



UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL ESTERO ZAMORANO DE LA COMUNA DE SAN VICENTE DE TAGUA-TAGUA, REGIÓN DE O'HIGGINS

Memoria para optar al título de Geógrafa

CATALINA GONZÁLEZ PALOMINOS

Profesor guía: Dr. Alexis Vásquez Fuentes

Santiago - Chile
2020

Resumen

El Estero Zamorano, localizado en la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua, ha sido afectado por una serie de perturbaciones antrópicas entre las que destacan: la contaminación de sus aguas y riberas, y los cambios de hábitat por medio de la canalización del cauce y corte de árboles de la ribera. Esto ha generado cambios en las dinámicas fluviales y en el equilibrio de los ecosistemas que no han sido debidamente evaluados. En este contexto, este estudio evaluó el estado ecológico, la calidad y diversidad del bosque ribereño utilizando como grupos de interés la avifauna, vegetación leñosa, herbácea y acuática. Para ello, se identificaron las coberturas de suelos de la ribera mediante fotointerpretación, y se realizó un levantamiento de parámetros biofísicos en terreno, incluyendo conteo de aves e inventarios florísticos. Se analizó la riqueza, abundancia y biodiversidad de las especies, así como la proporción de especies nativas y exóticas, como también, su estado de conservación. Por último, se compararon las zonas del estero por medio del uso de gráficos de cajas.

Los resultados obtenidos revelaron que el Estero Zamorano presenta un estado de alteración fuerte en sus riberas, asociada a la canalización del cauce y tala de árboles. En términos de la vegetación predominaron las especies exóticas, mientras que, en la avifauna dominan las especies nativas con una alta diversidad. La zona con mejor Estado Ecológico se encuentra en la Zona Poniente del estero, siendo esta la más alejada de zonas urbanas, mientras que la zona con el peor estado ecológico se encuentra en la Zona Central de este, la cual presenta la mayor cercanía con zonas urbanizadas.

Este estudio proporciona información que puede llegar a ser relevante a la hora de generar planes de acción en la restauración y conservación del estero.

Palabras claves: Estado ecológico, zonas ribereñas, avifauna, vegetación leñosa, vegetación herbácea y vegetación acuática.

Índice de contenidos

Resumen	2
Índice de Figuras	4
Índice de Tablas.....	5
Índice de Anexos	6
1. Introducción	7
2. Planteamiento del problema	8
3. Revisión bibliográfica.....	10
3.1.Zona ribereña y su importancia ecológica.....	10
3.1.1. Definición de zona ribereña.....	10
3.1.2. Importancia ecológica de las zonas ribereñas.....	11
3.1.3. Problemáticas asociadas	13
3.2.Estado ecológico.....	14
3.2.1. Definición del estado ecológico	14
3.2.2. Estudios y métodos de evaluación del estado ecológico	16
4. Objetivos.....	19
4.1.Objetivo general	19
4.2.Objetivos específicos.....	19
5. Marco metodológico	20
5.1.Área de estudio	20
5.2.Métodos de evaluación del Estado Ecológico para el Estero Zamorano.....	21
5.3.Diseño metodológico.....	22
5.4.Determinación de los usos y coberturas de suelos actuales aledaños al Estero	23
5.5.Definición de estaciones de muestreo	23
5.6.Evaluación del estado ecológico de la ribera.....	24
5.6.1. Índice QBR.....	24
5.6.2. Evaluación de la diversidad.....	26
5.6.2.1.Registro de avifauna	26
5.6.2.2.Registro de vegetación	27
5.6.2.3.Estimaciones de índices de biodiversidad	28
5.7.Relaciones entre los resultados de los índices e instrumentos empleados	29
5.8.Comparación de las zonas del Estero	30
5.9.Integración de índices.....	30
6. Resultados	31

6.1.Coberturas de suelo actuales en la ribera del Estero Zamorano	31
6.2.Análisis de la biodiversidad de la ribera.....	37
6.2.1. Índice QBR.....	37
6.2.2. Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa.....	44
6.2.3. Riqueza y Abundancia de Vegetación Herbácea Nativa	47
6.2.4. Riqueza y Abundancia de Vegetación Acuática Nativa.....	49
6.2.5. Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa	52
6.3.Relaciones entre los resultados de los índices e instrumentos empleados	55
6.4.Comparación del estado ecológico de las zonas del Estero.....	62
6.5.Síntesis del estado ecológico de la ribera del Estero Zamorano.....	66
7. Discusiones	73
Conclusiones.....	76
8. Bibliografía.....	77
9. Anexos.....	82

Índice de figuras

1. Figura 1: Esquema de ecosistema ribereño	10
2. Figura 2: Área de estudio.....	21
3. Figura 3: Puntos de muestreo	24
4. Figura 4: Point Quadrat	27
5. Figura 5: Cuadrículas de evaluación	28
6. Figura 6: Categorías de evaluación de estado ecológico.....	30
7. Figura 7: Coberturas de suelo según puntos de muestreo	34
8. Figura 8: Coberturas de suelo de la Zona Oriente y Zona Central.....	35
9. Figura 9: Coberturas de suelo de Zona Poniente.....	36
10. Figura 10: Puntos de muestreo en estado de degradación extrema.....	38
11. Figura 11: Puntos de muestreo en estado de degradación extrema	38
12. Figura 12: Puntos de muestreo en estado de alteración fuerte	39
13. Figura 13: Puntos de muestreo en estado de alteración fuerte	40
14. Figura 14: Puntos de muestreo en estado de inicio de alteración importante	41
15. Figura 15: Punto de muestreo en estado de ligeramente perturbado.....	42
16. Figura 16: Índice QBR por puntos de muestreo del estero.....	43
17. Figura 17: Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa por puntos de muestreo del estero.....	46
18. Figura 18: Abundancia de Vegetación Herbácea Nativa por puntos de muestreo del estero.....	48

19. Figura 19: Canal de desagüe.....	50
20. Figura 20: Dominancia de la especie Clavito de agua en color rojizo en el punto de muestreo 8	50
21. Figura 21: Abundancia y Riqueza de Vegetación Acuática Nativa por puntos de muestreo del estero	51
22. Figura 22: Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa por puntos de muestreo del estero	54
23. Figura 23: Resultados del Índice QBR, Cobertura de Vegetación Acuática Nativa y herbácea Nativa y Cobertura Vegetal.....	55
24. Figura 24: Resultados de los Índices QBR, Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa	57
25. Figura 25: Resultados de los Índices de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa, Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa y Acuática Nativa	59
26. Figura 26: Gráfico de cajas de Cobertura Vegetal	62
27. Figura 27: Gráfico de cajas de Índice QBR.....	63
28. Figura 28: Gráfico de cajas de Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa.....	63
29. Figura 29: Gráfico de cajas para Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa	64
30. Figura 30: Gráfico de cajas de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa	65
31. Figura 31: Gráfico de cajas de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa.....	65
32. Figura 32: Síntesis del Estado Ecológico del Estero	66
33. Figura 33: Síntesis del Estado Ecológico de los puntos 1, 2, 3 y 4.....	68
34. Figura 34: Síntesis del Estado Ecológico de los puntos 5, 6, 7 y 8.....	69
35. Figura 35: Síntesis del Estado Ecológico de los puntos 9, 10, 11 y 12.....	69
36. Figura 36: Síntesis del Estado Ecológico por puntos de muestreo del Estero.....	72

Índice de tablas

1. Tabla 1: Puntos de muestreo, sus coordenadas y fechas de evaluación	23
2. Tabla 2: Rangos de calidad de ribera.....	25
3. Tabla 3: Rangos de Índice de Diversidad de Shannon	29
4. Tabla 4: Categorías de evaluación ecológica	30
5. Tabla 5: Coberturas de suelo en la ribera según buffer	31
6. Tabla 6: Porcentaje de coberturas por zonas del Estero	32
7. Tabla 7: Porcentaje de coberturas por puntos de muestreo	33
8. Tabla 8: Puntos evaluados con estado de degradación extrema.....	37
9. Tabla 9: Puntos evaluados con estado de alteración fuerte	39

10. Tabla 10: Puntos evaluados con estado de inicio de alteración importante	40
11. Tabla 11: Punto evaluado con un estado ligeramente perturbado	41
12. Tabla 12: Evaluación por zonas del Estero	42
13. Tabla 13: Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa por zonas del Estero	44
14. Tabla 14: Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa por puntos de muestreo del Estero	45
15. Tabla 15: Número de especies nativas y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa	47
16. Tabla 16: Número de especies nativas y Cobertura de Vegetación Acuática Nativa	49
17. Tabla 17: Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa por zonas del Estero	52
18. Tabla 18: Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa por puntos.....	53
19. Tabla 19: Resultado de cada índice e instrumento por zonas del Estero.....	67
20. Tabla 20: Categorías de evaluación.....	67
21. Tabla 21: Resultados de cada índice e instrumento por puntos de muestreo del Estero	70

Índice de anexos

1. Anexo 1: Ficha de calificación de la zona de ribera de los ecosistemas fluviales ...	83
2. Anexo 2: Ficha de registro de vegetación	85
3. Anexo 3: Ficha de registro de avifauna	88
4. Anexo 4: Puntajes QBR por puntos de muestreo	89
5. Anexo 5: Abundancia y Riqueza de Vegetación Leñosa	90
6. Anexo 6: Abundancia y Riqueza de Vegetación Herbácea.....	91
7. Anexo 7: Abundancia y Riqueza de Vegetación Acuática.....	92
8. Anexo 8: Transectos de registro de Vegetación Acuática.....	93
9. Anexo 9: Abundancia y Riqueza de especies de Avifauna	95
10. Anexo 10: Relaciones entre los índices e instrumentos por puntos de muestreo	96
11. Anexo 11: Síntesis del Estado Ecológico por puntos de muestreo	103

1. Introducción

En general los cuerpos de agua poseen una gran importancia para el planeta, debido a que entregan las condiciones para el funcionamiento de ecosistemas terrestres y acuáticos (Mendoza et al., 2014), permitiendo la preservación y generación de relaciones territoriales dependientes de la vegetación ribereña (Guevara et al., 2008). Los cuerpos de agua se han visto afectados a nivel mundial por diversas acciones antrópicas, las cuales se encuentran ligadas al desarrollo de las civilizaciones en desmedro de la integridad ecológica de las riberas. Provocando que estas zonas sean catalogadas como uno de los ecosistemas más amenazados. Lo cual se ha evidenciado en la degradación de los cursos de agua, de sus riberas, como también, en la alteración sustancial de sus funciones (Carrasco et al., 2011).

Las zonas ribereñas presentan una serie de funciones, sensibles a alteraciones, que son de vital importancia ecológica. Estas entregan las condiciones propicias para el desarrollo de hábitats de diferentes especies tanto terrestres como acuáticas. Según National Research Council (2002) existen 3 grupos de funciones de las riberas: 1). Función hidrológica y dinámica de sedimentos, 2). Función biogeoquímica y ciclo de nutrientes, y 3). Función de provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas. Cada una de estas funciones se encuentran propensas a ser afectadas por diferentes alteraciones antrópicas que pueden provocar la degradación de las zonas ribereñas. Entre las perturbaciones se encuentran: 1). Procesos de canalización, 2). Deforestación, 3). Contaminación, 4). Cambios de usos de suelo y 5). Cambio climático (Naiman, 2005). Todas estas generan diferentes consecuencias entre las que se encuentran: 1). Afectación de las dinámicas fluviales, 2). Disminución de la función ecológica, 3). Invasión de especies exóticas y 4). Riesgo a inundaciones (Jiménez et al., 2007).

En el caso del Estero Zamorano, este se ha visto afectado por una serie de fuentes de contaminación como los afluentes industriales, nutrientes provenientes de la actividad agrícola y vertederos ilegales (PLADECO, 2008). También, ha sido perturbado por medio de la modificación del cauce mediante procesos de canalización. Lo cual podría haber puesto en riesgo la integridad ecológica del estero, evidenciado en la calidad del bosque ribereño, estado del agua, como en la abundancia y dominancia de especies nativas y exóticas de aves y vegetación.

Esta investigación busca evaluar el estado ecológico de las zonas ribereñas del Estero Zamorano. A través del estudio de los componentes de vegetación leñosa, herbácea y acuática, así como de la avifauna. Por medio del Índice QBR, índice de diversidad de Shannon y cobertura de vegetación, que permitirán conocer el estado de los componentes de la ribera, para luego comparar los puntos y zonas del estero, obteniendo la realidad actual de este.

2. Planteamiento del problema

En la actualidad la pérdida de biodiversidad es un fenómeno mundial, y a lo largo de diferentes épocas se tiene registros de la ocurrencia de extinciones, algunas asociadas a procesos naturales y otras a la acción del hombre.

Dentro de los componentes naturales, uno de los más afectados por esta pérdida de biodiversidad son los ríos, los cuales son fundamentales para el funcionamiento de las cuencas hidrográficas, debido a su papel en el transporte y circulación del agua, como también, para el desarrollo de los ecosistemas ribereños (Mendoza, 2014).

La afectación los ríos por la acción antrópica comienza tempranamente en la historia con la ocupación y utilización de las riberas por las grandes civilizaciones en la antigüedad y se ha extendido e intensificado hasta el día de hoy. Esto principalmente debido a las condiciones favorables que presentan los cursos de agua y sus zonas ribereñas para el desarrollo de los asentamientos humanos y de las diferentes actividades que estos desarrollan (Magdaleno, 2013). Cuando esta utilización humana se realiza de manera intensa pone en riesgo la integridad ecológica de estos cuerpos de agua (Stoddard et al., 2006) contribuyendo al deterioro de su calidad y funcionamiento.

Son diferentes las causas de las alteraciones y degradación de ríos y otros ecosistemas acuáticos, por ejemplo, la Universidad Austral de Chile (2019) identifica 14 amenazas a los ríos del país, entre las que encuentran: 1) *Modificación del hábitat*, por medio de trabajos realizados al cauce y a las riberas, de los esteros y ríos, como son el dragado, la canalización y la construcción de gaviones; 2) *La introducción de especies exóticas*, tanto de fauna como de flora; 3) *La sobreexplotación de recursos*, como lo es la extracción excesiva de agua para regadío; 4) *El cambio climático*, el cual produce periodos prolongado de sequías e incendios; 5) *La planificación deficiente*, que ha traído consigo los cambios de uso de suelo por medio de la urbanización; y 6) *La contaminación*, por medio de diferentes fuentes, como afluentes industriales, minería y agricultura.

Se ha demostrado que la contaminación de los ecosistemas acuáticos ha cambiado la biodiversidad de estos (Fierro, 2017), por medio de la afectación negativa a diversos componentes de los ecosistemas. Como es el caso del aumento de la temperatura del cauce y la pérdida de oxígeno del agua, debido al exceso de nutrientes y compuestos tóxicos de aguas negras. Esto altera la composición fisicoquímica del agua y de la ribera (Lara et al., 2013) afectado los diferentes niveles de las cadenas tróficas. Llegando a provocar la pérdida de especies, que, sumado al aumento de exóticas, podrían, por último, en un escenario más drástico llevar a la extinción local de algunas especies (Fierro, 2019).

En este contexto, es posible comprender que los estudios de la diversidad biológica de los sistemas ribereños son esenciales para establecer acciones concretas y efectivas para la protección y conservación de la biodiversidad, sobre todo de la zona central del país, en la

cual un 15% de sus especies son endémicas y se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación (Ramírez, 2018).

En el caso del área de estudio de esta investigación, el Estero Zamorano, la contaminación es la principal amenaza identificada por las autoridades comunales, en donde se nombran 5 tipos de fuentes de contaminación (PLADECOC, 2008):

- Faenadora Agrosuper, la cual ha evacuado riles industriales al estero, provocando un daño al ecosistema.
- Empresa ESSEL, la cual trata las aguas servidas de la comuna, ubicándose a un costado del estero, generando vectores y malos olores.
- Ríos aledaños al estero, como el río Rigolemo de Malloa y Antivero de San Fernando, los cuales aportan con aguas contaminadas por pesticidas y nutrientes provenientes de la industria agrícola.
- Canales de regadío, aportando en una menor medida con pesticidas y nutrientes desde los cultivos aledaños al estero.
- Vertederos ilegales, los cuales se encuentran en la ribera de este, donde se depositan de diversos residuos domiciliarios de la comunidad más cercana a este.

Pero no es tan solo la contaminación la que afecta al Estero Zamorano, sino que también existe una importante perturbación de la dinámica hidrológica debido a los diversos trabajos de canalización de diferentes zonas del estero con el fin de evitar futuras inundaciones que podrían afectar a la población aledaña. Estos han generado una alteración en las dinámicas del sistema hídrico y por consiguiente de los equilibrios ecológicos, al modificar el paisaje natural por medio de la eliminación de vegetación y cambios de dirección del cauce.

Por último, el objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento del Estero Zamorano por medio de la evaluación del estado ecológico de sus riberas. Se espera que la información generada permita orientar posibles acciones de protección y restauración ecológica.

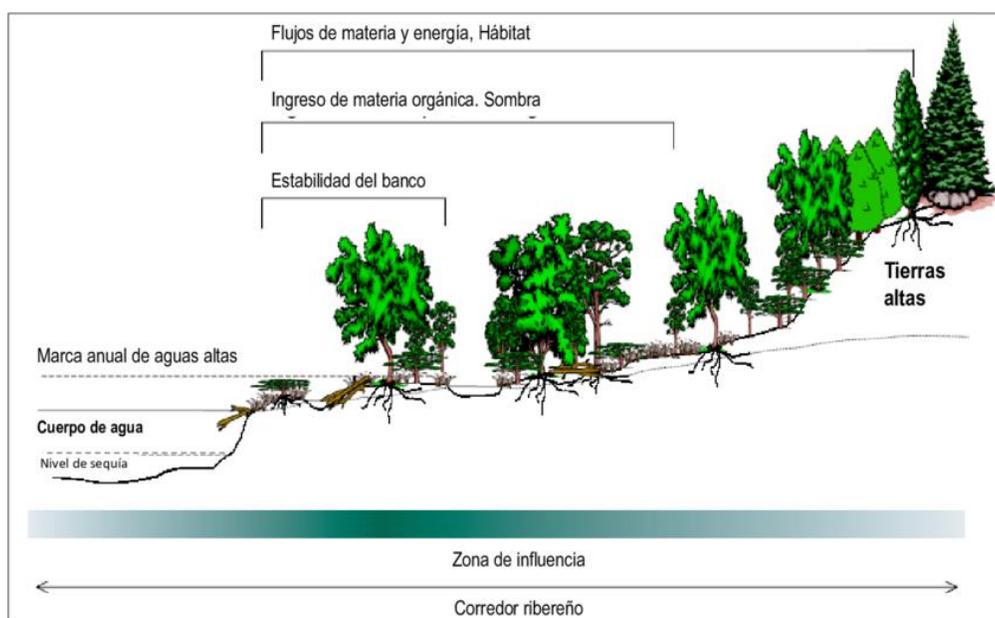
3. Revisión bibliográfica

3.1. Zona ribereña y su importancia ecológica.

3.1.1. Definición de zona ribereña

Se define como zona ribereña a una estrecha franja aledaña a cuerpos de agua como ríos, lagos, humedales, quebradas, entre otros (Moller, 2011). Comprenden una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, debido a que presentan las condiciones necesarias para el desarrollo de hábitat diversos, dinámicos y complejos, los cuales abarcan diversos gradientes ambientales, comunidades y procesos ecológicos (Vásquez et al., 2015) constituyéndose como enclaves de una gran riqueza ambiental (Magdaleno, 2013).

Figura n 1: Esquema de ecosistema ribereño.



Fuente: Lara et al. (2013).

Según National Research Council (2002) las riberas se encuentran compuestas por tres elementos: 1). *Porciones de cuerpos de agua*, con sus debidos elementos asociados, ya sean barras, islas, depósitos de madera, entre otros. 2). *Una zona vegetada* en diferentes sucesiones en las cuales ocurren una serie de procesos de sedimentaciones, formación de suelo y retención de agua, 3). *Una zona de transición* a las tierras altas (Moller, 2011).

Estas zonas se caracterizan por poseer un nivel freático alto, asociado a la variación topográfica y a los materiales geológicos presentes en el área. Se encuentran altamente

influenciadas por las fluctuaciones del agua (Posada y Arroyave, 2015) tanto de aportes superficiales como sub-superficiales (Magdaleno, 2013). Son un área fértil y productiva, en donde se emplazan diferentes “*comunidades bióticas estructuradas u organizadas en tiempo y espacio a lo largo de gradientes longitudinales, laterales y verticales*” (Lara et al., 2013:40) considerándose como “islas biogeográficas”. Además, se encuentran compuestas por una gran variedad de vegetación leñosa, herbácea y acuática propicios para el desarrollo de ecosistemas faunísticos.

Por otra parte, la delimitación espacial de las zonas ribereñas ha sido un tema de importante discusión en términos de conservación y restauración de estas. El ancho de estas zonas se relaciona con el tamaño del cuerpo de agua (Becerra, 2013) y de las características de los regímenes hídricos, así como de las formaciones vegetales presentes (Magdaleno, 2013). Para Ceccon (2003) un ancho mínimo necesario es de 30 metros por cada lado para lograr el mantenimiento de los ecosistemas biológicos. Para países como Nueva Zelanda se determinó un ancho mínimo de 10 metros como necesarios para el desarrollo de la vegetación (Cuevas et al., 2015). En el caso de la legislación chilena, se prohíbe cualquier actividad de manejo entre los 5 y 10 metros, pero desde los 10 a 20 metros se permite un manejo limitado (Cuevas et al., 2015). Por otro lado, para Fisher et al., (2000), se debe delimitar según las funciones que cumplen las diferentes áreas de la zona ribereña (Becerra, 2013):

- **De 5 a 30 metros:** Protección de la calidad del agua.
- **De 30 a 500 metros:** Hábitat ribereño.
- **De 10 a 20 metros:** Estabilización de las orillas.
- **De 20 a 150 metros:** Atenuación de inundaciones.
- **De 3 a 10 metros:** Aportes de detritos.

3.1.2. Importancia ecológica de las zonas ribereñas.

Las zonas ribereñas son catalogadas como área de importancia ecológica, debido a que proporcionan elementos para la constitución de refugios y zonas de reproducción, entrega de alimentos, control de la temperatura, entre otras funciones (Palma et al., 2009). Aquello, permite el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres, destacándose como un ambiente de alta productividad primaria el que se constituye como un hábitat propicio para diferentes especies que interactúan entre si (Carrasco et al., 2014).

Según National Research Council (NRC) (2002), las funciones de las zonas ribereñas se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- a. **Función hidrológica y dinámica de sedimentos:** Esta función se ve relacionada con la capacidad de almacenamiento y retención tanto de agua como de sedimentos. Por ello es catalogada como un regulador de los posibles daños asociados a las inundaciones reduciendo la erosión de la ribera, favoreciendo así la producción de

suelo y, por consiguiente, el desarrollo de una comunidad vegetal, la cual, así mismo, provee de hábitat para comunidades faunísticas (Lara et al., 2013).

- b. *Función biogeoquímica y ciclo de nutrientes:*** Las zonas ribereñas presentan una alta biomasa y material orgánico que son parte de una serie de procesos biológicos que transforman los elementos químicos del suelo y el agua (Lara et al., 2013). Esta materia orgánica se descompone por medio de la acción de invertebrados, microbios y hongos (Magdaleno, 2013), generando la base alimenticia de otros organismos como lo son los peces y aves (Becerra, 2013).

Por otro lado, la vegetación de ribera también actúa como un filtro de compuestos tóxicos como pesticidas y plaguicidas generados por la actividad agrícolas e industrial (Magdaleno, 2013). Atrapan, de manera parcial, los nutrientes nocivos como nitrógeno, fosforo, calcio o magnesio, los cuales llegan desde río arriba por escorrentías o aguas subterráneas (FAO, 2009) y son retenidos, removidos, sedimentados, infiltrados o dilucidados por procesos que incluyen en conjunto a la vegetación, la hidrología y la geomorfología (Magdaleno, 2013).

Por último, esta función se relaciona con la capacidad de control de las condiciones climáticas como la temperatura, luminosidad, velocidad del viento y humedad (Lara et al., 2013). Cada una de estas condiciones se relaciona con las características de la comunidad vegetal como la altura, densidad, cobertura, anchura del cauce y su orientación con el sol (Magdaleno, 2013). Esto genera las condiciones ideales para el desarrollo de ambientes y soporte para las diferentes cadenas tróficas tanto acuáticas como terrestres.

- c. *Función de provisión de hábitat y mantenimiento de cadenas tróficas:*** Las comunidades vegetales proporcionan las condiciones para el desarrollo de una variedad de ambiente capaces de albergar diferentes hábitats (Magdaleno, 2013), ofreciendo recursos alimenticios abundantes como diversificados (Ceccon, 2003).

Con respecto a las cadenas tróficas, los bosques ribereños son considerados como la base de esta, al ser responsables de la redistribución de energía y nutrientes, relacionado con las funciones ya mencionadas. Como es el caso del aporte de materias orgánicas como hojas y ramas en descomposición que son transformadas en nutrientes por organismos invertebrados, que luego son considerados como alimento de otros organismos mayores (Magdaleno, 2013).

Además, estas zonas presentan una alta diversidad, debido al aporte de refugio y alimento (Magdaleno, 2013), así como zonas de descanso para la fauna silvestre, presentándose como corredores biológicos independientes de su ancho, permitiendo la dispersión de diferentes especies (Ceccon, 2003).

3.1.3. Problemáticas asociadas.

En las últimas décadas las riberas fluviales han sufrido una fuerte degradación y fragmentación a consecuencia de la acción antrópica (Magdaleno, 2013), aunque también son perturbadas por fenómenos naturales asociadas a los cambios del nivel de agua (Lara et al., 2013).

Las perturbaciones antrópicas se asocian a actividades como la tala de árboles, ganadería, construcción de obras, expansión urbana, agricultura, cambio de cauces, entre otros (Magdaleno, 2013), con lo cual se ha perdido la riqueza biológica de estas zonas (Jiménez et al., 2007) debido a que debilita la ribera impidiendo su recuperación (Lara et al., 2013).

Según Naiman (2005) los impactos antrópicos se pueden agrupar en cuatro grupos:

- a. ***Afectación a la dinámica hidrológica de la cuenca:*** Trata de los procesos de canalización, drenado, construcción de presas, gaviones, deforestación, modificación de los cursos de agua (para uso urbano y agrícola), y, afectando los equilibrios y dinámicas de los sistemas hídricos (Jiménez et al., 2007).
- b. ***Contaminación:*** Se provoca por el exceso de nutrientes provenientes de los fertilizantes utilizados en la agricultura y por compuestos tóxicos de aguas negras, las cuales alteran la composición fisicoquímica tanto del suelo de la ribera, como la calidad del agua del cauce (Lara et al., 2013) que finalmente disminuye la función ecológica de la ribera (Jiménez et al., 2007).
- c. ***Cambio de uso de suelo:*** Se asocia a la pérdida de hábitat natural y de biodiversidad, lo cual favorece la invasión de especies exóticas (Lara et al., 2013), las cuales generalmente son perjudiciales para el estado ecológico del medio fluvial (Magdaleno, 2013). Estos cambios de uso de suelo a menudo se deben a asentamientos urbanos, agricultura, ganadería o la actividad forestal, por medio de la deforestación de las especies nativas de estas áreas, provocando la disminución de la capacidad de recarga de estas zonas, aumentando el riesgo de inundaciones (Jiménez et al., 2007). Lo cual posteriormente generará la erosión de la ribera.
- d. ***Cambio climático:*** Estas perturbaciones climáticas son difíciles de monitorear. Alteran las temperaturas y los regímenes de precipitaciones que impactan sobre los

procesos hidrológicos (Lara et al., 2013), afectando a todo el sistema ecológico de especies sensibles a las condiciones climáticas (Magdaleno, 2013).

Según Magdaleno (2013) existen ciertos indicadores de estas perturbaciones: 1). Pérdida de calidad de las formaciones vegetales, 2). Fragmentación del territorio, 3). Modificación artificial de la morfología natural de la ribera, y 3). Desconexión funcional de las riberas y del cauce.

Otras perturbaciones asociadas a la acción humana se deben a los incendios forestales, consideradas como una de las principales amenazas de los bosques en época estival (Jiménez et al., 2007).

3.2.Estado ecológico.

3.2.1. Definición del estado ecológico

Según la Directiva del Marco de Agua (DMA) se asocia el estado ecológico a la *“expresión de la calidad, de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales”*.

La evaluación del estado ecológico del sistema acuático se realiza por medio de indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidro geomorfológicos, tomando en consideración las condiciones necesarias para el desarrollo de los ecosistemas presentes, así como de las funciones de cada componente (Mendoza et al., 2014).

La DMA de la Unión Europea clasifica los distintos estados ecológicos en cinco clases, según el grado de alteración, definidos por Ruza Rodriguez (2008) (Vásquez, 2018):

- Muy buen estado: No se perciben alteraciones en los indicadores fisicoquímicos e hidro morfológicos. Aunque en ciertos casos se pueden existir pequeñas alteraciones en los indicadores biológicos.
- Buen estado: Se caracteriza por indicadores biológicos que presentan valores bajos de distorsión.
- Estado moderado o aceptable: Los indicadores biológicos muestran un cambio moderado, observándose perturbaciones significativas en relación con el buen estado ecológico.

- Estado deficiente: Se observan alteraciones importantes en los indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidro morfológicos.
- Mal estado: Se observan alteraciones graves en los indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidro morfológicos.

