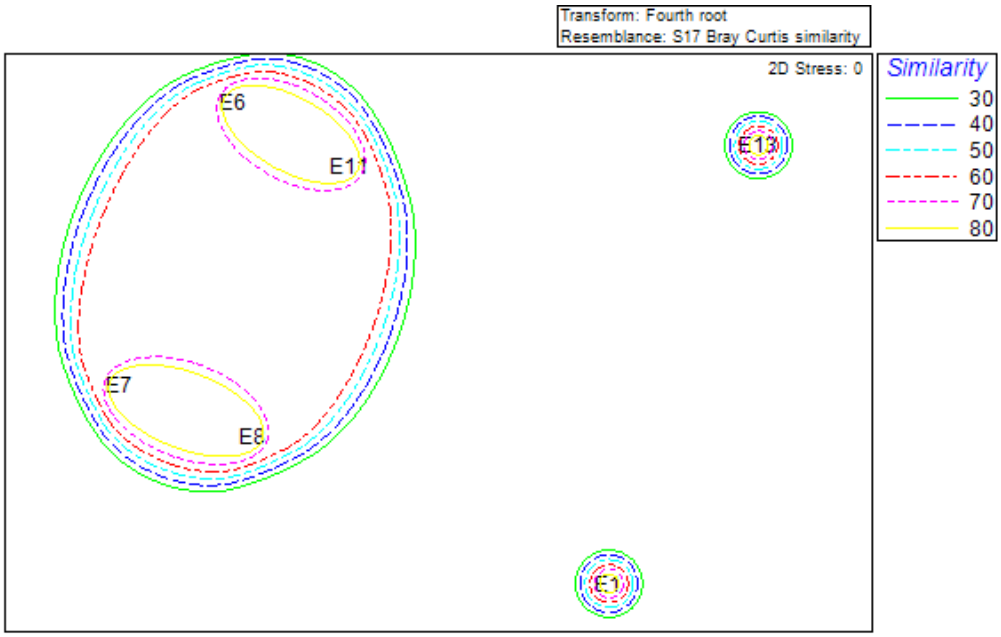


Figura 14. Escalamiento multidimensional (NMDS) resultante a partir de la matriz de abundancia transformada a la raíz cuarta, como coeficiente de asociación comunitaria se utilizó el índice de Bray-Curtis. "**Estudio fauna íctica Río Elqui Proyecto GEF Humedales Costeros**". Campaña septiembre 2023.

5.2.6. Discusión

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).

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

6 Bibliografía

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

Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systems 3: 36-71.

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.

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

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

7 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