Para Prat (1999) la manera en que este estado se vea mermado se relaciona con cinco tipos de acciones humanas:

- a. ***Destrucción de hábitat***: Mediante la canalización de los cauces, provocando la destrucción del bosque de la zona ribereña, como también, por medio de la sobre explotación del recurso agua, provocando cambios en las dinámicas fluviales y, en consecuencia, en los ecosistemas presentes.
- b. ***Contaminación***: Afecta directamente a los ecosistemas alterando la calidad del agua, las temperaturas, la acidificación del agua como del suelo.
- c. ***Eutrofización***: Genera el aumento de algas por medio de nutrientes derivados de la actividad agrícola, industrial y residuos domésticos.
- d. ***Cambios de uso de suelo***: Son provocados por expansión urbana y agrícola que a su vez aportan con la contaminación difusa.
- e. ***Alteración de los cursos de agua***: Generalmente provocados por presas, canalizaciones, construcción de puentes, entre otros.

3.2.2. Estudios y métodos de evaluación del estado ecológico.

Numerosos autores han generado métodos de evaluación rápida de los ecosistemas ribereños, entre los que se encuentran (Zepeda et al., 2002):

- a. **Ohmart** (1996) quien realizó una evaluación del río Gila de Estados Unidos, en el cual se basaba en levantamiento de las especies de vegetación y su relación con las características geomorfológicas del cauce.
- b. **Bevenger y King** (1995) quienes propusieron la utilización de la distribución del tamaño de las partículas del lecho del cauce como un indicador de la salud de la cuenca. Donde un cauce que presentan en su mayoría un alto porcentaje de partículas muy finas como la arena, presentan mayor degradación que aquellos que presentan partículas gruesas como gravas.
- c. **Sims et al.** (1996) probaron la metodología antes mencionada en arroyos, coincidiendo con lo propuesto por Bevenger y King (1995).
- d. **Medina** (1996) relacionó la composición y abundancia de especies nativas en las zonas ribereñas con el estado ecológico de estas.

Como se ha visto estos métodos evalúan un solo componente de las riberas, sin generar un análisis integral de los componentes de estas, generando una interpretación del estado ecológico muy acotada (Zepeda et al., 2002).

Otros métodos de evaluación de bajo costo son el Índice de calidad de bosque ribereño (QBR), Índice de Hábitat Fluvial (IHF), Índice de Macrófitos (IM), River Hábitat Survey (RHS), Índice de Calidad de Ribera (RQI) e Índice Hidro-Geomorfológico (IHG), de los cuales solo los índices RQI y QBR se encuentran enfocados exclusivamente en la evaluación de las zonas ribereñas (Vásquez, 2018) y serán mencionados a continuación:

- a. **Índice de Calidad Ecológica de las Riberas (RQI):** Fue diseñado bajo los principios de la Directiva del Marco de Agua, según los cuales el mayor estado ecológico se encuentra en las zonas de mayor naturalidad.

La aplicación del este método permite conocer el estado de conservación de las riberas fluviales, cartografiar el estado de estas, en las cuales es posible identificar los tramos mejor evaluados, así como relacionar su estado deficiente con las presiones existentes en estas (González et al., 2006).

Es una metodología sencilla y rápida de evaluación, en la cual primeramente se debe tomar en cuenta el tipo de valle en el cual se encuentra inserto el río a evaluar, para valorar las dimensiones en la anchura de la ribera. Luego se evalúan de forma independiente los siguientes componentes (González et al., 2006): 1). Continuidad longitudinal de la vegetación ribereña natural (estrato arbóreo y arbustivo); 2).

Dimensiones en anchura del espacio de la ribera con vegetación natural asociada al río (vegetación leñosa y helofitos); 3). Composición y estructura de la vegetación ribereña; 4). Regeneración natural de la vegetación ribereña (estrato arbóreo y arbustivo); 5). Condición de las orillas; 6). Conectividad lateral de la ribera con el cauce; 7). Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ribereño. La suma de cada componente genera el resultado del estado ecológico de la ribera, el cual puede oscilar de los 10 a los 120 puntos. Para su interpretación se han establecido 5 clases: 100 – 120 puntos: estado muy bueno; 80 – 99: estado bueno; 60 – 79: estado regular; 40 – 59: estado pobre; 10 – 39: estado muy pobre.

- b. ***Índice de Calidad de Bosque de Ribera (Índice QBR)***: Es un índice propuesto por Munné et al., (1998) que fue desarrollado para la evaluación de la calidad de las riberas de los ríos mediterráneos de España (Posada & Arroyave, 2015).

Evalúa individualmente 4 componentes del bosque ribereño: cobertura vegetal, estructura de la vegetación, naturalidad y complejidad del bosque ribereño y grado de alteración del canal fluvial (Palma et al., 2009). Cada uno de estos son evaluado en un rango de 0 a 25 puntos según el estado de la zona, poseen la misma importancia en la cuantificación final y la suma de cada componente genera el resultado final (Posada & Arroyave, 2015).

Para su interpretación, se ha establecido 5 clases de calidad según lo recomendado por la Directiva del Marco de Agua (Silva & Arancibia, 2015): > 95 puntos: bosque ribera sin alteraciones, calidad muy buena; 75 – 90 puntos: bosque ligeramente perturbado, calidad buena; 55 – 70 puntos: inicio de alteración importante, calidad intermedia; 30 – 50 puntos: alteración fuerte, mala calidad; < 25 puntos: degradación extrema, calidad pésima (Palma et al., 2009).

Este es un índice muy utilizado debido a que su aplicación es rápida, sencilla, de bajo costo y que permite integrar los componentes biológicos y geomorfológicos (Silva & Arancibia, 2015).

Por otra parte, el índice puede ser adaptado según las condiciones locales en el cual se encuentren las zonas ribereñas, como lo es el tipo de clima y la altitud en que se encuentra el área de estudio.

Entre algunos autores que han implementado este índice se encuentran los siguientes:

- **Palma et al., (2009):** El índice fue implementado en el Estero Nonguén ubicado en la ciudad de Concepción. Este arrojó una tendencia a la degradación de la ribera aguas abajo, presentando una disminución de las zonas de inundación y del grado de cubierta vegetal de esta. Este trabajo demuestra que aguas abajo comienza a variar el entorno de la ribera asociado a la presencia de áreas de cultivo y a las áreas urbanas. Para Palma et al., (2009) las acciones antrópicas han provocado la degradación de estos ambientes. Es por ello, que fue la cabecera, la zona más alta, la única calificada con un estado natural.
- **Suárez et al., (2002):** El índice fue implementado en diferentes ríos mediterráneos de España. Este arrojó que la distribución espacial de los resultados apuntaba a una disminución de la calidad de la ribera desde la cabecera a la desembocadura. En este trabajo se pudo observar que la degradación de las riberas es más intensa en las partes bajas de los ríos, asociado a la presión antrópicas en estas. Aunque en un análisis de relación altitud y lo resultados del índice, esto arrojó que la degradación afecta a todos los tramos evaluados. Obteniendo que casi el 50% de los puntos de muestreo presentarían una mala y pésima calidad.
- **Carrasco et al., (2014):** El índice fue implementado en los ríos Lingue y Chaihuín de la región de Los ríos. Este arrojó que las estaciones ubicadas en el sector medio de la cuenca presentaron una buena calidad, con una vegetación ribereña inalterada. Mientras que la parte baja y alta de la cuenca presentaron una muy mala calidad ribereña, asociado a la actividad humana en las riberas. En estas zonas se evidencia bajos porcentajes de cobertura vegetal y alta presencia de especies exóticas, como también, se observan diferentes modificaciones en la estructura de la ribera, así como de el cauce de esta.

4. Objetivos

- **Objetivo general:**

Realizar una evaluación del Estado Ecológico de la zona ribereña del Estero Zamorano, en la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua.

- **Objetivos específicos:**

5. Analizar las coberturas de suelo actuales de la ribera del estero.
6. Analizar el estado ecológico de la zona ribereña del Estero Zamorano.
7. Realizar una comparación del estado ecológico entre las zonas evaluadas.

5. Marco Metodológico

5.1. Área de estudio

Este estudio fue realizado en el Estero Zamorano, ubicado en la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua, región de O'Higgins. Esta comuna se ubica a 54 km al sur de la capital región de Rancagua y a 100 km de Santiago, en las coordenadas 34°26' de latitud sur y 71°04' de longitud oeste (Ilustre Municipalidad de San Vicente, 2008). Posee una superficie de 497,8 km² de los cuales en su mayoría se encuentran en uso agrícola.

Según CENSO (2017) la población de la comuna es de un total de 46.766 habitantes, de los cuales 23.302 corresponden a hombres, es decir el 49,8%, mientras que 23.464 corresponden a mujeres, el 50,2% (Biblioteca del congreso nacional, 2018). De esta población censada, el 56% reside en el área urbana de la comuna, mientras que el 44% reside en sectores rurales de esta (INE, 2019). Por otro lado, la vegetación de la comuna se encuentra conformada por una serie de diversas *“asociaciones de plantas que varían de acuerdo con factores como el tipo de suelo, latitud, exposición solar, humedad, el hombre, entre otros”* (Droguett & Celis, 2011:23). En la comuna, los cerros albergan diferentes ecosistemas que se encuentran sustentado por los tipos de formaciones vegetacionales que se desarrollan, como es el caso del bosque nativo de tipo esclerófilo, matorral espinoso y bosque nativo de tipo caducifolio de robles. Estas zonas presentan una constante presión por parte del ser humano, como es el caso de la sustitución de la flora nativa por áreas de cultivos.

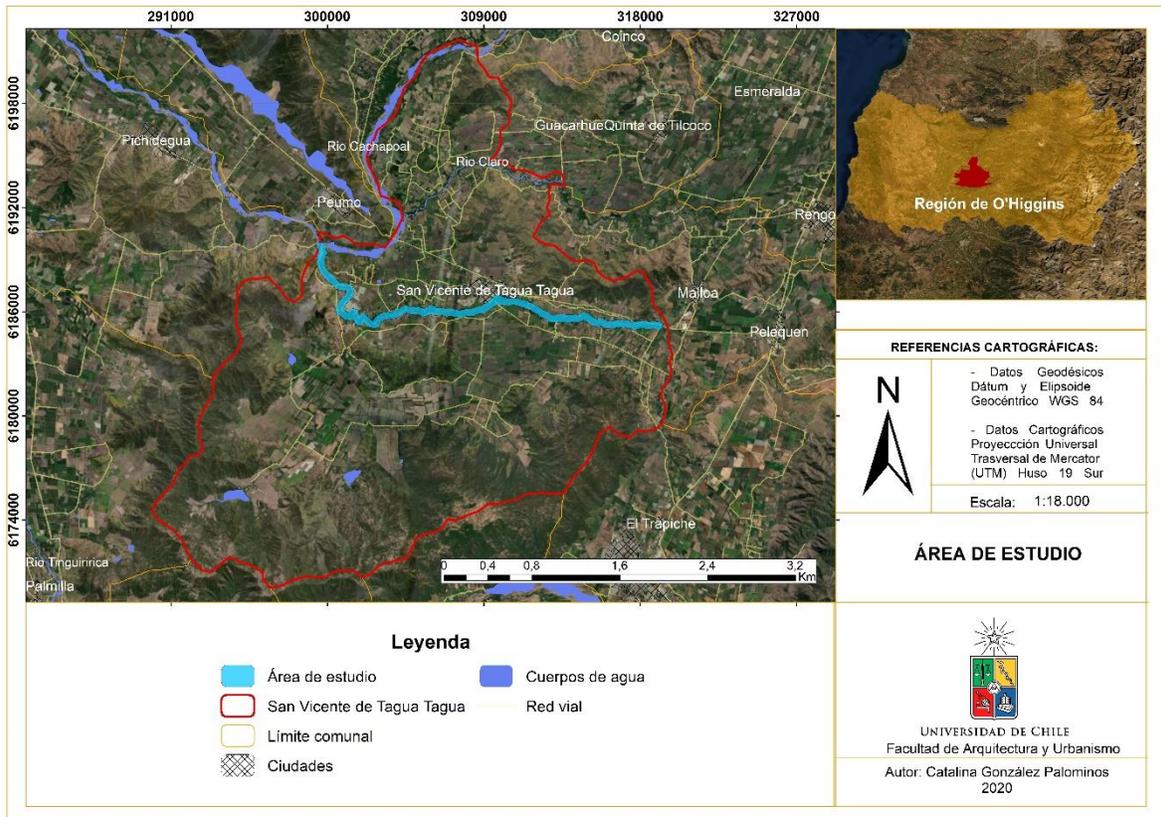
La comuna se caracteriza por el desarrollo en su mayoría de la actividad agrícola, caza, silvicultura y pesca. Estas actividades han generado de diversas maneras, presiones a los ecosistemas naturales presentes en la zona, sobre todo al Estero Zamorano, ya que en torno a él se desarrollan este tipo de actividades (PLADECO, 2008).

El estero posee un largo aproximado de 24 km, en los cuales se asientan diversas localidades, como lo son: Requena, Los Altillos, San Vicente Urbano, Los Maitenes, Pencahue y El Niche. Donde cada una de estas, hace uso de sus aguas para el regadío de cultivos (Lobos, 2011).

Así, la ribera del estero se ha visto afectada de manera importante, *“Pataguas, Maitenes, Sauce amargo y Mayos, han sido reemplazados progresivamente por Eucaliptos, Aromo australiano, Zarzamora, Sauce llorón, Álamo, entre otros”* (Droguett & Celos, 2011:25). A esto se le suman una serie de presiones que han sido abordadas anteriormente.

El área de estudio corresponde al Estero Zamorano en su paso por la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua (Figura 2). Específicamente se definió una franja de 24km de longitud por 200m de ancho en este.

Figura 2: Área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

5.2. Métodos de evaluación del Estado Ecológico para el Estero Zamorano.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los trabajos e investigaciones previas de evaluación de estado ecológico de zonas ribereñas, ya sean en quebradas, esteros y humedales, tanto en estudios nacionales como internacionales. De acuerdo con ello, las evaluaciones de los esteros en su mayoría se realizan por medio de estudios de calidad de agua, o evaluación del estado de la vegetación ribereña. Por otro lado, estudios a otros ambientes, como lo son los humedales y quebradas, los principales elementos a estudiar incluyen la vegetación, calidad de agua, registro de avifauna, identificación de factores antrópicos presentes, hidrología, geomorfología, entre otros. Debido al limitado recurso de tiempo y costos económicos, se seleccionaron aquellos instrumentos, índices y/o métodos, que fueran aplicables y que, por consiguiente, permitieran la generación del estudio de los elementos primordiales de las riberas.

En este caso, se escogió la metodología propuesta por Vásquez (2018), la cual propone métodos de evaluación de las riberas de quebradas, por lo que se seleccionaron aquellos métodos e índices que se asocian a los esteros, es decir: 1). Índice QBR, de evaluación de la

cobertura vegetal ribereña, 2). Evaluación de biodiversidad, por medio de registro de avifauna, inventario florístico, así como el análisis de abundancia de estos, y, por último, 3). Integración de índices, lo cual permite la obtención de un resultado general integrando cada una de las evaluaciones anteriores.

También, para generar una caracterización más detallada, se propone la selección de otros tipos de vegetaciones, además de las ya propuestas (vegetación leñosa) en este caso, la utilización de vegetación herbácea y acuática, las cuales son de importancia para el desarrollo de los ecosistemas presentes tanto en las riberas como en las zonas acuáticas de los esteros.

5.3.Diseño metodológico.

Para la realización de este estudio se utilizó un levantamiento y análisis de variables cualitativas del ámbito físico-natural de la zona ribereña del Estero Zamorano. Mediante el desarrollo de la evaluación del Estado Ecológico de esta, por medio de la metodología propuesta por Vásquez (2018). Con el fin de generar un análisis de la mayor cantidad posible de elementos físicos y naturales que conforman la ribera del estero en cuestión.

Para ello, este estudio se desarrolló en 3 fases: La primera (gabinete) consistió en el diseño de la ficha de evaluación y de muestreo. La segunda fase (trabajo en terreno) consistió en el levantamiento de información del estado de cada uno de los componentes a evaluar. Por último, la tercera fase (gabinete) consistió en la sistematización y análisis de la información recopilada para dar cumplimiento con los objetivos.

5.4. Determinación de los usos y coberturas de suelos actuales aledaños al estero.

Un primer paso para el desarrollo de este estudio fue el desarrollo de una fotointerpretación de imágenes satelitales del estero Zamorano. Para ello, se realizaron dos buffers en torno a este, uno 200m y otro de 50m (Vásquez, 2016). En estos, se identificaron diferentes coberturas de suelos, como es el caso de las “Zonas agrícolas”, “Área urbana”, “Vegetación alta”, “Vegetación baja”, “Zonas sin vegetación”, “Humedales” y “Esteros”. Luego a cada una de estas se les calculó el total de hectáreas y el porcentaje que representaban de la ribera.

Este paso se realizó para obtener información de contexto del área de estudio, y que permitiera relacionar los usos y coberturas de suelo con los índices implementados en el trabajo en terreno.

Para lo anterior se utilizaron imágenes satelitales de noviembre del 2018 desde Google Earth y el software ArcGIS 10.6v para su procesamiento.

5.5. Definición de puntos de muestreo.

Para la definición de puntos de muestreo se utilizó el software ArcGIS, en la cual se ingresaron 12 puntos distribuidos cada 2km, permitiendo evaluar la máxima extensión del estero en el tiempo en que se propuso (Figura 3). Estos fueron agrupados en tres zonas de aproximadamente la misma longitud: Zona Oriente, Zona Centro y Zona Poniente. Esto para poder comparar los resultados de cada índice y método implementado. Como resultado se obtuvieron los siguientes puntos:

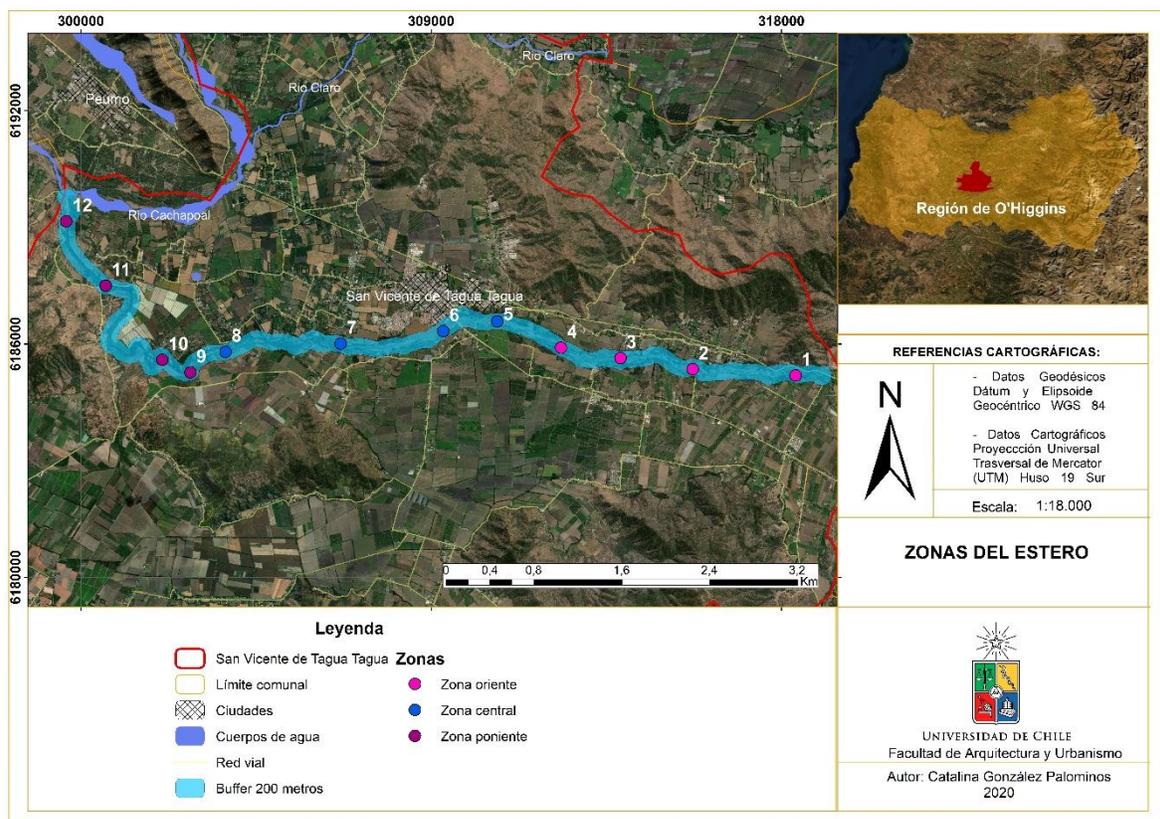
Tabla 1: Puntos de muestreo, sus coordenadas y fechas de evaluación.

Puntos de muestreo		Coordenadas		Fecha de terreno
		X	Y	
Zona Oriente	P1	318.363	6.185.192	16/12/19
	P2	315.719	6.185.366	14/12/19
	P3	313.862	6.185.643	15/12/19
	P4	312.335	6.185.907	21/12/19
Zona Central	P5	310.693	6.186.588	23/12/19
	P6	309.307	6.186.340	24/12/19
	P7	306.671	6.186.012	28/12/19
	P8	303.713	6.185.809	03/01/20
Zona Poniente	P9	302.810	6.185.279	03/01/20
	P10	302.087	6.185.605	05/01/20
	P11	300.634	6.187.505	05/01/20
	P12	299.620	6.189.164	07/01/20

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las campañas de terreno se realizaron entre diciembre del 2019 y enero del 2020.

Figura 3: Puntos de muestreo.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.6. Evaluación del Estado Ecológico de la ribera del Estero Zamorano.

En esta etapa se realizó por medio de los instrumentos planteados por Vásquez (2018) e integrando diversos índices.

5.6.1. Índice QBR

Este índice es uno de los más utilizados internacionalmente como en el país, el cual, permite determinar la calidad del bosque de las zonas ribereñas (Vásquez, 2018), las cuales “*son parte esencial de los ecosistemas fluviales, pues representan una transición entre el medio acuático y el medio terrestre, y poseen un “poder tampón” ya que tienen la capacidad de absorber y almacenar elementos*” (López et al., 2015:7). La elección de este índice recae a que este no depende de la variabilidad estacional, debido a que se utiliza como indicador biológico a aquellas especies arbóreas, arbustiva y matorral con características perenne (Suárez et al., 2002). Este índice evalúa 4 tipo de dimensiones:

- 1. Cubierta de vegetación:** Se contabiliza el porcentaje de cobertura vegetal de especies leñosas.
- 2. Estructura de la cubierta:** Se evalúa la complejidad de la cobertura vegetal, por medio de la evaluación de la conexión de la vegetación dentro del bosque ribereño, como este con el bosque adyacente.
- 3. Calidad de la cubierta:** Se contabiliza el número de especies, su disposición y el origen de estas.
- 4. Grado de naturalidad del canal fluvial:** Se identifican las modificaciones presentes en el cauce que puedan afectar la dinámica natural de este.

Este índice consiste en la implementación de una ficha de evaluación establecida por Munné et al. (2003) (Anexo 1), en la cual se evalúan independientemente las cuatro dimensiones anteriores. Por cada una de estas la ficha entrega 4 opciones de las cuales solo se puede escoger una. Las opciones poseen diferentes puntajes que van desde un 25, 10, 5 a un 0, dependiendo del cumplimiento de las características de la ribera que se exige. La puntuación final de cada dimensión varía de un máximo de 25 a un mínimo de 0 puntos. Mientras que la sumatoria final varía entre un máximo de 100 puntos y un mínimo de 0. Los datos obtenidos se interpretan según la siguiente tabla:

Tabla 2: Rangos de calidad de ribera

Puntuación	Calidad	Color
≥ 95	Bosque ribereño sin alteraciones, estado natural.	Azul
75 – 90	Bosque ribereño ligeramente perturbado, calidad buena.	Verde
55 - 70	Inicio de alteración importante, calidad aceptable.	Amarillo
30 - 50	Alteración fuerte, calidad mala.	Naranja
≤ 25	Degradación extrema, calidad pésima.	Rojo

Fuente: Munné et al. (2003).

Para la implementación de este índice de realizaron transectos de 100 metros de longitud por 50 metros de ancho. Además, se utilizaron elementos como cámara fotográfica, ficha de evaluación, lápiz, huincha de medir y mapa con los puntos de muestreo.

Finalmente, con los datos obtenidos, los resultados fueron espacializados por medio de la utilización del software ArcGIS 10.6v.

5.6.2. Evaluación de la biodiversidad

Para el desarrollo de esta sección, se utilizaron una serie de materiales, tales como: fichas de terreno (Anexo 2 y 3), cámara fotográfica, lápiz, cronometro, GPS, huincha de medir, mapa de puntos de muestreo y guías de terreno “Flora Silvestre de Chile: Zona Central” de Adriana Hoffman y “Flora y Fauna de Chile: Guía de identificación” de Sharon Chester.

5.6.2.1.Registro de avifauna

Se utilizaron a las aves como un indicador del estado ecológico de la ribera del estero, debido a que estas han sido reconocidas como especies que entregan funciones ecológicas de importancia tales como polinización, dispersión de semillas, control de plagas, así como indicadoras de la salud de estos ecosistemas (Sahugún et al., 2014) debido a que estas se encuentran sujetas a los cambios ambientales (Green & Figueroa, 2014).

Cada registro fue realizado entre las 8:00 y 10:00 am, debido a que es en este periodo del día en que las aves se encuentran más activas, facilitando su detección. Estos se realizaron en las diferentes estaciones de muestreo, por medio del conteo en transectos de franjas fijas. Este instrumento consiste en el registro de aves mediante la realización de transectos de 100 metros de longitud por 50 metros de ancho (Vásquez, 2018). Por cada uno de estos se determinó un tiempo de 10 minutos para su recorrido, en los cuales el registro se realizó de manera visual y auditivamente. Se registraron el número de especies como el total de individuos presentes por cada transecto.

La elección de este tipo de conteo se debió a la alta accesibilidad que posee el área de estudio, permitiendo la realización de recorridos a lo largo del estero, sin la necesidad de prestar demasiada atención en donde uno pisaba (Ralph et al., 1996), asociado también a la estructura abierta de la vegetación, la cual permite una detección relativamente fácil.

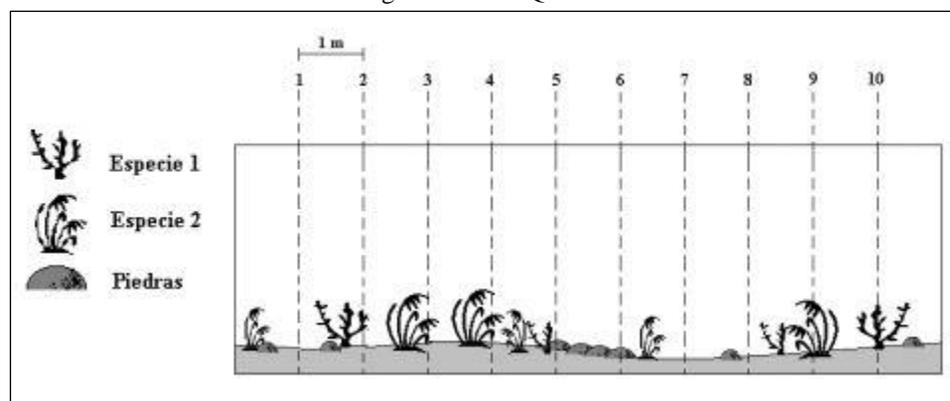
Posteriormente, a cada una de las especies registradas, se le identificó el origen, ya sean endémicas, nativas o exóticas, y, su estado de conservación, como es el caso de en peligro, amenazadas, vulnerables o fuera de peligro, entre otras. Luego se determinó el porcentaje de especies que comprenden cada una de estas categorías. Para lo anterior, se utilizó el libro “Fauna Nativa de la Región de O’Higgins” de Ramírez (2018) y el “Inventario Nacional de Especies de Chile” del Ministerio del Medio Ambiente.

5.6.2.2.Registro de vegetación

Se realizó por medio de la metodología de inventario florístico para los tipos de vegetación leñosa, herbáceas y acuática, en donde se contabilizaron el número de especies y de individuos. Para cada tipo de vegetación se empleó una metodología específica:

- **Vegetación leñosa alta y baja:** La vegetación leñosa alta son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura, es decir, los árboles. Mientras que las leñosas bajas son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura, es decir, los arbustos. Para el registro de estos, se definieron parcelas cuadradas de 50 m², por cada punto de muestreo, en las cuales se realizaron los conteos del número de individuos y especies (Hernández, 2000).
- **Vegetación baja-herbáceas:** La vegetación herbácea, son todas aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos, es decir, las hierbas. Para su registro se utilizó la metodología de Point Quadrat, la cual, se realiza por medio del conteo de 100 puntos (Figura 4). Estos se distribuyen dentro de un transecto de 10 metros (1 punto cada 10cm). En cada punto se contabilizan la presencia de vegetación, registrando su especies, suelo desnudo o rocas (Candia et al., 1983).

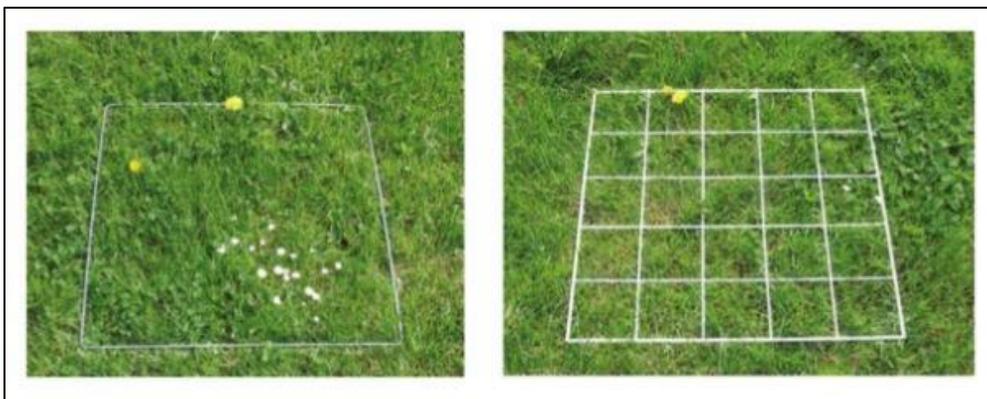
Figura 4: Point Quadrat.



Fuente: Hernández, 2000.

- **Vegetación acuática:** Se hace referencia a aquellas especies que se encuentran sumergidas y a su vez, parte de su cuerpo emerge a la superficie, como es el caso de las herbáceas hidrófilas. Estas se registraron por medio de transectos de 5 metros de longitud por 1 metro de ancho. Estas se dividieron en 5 cuadrículas (Figura 5) en las cuales se registraron las especies presentes y se determinó visualmente el porcentaje de cobertura de cada una de estas (Rodríguez & Silva, 2016).

Figura 5: Cuadriculas de evaluación.



Fuente: Ruiz, 2014.

Además, se identificó el origen, estado de conservación, riqueza y abundancia de cada una de las especies, según el “Inventario Nacional de Especies de Chile” del Ministerio del Medio Ambiente. En caso de la no identificación de una especie en terreno, se recolectaron muestras de estas, para su posterior identificación.

5.6.2.3. Estimación de índices de biodiversidad

Los datos obtenidos en los registros de avifauna y vegetación leñosa fueron posteriormente analizados por medio de dos índices, los cuales utilizan la abundancia y riqueza presente en cada una de las estaciones de muestreo. Esta información fue ingresada y analizada mediante la utilización del software Excel.

- **Índice de Shannon:** consiste en la medición de la heterogeneidad de una comunidad, de acuerdo con dos factores, el número de especies presentes y su abundancia relativa. Esta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H = \sum_{i=1}^S p(i) \log p(i)$$

En donde:

H = Índice de diversidad de la especie.

S = Número de especies.

p = Proporción de la muestra que corresponde a la especie *i*.

Mediante los rangos propuestos por Caviedes (1999), se interpretaron los resultados obtenidos en esta etapa, lo cual se encuentra expresado en la siguiente tabla:

Tabla 3: Rangos del índice de diversidad de Shannon.

Rango	Significado
<1	Muy baja diversidad
>1 – 1,8	Baja diversidad
>1,8 – 2,1	Diversidad media
>2,1 – 2,3	Alta diversidad
>2,3	Muy alta diversidad

Fuente: Caviedes (1999).

- **Índice de dominancia de Simpson (δ):** Indica cual es la probabilidad de que, al tomar dos individuos, de una comunidad, al azar sean de la misma especie (Moreno, 2001). Donde su fórmula es:

$$D = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

En donde:

S = Número de especies.

n_i = Número de ejemplares por especie.

N = Total de organismos presentes.

5.7. Relaciones entre los resultados de los índices e instrumentos implementados.

Mediante la utilización de gráficos de puntos de dispersión se representaron cada uno del resultado de los índices e instrumentos implementados por cada punto de muestreo. Con ello se realizó una correlación entre los resultados más altos y bajos de cada uno de estos, así como casos especiales, identificando las posibles relaciones entre cada uno de estos.

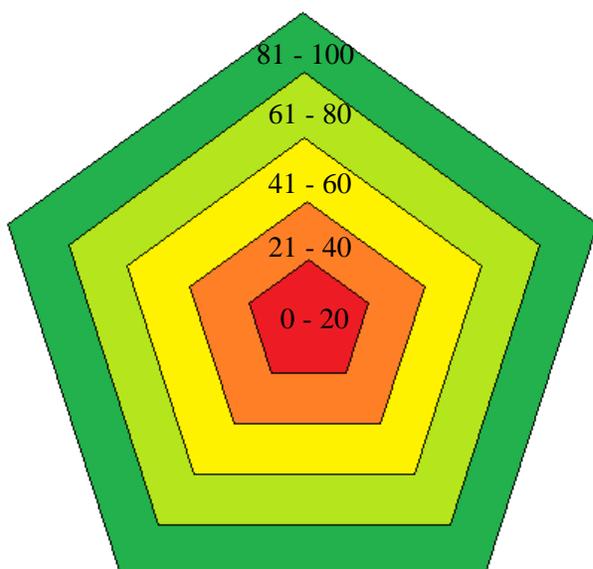
5.8. Comparación de las zonas del estero.

Mediante la utilización de gráficos de cajas se representaron gráficamente los datos de cada uno de los índices utilizados en este estudio. Con esto se realizó una comparación entre cada zona del Estero en la distribución y variabilidad de datos obtenidos. Se compararon las zonas respecto la Cobertura Vegetal, Índice QBR, Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa y avifauna nativa y cobertura de vegetación herbácea nativa y acuática nativa.

5.9. Estimación del Estado Ecológico

Debido a que cada índice evaluó componentes diferentes de la zona ribereña por medio de instrumentos separados. Para la obtención del estado ecológico del Estero, fue necesario la integración de los resultados obtenidos. Para ello, cada uno de los resultados finales de los índices e instrumentos fueron representados en porcentajes, para ello, los valores más altos de cada categoría de evaluación de los diferentes índices e instrumentos fueron transformados a un 100%. Por último, cada una de estas cifras fueron estandarizadas según la siguiente tabla:

Figura 6: Categorías de evaluación de estado ecológico.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 4: Categorías de evaluación ecológica.

Categoría	Porcentaje (%)
Muy alto	81 – 100
Alto	61 – 80
Medio	41 – 60
Bajo	21 – 40
Muy bajo	0 – 20

Fuente: Elaborado en base a Vásquez (2018).

Posteriormente los datos resultantes por cada sección fueron cartografiados.

6. Resultados.

6.1. Coberturas de suelo actuales en la ribera del estero Zamorano

El buffer de 200 metros da un total de 1.107 hectáreas, mientras que el de 50 metros un total de 321 hectáreas. Estas fueron sometidas al proceso de fotointerpretación (Figura 8 y 9), el cual dio como resultado la identificación de 7 coberturas de suelo (para el año 2018), entre las que se encuentran:

Tabla 5: Coberturas de suelo en la ribera según buffer.

Cobertura	200 metros		50 metros	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Estero	44	4	44	14
Humedales	5	0,45	2	1
Vegetación alta	349	32	131	41
Vegetación baja	129	12	51	16
Zona agrícola	396	36	20	6
Zona sin vegetación	135	12	70	22
Área urbana	48	4	4	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En los 200 metros domina la “Zona agrícola” y “Vegetación alta”, con una muy baja presencia de “Área urbana” y “Humedales”. En cambio, en la zona más cercana al cauce (50 metros) domina la “Vegetación alta”. En general se observan condiciones propias de una zona ribereña poco urbanizada y marcadamente rural, con zonas vegetadas importantes.

Entre las coberturas identificadas para los buffers es posible observar diferencias porcentuales. Tal es el caso de la cobertura de “Zona Agrícola” la cual presenta una disminución porcentual en la medida en que el límite se acerca al estero, pasando de representar un 36% (396 hectáreas) en el buffer de 200 metros, a un escaso 6% (20 hectáreas) del buffer de 50 metros. Lo mismo sucede con la cobertura de “Área urbana” que pasa de un 4% (48 hectáreas) a un 1% (4 hectáreas).

Lo contrario sucede con el resto de las coberturas identificadas. Estas, si bien disminuyen el total de hectáreas que componen en el buffer, el porcentaje de representatividad de estas aumenta. Tal es el caso de la “Zona sin vegetación” la cual presenta el mayor aumento porcentual de un 12% (135 hectáreas) en el buffer de 200 metros, a un 22% (70 hectáreas) en los 50 metros. Este es seguido por la cobertura de “Vegetación alta” el cual pasa de un 32% (349 hectáreas) a un 41% (131 hectáreas). Además, las coberturas de “Vegetación baja” y “Humedales” que, si bien tienen el menor aumento, no menos importante de mencionar, pasando de un 12% (129 hectáreas) a un 16% (51 hectáreas) en el caso de la “Vegetación baja” y de un 0,45% (5 hectáreas) a un 1% (2 hectáreas) en el caso de “Humedales”.

Estas diferencias porcentuales de las coberturas de suelo entre los buffers demuestran una tendencia en la conservación de áreas naturales más cercanas al borde del Estero Zamorano. Esto es claramente observable en la gran disminución de la presencia de aquellas coberturas antrópicas, como las zonas agrícolas y urbanas en el área cercana al cuerpo de agua.

Además, en un análisis más en detalle las zonas evaluadas del Estero también muestran diferencias entre si (Figura 7 y 8). En el caso de la Zona Oriente del Estero, un 66% de su área se encuentra cubierta por vegetación (vegetación alta y baja), mientras que solo un 7% por “Zona sin vegetación” (Tabla 6). En el caso de la Zona Central del Estero, esta se encuentra cubierta por un 42% de vegetación y por un 47% por “Zona sin vegetación”. Con respecto a la Zona Poniente, esta resulta con una cobertura vegetal que alcanza un 56% y solo un 13% de “Zona sin vegetación”.

Tabla 6: Porcentaje de coberturas de suelo por zonas.

Zonas	Estero	Vegetación alta	Vegetación baja	Zona sin vegetación	Zona agrícola	Área urbana
Zona Oriente	25%	51%	15%	7%	3%	-
Zona Central	12%	7%	35%	47%	-	-
Zona Poniente	25%	50%	6%	13%	3%	3%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Estas diferencias porcentuales de coberturas vegetadas y sin vegetación entre las zonas del estero, demuestran una tendencia de los cambios de cobertura de suelo que presentan las áreas cercanas al centro urbano principal de la comuna ubicado en la Zona Central del estero. Sin embargo, es solamente en la Zona Poniente donde la urbanización a alcanzado la zona ribereña.

Por otro lado, la figura 7 muestra las coberturas que se encuentran en la zona cercana a cada punto de muestreo en un radio circular de 50 metros. Los puntos de muestreo con mayor porcentaje de vegetación son el punto 3 con un 75%, punto 4 con un 82% y punto 11 con un 75% (Tabla 7). Este último se encuentra totalmente cubierto por “Vegetación alta” y por un tramo del “Estero”. Los puntos con un porcentaje medio de vegetación son el punto 1 con un 44%, punto 2 con un 63%, los puntos 6, 7, 8 y 9 con un 50% cada uno y el punto 12 con un 62%. Todos, a excepción de los puntos 7 y 9, se componen de tanto “Vegetación alta” como de “Vegetación baja”.

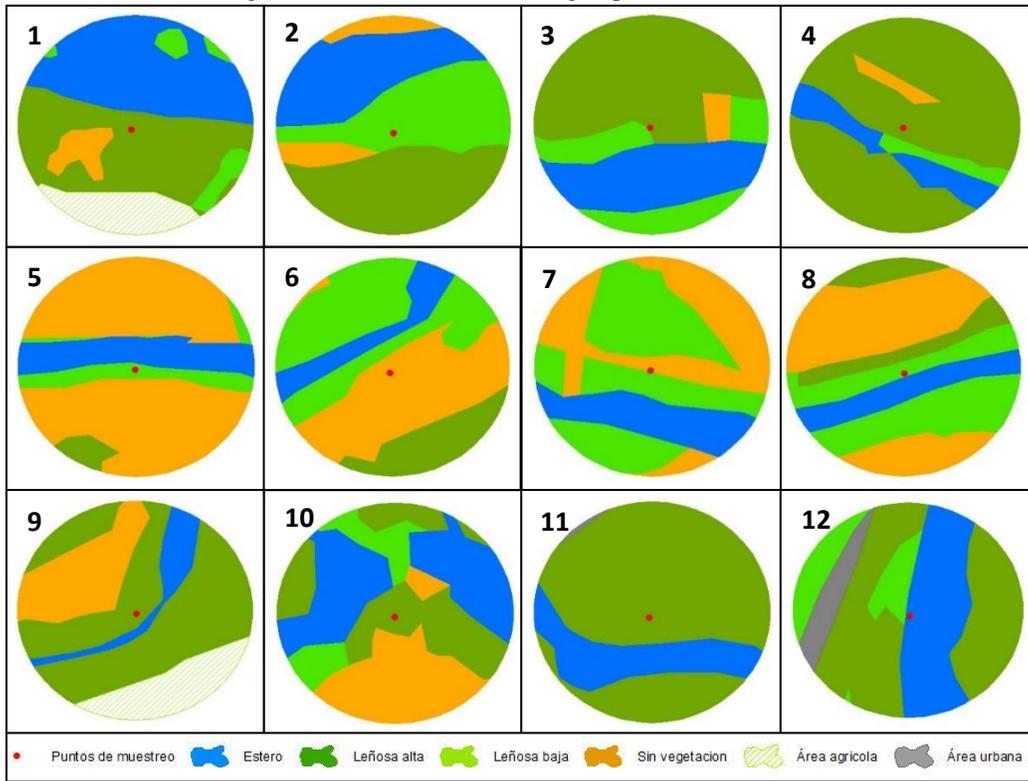
Tabla 7: Porcentaje de cobertura de suelo por puntos de muestreo.

Puntos	Estero	Vegetación alta	Vegetación baja	Zona sin vegetación	Zona agrícola	Área urbana
P1	38%	38%	6%	6%	12%	-
P2	25%	38%	25%	12%	-	-
P3	25%	50%	22%	3%	-	-
P4	12%	76%	6%	6%	-	-
P5	12%	3%	12%	73%	-	-
P6	12%	12%	38%	38%	-	-
P7	12%	-	50%	38%	-	-
P8	12%	12%	38%	38%	-	-
P9	12%	50%	-	26%	12%	-
P10	38%	25%	12%	25%	-	-
P11	25%	75%	-	-	-	-
P12	26%	50%	12%	-	-	12%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

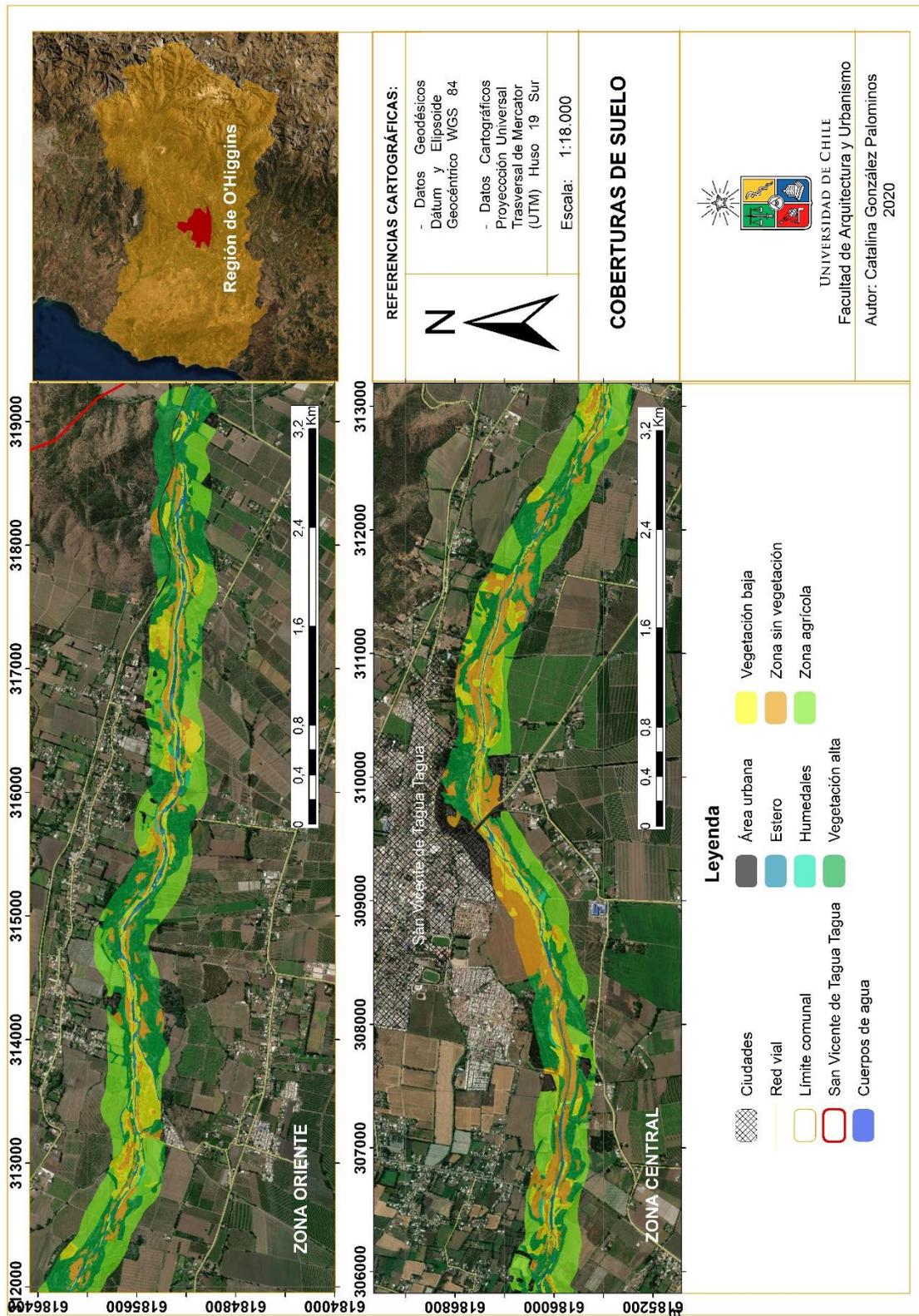
Por otra parte, los puntos de muestreo con menor porcentaje de vegetación son el punto 5 con un 14% y punto 10 con un 37%. En el caso del punto 5, este se encuentra cubierto por un 76% de “Zona sin vegetación”. Mientras que, en el caso del punto 10, es el “Estero” el cual representa el mayor porcentaje de cobertura con un 38% y una “Zona sin vegetación” con un 25%.

Figura 7: Coberturas de suelo según puntos de muestreo.



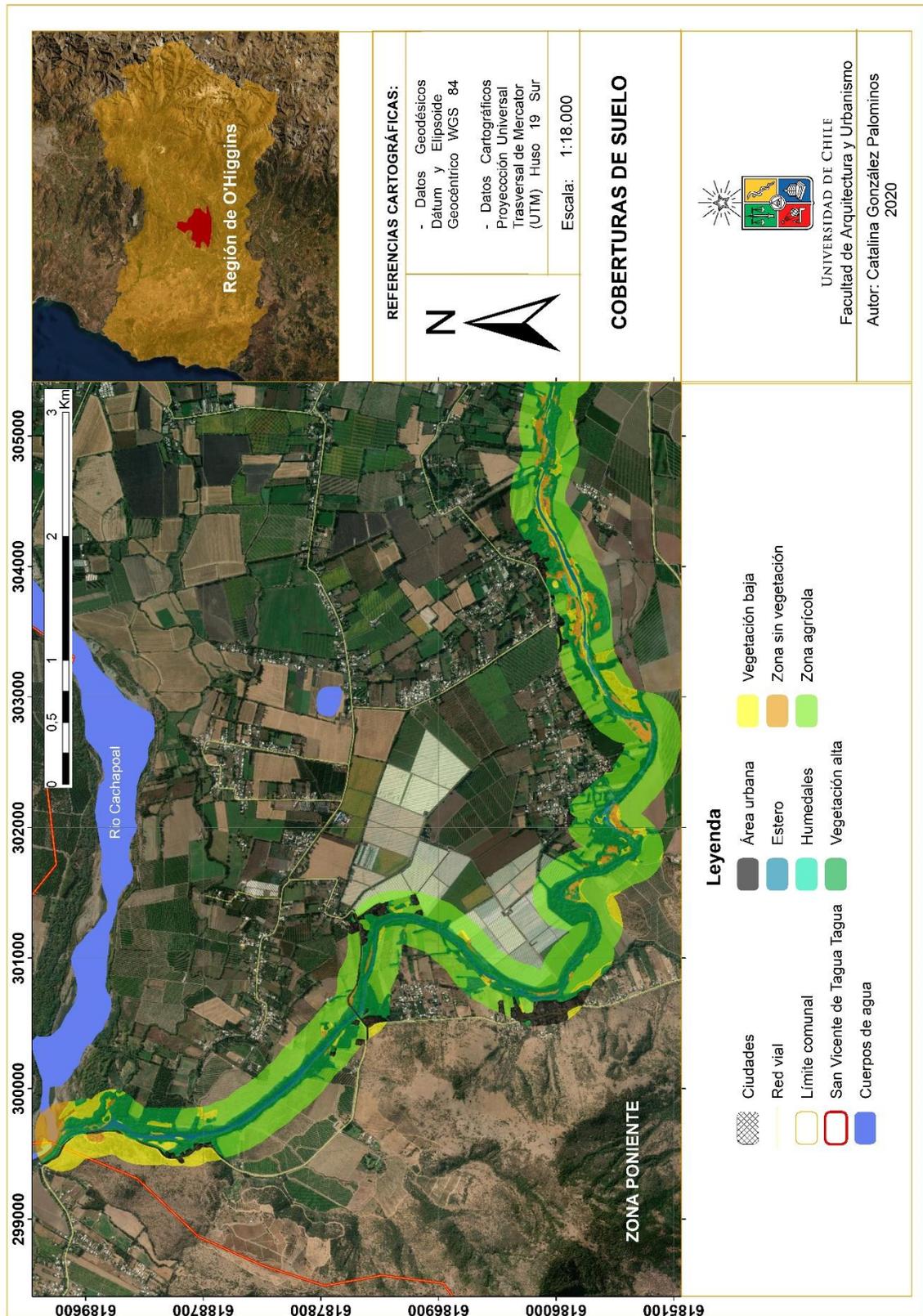
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 8: Coberturas de suelo de Zona Oriente y Central.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 9: Coberturas de suelo de la Zona Poniente.



Fuente: Elaboración propia, 2019.

6.2. Análisis del Estado Ecológico de la ribera.

6.2.1. Índice QBR

Los 12 puntos de muestreo que se realizaron en el Estero Zamorano poseen evaluaciones que varían entre degradación extrema, alteración fuerte, inicio de alteración importante y ligeramente perturbado (Anexo 4). No existe ningún punto sin alteraciones, ya sean en términos de vegetación de la ribera, como en el cauce.

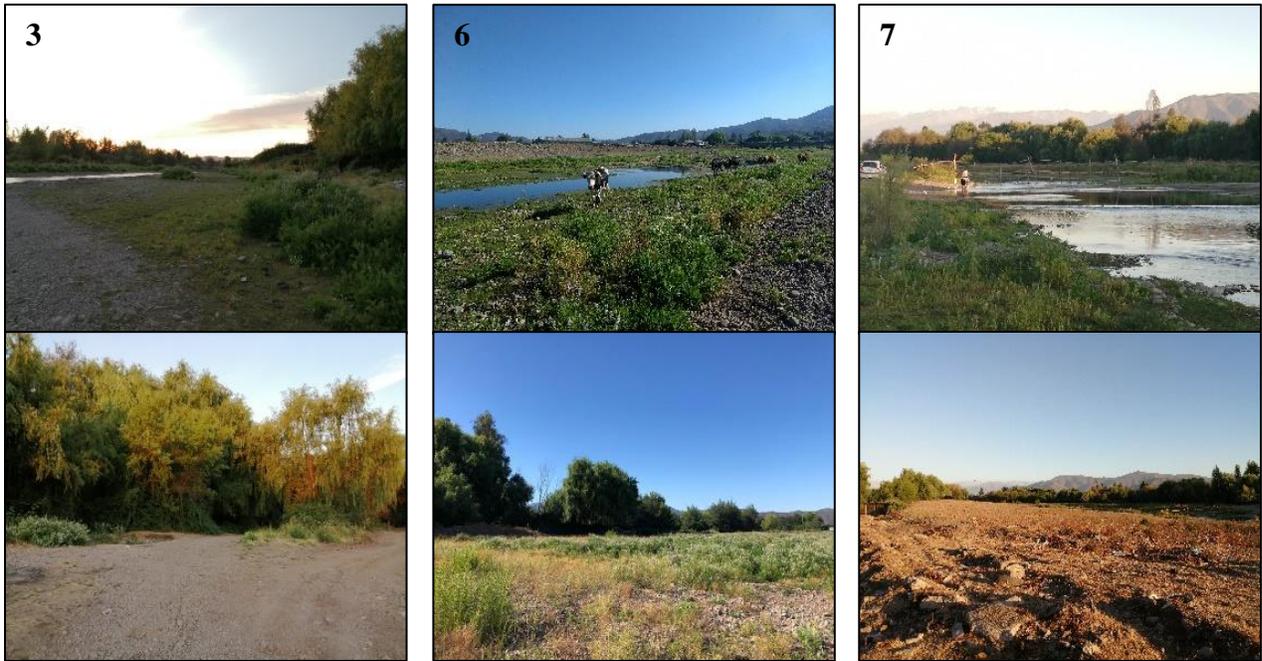
En detalle, son 4 puntos evaluados con un estado de “**Degradación extrema**” correspondientes a puntos 3, 6, 7 y 9 (Tabla 8, Figura 10 y 11). Estos poseen un bajo puntaje en los componentes *grado de cubierta de la zona de ribera*, *calidad de la cubierta* y *grado de naturalidad del canal fluvial*. A lo anterior, el componente de *grado de la cubierta de la zona de ribera* el bajo puntaje se debe a que la cobertura vegetal no presenta continuidad con respecto al ecosistema forestal adyacente, a pesar de presentar una vegetación que alcanza rangos entre 50 a 80% de cobertura de la ribera. Con respecto al componente de *calidad de la cubierta* su bajo puntaje se debe a la alta presencia y dominancia de especies leñosas exóticas, como lo son el Aromo y el Sauce llorón. Por otro lado, en relación con el componente de *grado de naturalidad del canal fluvial* su bajo puntaje se relaciona a la canalización de los tramos de la ribera evaluados.

Tabla 8: Puntos evaluados con estado de degradación extrema.

Componentes	Puntaje					
	P3	P6	P7	P9	P10	P12
Grado de cubierta de la zona de ribera	0	0	0	0	5	5
Estructura de la cubierta	5	10	10	10	15	15
Calidad de la cubierta	6	11	16	7	2	2
Grado de naturalidad del canal fluvial	10	0	0	10	25	10
Total	21	21	26	27	47	32

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 10: Puntos de muestreo con un estado de degradación extrema.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 11: Puntos de muestreo con un estado de degradación extrema.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

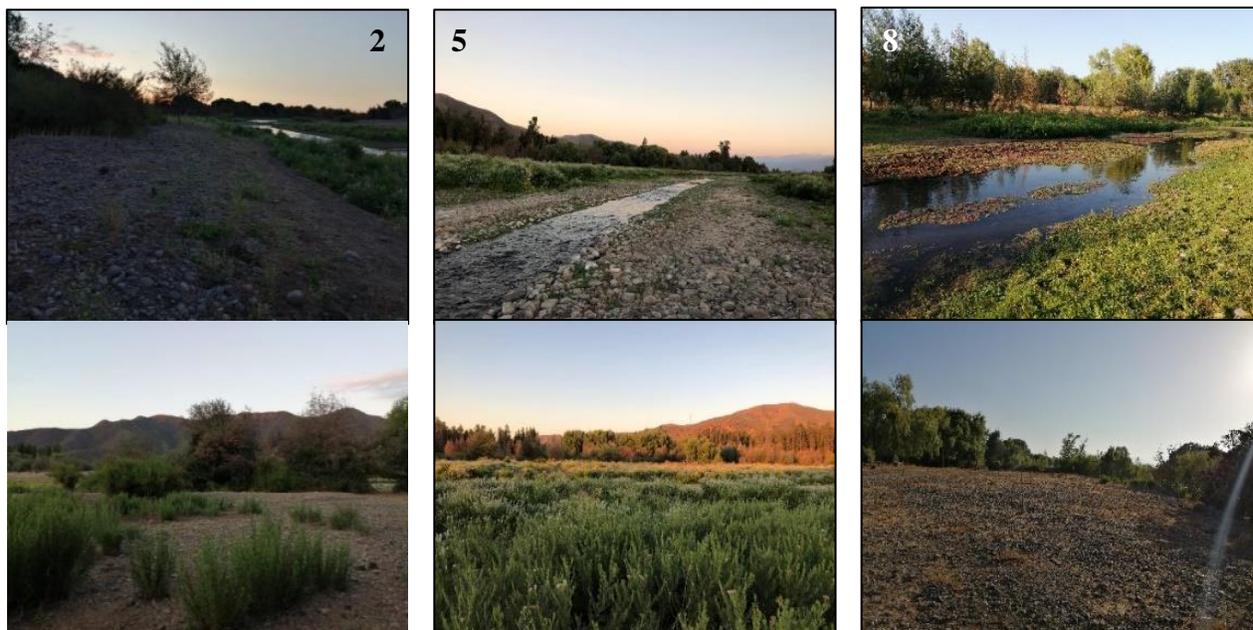
Con respecto a los puntos evaluados con una “**Alteración fuerte**” corresponden a los puntos 2, 5, 8, 10 y 12 (Tabla 9, Figura 12 y 13). Estos poseen un bajo puntaje en el componente de *grado de naturalidad del canal fluvial*, que en el caso de los puntos 2, 5 y 12 se debió a la canalización en su totalidad del tramo evaluado asociado a los trabajos realizados por la Dirección de Obras Hidráulicas. Sin embargo, obtuvieron un alto puntaje en el componente de *calidad de la cubierta* debido a la presencia de más de 2 especies de árboles o arbustos autóctonos. Por otra parte, los puntos 8, 10 y 12 poseen una mala evaluación en *grado de la cubierta*, al presentar menos de un 10% de cobertura vegetal. Sin embargo, los puntos 8 y 10 poseen un alto puntaje en *grado de naturalidad del canal fluvial* a no presentar modificaciones en el tramo evaluado.

Tabla 9: Puntos evaluados con un estado de alteración fuerte.

Componentes	Puntaje				
	P2	P5	P8	P10	P12
Grado de cubierta de la zona de ribera	15	0	0	5	5
Estructura de la cubierta	15	10	5	15	15
Calidad de la cubierta	21	26	6	2	2
Grado de naturalidad del canal fluvial	0	0	25	25	10
Total	51	36	36	47	32

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 12: Puntos de muestro con un estado de alteración fuerte.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 13: Puntos de muestreo con un estado de evaluación de alteración fuerte.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con respecto a los puntos evaluados con estado de **“Inicio de alteración importante”** corresponden a los puntos 1 y 11 (Tabla 10 y Figura 14). Para el caso del punto 1, este posee un bajo puntaje en el componente de *calidad de cubierta* y *grado de naturalidad del canal fluvial*, esto se debe a la alta presencia de especies vegetacionales introducidas que forman comunidades, como es el caso del Aromo. Además, el tramo evaluado presenta modificaciones en las terrazas adyacentes al lecho del río, reduciendo el canal fluvial. También, presenta puntajes medios en los componentes de *grado de cubierta* y *estructura de la cubierta* lo que se relaciona a que la cobertura vegetal se encuentra entre los rangos de 50 a 80%, presentando cierto grado de conectividad con el bosque adyacente, así como también, a la alta presencia de arbustos y vegetación helófito. En el caso del punto 11 sus puntajes son regulares con valores medios en *grado de cubierta*, *estructura de la cubierta* y *calidad de la cubierta*, asociado a las características ya antes mencionadas para el punto 1. Por otro lado, posee el máximo puntaje para el componente de *grado de naturalidad del canal fluvial* al no presentar ninguna modificación del tramo evaluado.

Tabla 10: Puntos evaluados con un estado de inicio de alteración importante.

Componentes	Puntaje	
	P1	P11
Grado de cubierta de la zona de ribera	15	15
Estructura de la cubierta	20	15
Calidad de la cubierta	11	15
Grado de naturalidad del canal fluvial	10	25
Total	56	70

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 14: Puntos de muestreo con estado de inicio de alteración importante.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por último, el estado “**Ligeramente perturbado**” corresponde al punto 4 el cual (Tabla 11 y Figura 15), a pesar de obtener un bajo puntaje en el componente de *grado de naturalidad del canal fluvial*, debido a la presencia de modificaciones de las terrazas, posee un alto puntaje en los siguientes componentes, asociado a la presencia de más de 2 especies nativas de arbustos, presentar una continuidad de vegetación a lo largo del tramo, como también, a presentar un alto número de especies nativas, superando así a las especies exóticas.

Tabla 11: Punto evaluado con un estado ligeramente perturbado.

Componentes	Puntaje
	P4
Grado de cubierta de la zona de ribera	25
Estructura de la cubierta	20
Calidad de la cubierta	21
Grado de naturalidad del canal fluvial	10
Total	76

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 15: Punto con estado de ligeramente perturbado.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por lo tanto, todas las zonas del estero promedian un estado de “**Alteración fuerte**”, siendo la Zona Central de este la que posee el promedio más bajo y la Zona Oriente el más alto, con pequeñas diferencias con la Zona Poniente. Este bajo promedio de la Zona Central se encuentra asociado al nulo puntaje en el componente de *grado de cubierta de la zona de la ribera* (Tabla 12) debido a que presenta un bajo porcentaje de cubierta vegetal. En el caso del componente de *estructura de la cubierta*, su bajo puntaje se debe a que no presenta continuación entre el bosque ribereño y el bosque adyacente a este. En términos del componente de *calidad de la cubierta*, su bajo puntaje se debe a la alta presencia de especies leñosas exóticas en comparación a las nativas, generando una dominancia de las primeras, como ya se mencionó anteriormente, las especies que más se observaron son el Aromo y Sauce llorón. Por último, el componente de *grado de naturalidad del canal fluvial* también obtuvo un bajo puntaje, esto debido a las modificaciones que se observaron en los tramos evaluados, siendo el punto 8 el único de esta zona el cual no presento modificación alguna.

Tabla 12: Evaluación por zonas del estero.

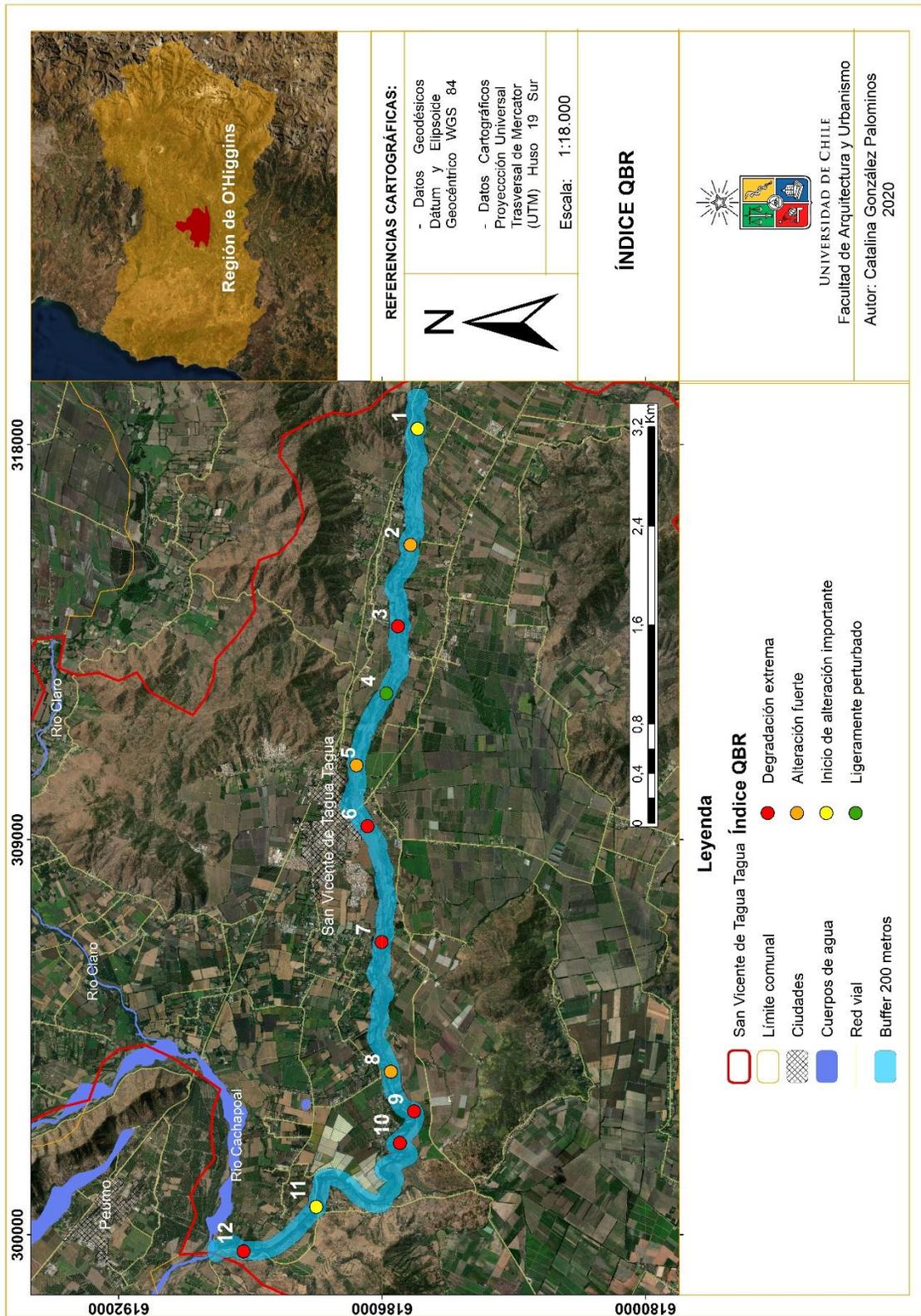
Componentes	Zona Oriente	Zona Central	Zona Poniente
Grado de cubierta de la zona de ribera	14	0	6
Estructura de la cubierta	15	9	14
Calidad de la cubierta	15	15	7
Grado de naturalidad del canal fluvial	8	6	18
Total	52	30	45
Munné et al. (2003)	Alteración fuerte	Alteración fuerte	Alteración fuerte

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por lo tanto, el Estero Zamorano promedia tal solo 42 puntos, categorizándose también con un estado de “**Alteración fuerte**”.

Los resultados por cada punto se encuentran espacializados en la siguiente figura.

Figura 16: Índice de QBR por puntos de muestreo del estero.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.2.2. Índice de Diversidad de Shannon para Vegetación Leñosa Nativa

Con respecto a las especies de vegetación leñosa se registró una riqueza total de 10 especies, de las cuales 5 son nativas (Boldo, Chilca, Espino, Palqui y Sauce amargo) y 5 especies exóticas (Álamo, Aromo, Casia, Eucalipto y Sauce llorón). Ninguna de estas especies se encuentra en alguna categoría de conservación.

La abundancia total es de 673 individuos, de los cuales, las especies que destacan como más abundantes son la Chilca (117 individuos), Sauce amargo (176 individuos) y Sauce llorón (135 individuos). El detalle de cada una de las especies se encuentra en el Anexo 5.

En relación con el Índice de Diversidad de Shannon, este arroja que el Estero Zamorano posee una *Muy baja diversidad* ($H= 0,66$). En detalle, lo mismo ocurre en el análisis de diversidad por zonas, las cuales también poseen una *Muy baja diversidad*, siendo la Zona Central del estero la que tiene el índice de diversidad más bajo (Tabla 13).

Tabla 13: Índice de Diversidad de Shannon para Vegetación Leñosa Nativa por zonas.

Zonas	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Caviedes
Zona Oriente	3	139	0,79	Muy baja diversidad
Zona Central	2	109	0,26	Muy baja diversidad
Zona Poniente	5	133	0,95	Muy baja diversidad

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En el caso del análisis por puntos de muestreo, los puntos 1, 6, 7, 9 y 10 no se les realizó el cálculo del índice al no contar con el mínimo de especies nativas que se requieren para este, obteniendo así automáticamente un $H=0$, catalogándose con una *muy baja diversidad*. Esto se encuentra asociado a la alta dominancia de especies exóticas presentes en estos puntos.

El punto de muestreo con el menor índice de diversidad es el 5 ($H= 0,25$), mientras que el punto con el mayor índice de diversidad es el 3 ($H= 0,85$), ambos catalogados con una *Muy baja diversidad* (Tabla 14).

Por otro lado, el cálculo de diversidad tomando en cuenta a todas las especies incluso las exóticas presenta ciertas variaciones en algunos puntos. En estos se ve un aumento en la biodiversidad, pasando de una *muy baja diversidad* a una *baja diversidad*. Solo el punto 5 mantuvo su categoría. El aumento de este índice tiene un promedio de $H=0,7$, siendo el mayor aumento en el punto 1 con un $H=1,2$ y el menor aumento en el punto 9 con un $H=0,4$.

Además, los puntos que antes habían obtenido un $H=0$ (puntos 1, 6, 7, 9 y 10), pasan a obtener un índice con valor que varía desde un $H=0,4$ hasta un $H=1,2$, siendo catalogados desde una *muy baja diversidad* a una *baja diversidad* (Tabla 14). Por otra parte, los puntos 2, 3, 4, 8, 11 y 12 poseen un índice levemente más alto, pasando de ser catalogados con una *Muy baja diversidad* a una *Baja diversidad*. Por lo tanto, a pesar de sumar las especies exóticas al cálculo del índice, los puntos de muestreo no obtuvieron un aumento significativo en los

resultados de diversidad. Esto se ve asociado a la alta dominancia de ciertas especies sobre otras en cada uno de estos.

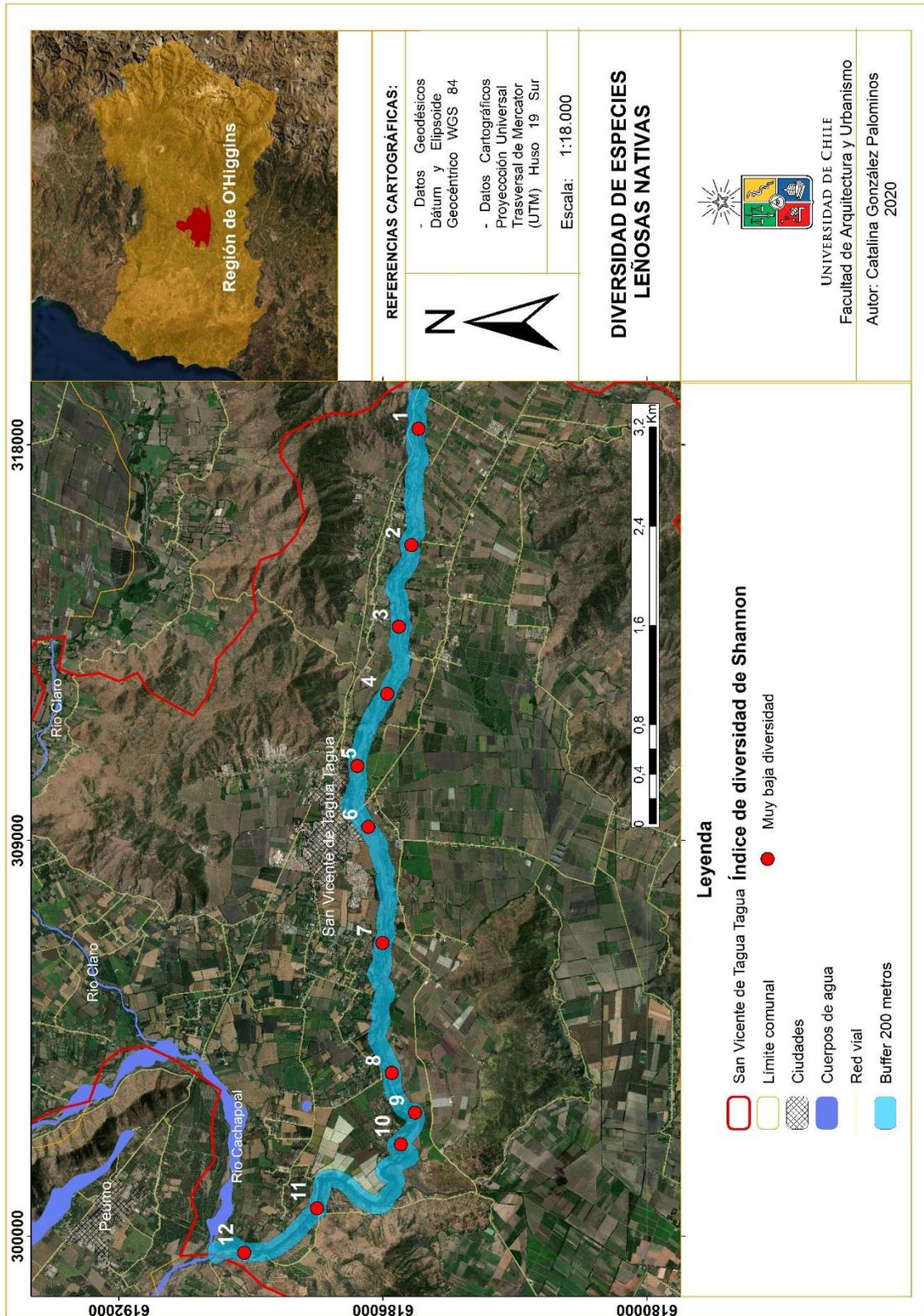
Tabla 14: Índice de Diversidad de Shannon para Vegetación Leñosa Nativa por puntos de muestreo.

Puntos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Riqueza	1	3	3	2	2	1	1	2	1	1	3	2
Abundancia	8	18	41	71	15	31	55	8	83	3	48	2
Índice de Shannon especies nativas	0	0,55	0,85	0,62	0,25	0	0	0,37	0	0	0,37	0,69
Caviedes	Muy baja diversidad											
Índice de Shannon todas las especies	1,2	1,1	1,4	1,1	0,2	0,6	0,8	1,2	0,4	1	1,4	1,2
Caviedes	Baja diversidad	Baja diversidad	Baja diversidad	Baja diversidad	Muy baja diversidad	Muy baja diversidad	Muy baja diversidad	Baja diversidad	Muy baja diversidad	Baja diversidad	Baja diversidad	Baja diversidad

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 17 se puede observar los resultados el índice de diversidad obtenido por cada punto de muestreo del estero.

Figura 17: Índice de Diversidad de Shannon para Vegetación Leñosa Nativa por puntos de muestreo.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.2.3. Riqueza y Abundancia de Vegetación Herbácea Nativa

Con respecto a la vegetación herbácea se registró una riqueza de 21 especies de las cuales 3 corresponden a especies nativas (Carricillo, Chépica y Clonqui) y 18 a especies exóticas (Anexo 6). Las especies que se encuentran en el mayor número de puntos de muestreo son el Duraznillo y la Galega, ambas especies exóticas. Por otra parte, ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría de conservación.

Se observa que el porcentaje de cobertura vegetal del Estero Zamorano alcanza un 80%, mientras que el 20% restante corresponde a suelo desnudo o cubierto por rocas. De este 80%, solo el 24% corresponde a vegetación herbácea nativa. En detalle, las zonas del estero alcanzan un máximo de 28% de cobertura vegetal nativa en el caso de la Zona Oriente, y un mínimo de 14% de cobertura vegetal nativa en la Zona Central (Tabla 15). En todas las zonas del estero, la especie nativa más abundante es la Chépica. Mientras que, en el caso de especies exóticas, la Galega es la más abundante en las zonas oriente y central del estero, y es el Duraznillo en la Zona Poniente de este.

Tabla 15: Número de especies nativas y porcentaje que representan de la muestra.

Zonas	Puntos	n° de especies	%	Promedio
Zona Oriente	P1	1	9	28%
	P2	1	45	
	P3	1	10	
	P4	2	46	
Zona Central	P5	1	6	14%
	P6	0	0	
	P7	2	23	
	P8	2	27	
Zona Poniente	P9	2	36	27%
	P10	2	9	
	P11	1	61	
	P12	0	0	

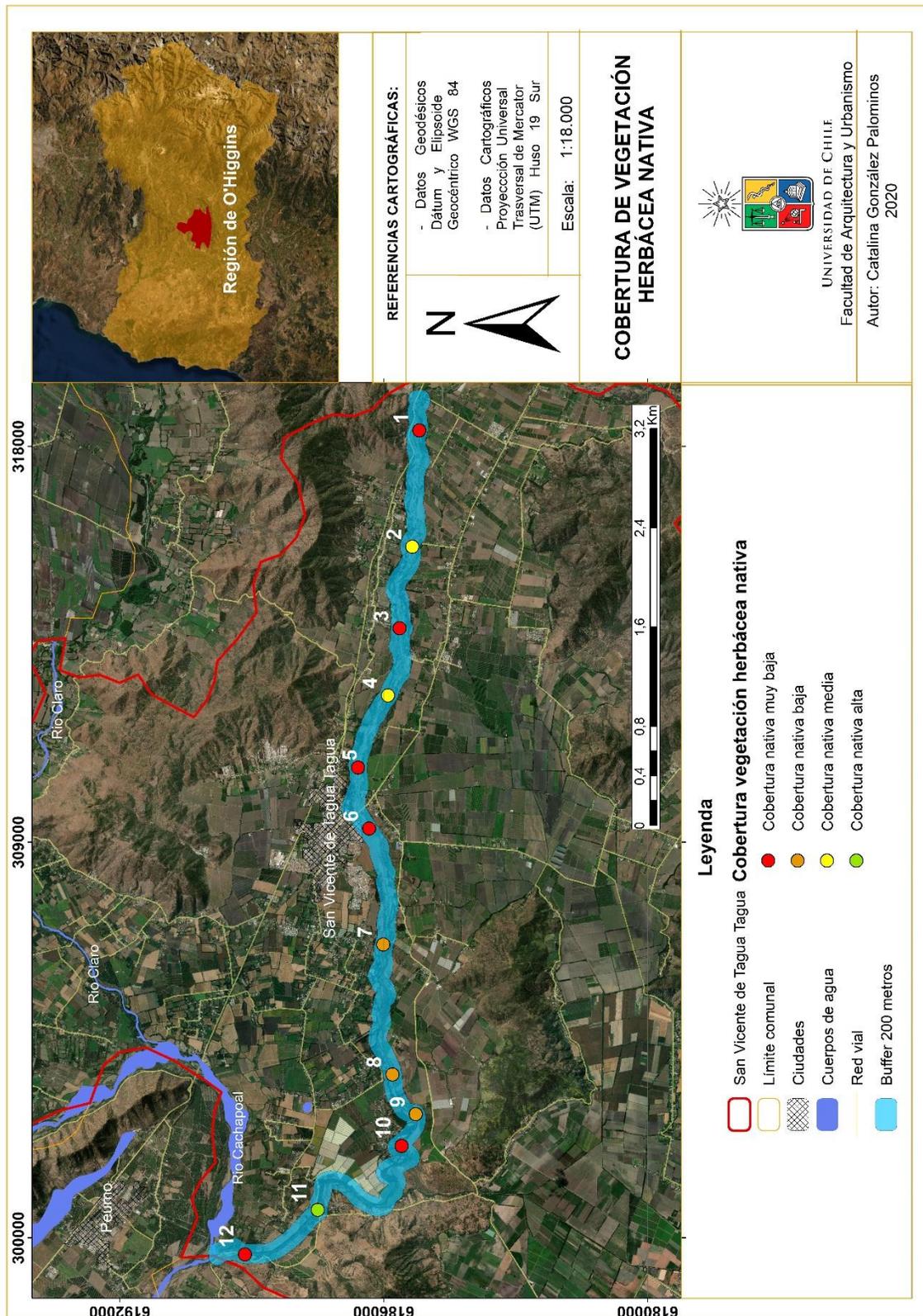
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los puntos con mayor porcentaje de cobertura nativa son los puntos 11 con un 61%, punto 4 con un 46% y punto 2 con un 45% (Tabla 15). Mientras que los puntos con menor cobertura nativa son los puntos 5 con un 6%, punto 1 y 10 ambos con un 9% y punto 3 con un 10%. Cabe mencionar que existen dos puntos, 6 y 12, en los cuales no se registraron especies nativas, por lo tanto, su porcentaje de cobertura nativa es de un 0%.

Por último, el máximo de especies nativas registradas por punto de muestreo es de 2 especies. En el caso de contabilizar a las especies exóticas el máximo es de 8 especies (Anexo 6).

En la Figura 18 se puede observar espacialmente los resultados por punto de muestreo.

Figura 18: Abundancia de Vegetación Herbácea Nativa por puntos de muestreo del estero.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.2.4. Riqueza y Abundancia de Vegetación Acuática Nativa

Con respecto a la vegetación acuática se registró una riqueza de 10 especies, de las cuales 4 corresponden a especies nativas (Bolsita de agua, Clavito de agua, Flor de pato y Lenteja de agua) y 6 a especies exóticas (Berro europeo, Hierba guatona, Junquillo, Berro y Verdolaga). Ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría de conservación.

Las especies más abundantes son 3 nativas (Bolsita de agua, Flor de pato y Lenteja de agua) y 1 exótica (Hierba de Plata). El detalle de las especies se encuentra en el Anexo 7.

Se observa que el Estero Zamorano posee una cobertura vegetal acuática que alcanza un 75%, mientras que el 25% restante corresponde a rocas, barro y agua. Por otra parte, del 75% de cobertura vegetal, solo el 34% corresponde a vegetación nativa.

En detalle, el máximo de cobertura vegetal nativa que alcanzan las zonas del estero es de un 51% en la Zona Central y un mínimo de 5% en la Zona Oriente (Tabla 16). Dentro de las especies más abundantes por zona destacan la Hierba de plata (Exótica) en la Zona Oriente, Clavito de agua en la Zona Central y Lenteja de agua en la Zona Poniente.

Tabla 16: Número de especies nativas y el porcentaje que representan de la muestra.

Zonas	Puntos	n° de especies	%	Promedio
Zona Oriente	P1	0	0	5%
	P2	2	13	
	P3	1	2	
	P4	2	7	
Zona Central	P5	3	17	51%
	P6	3	47	
	P7	4	42	
	P8	3	98	
Zona Poniente	P9	3	32	46%
	P10	2	53	
	P11	3	76	
	P12	3	23	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con respecto a los puntos de muestreo, aquellos con el mayor porcentaje de cobertura vegetal nativa son el punto 8 con un 98% y punto 11 con un 76%. Mientras que los puntos con menor porcentaje de cobertura, menos de 20%, son los punto 1 con un 0%, punto 2 con un 13%, punto 3 con un 2%, punto 4 con un 7% y punto 5 con un 17%.

Cabe mencionar que en el punto 1 (Anexo 7 y 8) no se registra ninguna especie nativa ya que presenta una alta dominancia de Berro europeo (95%), especie exótica que se caracteriza por

desarrollarse en ambientes contaminados, lo cual en el punto de muestreo se podría relacionar con la presencia de un canal de desagüe de aguas servidas (Figura 19).

Figura 19: Canal de desagüe.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Otro punto para mencionar se relaciona con el Clavito de agua, especie nativa que se desarrolla en aguas poco contaminadas, por lo cual su presencia nos podría indicar el estado del ambiente en que se encuentran. El punto 8 es el cual posee el mayor porcentaje de cobertura de esta especie alcanzando un 57% (Figura 20).

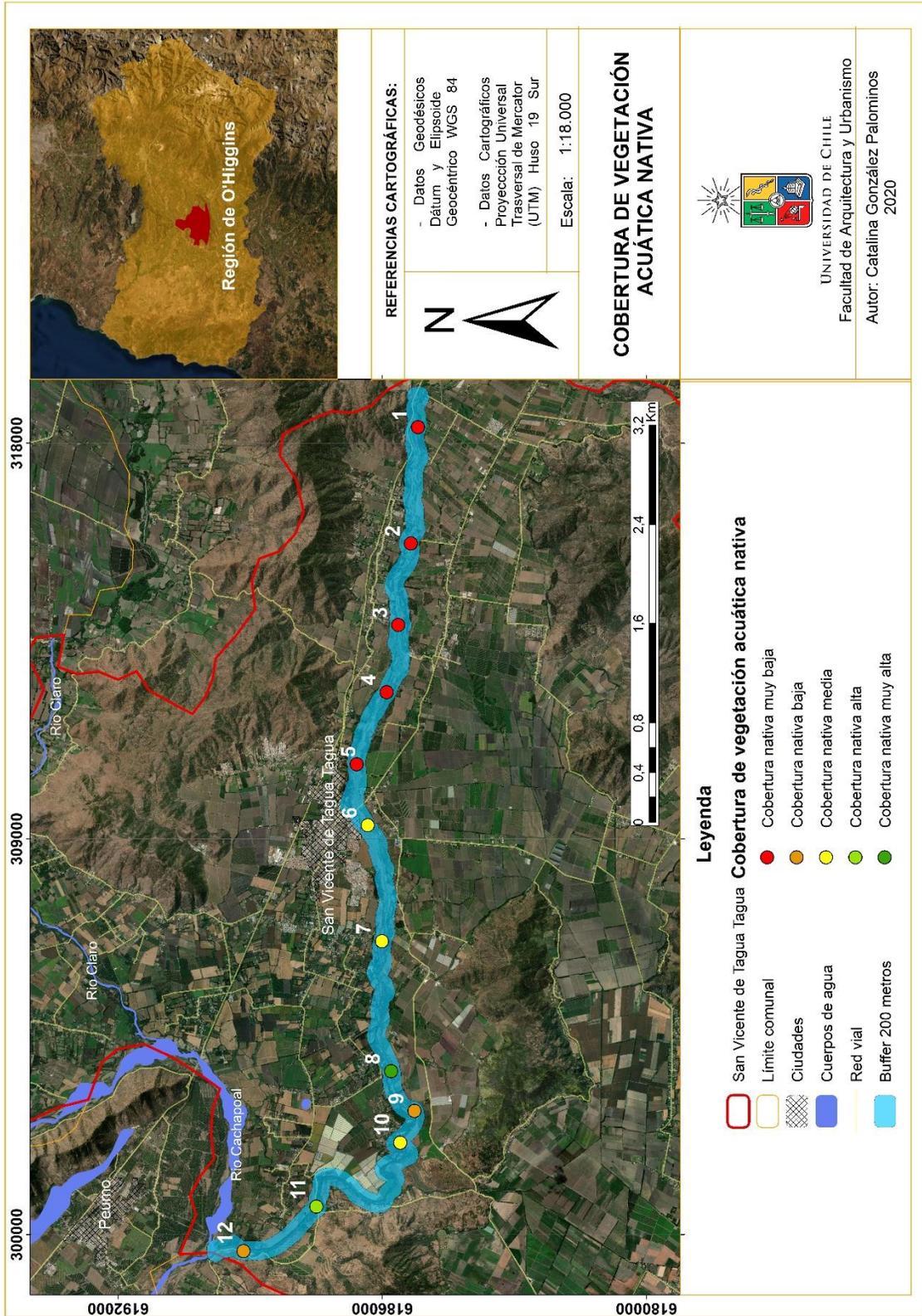
Figura 20: Dominancia de la especie Clavito de agua en color rojizo en el punto de muestreo 8.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 21 se observa la abundancia de vegetación acuática nativa por puntos de muestreo del estero.

Figura 21: Abundancia de Vegetación Acuática Nativa por puntos de muestreo del estero.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En el Anexo 8 es posible ver los transectos de registro de la vegetación acuática por cada punto de muestreo de este estudio.

6.2.5. Índice de Diversidad de Shannon para Avifauna

Durante el desarrollo de este trabajo fue posible registrar una abundancia total de 670 individuos de avifauna distribuidos en 28 especies, de las cuales 25 son nativas y 3 exóticas (Paloma, Codorniz y Mirlo) (Anexo 9). Solo una especie se encuentra en una categoría de conservación, el cual es el caso del Chucao catalogado en *peligro de extinción* para la región de O'Higgins.

Dentro de las especies más abundantes se encuentran la Golondrina chilena con 101 individuos y el Queltchue con 99 individuos. Al contrario, las especies menos abundantes son el Chucao con 1 individuo, Chincol, Diuca, Garza grande, Jilguero y Picaflor gigante con 2 individuos cada uno, y, por último, el Trile con 3 individuos.

Cabe mencionar que las especies presentes en mayor número de puntos de muestreo son el Chercán, Garza chica, Queltchue, Tiuque, Tórtola y el Zorzal, de los cuales se registraron entre 9 a 11 puntos de muestreo. Mientras que las especies presentes en menos puntos son el Chincol, Chucao, Colegial, Diuca, Garza cuca, Garza grande, Paloma, Pato real, Picaflor gigante y Trile, de los cuales se registraron entre 1 a 3 puntos de muestreo.

Con respecto al Índice de Diversidad de Shannon, el Estero Zamorano posee una *Alta diversidad* ($H=2,2$). En detalle, las Zonas Oriente y Central son catalogadas con una *Alta diversidad* y la Zona Poniente con una *Muy alta diversidad* (Tabla 17).

Tabla 17: Índice de Diversidad de Shannon para Avifauna por zonas del estero.

Zonas	Riqueza	Abundancia	Índice de Shannon	Caviedes
Zona Oriente	19	157	2,2	Alta diversidad
Zona Central	15	268	2,3	Alta diversidad
Zona Poniente	18	172	2,44	Muy alta diversidad

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Al contrario, en el caso de la diversidad por puntos de muestreo, estos son catalogados con una *Baja diversidad* y *Diversidad media*. Los puntos con mayor diversidad son el punto 9 con un $H= 2,08$ (Tabla 18) y una alta riqueza de 15 especies, y el punto 12 con un $H= 2,07$ y una baja dominancia de especies. Por otro lado, los puntos con menor diversidad son el punto 1 con un $H= 1,52$ y una dominancia del Zorzal, y el punto 10 con un $H= 1,6$ y una leve dominancia del Queltchue (Anexo 9).

Por otro lado, el cálculo del Índice de Diversidad de Shannon tomando en cuenta a todas las especies incluidas las exóticas, generó cambios en 5 puntos de muestreo. En el caso del punto 4 este pasa de ser catalogado con una *Baja diversidad* a una *Diversidad media*, lo cual podría estar asociado al aumento del número de especies. Lo mismo sucede con los puntos 8, 9 y 12 que pasan de catalogarse con una *Diversidad media* a una *Alta diversidad*. Al contrario, el punto 11 pasa de una *Diversidad media* a una *Baja diversidad*, asociado a la dominancia de la Codorniz.

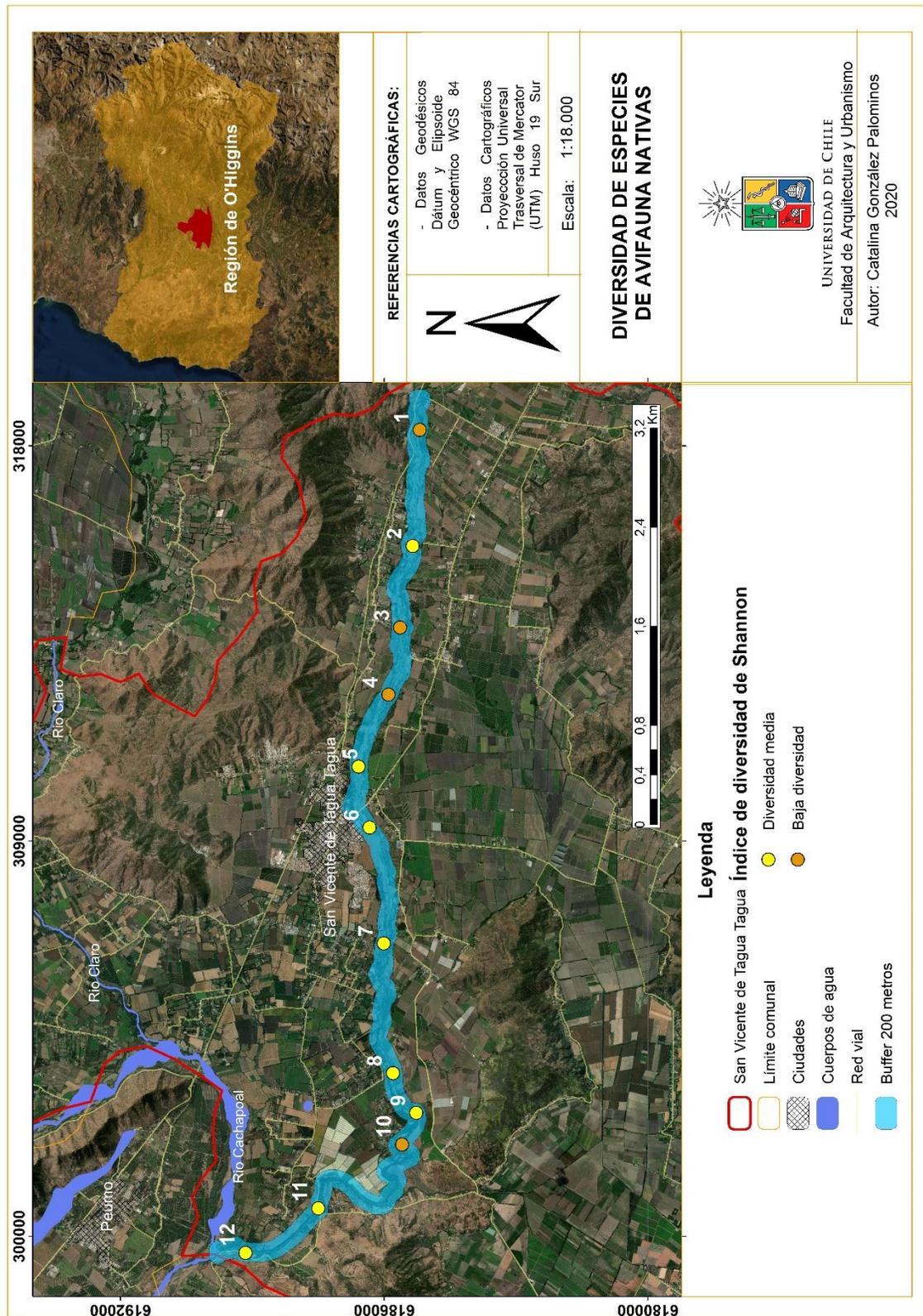
Tabla 18: Índice de Diversidad Shannon de Avifauna por puntos de muestreo del estero.

Puntos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Riqueza	8	12	8	7	11	12	8	9	15	7	8	12
Abundancia	22	60	46	29	98	67	61	42	79	35	23	35
Índice de Shannon especies nativas	1,52	1,91	1,7	1,7	1,89	2,02	1,8	2	2,08	1,6	1,95	2,07
Caviedes	Baja diversidad	Diversidad media	Baja diversidad	Baja diversidad	Diversidad media	Baja diversidad	Diversidad media	Diversidad media				
Índice de Shannon todas las especies	1,7	2,07	1,7	2	2	2,09	1,8	2,2	2,12	1,6	1,7	2,2
Caviedes	Baja diversidad	Diversidad media	Baja diversidad	Diversidad media	Diversidad media	Diversidad media	Diversidad media	Alta diversidad	Alta diversidad	Baja diversidad	Baja diversidad	Alta diversidad

Fuente: Elaboración propia, 2020.

La Figura 22 muestra la espacialización del estado de la diversidad de avifauna por puntos de muestreo del estero.

Figura 22: Índice de Diversidad de Shannon para Avifauna por puntos de muestreo del estero.

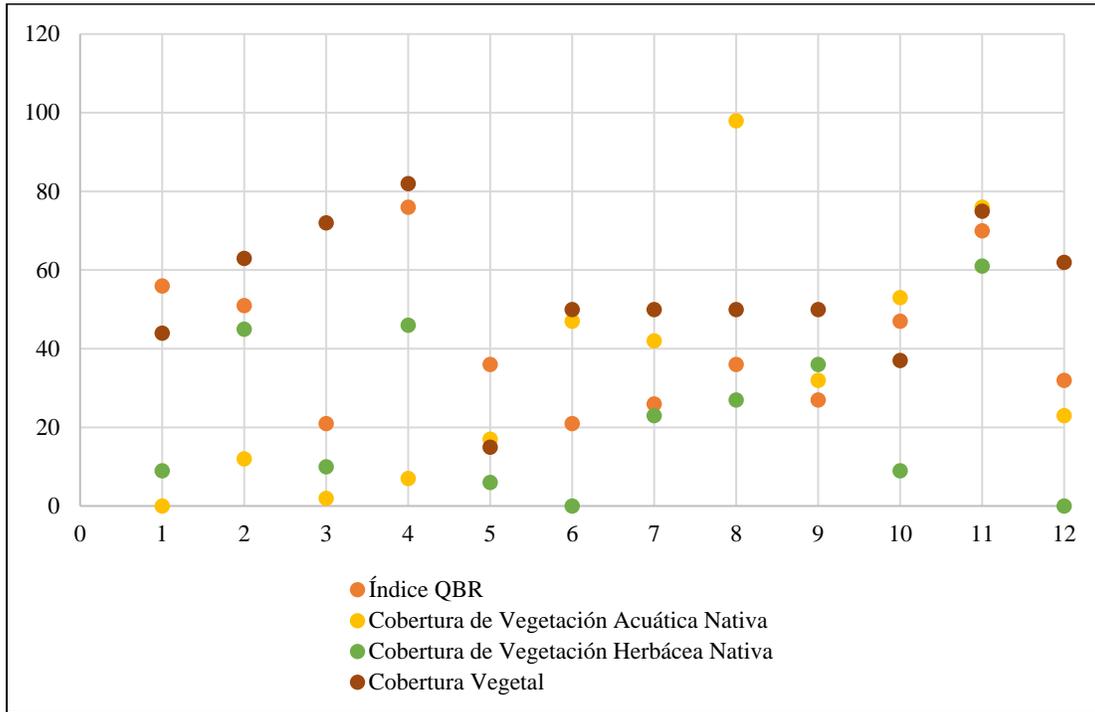


Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.3. Relaciones entre los resultados de los índices e instrumentos empleados

En las Figuras 23, 24 y 25 se puede observar los resultados de cada uno de los índices e instrumentos implementados por cada punto de muestreo del Estero.

Figura 23: Resultado de los Índice QBR, Cobertura de Vegetación Acuática y Herbácea Nativa y Cobertura Vegetal.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En detalle, se puede observar en la Figura 23 que los puntos con los porcentajes más altos de Cobertura Vegetal coinciden con los puntajes más altos de Índice QBR. En este caso, es el punto 4 el cual posee un muy alto porcentaje de Cobertura Vegetal, siendo este el porcentaje más alto entre los puntos de muestreo, alcanzando un 82%. Además, posee el puntaje más alto de Índice QBR, catalogado con un estado ligeramente perturbado. Le sigue el punto 11 con un alto porcentaje de Cobertura Vegetal alcanzando un 75% y un alto puntaje en Índice QBR, catalogado con un estado de inicio de alteración importante.

Por otro lado, los puntos con menor Cobertura Vegetal coinciden con los puntos con el puntaje más bajo de Índice QBR. Entre los puntos con menor cobertura se encuentra el punto 5 con un escaso porcentaje de Cobertura Vegetal con un 15%, el cual además posee un puntaje bajo de Índice QBR. También se encuentra el punto 10 el cual posee un porcentaje bajo de Cobertura Vegetal con un 37% y un puntaje medio en Índice QBR. Ambos son catalogados con un estado de degradación extrema.

Se debe mencionar que el punto con menor puntaje en Índice QBR, catalogado con un estado de degradación extrema, es el punto 3 el cual posee un alto porcentaje de Cobertura Vegetal con un 82%.

Por otra parte, en relación con el porcentaje de Cobertura Vegetal y Cobertura de Vegetación Acuática Nativa y Herbácea Nativa se puede observar que los puntos con mayor Cobertura Vegetal, el punto 11, coincide como el punto con el mayor porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 76%. Mientras que el punto 4, al contrario, posee un muy bajo porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 7%, por lo tanto, no coinciden.

Se debe mencionar el caso del punto 8, el cual, si bien posee un porcentaje medio de Cobertura Vegetal, posee el más alto porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 98%.

Al contrario, dentro de los puntos con menor Cobertura Vegetal se encuentra el punto 5, el cual coincide con una muy baja Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 17%. Mientras que el punto 10, no coincide, al poseer un porcentaje medio de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 53%.

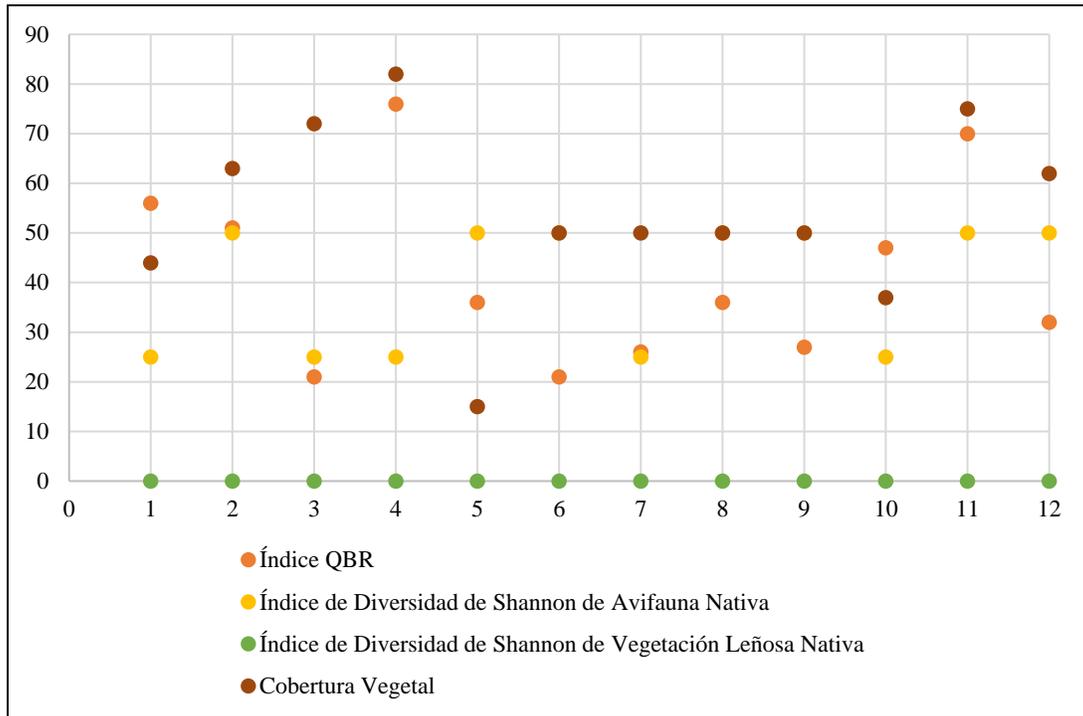
Se debe mencionar que los puntos con menor porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa es el punto 1 con un 0%, el cual no coincide en términos de menor Cobertura Vegetal, debido a que posee un porcentaje medio con un 44%. Es seguido por el punto 2 con un 12% y el punto 3 con un 2% de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, ambos obteniendo un porcentaje alto de Cobertura Vegetal con un 63% y 72% respectivamente. Por lo que tampoco coinciden.

En términos de Cobertura Vegetal y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, es el punto 11 el cual nuevamente coincide como el punto con el mayor porcentaje de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa con un 61%. Mientras que el punto 4, nuevamente no coincide en sus altos resultados, en este caso, posee una cobertura media de Vegetación Herbácea Nativa con un 46%, pero, a pesar de ello, es el segundo porcentaje más alto de los puntos de muestreo.

En relación con los puntos con menor Cobertura Vegetal y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, estos coinciden con un muy bajo porcentaje de cobertura nativa. El punto 5 posee un 6% y el punto 10 posee un 9%.

Se debe mencionar que los puntos con menor porcentaje de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, los puntos 1, 3, 6 y 12 no coinciden con un bajo porcentaje de Cobertura Vegetal, debido que en este indicador los puntos poseen porcentajes medios en el caso del punto 1 con un 44% y el punto 6 con un 50%. También poseen porcentajes altos en el caso del punto 3 con un 72% y el punto 12 con un 62%.

Figura 24: Resultado de los Índice QBR, Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna y Vegetación Leñosa Nativa.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 24 se observan los resultados del Índice QBR e Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa y Cobertura Vegetal. En esta se puede observar que los puntos con el puntaje más alto de Índice QBR son los puntos 4 y 11, los cuales no coinciden con los puntos con la diversidad más alta de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa. El punto 4 posee una Diversidad de Avifauna Nativa de un $H=1,7$, siendo esta la tercera más baja de los puntos de muestreo, catalogado con una diversidad baja. Mientras que en Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa este posee un $H=0,62$, el cual, si bien es el tercero más alto de los puntos de muestreo, este es catalogado con una muy baja diversidad. Por otra parte, el punto 11 posee una Diversidad de Avifauna Nativa de un $H=1,95$ catalogado con una diversidad media y posee una Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa de un $H=0,37$, siendo esta la tercera más baja, catalogado con una muy baja diversidad.

Por otra parte, los puntos con los puntajes más bajos de Índice de QBR son los puntos 3 y 6. De estos, el punto 6 en relación de Diversidad de Avifauna Nativa no coincide, al poseer una diversidad media con un $H=2,02$, siendo esta la tercera más alta de los puntos de muestreo. Mientras que en términos de Vegetación Leñosa Nativa este posee el más bajo índice de diversidad con un $H=0$, catalogado con una muy baja diversidad. Con respecto al punto 3 este coincide al poseer una baja diversidad de Avifauna Nativa con $H=1,7$, siendo la tercera

más baja. Mientras que, en términos de Vegetación Leñosa Nativa, este posee una muy baja diversidad con un $H=0,85$.

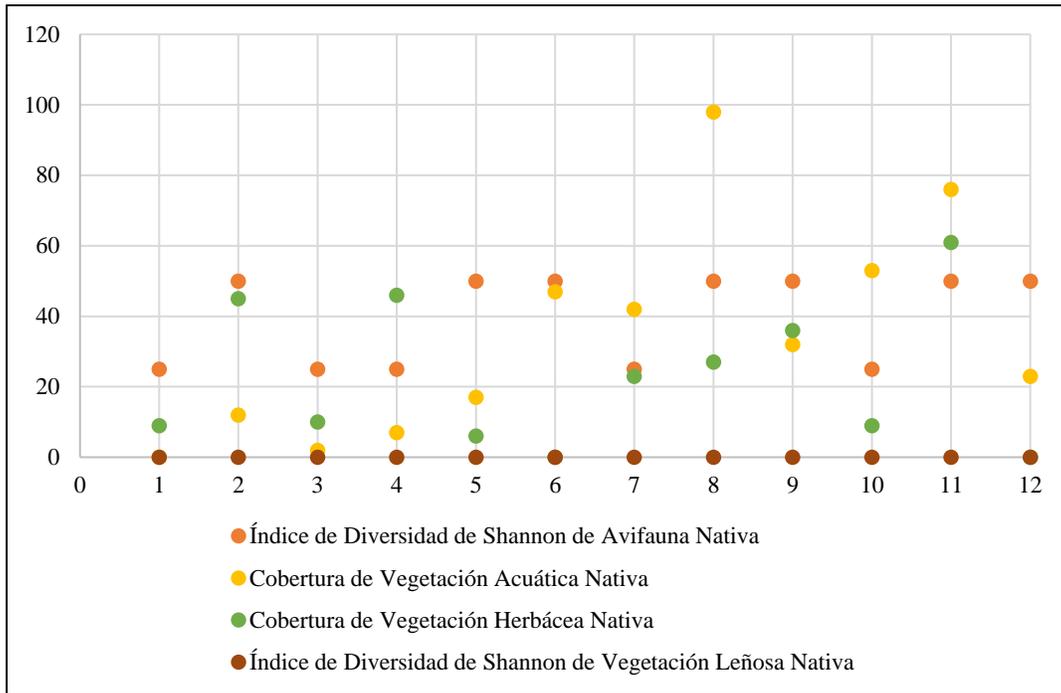
En relación con los resultados de Cobertura Vegetal y a los Índice de Diversidad de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa, los puntos con mayor Cobertura Vegetal, los puntos 4 y 11, con respecto a la Diversidad de Avifauna Nativa no coinciden con estos altos resultados, debido a que el punto 4 posee una baja diversidad con un $H=1,7$ y el punto 11 posee una diversidad media con un $H=1,95$. Con respecto a la Diversidad de Vegetación Leñosa, el punto 4 posee la segunda más alta diversidad de los puntos de muestreo con un $H=0,62$ y el punto 11 posee la tercera más baja diversidad con un $H=0,37$. Ambos son catalogados con una muy baja diversidad, por lo que no coinciden con los altos porcentajes de Cobertura Vegetal.

Por otra parte, los puntos con menor Cobertura Vegetal, los puntos 5 y 10, en relación con la Diversidad de Avifauna Nativa, el punto 5 no coincide debido a que posee una diversidad media con un $H=1,89$. Mientras que el punto 10 posee una baja diversidad con un $H=1,6$, coincidiendo con este bajo porcentaje de Cobertura Vegetal. En relación con la Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa, el punto 5 posee el segundo índice más bajo de los puntos de muestreo con un $H=0,25$ y el punto 10 posee la más baja diversidad con un $H=0$, coincidiendo con esta baja Cobertura Vegetal.

En relación con los puntos de muestreo que poseen la mayor Diversidad de Avifauna Nativa estos son los puntos 6, 8, 9 y 12, con un $H>2$, los cuales no coinciden con los puntos con mayor Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa. Los puntos 6 y 9 poseen un $H=0$, el punto 8 un $H=0,37$ y el punto 12 un $H=0,69$. Todos catalogados con una muy baja diversidad de Vegetación Leñosa Nativa.

Por otra parte, los puntos con menor Diversidad de Avifauna son los puntos 1, 3, 4 y 10, con un $H<2$. Si bien todos los puntos de muestreo obtuvieron una muy baja diversidad de Vegetación Leñosa Nativa, los puntos 1 y 10 coinciden con la más baja Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa con un $H=0$. Mientras que el punto 3 posee la Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa más alta con un $H=0,85$ y el punto 4 posee una diversidad de $H=0,62$ el tercer índice más alto de los puntos de muestreo.

Figura 25: Resultado de los Índices de Diversidad de Shannon de Avifauna y Vegetación Leñosa Nativa, Cobertura de Vegetación de Herbácea y Acuática Nativa.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 25 se puede observar los resultados de los Índices de Diversidad de Avifauna Nativa y Vegetación Leñosa Nativa, Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa y Acuática Nativa. En relación con el Índice de Diversidad de Avifauna Nativa con respecto a los indicadores de Cobertura Herbácea Nativa, los puntos con mayor diversidad, los puntos 6, 8, 9 y 12, posee un muy bajo y bajo porcentaje de cobertura nativa. Los puntos 6 y 12 poseen ambos un 0% de cobertura nativa, mientras que los puntos 8 y 9 poseen un 27% y 36% respectivamente.

Por otra parte, los puntos con menor Diversidad de Avifauna Nativa, los puntos 1, 3, 4 y 10, en relación con la Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, son los puntos 1, 3 y 10 los cuales coinciden al poseer un bajo porcentaje de cobertura, con un 9%, 10% y 9% respectivamente. Mientras que el punto 4 posee un porcentaje medio de Vegetación Herbácea Nativa con un 46%.

Con respecto a la relación entre Diversidad de Avifauna Nativa y Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, de los puntos con mayor diversidad, sólo el punto 8 coincide con un alto porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 98%. Le sigue el punto 6 con un porcentaje medio de cobertura con un 47%. Mientras que los puntos 9 y 12 no coinciden en sus resultados, al poseer un bajo porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 32% y 23% respectivamente.

En relación con los puntos con menor diversidad de Avifauna Nativa y la Cobertura de Vegetación Acuática Nativa los puntos 1, 3 y 4 coinciden con la baja Diversidad de Avifauna Nativa, al poseer una muy baja cobertura con un 0%, 2% y 7% respectivamente. Mientras que el punto 10 posee un porcentaje medio de la misma con un 53%.

En términos de relación entre Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, los puntos con mayor diversidad son los puntos 3, 4 y 12. Entre estos, los puntos 3 y 12 poseen un muy bajo porcentaje de cobertura nativa con un 10% y 0% respectivamente. Mientras que el punto 4 posee un porcentaje medio de cobertura nativa con un 46%. Por lo tanto, a pesar de no poseer un alto porcentaje de Cobertura Herbácea Nativa, sí coinciden con la Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa, debido a que estos puntos se encuentran catalogados con una muy baja diversidad.

Por otra parte, los puntos con menor Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa son los puntos 1, 6, 7, 9 y 10 con un $H=0$. En términos de relación con la Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa coinciden al poseer un muy bajo y bajo porcentaje de cobertura nativa, donde los puntos 1 y 10 poseen un 9% y el punto 6 un 0%. Mientras que el punto 7 posee un 23% y el punto 9 posee un 36% de cobertura nativa.

En relación entre Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa y Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, los puntos con mayor diversidad poseen un muy bajo y bajo porcentaje de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa. El punto 3 posee un 2%, el punto 4 posee un 7% y el punto 12 posee un 23%. A pesar de ser los puntos con mayor diversidad de los puntos de muestreo, esta diversidad es muy baja, por lo que coinciden con estos bajos porcentajes de cobertura nativa.

Por otra parte, los puntos con menor Diversidad de Vegetación Leñosa, solo los puntos 1 y 9 coinciden con los puntos con menor Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, al poseer un muy bajo y bajo porcentaje de vegetación nativa con un 0% y un 32% respectivamente. Mientras que los puntos 6, 7 y 10 poseen un porcentaje medio de cobertura nativa con un 47%, 42% y 53% respectivamente, por lo que no coinciden con los bajos resultados de Vegetación Leñosa Nativa.

En relación con los resultados de las Coberturas de Vegetación Herbácea Nativa y Vegetación Acuática Nativa, el punto con mayor porcentaje de Vegetación Herbácea Nativa es el punto 11 con un 61%, el cual posee un alto porcentaje de Vegetación Acuática Nativa con un 76%, siendo este el segundo más alto.

Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa son los puntos 1, 3, 5, 6, 10 y 12 con porcentajes que van desde 0% al 9%. De estos, los puntos 1, 3, 5 y 12 coinciden con una muy baja y baja Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con porcentajes que van desde el 0% a un 23%. Mientras que los puntos 6 y 10 poseen una cobertura media con un 47% y un 53% respectivamente.

Por lo tanto, los resultados de los indicadores que se han visto relacionados fuertemente son el Índice QBR y Cobertura Vegetal. Entre estos indicadores los puntos con resultados más altos y bajos coinciden entre sí. Esto se debe a que uno de los componentes que evalúa el Índice QBR se relaciona con el porcentaje de cubierta vegetal que posee el tramo evaluado, mientras más alto sea el porcentaje mayor será el puntaje obtenido.

En menor medida le siguen el Índice de Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, los cuales se ven relacionados en que ambos indicadores obtuvieron bajos resultados en la mayoría de los puntos de muestreo, por lo que coinciden entre los puntos de mayor diversidad y cobertura nativa, así como en sus más bajos resultados.

Por otra parte, la no relación entre los resultados de los indicadores se podría deber a la independencia de cada uno de estos, es decir, el estado de un indicador no afecta al otro y viceversa.

El detalle de todas las relaciones entre los resultados de cada índice e instrumentos implementados se encuentra en la Anexo 10.

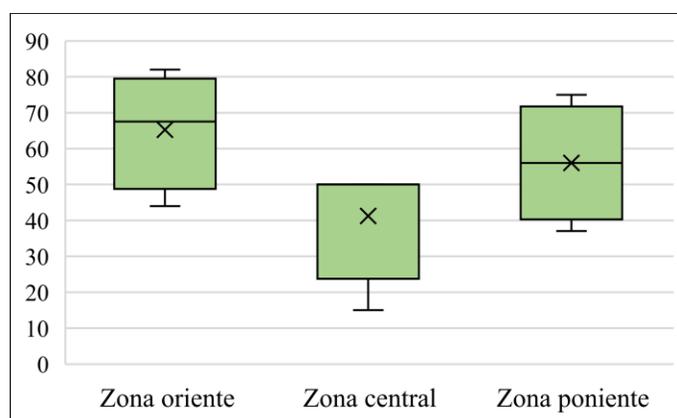
6.4. Comparación del estado ecológico de las zonas del estero.

Mediante la utilización de gráficos de caja es posible observar las semejanzas y diferencias en los datos obtenidos de las tres zonas del estero en cada uno de los índices e instrumentos implementados. La Figura 26 muestra la distribución de datos de **Cobertura vegetal** foto interpretada. En esta se puede observar que existe una clara diferencia entre las medianas de cada zona del estero, siendo la zona oriente la que posee el valor más alto y es en la zona central donde se encuentra la mediana más baja.

Por otra parte, los máximos valores más altos se encuentran en la zona oriente, mientras que los máximos valores más bajos se encuentran en la zona central del estero. En el caso de los mínimos valores, los más altos se encuentran en la zona oriente y los mínimos valores más bajos en la zona central.

Se debe mencionar que las variabilidades de datos de cada zona del estero son de cierta manera similares.

Figura 26: Gráfico de caja de Cobertura Vegetal.



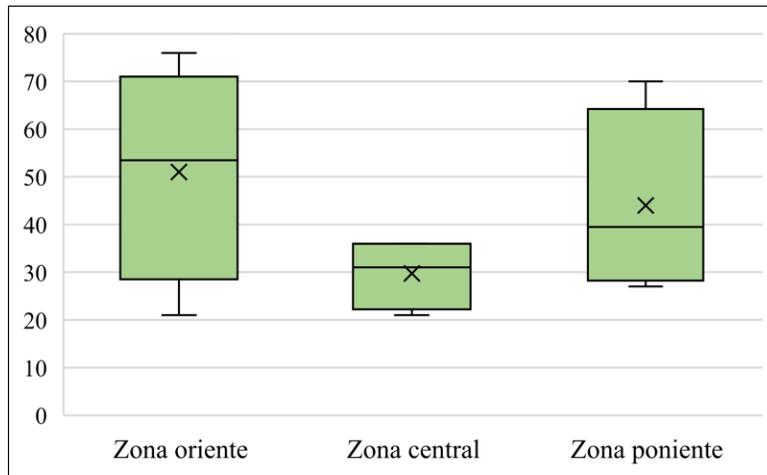
Fuente: Elaboración propia, 2020.

La Figura 27 muestra la distribución de datos del **Índice QBR**. En este se puede observar que existe una diferencia entre las medianas de cada zona, siendo la zona oriente la que posee el valor más alto y en la zona central se encuentra la mediana más baja.

Por otro lado, los máximos valores se encuentran en la zona oriente y poniente, siendo la primera la más alta. Mientras que los máximos valores más bajos se encuentran en la zona central. En el caso de los valores mínimos, entre las zonas oriente y central no existen diferencias significativas siendo estos los mínimos más bajos. Por lo que la zona poniente obtuvo los mínimos más altos.

Se debe mencionar que la zona oriente es la que posee la mayor variabilidad de datos en conjunto con la zona poniente, no así en el caso de la zona central, la cual se diferencia claramente en este aspecto de las otras zonas.

Figura 27: Gráfico de caja Índice QBR.



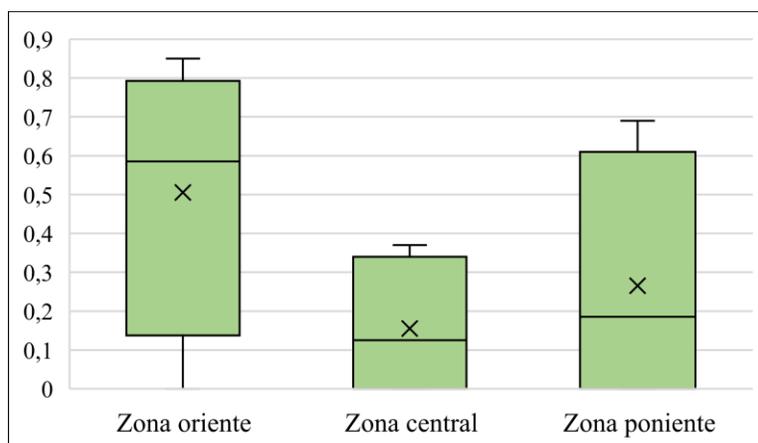
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 28 el gráfico nos muestra la distribución de datos del **Índice de diversidad de Shannon para vegetación leñosa nativa**, en él se observa nuevamente que la mediana más alta se encuentra en la zona oriente y la más baja en la zona central, siendo esta similar a la zona poniente.

Por otro lado, los máximos valores más altos se encuentran en la zona oriente y los máximos más bajos en la zona central. Mientras que en los mínimos valores más altos no hay diferencia entre las zonas, las cuales obtuvieron un 0.

Cabe destacar que también existe una gran variabilidad de datos en las zonas oriente y poniente.

Figura 28: Gráfico de cajas de Índice de diversidad de Shannon para Vegetación Leñosa Nativa.



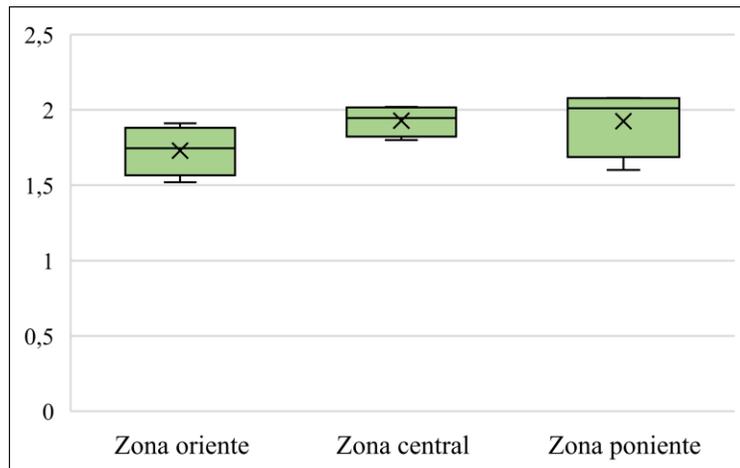
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En relación con el **Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa** en la Figura 29, al contrario de los gráficos anteriores, en este se puede observar que no existe una gran variabilidad de datos, sino que estos se encuentran concentrados.

Las medianas son similares entre sí con leves diferencias, en el caso de la mediana más alta se encuentra en la zona poniente y la más baja en la zona oriente.

Por otro lado, en los máximos valores las zona central y poniente son semejantes entre si siendo estas las más altas. Mientras que los valores mínimos más bajos se encuentran en la zona oriente y los más altos se encuentran en la zona central.

Figura 29: Gráfico de caja para Índice de diversidad Shannon de Avifauna Nativa.



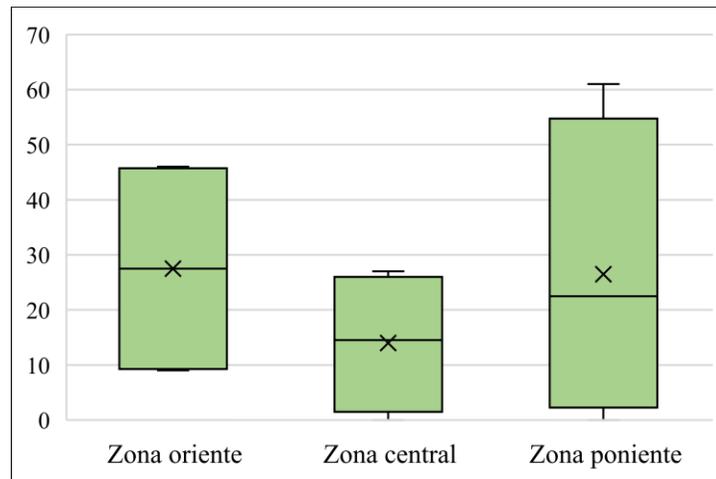
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con respecto a la Figura 30 esta muestra la distribución de datos del análisis de la **Cobertura de vegetación herbácea nativa**, en la cual se puede observar que las medianas son semejantes, pero con pequeñas diferencias. En este caso la zona oriente obtuvo la mediana más alta, mientras que la zona central obtuvo la más baja.

En el caso de los máximos valores los más altos se encuentran en la zona poniente y los más bajos en la zona central. Por otro lado, los mínimos valores más bajos se encuentran tanto en la zona central y poniente ambos al obtener un 0.

Nuevamente se puede observar una gran variabilidad de datos en cada zona, siendo la zona poniente la que obtiene la más amplia.

Figura 30: Gráfico de caja de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa.

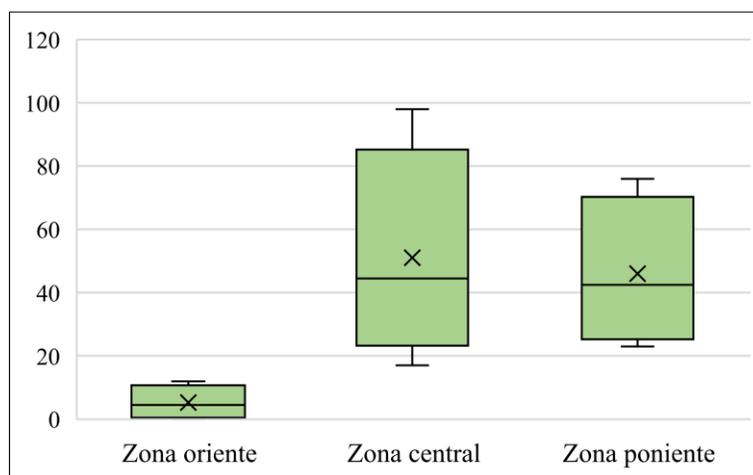


Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por último, la Figura 31 muestra la distribución de datos obtenidos en el registro de **Cobertura de vegetación acuática nativa**. En esta se puede observar una leve diferencia entre las medianas de las zona central y poniente, las cuales obtuvieron las más altas. Se observa lo mismo en los valores máximos, siendo la zona central la que obtuvo los más altos, mientras que la zona oriente los más bajos. En el caso de los mínimos valores los más bajos se encuentran en la zona oriente y los más altos en la zona poniente.

Cabe mencionar que la zona oriente posee una menor variabilidad de datos en comparación a las otras zonas, de las cuales la zona poniente muestra una gran variabilidad.

Figura 31: Gráfico de cajas de Cobertura de Vegetación Acuática Nativa.



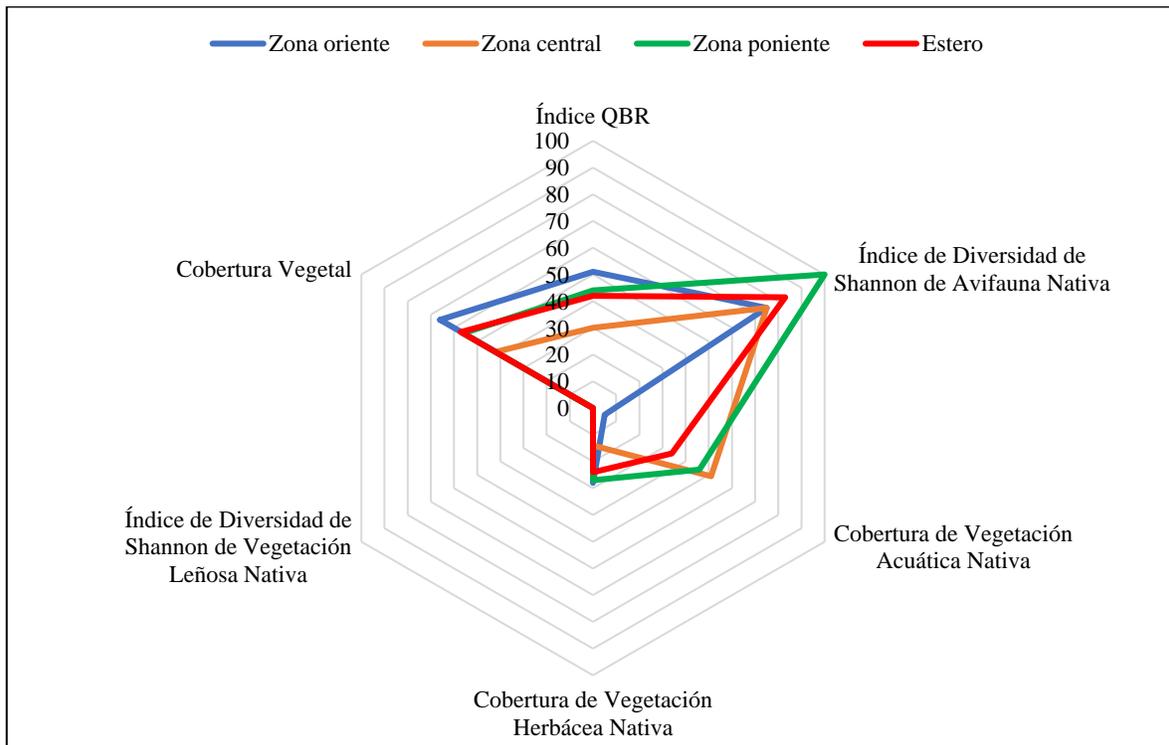
Fuente: Elaboración propia, 2020.

6.5. Síntesis del Estado Ecológico de la ribera del estero Zamorano

En la Figura 32 se presenta gráficamente el Estado Ecológico del Estero Zamorano, así como la de sus diferentes zonas con respecto de los índices e instrumentos utilizados para este trabajo.

Sobre el Estado Ecológico del Estero se debe mencionar, que este posee un estado muy bajo en el Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa con un promedio de 0% (Tabla 19), un estado bajo en Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa con un 24%, siendo este el indicador con el estado más bajo, y en Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 34%, un estado medio en Índice QBR con un 42% y un muy alto estado en Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa con un 83%, siendo este el indicador con el resultado más alto. Por ello, el Estero Zamorano se cataloga con un *Estado Ecológico bajo*, promediando un 37%.

Figura 32: Síntesis del estado ecológico del estero.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En esta figura se puede observar cómo todos los polígonos que representan el Estado Ecológico son similares en su forma y amplitud, pero con ciertas diferencias. Por ejemplo, la Zona Poniente posee el polígono más amplio en Índice de diversidad de Shannon de Avifauna Nativa con valores considerablemente más alto con respecto a las otras zonas. Por otro lado, el polígono en Índice QBR y Cobertura de Vegetación Acuática Nativa posee valores medios (Tabla 19), valores bajos en Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa y muy bajos en Índice

de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa. Así, la Zona Poniente se podría considerar como la zona del Estero con el mejor Estado Ecológico catalogándose con un *Estado ecológico medio*, ya que los resultados de los índices e instrumentos promedian un 43% (Tabla 19).

Tabla 19: Resultados de cada índice e instrumentos implementados por zonas del Estero.

Zonas	Índice QBR	Índice de Diversidad de Shannon Avifauna Nativa	Cobertura de Vegetación Acuática Nativa	Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa	Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa	Promedio
Zona Oriente	51%	75%	5%	28%	0%	32%
Zona Central	30%	75%	51%	14%	0%	34%
Zona Poniente	44%	100%	46%	27%	0%	43%
Esteros	42%	83%	34%	24%	0%	37%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 20: Categorías de evaluación.

Categoría	Porcentaje (%)
Muy alto	81 – 100
Alto	61 – 80
Medio	41 – 60
Bajo	21 – 40
Muy bajo	0 – 20

Fuente: Elaborado en base a Vásquez (2018).

En el caso de la Zona Oriente del Estero, esta posee valores altos en Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa, valores medios en Índice QBR y Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa, así como valores muy bajos en Cobertura de Vegetación Acuática Nativa e Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa. Aquello se traduce en un polígono más pequeño en comparación a la Zona Poniente, por lo que se podría considerar con un *Estado ecológico bajo*, debido a que los resultados promedian tan solo un 32% (Tabla 19), siendo este el promedio más bajo de las zonas del Estero.

En lo que respecta de la Zona Central, esta posee valores altos en Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa, valores medios en Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, valores bajos en Índice QBR y valores muy bajos en Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa e Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa (Tabla 19). Promediando un 34%, considerándose así con un *Estado ecológico bajo*.

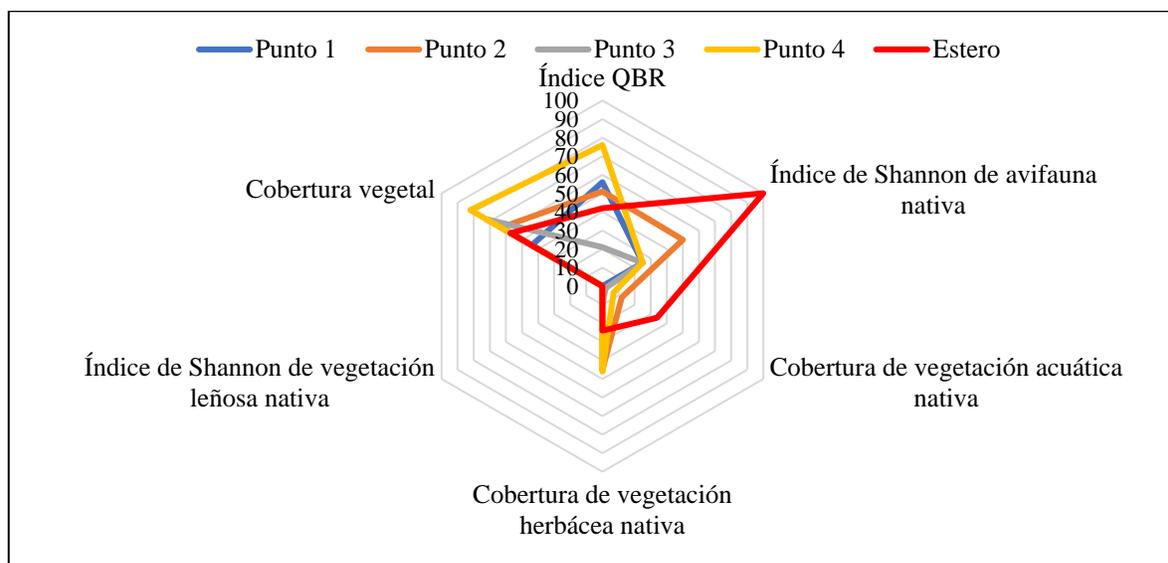
Cabe mencionar que las Zonas Central y Poniente poseen un patrón semejante en sus polígonos, con la diferencia de que la Zona Poniente obtuvo valores más altos en ciertas dimensiones. Al contrario, la Zona Oriente dista en su forma de las zonas anteriores, debido a que presenta valores muy bajos en Cobertura de Vegetación Acuática Nativa, lo opuesto a las otras zonas del Estero.

Con respecto a las Figuras 33, 34 y 35 se presenta gráficamente el estado ecológico de cada uno de los puntos de muestreo con respecto a los índices e instrumentos implementados. El detalle de cada uno de los puntos se encuentra en el Anexo 11.

En la Figura 33 se puede observar cómo los polígonos de los puntos 2 y 4 son más amplios con respecto a los puntos 1 y 3. El punto 2 promedia un 37% (Tabla 21), le sigue el punto 4 el cual promedia un 39%, mientras que los puntos 1 y 3 promedian cada uno un 22%. Todos son catalogados con un *Estado Ecológico bajo*.

Se debe mencionar que el polígono de los promedios del Estero es de la misma amplitud que el del punto 2 y es menor al del punto 4, este último lo supera por un 2%.

Figura 33: Síntesis del estado ecológico de los puntos 1, 2, 3 y 4.

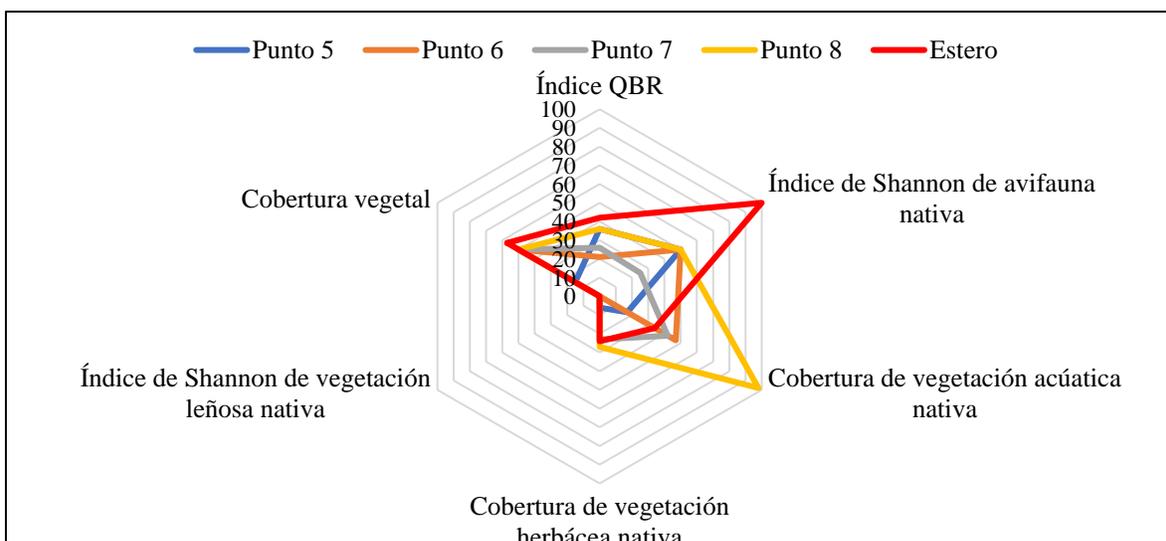


Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 34 se puede observar claramente que el polígono del punto 8 es más amplio con respecto a los puntos 5, 6 y 7. El punto 8 promedia un 44% (Tabla 21) siendo catalogado con un *Estado ecológico medio*, siendo este el segundo promedio más alto de todos los puntos de muestreo del Estero. Por otra parte, el punto 5 promedia un 21%, mientras que los puntos 6 y 7 promedia ambos un 28%, siendo catalogados con un *Estado ecológico bajo*.

Se debe mencionar, que los polígonos del Estero y del punto 8 son similares en su amplitud, siendo este último el con mayor tamaño, superando el promedio del Estero por un 7%.

Figura 34: Síntesis del estado ecológico de los puntos 5, 6, 7 y 8.

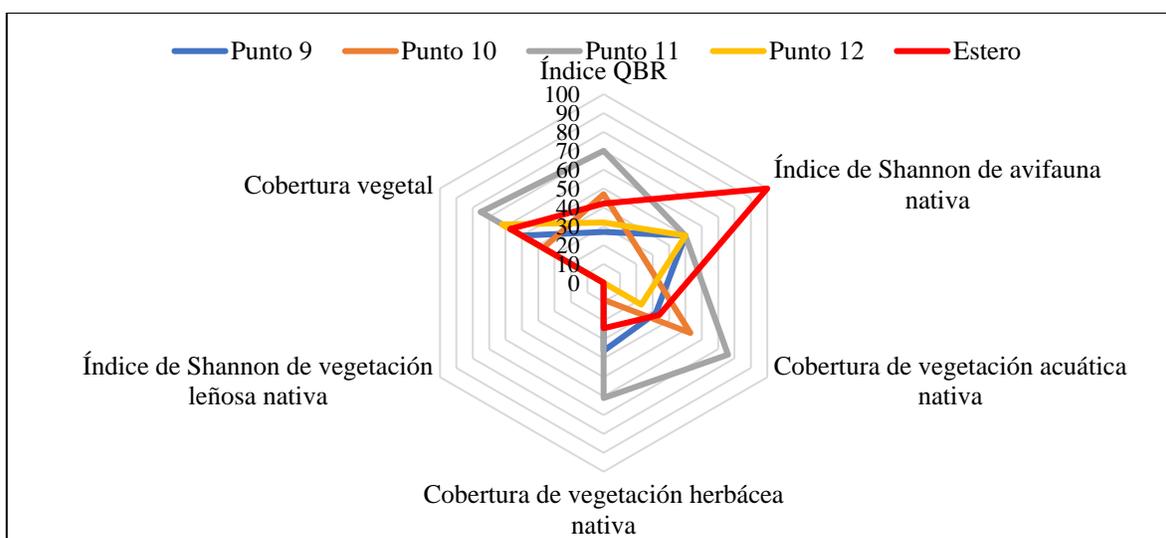


Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la Figura 35 se puede observar los polígonos formados por los puntos 9, 10, 11 y 12. Donde el punto 9 presenta un polígono de tamaño similar a los puntos 10 y 12, pero con pequeñas diferencias. El punto 9 promedia un 33% (Tabla 21), el punto 10 promedia un 29% y el punto 12 promedia un 28%, los tres siendo catalogados con un *Estado Ecológico bajo*. Mientras que el punto 11 posee el polígono más amplio de los puntos evaluados en este estudio, con un promedio de 55%, catalogándose con un *Estado ecológico medio*.

Se debe mencionar que el polígono de los promedios del Estero dista de la forma y tamaño con el polígono del punto 11, este último superándolo en el promedio del Estado Ecológico por un 18%.

Figura 35: Síntesis del estado ecológico de los puntos 9, 10, 11 y 12.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Por otra parte, en la Tabla 21 se observan los resultados de cada punto de muestreo por cada indicador utilizado. En esta puede observar que diez de los doce puntos de muestreo posee un *Estado Ecológico bajo*, mientras que dos de los doce puntos presentan un *Estado Ecológico medio*.

Tabla 21: Resultados de cada uno de los índices e instrumentos por puntos de muestreo del estero.

Puntos	Índice QBR	Índice de Shannon de avifauna nativa	Cobertura de vegetación acuática nativa	Cobertura de vegetación herbácea nativa	Índice de Shannon de vegetación leñosa nativa	Cobertura vegetal	Promedio
P1	56%	25%	0%	9%	0%	44%	22%
P2	51%	50%	12%	45%	0%	63%	37%
P3	21%	25%	2%	10%	0%	72%	22%
P4	76%	25%	7%	46%	0%	82%	39%
P5	36%	50%	17%	6%	0%	15%	21%
P6	21%	50%	47%	0%	0%	50%	28%
P7	26%	25%	42%	23%	0%	50%	28%
P8	36%	50%	98%	27%	0%	50%	44%
P9	27%	50%	32%	36%	0%	50%	33%
P10	47%	25%	53%	9%	0%	37%	29%
P11	70%	50%	76%	61%	0%	75%	55%
P12	32%	50%	23%	0%	0%	62%	28%
Esteros	42%	83%	34%	24%	0%	57%	37%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En detalle, se observa que en Índice de QBR son siete puntos los que posee un *Estado Ecológico bajo*, mientras que tres puntos poseen un *Estado Ecológico medio* y dos puntos poseen un *Estado Ecológico alto*.

Con respecto al Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa son cinco puntos los que poseen un *Estado Ecológico bajo* y siete puntos poseen un *Estado Ecológico medio*.

Sobre la Cobertura de Vegetación Acuática Nativa son cinco puntos los que posee un *Estado Ecológico muy bajo*, dos puntos con un *Estado Ecológico bajo* y tres puntos poseen un *Estado Ecológico medio*. Por otra parte, solo un punto posee un *Estado Ecológico alto* y un punto posee un *Estado Ecológico muy alto*.

Con respecto al indicador de Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa son seis puntos los que poseen un *Estado Ecológico muy bajo*, tres puntos un *Estado Ecológico bajo*. Mientras que posee dos puntos con un *Estado Ecológico medio* y un punto con un *Estado Ecológico alto*.

En relación con el Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa los doce puntos de muestreo poseen un *Estado Ecológico muy bajo*.

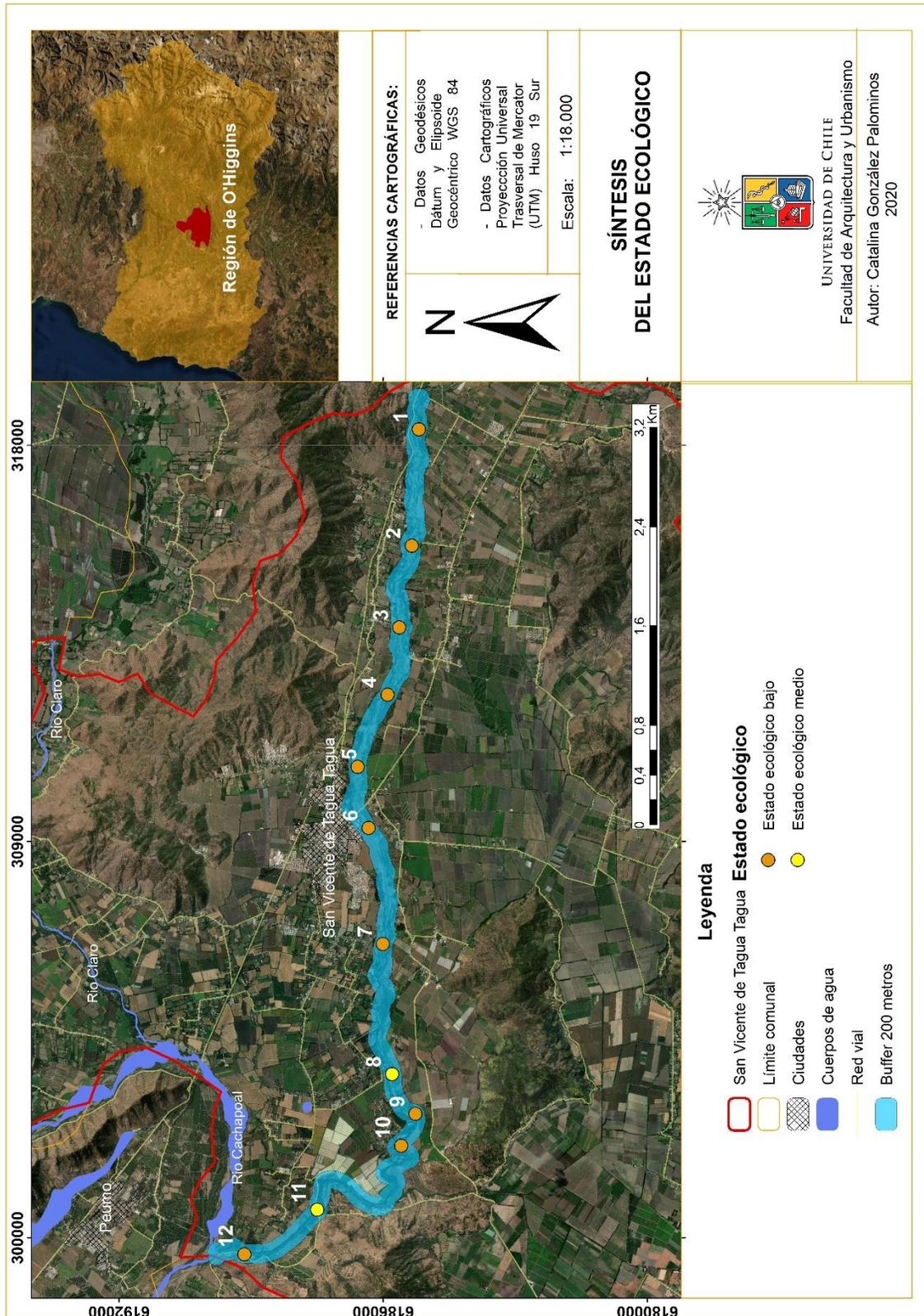
Por último, con respecto al indicador de Cobertura Vegetal solo un punto posee un *Estado Ecológico bajo*. Son cinco puntos los que poseen un *Estado Ecológico medio*. Mientras que cuatro puntos poseen un *Estado Ecológico alto* y un punto posee un *Estado Ecológico muy alto*.

Dentro de los casos a mencionar se encuentra el punto 11 el cual es el mejor evaluado con un *Estado Ecológico medio*. En la Tabla 21 se puede observar que este posee cuatro indicadores con un *Estado Ecológico alto*, los cuales son el Índice QBR con un 70%, la Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 76%, la Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa con un 61% y en la Cobertura Vegetal con un 75%. Por otra parte, posee un indicador con un *Estado Ecológico medio*, el cual es el Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa con un 50%. Por último, posee un indicador con un *Estado Ecológico muy bajo*, el cual es el Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa con un 0%. Por ello, como se puede observar en el Figura 35 este punto posee el polígono con el mayor tamaño de los puntos de muestreo.

Por otra parte, el punto con el peor Estado Ecológico es el punto 5, el cual es catalogado con un *Estado Ecológico bajo*. En la Tabla 21 se puede observar que este posee cuatro indicadores con un *Estado Ecológico muy bajo*, los cuales son la Cobertura de Vegetación Acuática Nativa con un 17%, la Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa con un 6%, el Índice de Diversidad de Shannon de Vegetación Leñosa Nativa con un 0% y la Cobertura Vegetal con un 15%. Además, posee un indicador con un *Estado Ecológico bajo*, el cual es el Índice QBR con un 36% y un indicador con un *Estado Ecológico medio*, el cual es el Índice de Diversidad de Shannon de Avifauna Nativa con un 50%. Por lo que se puede observar en la Figura 34, que este punto posee el polígono más estrecho de los puntos de muestreo.

En la Figura 36 se observa la síntesis del estado ecológico por puntos de muestreo del estero.

Figura 36: Síntesis del estado ecológico por secciones del estero.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

7. Discusiones

La evaluación del Estado Ecológico del Estero Zamorano se realizó por medio del uso e integración de diferentes índices e instrumentos, permitiendo abarcar los parámetros necesarios para obtener la imagen actual Estado Ecológico del área de estudio.

En este sentido, mediante el uso del Índice QBR se obtuvo que el estero se encuentra en un estado de alteración fuerte. Esto se debe a que presenta una gran cantidad de puntos con un estado de degradación extrema y de alteración fuerte, asociado a la alta presencia de especies leñosas exóticas que forman comunidades, no presentar continuidad entre el bosque ribereño y el bosque adyacente, lo cual se encuentra relacionado a la tala de árboles, y a la modificación de la ribera por medio de la canalización del cauce del estero, lo cual se pudo observar en terreno. Además, este resultado se correlaciona con estudios realizados en áreas similares como ríos y quebradas mediterráneas, los cuales arrojaron que las zonas cercanas a área urbanas y de cultivo de las cuencas tienden a tener una degradación más intensa (Carrasco et al., 2014), asociado a las diferentes acciones antrópicas, las cuales pueden generar diferentes presiones, como lo son los cambios de uso de suelo y la contaminación (Jiménez et al., 2017), afectando la funcionalidad de los ecosistemas ribereños. En este caso, es la Zona Oriente del estero la cual obtuvo el puntaje más alto en el Índice QBR, pero de todas formas esta es catalogado con un estado de alteración fuerte. Por otra parte, la Zona Central del estero obtuvo el puntaje más bajo, siendo esta la zona más cercana al área urbana de la comuna y la cual presentó el mayor número de puntos con modificaciones en el cauce del estero, asociado a los procesos de canalización de este, lo cual provoca cambios en los hábitats presentes (Jiménez et al., 2007). En detalle, es el punto 4 el que obtuvo el más alto puntaje, siendo catalogado con un estado de ligeramente perturbado, asociado a la alta presencia de especies nativas y a presentar continuidad entre el bosque ribereño y el bosque adyacente. En cambio, los puntos con menor puntaje fueron los puntos 3 y 6, los cuales se catalogan con un estado de degradación extrema, asociado a la no continuidad de los bosques, a la alta presencia de especies exóticas y a la presencia de modificaciones del canal fluvial.

Con respecto a los Índices de Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa, se obtuvo para el Estero Zamorano una muy baja diversidad. Esto se debió a la alta presencia de especies exóticas que se encuentran insertas en los ecosistemas ribereños formando comunidades y que dificultan el desarrollo de las especies nativas (PNDU, 2017). Debido a que las especies exóticas compiten directamente con las especies nativas por el agua, los nutrientes y la luz solar, provocando el desplazamiento o extinción local de las especies nativas, debido a que las primeras son mejores competidoras (Fuentes et al., 2014). Ejemplo de ello es el Sauce llorón el cual es una especie exótica introducida, catalogada como especie asilvestrada, la cual es una especie que es capaz de autosustentarse, pudiendo dispersarse y dominar el paisaje (PNDU, 2017). En este caso el Sauce llorón se encuentra en 10 de los 12 puntos de muestreo, siendo además una de las especies leñosas más abundantes. Por otra parte, esta baja diversidad de especies leñosas se debió a la baja presencia de individuos, lo cual podría

estar relacionado con la tala de estos y la canalización del cauce del estero. Esto, además, se encuentra relacionado con el bajo puntaje obtenido en el Índice QBR, debido a que estos procesos han generado una desconexión de los bosque ribereños y adyacentes del estero, lo que, a su vez, afecta el cumplimiento de los procesos ecológicos y funciones ambientales de la ribera (Posada y Arroyave, 2015).

Relacionado con el punto anterior, esta baja diversidad de especies nativas también se observó en la evaluación de la Cobertura de Vegetación Herbácea y Acuática, las cuales, a pesar de obtener un alto porcentaje de cobertura vegetal, tan solo un 24% y 34% correspondieron a cobertura nativa respectivamente. En el caso de la vegetación herbácea, la especie nativa más abundante es la Chépica, la cual se caracteriza por ser un tipo de pasto consumido por especies ganaderas como caballos y vacas, las cuales se encuentran altamente presentes en el área de estudio. Por otra parte, dentro de las especies exóticas más abundantes se encuentra la Galega, la cual se caracteriza por ser una planta tóxica para los animales y por desplazar a las especies nativas (Quiroz et al., 2009). Esto podría explicar la baja presencia de especies nativas en los puntos 2, 3, 5 y 7, en los cuales la Galega fue la especie dominante con un porcentaje de cobertura que varía entre un 40% a un 70%. También, por parte de las especies exóticas, se encuentra el Duraznillo, el cual se caracteriza por su capacidad de disminuir el flujo de los canales y arroyos (Fuentes et al., 2014), y tener un desarrollo abundante en terrenos húmedos y ricos en materia orgánica (Espinoza, 1996), siendo el punto 12 el con mayor cobertura de esta especie. Mientras que, en el caso de la vegetación acuática, la especie más abundante es una especie exótica, la Hierba de plata, la cual posee la característica de anular el crecimiento de especies nativas ribereñas y de hábitat sumergido (Urrutia et al., 2017). La importancia de la vegetación acuática recae en que estas son el inicio de la cadena trófica, por lo que la proliferación de especies exóticas puede llegar a generar un desequilibrio de los ecosistemas acuáticos por medio de una excesiva evapotranspiración y la disminución del oxígeno en el agua (Urrutia et al., 2017). En este sentido, estos antecedentes aportan orientaciones para emprender acciones de restauración, debido a que permiten conocer las especies introducidas en el área de estudio y así orientar el control o erradicación de estas.

En relación con el Índice de Diversidad de Avifauna Nativa, se obtuvo altos valores para el estero, catalogado con una alta diversidad, lo que se contrapone con los resultados del Índice QBR, con el Índice de Diversidad de Vegetación Leñosa Nativa y la Cobertura de Vegetación Herbácea Nativa y Acuática Nativa. Lo anterior es llamativo ya que, de acuerdo con diferentes estudios, al menos los resultados del Índice de Diversidad de Vegetación y Avifauna deberían encontrarse relacionados (Vásquez, 2018). A pesar de ello, esta situación se confirma con el trabajo realizado por Vásquez (2018) en el cual, la alta presencia de avifauna se vio relacionada más con la presencia de un cauce de agua que con el estado de la vegetación ribereña. Sumado a ello, la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua se caracteriza por desarrollar una importante actividad agrícola. Ejemplo de ello es el desecado de la Laguna Tagua-Tagua en el año 1833, la cual cubría un área de 3.100 hectáreas, y fue drenada

con el objetivo de crear nuevos suelos agrícolas (Lobos, 2011). Por lo tanto, el Estero Zamorano es el único cuerpo de agua natural presente en la comuna, por lo que este se podría presentar como un lugar de refugio, alimentación y de corredor biológico para diferentes especies, conectando diferentes hábitats.

Se debe mencionar que según PLADECOC (2008) las principales amenazas para el Estero Zamorano son 5 tipos de fuentes contaminantes que tiene relación con el agua del estero. Por lo tanto, estas no se pudieron abordar en este trabajo, debido a que es necesario la realización de otros análisis, que tiene relación con la calidad del agua. Pero, si se pudieron observar ciertos vestigios de vertederos ilegales en la ribera del estero, aunque estos no coincidieron con la ubicación de los puntos evaluados. Por otra parte, si se logró evidenciar la alteración del cauce del estero por medio de la canalización de este, donde la mayoría de los puntos de muestreo presentaba modificaciones en sus terrazas y por lo tanto cambios en los hábitats asociado a extracción de vegetación.

Por ello, en el futuro sería necesario la incorporación del análisis de componentes físicoquímicos del agua, que implican mayores costos y tiempo para una estimación más adecuada del Estado Ecológico. Sin embargo, para una primera aproximación sobre las condiciones del estero, los índices e instrumentos utilizados en este trabajo son eficaces, simples, rápidos, objetivos, de bajo costo y no necesitan de mayor conocimiento para aplicarlos (Palma et al., 2009).

Dentro de los limitantes de este trabajo se encuentra la modificación de los puntos de muestreo definidos, debido al difícil acceso a ellos, asociado a que estos se encontraban cercados por las zonas de cultivos. Por otra parte, se debe mencionar que en el proceso de registro de avifauna existió una variación de temperatura entre los días de terreno, lo que podría haber provocado una alteración en la dinámica de las aves y, por lo tanto, del registro de estas, ya que las condiciones climáticas determinan la presencia o ausencia de especies, así como de su comportamiento durante el día (de la Maza & Bonacic, 2014).

Por último, a pesar de las limitaciones de este estudio, contar con la evaluación del estero por medio de estos índices e instrumentos, tanto de su vegetación como de las especies de avifauna, ofrece información relevante para la elaboración de propuestas de restauración y conservación, al tener en cuenta las necesidades de las zonas evaluadas (Posada y Arroyave, 2015).

Conclusiones

Este estudio se realizó bajo la necesidad de conocer el Estado Ecológico del Estero Zamorano. Para ello, se evaluó la calidad del bosque ribereño, la diversidad de aves nativas y vegetación leñosa nativa, como también, la cobertura de vegetación herbácea nativa y acuática nativa en los diferentes puntos de muestreo a lo largo del estero. Con ello, fue posible comprobar que la calidad del bosque ribereño se encuentra en un estado de alteración fuerte. Asociado a la baja presencia de especies leñosas nativas, una alta dominancia de especies exóticas y la desconexión entre el ecosistema ribereño con los bosques adyacentes. Esta alta presencia de especies exóticas de vegetación se pudo comprobar en una muy baja diversidad y una cobertura vegetal nativa de tan solo un 24% en el caso de las especies herbáceas y un 34% en las acuáticas. Esta situación es preocupante debido a que las especies introducidas son potencialmente amenazantes para las nativas, debido a que pueden llegar a impedir el desarrollo de estas, afectar las condiciones del suelo y agua, provocando cambios en la dinámica de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

La alta dominancia de especies exóticas se encuentra propiciada por los cambios de hábitat generados por los trabajos de canalización del cauce del estero, que en el caso del área de estudio es sumamente notable. Se observó que en la mayoría de los puntos de muestreo existían modificaciones del cauce con reducción del canal y tala de los árboles situados a orillas de estos. Lo anterior debería ser estudiado más en profundidad y ser informado a las autoridades correspondientes, para así evitar el excesivo deterioro del único cauce natural de agua de la comuna.

A diferencia de los resultados obtenidos en el análisis de la vegetación, el estero presentó una alta diversidad de especies de avifauna, lo cual permitiría que este sea considerado como una zona de importante valor para este grupo y que requiere medidas de restauración y protección. Lo anterior implica desarrollar actividades actualmente comunes como campañas de limpieza, sino que también campañas de reforestación de las riberas.

Se debe mencionar el caso del hallazgo del Chucao, el cual es un ave que se encuentra en categoría de en peligro de extinción para la región de O'Higgins. Si bien el Estero Zamorano no posee las condiciones más favorables para que se desarrolle el hábitat de este individuo y no se encuentra en el área en el cual se han tenido registros de este, su presencia se podría asociar a la cercanía de la comuna de San Vicente de Tagua-Tagua con la provincia de Colchagua, la zona más al norte en donde se han registrado individuos de esta especie. Por lo cual, esta ave podría estar utilizando los diferentes cursos de agua, como el Río Antivero, de corredores biológicos, provocando que esta especie se encuentre en el área de estudio.

Mediante esta investigación se produjo información inédita sobre los componentes naturales de la ribera y el estado de esta. Así, los datos obtenidos podrían contribuir de manera relevante a la toma de decisiones de las autoridades pertinentes que afectan al estero y elaboración de planes de restauración ecológica y protección.

8. Bibliografía

- **Becerra, C.** (2013). Flora y vegetación ribereña en la Reserva Nacional Trapánanda, Región de Aysén, Chile. [En línea] <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fifb389f/doc/fifb389f.pdf> [Consulta: 20 de febrero].
- **Biblioteca del Congreso Nacional (BCN).** (2018). Reportes estadísticos comunales 2017. [En línea] https://reportescomunales.bcn.cl/2017/index.php/San_Vicente/Poblaci%C3%B3n [22 de octubre del 2020]
- **Bunn, S., Davies, P. & Mosisch, T.** (1999). Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. [En línea] <https://pdfs.semanticscholar.org/4b0f/33bdaea4cdf8fc9d7de2040800bb234141db.pdf> [Consulta: 15 de agosto del 2019].
- **Candia, R., Braun, R., Passera, C., Dalmasso, A., Borsetto, O., & González, J.** (1983). Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas Realizado en Mendoza durante 7, 8 y 9 de Setiembre de 1983. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/292601930_Metodo_del_point_quadrat_modificado [Consulta: 22 de octubre del 2019].
- **Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña, F., Bertrán, C., Tapia, J. & Vargas, L.** (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. [En línea] https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432014000100002 [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Cecon, E.** (2003). Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. [En línea] http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/el/2003_artigo_bosques_riparios.pdf [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Collins, J.N., E.D. Stein, M. Sutula, R. Clark, A.E. Fetscher, L. Grenier, C. Grosso, and A. Wiskind.** (2007). California Rapid Assessment Method (CRAM) for Wetlands. [En línea] https://www.cramwetlands.org/sites/default/files/2012-04-05_CRAM_manual_6.0.pdf [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Cuevas, J., Huertas, J. & Torres, A.** (2015). Rol de las franjas ribereñas para el control de patógenos y contaminación difusa. [En línea] <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40320.pdf> [Consulta: 20 de febrero del 2020].

- **De la Maza, M. & Bonacic, C.** (2014). Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. [En línea] <http://agronomia.uc.cl/extension/publicaciones-1/159-manual-para-el-monitoreo-de-fauna-silvestre-en-chile/file> [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Domínguez, D.** (2017) Estimación de biomásas por la técnica del Point-Quadrat. [En línea] https://www.academia.edu/3320189/Estimaci%C3%B3n_de_biomásas_por_la_t%C3%A9cnica_del_point-quadrat [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Droguett, G. & Celis, I.** (2011). Herbario de Taguatagua. [En línea] <https://pdfslide.net/documents/herbario-de-taguatagua.html> [Consulta: 18 de agosto del 2019].
- **Espinoza, N.** (1996). Malezas presentes en Chile.
- **FAO.** (2009). Los bosques y el agua. [En línea] <http://www.fao.org/3/a-i0410s.pdf> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Fierro, P.** (2019). Establecimiento de amenazas antropogénicas al ecosistema de agua dulce mediterráneo chileno.
- **Fisher, R. & Craig, J.** (2000). Design recommendations for riparian corridors and vegetated buffer strips. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/2379088_Design_Recommendations_for_Riparian_Corridors_and_Vegetated_Buffer_Strips [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchar, A., Urrutia, J., Cavieres, L. & Marticorea, A.** (2014). Plantas invasoras de centro-sur de Chile: Guía de campo. [En línea] <http://www.lib.udec.cl/wp-content/uploads/2017/11/plantas-invasoras.pdf> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Gobierno de España.** (2016). Concepto de estado. [En línea] <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/concepto-estado/> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **González, M., García, D., Lara, F. & Garilleti, R.** (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. [En línea] http://www2.montes.upm.es/Dptos/dsrn/Hidrobiologia/Publicaciones/INDICE_RQI.pdf [Consulta: 12 de marzo del 2020].
- **Green., A. & Figueroa., J.** (2014). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. [En línea] [http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-EMCH-C4/\\$File/EMCH-C4.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnexos/IEA-EMCH-C4/$File/EMCH-C4.pdf) [Consulta: 22 de octubre del 2019].
- **Guevara, G., Reinoso, G., García, E., Franco, I., García, I., Yara, D., Briñez, N., Ocampo, M., Quintana, M., Pava, D., Flórez, N., Ávila, M., Hernández, E., Lozano, I., Guapucal, M., Borrero, D. & Olaya, E.** (2008). Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. [En línea] <http://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/89/89> [Consulta: 22 de octubre del 2019].

- **Hernández, J.** (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. [En línea] <http://www.gep.uchile.cl/Publicaciones/Manual%20de%20Métodos%20y%20Criterios%20para%20la%20Evaluación%20y%20Monitoreo%20de%20la%20Flora%20y%20la%20Vegetación.pdf> [Consulta: 22 de octubre del 2020].
- **Ilustre Municipalidad de San Vicente de Tagua-Tagua (PLADECO).** (2008). Plan de desarrollo comunal. [En línea] http://164.77.203.70/transparenciamsv/Transparencia_2017/7.-Actos_resoluciones/Pladeco_2008_2012.pdf [Consulta: 28 de agosto del 2019].
- **Instituto nacional de estadísticas. (INE).** (2019). Resultados CENSO 2017. [En línea] <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R06> [Consulta: 28 de agosto del 2019].
- **Jiménez, A., Matutano, J., Esquivias, J., Madrona, M. & Tarragona, F. (2007).** Conservación de ríos: Guías prácticas voluntariado ambiental. [En línea] <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/conservacion-rios.aspx> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Lara, A., Lateria, P., Manson, R. & Barrantes, G.** (2013). Servicios ecosistémicos hídricos: estudios de caso en América Latina y el Caribe. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/305335460_Servicios_Ecosistemicos_Hidricos_Estudios_de_Caso_en_America_Latina_y_El_Caribe [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Lobos, P.** (2011). Historia de San Vicente de Tagua-Tagua.
- **López, E., Vásquez, J., Villa, F., & Reinoso, G.** (2015) Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical (Tolima, Colombia). [En línea] https://www.researchgate.net/publication/312232394_Evaluacion_de_la_calidad_de_l_bosque_de_ribera_utilizando_un_metodo_simple_y_rapido_en_dos_rios_de_bosque_seco_tropical_Tolima_Colombia [Consulta: 15 de enero del 2020]. Pp. 7.
- **Magdaleno, F.** (2013). Funciones y funcionamiento del bosque de ribera. [En línea] http://observatoriagua.uib.es/repositori/snra_espana_9.pdf [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Magdaleno, F.** (2013). Las riberas fluviales. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/256993717_Las_riberas_fluviales [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Mendoza, M., Quevedo, A., Bravo, A., Flores, H., De la Isla, M., Gavi, F., & Zamora, B.** (2014). Estado ecológico de ríos y vegetación ribereña en el contexto de la nueva ley general de aguas de México. [En línea] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000400010 [Consulta: 15 de agosto del 2019]. Pp. 340.

- **Moller, P.** (2011). Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. [En línea] https://www.ceachile.cl/revista/cdn/GA_21_2011_Moller.pdf [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Moreno, C.** (2001). Métodos para evaluar biodiversidad. [En línea] <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf> [Consulta: 15 de agosto del 2019].
- **Olivares, P.** (2019). Evaluación del estado ecológico y avifauna acuática de tres humedales en la comuna de Pichilemu, región del Libertador General Bernardo O'Higgins. [En línea] http://www.corredoresverdes.cl/wp-content/uploads/2019/05/Memoria_Olivares.pdf [Consulta: 22 de octubre del 2019].
- **Palma, A., Figueroa, R. & Ruiz, V.** (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. [En línea] https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382009000100009 [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Posada, M. & Arroyave, M.** (2015). Análisis de la calidad del retiro ribereño para el diseño de estrategias de restauración ecológica en el Río la Miel, Caldas, Colombia. [En línea] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5429754> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
-
- **Prat, N.** (1999). Estado ecológico de los ecosistemas acuáticos de España. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/237311582_ESTADO_ECOLOGICO_DE_LOS_ECOSISTEMAS_ACUATICOS_EN_ESPANA [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Quiroz, C., Pauchard, A., Marticorea, A. & Cavieres, L.** (2009). Manual de plantas invasoras de centro-sur de Chile. [El línea] https://www.researchgate.net/publication/264871042_Manual_de_Plantas_Invasoras_del_Centro-Sur_de_Chile [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Ralph, R.** (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.
- **Ramírez, D.** (2018). Fauna nativa de la región de O'Higgins. Chile. Vertebrados terrestres.
- **Rodríguez, C. (2016).** Vegetación acuática de los humedales de la microcuenca alta de la quebrada Estero, San Ramón de Alajuela, Costa Rica. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/312303813_Vegetacion_acuatica_de_los_humedales_de_la_microcuenca_alta_de_la_quebrada_Estero_San_Ramon_de_Alajuela_Costa_Rica [Consulta: 28 de octubre del 2016].
- **Ruiz, B.** (2014). Los ecosistemas. [En línea] <https://es.slideshare.net/belenruiz14/tema-4-los-ecosistemas-42034123> [Consulta: 20 de mayo del 2020].

- **Sahugún, F., Duran, A., Huerta, F. & Pineda, F. (2014).** Monitoreo de aves de interés para la conservación en la reserva de la biosfera Sierra del Abra Tanchipa y su zona de influencia. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/326620756_Guia_de_Aves_Reserva_de_la_Biosfera_Sierra_del_Abra_Tanchipa [Consulta: 15 de agosto del 2019].
- **Sistema de información ambiental del Principado de Asturias (SIAPA). (2016).** Estadod de las masa de agua superficiales.
- **Stoddard, J., Larse, D., Hawkins, C., Johnson, R., & Norris, R. (2006).** Setting expectations for the ecological conditions of streams: the concept of reference condition. [En línea] https://www.researchgate.net/publication/6850483_Setting_Expectations_for_the_Ecological_Condition_of_StreamsThe_Concept_of_Reference_Condition [Consulta: 22 de octubre del 2019].
- **Suarez, M., Vidal, M., Sánchez, M., Alba, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casa, J., Jáimez, P., Munné, A., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Salinas, M., Toro, M. & Vivas, S. (2002).** Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. [En línea] <https://www.yumpu.com/es/document/view/19181160/las-riberas-de-los-rios-mediterraneos-y-su-calidad-limnetica> [Consulta: 28 de octubre del 2019].
- **Ubilla, G. (2018).** Modelo abreviado de planificación ecológica participativa para los humedales Bajel y Petrel, Pichilemu. [En línea] <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170636> [Consulta: 15 de agosto del 2019].
- **Urrutia, J., Sánchez, P., Pauchard, A. & Hauenstein, E. (2017).** Flora acuática y palustre introducida en Chile.
- **Vásquez, G., García, J., Castillo, G., Escobar, F., Guillen, A., Martínez, M., Mehltreter, K., Novelo, R., Pineda, E., Sosa, V., Valdepino, C., Campos, A., Landgrave, R., Montes, E., Ramírez, A. & Galindo, J. (2015).** Ecosistemas ribereños: En un paisaje fragmentado. [En línea] <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7336.pdf> [Consulta: 20 de febrero del 2020].
- **Vásquez, A. (2016).** An integrative approach to assess urban riparian greenways potential: The case of Mapocho River in Santiago de Chile.
- **Vásquez, S. (2018).** Evaluación del estado ecológico de las quebradas y sus zonas ribereñas en la ciudad de Algarrobo, región de Valparaíso. [En línea] <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152666> [Consulta: 15 de agosto del 2019].
- **Zepeda, H., Gómez, A. & Chávez, Y. (2002).** Metodología rápida para la evaluación de ecosistemas riparios en zonas templadas. [En línea] <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/932/948> [Consulta: 12 de marzo del 2020].

ANEXOS

1. Anexo 1: Ficha de calificación de la zona de ribera de los ecosistemas fluviales.

Río	Localidad	Observaciones
Fecha	Observador	

Grado de cubierta de la zona de ribera	Puntuación
>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan).	25
50 – 80% de cubierta vegetal de la zona de ribera.	10
10 – 50% de cubierta vegetal de la zona de ribera.	5
<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera.	0
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total.	+10
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%.	+5
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25 y 50%.	-5
Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%.	-10
Puntaje	

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)	Puntuación
Cobertura de los árboles superior al 75%	25
Cobertura de los árboles entre el 50 y 75%, o cobertura de los árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%.	10
Cobertura de los árboles inferior al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25%.	5
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%.	0
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%.	+10
Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50%.	+5
Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y la de árboles con sotobosque.	+5
Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque recubre más del 50%.	-5
Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad.	-5
Si existe una distribución regular (linealidad de árboles y el sotobosque recubre menos del 50%.	-10
Puntaje	

Calidad de la cubierta (tipo geomorfológico de la zona de ribera)	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Puntuación
Número de especies diferentes de árboles y arbustos autóctonos.	>1	>2	>3	25
Número de especies diferentes de árboles y arbustos	1	2	3	10
Número de especies diferentes de árboles y arbustos autóctonos.	-	1	1 - 2	5
Sin árboles autóctonos.	-	-	-	0
Si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río como mínimo 3 m de ancho, uniforme y ocupado más del 75% de la ribera.				+10
Si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre el 50 y el 75% de la ribera).				+5
Si existe una disposición en bandas paralelas al río.				+5
Número de especies de arbustos.				+5
Si existen estructuras construidas por el hombre.				-5
Si existe alguna especie de árbol introducida (alóctona)* aislada.				-5
Si existen especies de árboles alóctonas* formando comunidades.				-10
Si existen vertidos de basuras.				-10
Puntaje				

Grado de naturalidad del canal fluvial	Puntuación
El canal del río no ha sido modificado.	25
Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal.	10
Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río.	5
Río canalizado en la totalidad del tramo.	0
Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río.	-10
Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río.	-10
Puntaje	

Puntaje final (suma de las anteriores puntuaciones)	
--	--

200				
210				
220				
230				
240				
250				
260				
270				
280				
290				
300				
310				
320				
330				
340				
350				
360				
370				
380				
390				
400				
410				
420				
430				
440				
450				
460				
470				
480				
490				
500				
510				
520				
530				
540				
550				
560				
570				
580				
590				
600				
610				
620				
630				
640				

650				
660				
670				
680				
690				
700				
710				
720				
730				
740				
750				
760				
770				
780				
790				
800				
810				
820				
830				
840				
850				
860				
870				
880				
890				
900				
910				
920				
930				
940				
950				
960				
970				
980				
990				
1000				

2.3. Vegetación acuática:

Espece	Cantidad

3. Anexo 3: Ficha de registro de avifauna.

Nombre:	Día:
Coordenada Y:	Hora:
Coordenada X:	Transecto:

Nombre común	Cantidad	Nombre común	Cantidad
Pato jergón chico		Tortolita cuyana	
Yeco		Tricahue	
Garza grande		Cachudito	
Garza chica		Colegial	
Huairavo		Golondrina chilena	
Tiuque		Chercán	
Codorniz		Zorzal	
Pidén		Tenca	
Taguita		Tordo	
Queltehue		Mirlo	
Tórtola			
Observaciones			

4. Anexo 4: Puntajes Índice QBR de los puntos de muestreo.

Componentes	Puntaje											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Grado de cobertura de la zona de ribera	15	15	0	25	0	0	0	0	0	5	15	5
Estructura de la cobertura	20	15	5	20	10	10	10	5	10	15	15	15
Calidad de la cobertura	11	21	6	21	26	11	16	6	7	2	15	2
Grado de naturalidad del canal fluvial	10	0	10	10	0	0	0	25	10	25	25	10
Total	56	51	21	76	36	21	26	36	27	47	70	32
Munné et al., (2003)	Inicio de alteración importante. Calidad aceptable.	Alteración fuerte. Calidad mala.	Degradación extrema. Calidad pésima.	Ligeramente perturbado. Calidad buena.	Alteración fuerte. Calidad mala.	Degradación extrema. Calidad pésima.	Degradación extrema. Calidad pésima.	Alteración fuerte. Calidad mala.	Degradación extrema. Calidad pésima.	Alteración fuerte. Calidad mala.	Inicio de alteración importante. Calidad aceptable.	Alteración fuerte. Calidad mala.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

5. Anexo 5: Abundancia y Riqueza de Vegetación Leñosa.

Nombre común	Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	AT
Álamo	<i>Populus nigra</i>	3			2				6	1			19	31
Aromo	<i>Acacia dealbata</i>	24	17	7	12		1	2	8	1	5	1		78
Boldo	<i>Peumus boldus</i>												1	1
Casia	<i>Cassia amottiana</i>	1												1
Chilca	<i>Beccharis salicifolia</i>		15	21	23	14	31	55	1		3	14		177
Espino	<i>Acacia caven</i>												1	1
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>											3	35	38
Palqui	<i>Cestrum parqui</i>		2	2								30		34
Sauce amargo	<i>Salix chilensis</i>	8	1	18	48	1			7	83		4		176
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	9	1	8	1		6	55		7	7	22	19	135
Riqueza por puntos		5	5	5	5	2	3	3	4	4	3	6	5	
Abundancia por puntos		45	36	56	86	15	38	112	22	92	15	74	75	
Riqueza total	10 especies													
Abundancia total	673													

Fuente: Elaboración propia, 2020.

6. Anexo 6: Abundancia y Riqueza de Vegetación Herbácea.

Nombre común	Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	CT	%
Alfalfa chilota	<i>Lotus pedunculatus</i>			2										2	0,2
Apio de agua	<i>Apium nodiflorum</i>	14												14	1,2
Carricillo	<i>Calystegia sepium</i>	9								10				19	2
Chépica	<i>Paspalum vaginatum</i>		45	10	38	6		19	25	26	5	61		235	20
Cicuta	<i>Conium maculatum</i>	9												9	1
Clonqui	<i>Xanthium cavanillesii</i>				8			4	2		4			18	2
Duraznillo	<i>Polygonum persicaria</i>				20	8			2	14	8	1	59	112	9
Falso té	<i>Bidens aurea</i>		4	10	4	7	4	9						38	3
Galega	<i>Galega officinalis</i>		41	44	17	63	70	36	1	32	29	1		334	28
Malva	<i>Malva nicaeensis</i>			1										1	0,08
Romaza	<i>Rumex crispus</i>			2										2	0,2
Salvia	<i>Salvia verberaza</i>				6	1					1			8	0,7
Pichoga	<i>Euphorbia platyphyllos</i>		2	1			1							4	0,3
Poleo	<i>Mentha pulegium</i>			3				28	10					41	3
Apio de campo	<i>Pastinaca sativa</i>	16												16	1
Bergamota	<i>Mentha piperita</i>	49												49	4,1
Romerillo	<i>Lythrum hyssopifolia</i>				1	2		3						6	0,5
Senecio	<i>Senecio aquaticus</i>					1								1	0,08
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>				1		1		35	2				39	3,3
Ajo silvestre	<i>Allium vineale</i>												2	2	0,2
Tierra		3	6	17		12	24	1	25	16	53	37		194	16
Rocas			2		5								39	46	4
Riqueza por puntos		5	4	8	8	7	4	6	6	5	5	3	2		
Cobertura por puntos		97	92	83	95	88	76	99	75	84	47	63	61		
Riqueza total		20 especies													
Cobertura total		80 % del suelo cubierto por vegetación													

Fuente: Elaboración propia, 2020.

7. Anexo 7: Abundancia y Riqueza de Vegetación Acuática.

Nombre común	Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	CT	%
Berro europeo	<i>Nasturtium officinale</i>	95												95	8
Bolsita de agua	<i>Utricularia gibba</i>					11		6				6		23	2
Clavito de agua	<i>Ludwigia peploide</i>				6	2	36	26	57	8	2		4	129	11
Flor de pato	<i>Azolla filiculoides</i>		11	2	1	4	12	5	36	17		25	1	114	10
Hierba guatona	<i>Limnobium laevigatum</i>				31	1	2		1	11	33		1	80	7
Hierba de plata	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	1	80	88		68		31						268	22
Junquillo salado	<i>Eleocharis parvula</i>						18	25						43	4
Lenteja de agua	<i>Lemna gibba</i>		2				4	5	5	7	51	45	18	137	11
Berro	<i>Nasturtium officinale</i>											1		1	0,08
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>						5				2			7	0,6
Tierra			7	10	49					24		11	31	132	10
Rocas		1			13	12	22	1	1	21	4	9		84	7
Agua		3				2	6	1		12	10	3	45	92	7
Riqueza por puntos		2	3	2	3	5	6	6	4	4	4	4	4		
Cobertura por puntos		96	93	90	38	86	77	98	99	43	88	77	24		
Riqueza total	10 especies														
Cobertura total	76% cubierto por vegetación														

Fuente: Elaboración propia, 2020.

8. Anexo 8: Transectos de registro de vegetación acuática.





Fuente: Elaboración propia, 2020.

9. Anexo 9: Abundancia y Riqueza de especies de Avifauna.

Nombre común	Nombre científico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	A T
Cachudito	<i>Anairetes parulus parulus</i>	1	2		2				5	2		2		14
Carpinterito	<i>Veniliornis lignarius</i>									3		1	1	5
Chercán	<i>Troglodytes aedon chilensis</i>	3		4		1	4	3	4	3	6	4	5	37
Chincol	<i>Zonotrichia capensis chilensis</i>			2										2
Chucao*	<i>Scelorchilus rubecula</i>		1											1
Codorniz	<i>Callipepla californica</i>		1		1		1			1		20	2	26
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>					2	1							3
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	2												2
Fio-fio	<i>Elaenia albiceps chilensis</i>		1				1					1	2	5
Garza chica	<i>Egretta thula</i>		8		4	9	12	4	2	4	1		1	45
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>		1							2				3
Garza grande	<i>Ardea alba</i>	1				1								2
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>		20	17	6	15	23	20						101
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>		1		1	3				1			1	7
Jilguero	<i>Spinus barbatus</i>		2											2
Loica	<i>Sturnella loyca</i>	1				3	1		2	2	4			13
Mirlo	<i>Molothrus bonariensis bonariensis</i>	2	4		2	3			1					12
Paloma	<i>Columba livia</i>					2	25		8					35
Pato jergón grande	<i>Anas georgica</i>		1			32	3		8				1	45
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>									8			12	20
Picaflor gigante	<i>Patagona gigas</i>									2				2
Queltehue	<i>Vanellus chilensis chilensis</i>		15	13	8	22	9	6	8	3	14		1	99
Taguita	<i>Porphyriops melanops</i>	1		1						2	5			9
Tiuque	<i>Phalacrocorax chimango</i>		4	4	3	4	3	10	1	3		3	1	36
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>						4	11		4			5	24
Tórtola	<i>Zenaida auriculata auriculata</i>	1	4	1	5		2	2	9	35	4	4	2	69
Trile	<i>Agelasticus thilius</i>											3		3
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	12		4		6	4	5	3	5	1	5	3	48
Riqueza por puntos		9	14	8	9	13	14	8	11	16	7	9	13	
Abundancia por puntos		24	65	46	32	¹⁰³	93	61	51	80	35	43	37	
Riqueza total		28 especies												
Abundancia total		670 individuos												

Fuente: Elaboración propia, 2020.

10. Anexo 10: Relaciones entre los resultados de los índices e instrumentos

Resultados índices e instrumentos	Cobertura vegetal	Índice QBR	Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa	Cobertura de vegetación herbácea nativa	Cobertura de vegetación acuática nativa	Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa
Cobertura vegetal	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 4 con un 82%, punto 11 con un 75% y el punto 3 con un 72%.</p> <p>Los puntos con menor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 5 con un 15%, punto 10 con un 37% y el punto 1 con un 44%.</p>	<p>Los puntos con mayor puntaje en Índice QBR son el punto 4 con el puntaje más alto, catalogándose con un estado ligeramente perturbado, El cual además posee un porcentaje de Cobertura vegetal alto, siendo este el más alto de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 con un estado de inicio de alteración importante y con el segundo porcentaje de Cobertura vegetal más alto.</p> <p>Por otra parte, los puntos con menor puntaje en Índice QBR con aquellos puntos con un estado de degradación extrema, entre estos se encuentra el punto 3 con un alto porcentaje de cobertura vegetal, siendo el tercero más alto. Le sigue los puntos 6, 7 y 9 con un porcentaje medio de cobertura vegetal.</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa son catalogados con una muy baja diversidad, entre estos se encuentra el punto 3 con el índice más alto y con un porcentaje alto de Cobertura vegetal, siendo este el tercero más alto. Sigue por el punto 12 con alto porcentaje de cobertura vegetal. Por último, se encuentra el punto 4 con un alto porcentaje de cobertura vegetal, siendo este el más alto.</p> <p>Por otra parte, los puntos con menor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa son aquellos con un $H=0$, entre estos se encuentran los puntos 1, 6, 7 y 9 con un porcentaje medio de Cobertura vegetal, y el punto 10 con un bajo porcentaje de cobertura vegetal.</p>	<p>El punto con mayor porcentaje de Cobertura herbácea nativa es el punto 11 con un porcentaje medio, el cual además posee un alto porcentaje de Cobertura vegetal, siendo este el más alto de los puntos de muestreo.</p> <p>Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son los puntos 6 y 12 con un 0% de cobertura nativa, pero a la vez con un porcentaje medio de cobertura vegetal. Seguidos por los puntos 5, 1 y 10 con un bajo porcentaje de Cobertura herbácea nativa. En el caso del punto 5, este posee un muy bajo porcentaje de Cobertura vegetal, siendo este el más bajo de los puntos de muestreo. Mientras que el caso de los puntos 1 y 10 estos poseen un bajo porcentaje de cobertura vegetal.</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura acuática nativa son el punto 8 con casi un 100% y una Cobertura vegetal media, seguido por el punto 11 con un alto porcentaje de Cobertura vegetal.</p> <p>Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura acuática nativa son el punto 1 con un 0% y, además, con una Cobertura vegetal media. Seguido por el punto 3 con un alto porcentaje de Cobertura vegetal y por los puntos 4 con una alta cobertura vegetal, por el punto 2 con una muy alta Cobertura vegetal y por el punto 5 con una muy baja cobertura vegetal.</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de avifauna nativa son el punto 9, el cual posee además un porcentaje de Cobertura vegetal medio. Le sigue el punto 12 con un porcentaje de Cobertura alto, seguido por los puntos 6 y 8 con porcentaje medio de Cobertura vegetal.</p> <p>Por otra parte, los puntos con menor diversidad de avifauna son el punto 1 el cual posee un porcentaje medio de Cobertura vegetal, siendo este tercero más bajo de os puntos de muestreo. Le sigue el punto 10 con una cobertura media, por el punto 3 con un alto porcentaje de cobertura y por el punto 4 con un muy alto porcentaje de Cobertura vegetal.</p>

<p>Índice QBR</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 4 con el mayor porcentaje de los puntos de muestreo, el cual además posee el puntaje en Índice QBR más alto, siendo bien evaluado con un estado de ligeramente perturbado. Le sigue el punto 11 con un alto porcentaje de Cobertura vegetal y un alto puntaje de Índice QBR, catalogándose con un estado de inicio de alteración importante. Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 5, el cual posee el más bajo porcentaje de los puntos de muestreo y además posee el puntaje más bajo en Índice QBR. Seguido por el punto 10 con un bajo porcentaje de Cobertura vegetal y con un bajo puntaje en Índice QBR. Ambos son evaluados con una muy mala calidad del bosque ribereño, con</p>	<p>Los puntos con mayor puntaje de Índice QBR son el punto 4 con 76 puntos, catalogándose con estado de ligeramente perturbado y el punto 11 con 70 puntos, catalogándose con un estado de inicio de alteración importante.</p> <p>Los puntos con menor puntaje son el punto 3 y 6 con 21 puntos, el punto 7 con 26 puntos y el punto 9 con 27 puntos, todos catalogándose con un estado de degradación extrema.</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa son aquellos catalogados con una muy baja diversidad, entre estos se encuentra el punto 3 con el mayor índice, el cual posee un bajo puntaje en Índice QBR, siendo este el más bajo de los puntos de muestreo, catalogándose con un estado de degradación extrema. Le sigue el punto 12 con bajo puntaje de Índice QBR, catalogándose con un estado de alteración fuerte. Por último, se encuentra el punto 4 con un alto puntaje en Índice QBR, con un estado de ligeramente perturbado, siendo este el puntaje más alto de los puntos de muestreo. Por otra parte, los puntos con menor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa son aquellos con un índice H=0, entre estos el punto 1 el cual posee un puntaje de Índice QBR medio, catalogándose con un estado de inicio de alteración fuerte. Le</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura de vegetación herbácea nativa son el punto 11 con un porcentaje medio, siendo este el más alto de los puntos de muestreo, este además posee un alto puntaje de Índice QBR, siendo este el segundo más alto de los puntos de muestreo, catalogándose con un estado de inicio de alteración importante. Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son los puntos 6 y 12 con un 0%, ambos con un bajo puntaje de Índice QBR, donde el punto 6 se cataloga con un estado de degradación extrema y el punto 12 con un estado de alteración fuerte. Le siguen el punto 5 con un muy bajo porcentaje de Cobertura herbácea nativa y con un bajo puntaje de Índice QBR, con un estado de alteración fuerte. Por último, se encuentra el punto 1 y 10 con un puntaje de Índice QBR medio, donde el primero es catalogado con un inicio de alteración importante y el segundo con una alteración fuerte. Le</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura acuática nativa son el punto 8 con casi un 100%, el cual posee un bajo puntaje de Índice QBR, catalogándose con un estado de alteración fuerte. Le sigue el punto 11 el cual posee un puntaje de Índice QBR medio, catalogándose con un estado de inicio de alteración importante. Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura acuática nativa son el punto 1 con un 0% y un puntaje medio de Índice QBR, con un estado de inicio de alteración importante. Le sigue el punto 3 con un muy bajo puntaje de Índice QBR, con estado de degradación extrema, el punto 4 con un alto puntaje de Índice QBR, con un estado de ligeramente perturbado, siendo este el puntaje más alto de los puntos de muestreo. Y, por último, se encuentran los puntos 2 y 5 con un puntaje</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de avifauna nativa son el punto 9, el cual posee un bajo puntaje de Índice QBR, con estado de degradación extrema. Le sigue el punto 12 con estado de alteración fuerte, el punto 6 con el puntaje más bajo de Índice QBR, evaluado con un estado de degradación extrema y el punto 8 evaluado con un estado de alteración fuerte. Por otra parte, los puntos con menor Índice de diversidad de avifauna nativa son el punto 1, el cual posee un puntaje medio de Índice QBR, catalogándose con un estado de inicio de alteración importante, el punto 10 con un bajo puntaje de Índice QBR, con un estado de alteración fuerte, el punto 3 con estado de degradación extrema. Y, por último, el punto 4 con el puntaje más alto de Índice QBR, catalogándose con un estado ligeramente perturbado.</p>
--------------------------	---	--	---	---	--	--

	<p>un estado de degradación extrema. Se debe mencionar el caso del punto 3, el cual, a pesar de obtener un alto porcentaje de Cobertura vegetal, presenta una muy mala evaluación en Índice QBR, catalogándose con un estado de degradación extrema.</p>		<p>sigue los puntos 6, 7 y 9 con un bajo puntaje de Índice QBR catalogándose con un estado de degradación extrema. Por último, se encuentra el punto 10 con un puntaje de Índice QBR medio, catalogándose con un estado de alteración fuerte.</p>		<p>medio de Índice QBR, catalogándose con un estado de alteración fuerte.</p>	
<p>Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa</p>	<p>Los puntos con mayor Cobertura vegetal son el punto 4, el cual posee además una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta la tercera más alta de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 con una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta la segunda más baja de los puntos de muestreo, y el punto 3 con una muy baja diversidad, siendo esta la más alta registrada de todos los puntos de muestreo. Por otro lado, los puntos con menor Cobertura vegetal son el punto 5, el cual posee una muy baja diversidad de vegetación leñosa</p>	<p>Los puntos con mejor evaluación en Índice QBR son los puntos 4 y 11, los cuales además poseen una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa. Por otra parte, los puntos con peor evaluación de Índice QBR son los puntos 3 y 6 con una degradación extrema, poseen, además, una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa. Se debe mencionar que el punto 1 posee un bajo puntaje de Índice QBR, con estado de degradación extrema y los puntos 6, 7, 9 y 10 con un estado de inicio de alteración importante, posee una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa con un índice H=0.</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa son el punto 3 con un H=0,85, el punto 12 con un H=0,69 y el punto 4 con un H=0,62.</p> <p>Los puntos con menor índice de diversidad son los puntos 1, 6, 7, 9 y 10 con un H=0. Todos los puntos de muestreo son catalogados con una <i>Muy baja diversidad</i>.</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura de vegetación herbácea nativa son el punto 11 con un porcentaje medio y con un índice de diversidad de vegetación leñosa nativa muy bajo, siendo este el segundo más bajo de los puntos de muestreo. Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de vegetación herbácea nativa son los puntos 6 y 12, ambos con un 0%, y con una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, donde el punto 6 posee un índice H=0 y el punto 7 posee el segundo índice más alto de los puntos de muestreo. Le siguen el punto 5 con un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa y con una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa son el punto 8 con cerca del 100% de cobertura nativa, el cual posee una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta la segunda más baja de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 con un alto porcentaje de cobertura acuática nativa y con una muy baja diversidad leñosa nativa. Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa son el punto 1 con un 0%, el cual además posee un índice de diversidad de</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de avifauna nativa son los puntos con una diversidad media, entre estos se encuentra el punto 9 con el índice más alto, además de poseer un índice de diversidad de vegetación leñosa de un H=0. Le sigue el punto 12 con una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta la segunda más alta, el punto 6 con un índice H=0 de vegetación leñosa nativa. Y el punto 8 con una muy baja diversidad leñosa nativa, siendo la segunda más alta de los puntos de muestreo. Por otro lado, los puntos con menor diversidad de avifauna</p>

	nativa, siendo esta la más baja de los puntos de muestreo. Y, por último, se encuentran los puntos 10 y 1 los cuales poseen un índice de H=0 de vegetación leñosa nativa.			la más baja de los puntos de muestreo. Por último, se encuentran los puntos 9 y 10 con un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa, ambos con un índice de diversidad de vegetación leñosa nativa de un H=0.	vegetación leñosa nativa de un H=0. Le sigue el punto 3 con un muy bajo porcentaje de cobertura acuática nativa y con una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa, siendo esta la más alta de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 4 con el segundo índice más alto de los puntos de muestreo. Y los puntos 2 y 5 con una cobertura acuática nativa cercana al 20% y con un índice de diversidad muy bajo, siendo el punto 5 el cual obtuvo el más bajo de todos los puntos de muestreo.	nativa son los puntos 1, 10, 3 y 4, los cuales además poseen una muy baja diversidad de vegetación leñosa nativa.
Cobertura de vegetación herbácea nativa	Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 4, el cual posee el segundo porcentaje más alto de cobertura herbácea nativa de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 el cual posee el porcentaje de cobertura herbácea nativa más alto de los puntos de muestreo y el punto 3 con un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa.	Los puntos con mayor puntaje de Índice QBR son el punto 4, el cual además posee un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa, seguido por el punto 11 el cual posee un alto porcentaje de cobertura nativa. Por otra parte, los puntos con menor puntaje de Índice QBR son aquellos evaluados con una degradación extrema, siendo los puntos 3 y 4 los cuales además poseen una	Los puntos con el Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa más alto son el punto 3, el cual además posee una muy baja cobertura herbácea nativa, seguida por el punto 12 con un 0% de cobertura herbácea nativa. En el caso de los puntos con menor índice de diversidad de vegetación leñosa nativa, los puntos 5 y 8 poseen además un bajo	El punto con mayor porcentaje de Cobertura herbácea nativa es el punto 11 con un 61%. Los puntos con menor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son el punto 6 y 12 con un 0%, el punto 5 con un 6% y los puntos 1 y 10 con un 9%.	Los puntos con mayor Cobertura de vegetación acuática nativa son el punto 8 con un porcentaje cercano al 100%, además de poseer un bajo porcentaje de Cobertura vegetación herbácea nativa. Le sigue el punto 11 con un alto porcentaje de Cobertura acuática nativa y con un porcentaje medio de Cobertura herbácea nativa, siendo este el	Los puntos con mayor Índice de diversidad de avifauna nativa se encuentran catalogados con una diversidad media, siendo el punto 9 el que posee el más alto índice de los puntos de muestreo, además de poseer un porcentaje bajo de Cobertura herbácea nativa. Le siguen los puntos 12 y 6 con un 0% de Cobertura herbácea nativa. Y, por último, se encuentra el

	<p>Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 5, el cual posee el segundo porcentaje más bajo de cobertura herbácea nativa de los puntos de muestreo, el punto 10 con el tercer porcentaje más bajo de cobertura herbácea nativa y el punto 1 con un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa.</p>	<p>muy baja cobertura herbácea nativa, seguidos por los puntos 7 y 9 los que poseen un bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa.</p>	<p>porcentaje de cobertura herbácea nativa. Al contrario, el punto 11 es el punto con mayor porcentaje de cobertura herbácea nativa. Se debe mencionar que los puntos con una diversidad de vegetación leñosa nativa de un $H=0$, los puntos 1, 7, 9 y 10 poseen un muy bajo y bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa.</p>		<p>más alto de los puntos de muestreo. Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de Cobertura acuática nativa son el punto 1 con un 0%, el cual además posee un muy bajo porcentaje de Cobertura herbácea nativa. Le siguen los puntos 3 y 4 con un porcentaje de vegetación acuática nativa cercano al 0% y con un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa. Mientras los puntos 4 y 2 poseen un porcentaje bajo de cobertura herbácea nativa. Y, por último, el punto 5 posee un muy bajo porcentaje de cobertura herbácea nativa.</p>	<p>punto 8 con un bajo porcentaje de Cobertura herbácea nativa. Por otro lado, los puntos con menor Índice de diversidad de avifauna nativa son los puntos 1, 6 y 3, los cuales además poseen un muy bajo porcentaje de Cobertura herbácea nativa. Y, por último, se encuentra el punto 4 con un porcentaje medio de Cobertura herbácea nativa.</p>
<p>Cobertura de vegetación acuática nativa</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 4 con el porcentaje más alto de los puntos de muestreo y que además posee un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa, siendo la tercera más baja de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 con un alto</p>	<p>Los puntos con mayor puntaje en Índice QBR son el punto 4, siendo el mejor evaluado, el cual posee además un escaso porcentaje de Cobertura acuática nativa. Le sigue el punto 11 con una evaluación media y obteniendo un alto porcentaje de Cobertura acuática nativa, siendo</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa se encuentran catalogados con una muy baja diversidad, entre estos se encuentra el punto 3, el cual además posee un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa, seguido por el punto 12 con un bajo</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son el punto 11, el cual además posee un alto porcentaje de Cobertura acuática nativa, le sigue el punto 4 con un porcentaje medio de vegetación herbácea y un porcentaje muy bajo de Cobertura de vegetación acuática nativa. Este es seguido por el punto 2 con</p>	<p>Los puntos con mayor Cobertura acuática nativa son el punto 8 con un 98% y el punto 11 con un 76%. Los puntos con menor Cobertura acuática nativa son el punto 1 con un 0%, el punto 3 con un 2%, el punto 4 con un 7%, el punto 2</p>	<p>Los puntos con mayor índice de diversidad de avifauna nativa son aquellos catalogados con una diversidad media, entre estos se encuentra el punto 9 con el índice más alto de los puntos de muestreo y, además, con un porcentaje bajo de Cobertura acuática nativa. Le sigue el</p>

	<p>porcentaje de Cobertura acuática nativa, el punto 3 con un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa, siendo este la segundo más bajo de los puntos de muestreo. Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 5 con un muy bajo porcentaje y una muy bajo porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa. Seguido por el punto 3 con un bajo porcentaje de Cobertura vegetal y con un porcentaje medio de Cobertura de vegetación acuática nativa. Por último, se encuentra el punto 1 con un porcentaje medio de Cobertura vegetal y con un 0% de Cobertura acuática nativa.</p>	<p>este el segundo más alto de los puntos de muestreo. Por otra parte, los puntos con menor puntaje en Índice QBR son los catalogados con un estado de degradación extrema. Dentro de los cuales se encuentran el punto 3 con el puntaje más bajo y con un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa, le siguen los puntos 6 y 7 con un porcentaje medio de Cobertura acuática nativa y, por último, se encuentra el punto 9 con un bajo porcentaje de cobertura acuática nativa.</p>	<p>porcentaje de cobertura nativa y por el punto 4 con un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa. Por otra parte, los puntos con la menor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa se encuentran los puntos con índice $H=0$, donde el punto 1 alcanza además un 0% de Cobertura acuática nativa, mientras que los puntos 6 y 7 poseen un porcentaje medio de la misma. Seguidos por el punto 9 con un bajo porcentaje de cobertura nativa y por el punto 10 con un porcentaje medio de Cobertura acuática nativa.</p>	<p>una Cobertura herbácea nativa media y una muy bajo porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa. Por otra parte, los puntos con menor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son los puntos 6 y 12, los cuales poseen un porcentaje medio y bajo de Cobertura acuática nativa respectivamente. Seguidos por el punto 5 con un muy bajo porcentaje de Cobertura acuática nativa, por el punto 10 con un porcentaje medio de Cobertura acuática nativa y por el punto 1 con una Cobertura acuática nativa de un 0%.</p>	<p>con un 13% y el punto 5 con un 17%.</p>	<p>punto 12 con un porcentaje bajo de cobertura nativa, el punto 6 con un porcentaje medio y el punto 2 con un muy bajo porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa. Por otra parte, los puntos con menor Índice de diversidad de avifauna se encuentran catalogados con una baja diversidad, entre estos se encuentran el punto 1 con el más bajo índice de los puntos de muestreo y con un 0% de Cobertura acuática nativa. Le sigue el punto 10 con un porcentaje medio, y los puntos 3 y 4 con un muy bajo porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa.</p>
<p>Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura vegetal son el punto 4 con e un alto porcentaje, siendo este el más alto de los puntos de muestreo, este posee además un bajo Índice de</p>	<p>Los puntos con mayor puntaje en Índice QBR son el punto 4 con un estado de ligeramente perturbado y además con una baja diversidad de avifauna nativa. Le sigue el punto 11 con un alto puntaje de Índice QBR,</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de vegetación leñosa nativa se encuentran catalogado con una muy baja diversidad, entre estos se encuentra el punto 3 el cual a su vez posee un bajo</p>	<p>El punto con mayor porcentaje de Cobertura de vegetación herbácea nativa es el punto 11, el cual posee una diversidad media de avifauna nativa, siendo esta la quinta más alta de los puntos de muestreo.</p>	<p>Los puntos con mayor porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa son el punto 8 y 11 los cuales además poseen una diversidad de avifauna media.</p>	<p>Los puntos con mayor Índice de diversidad de avifauna nativa son los puntos 8, 6, 12 y 9 con un $H > 2$, catalogándose una <i>Diversidad media</i>.</p>

	<p>diversidad de avifauna nativa, siendo este el tercero más bajo de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 11 con una diversidad media de avifauna y, por último, se encuentra el punto 3 con una baja diversidad de avifauna nativa.</p> <p>Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de cobertura vegetal son el punto 5 con el más bajo porcentaje de cobertura vegetal y con un índice de diversidad de avifauna media, siendo este el tercero más alto de los puntos de muestreo. Le sigue el punto 10 con un bajo porcentaje de cobertura y un bajo índice de diversidad de avifauna. Por último, se encuentra el punto 1 con un porcentaje medio de Cobertura vegetal y una baja diversidad de avifauna nativa, siendo esta la más baja de los puntos de muestreo.</p>	<p>catalogándose con estado de inicio de alteración importante y además con una diversidad media de avifauna nativa.</p> <p>Por otro lado, los puntos con mejor puntaje de Índice QBR son todos aquellos con un estado de degradación extrema, entre los que se encuentran los puntos 3 y 6 con los valores más bajos y con una baja y media diversidad de avifauna nativa respectivamente. Le siguen el punto 7 con una baja diversidad de avifauna y el punto 9 con una diversidad media de avifauna nativa, siendo esta la segunda más alta de los puntos de muestreo.</p>	<p>Índice de diversidad de avifauna nativa, seguido por el punto 12 con una diversidad media de avifauna, siendo este el segundo más alto de los puntos de muestreo. Y, por último, se encuentra el punto 4 con una baja diversidad de avifauna nativa.</p> <p>Por otro lado, los puntos con menor diversidad de vegetación leñosa nativa son aquellos con un índice $H=0$, entre estos se encuentran el punto 1, el cual además posee una baja diversidad de avifauna nativa, siendo esta la más baja de los puntos de muestreo. Le siguen los puntos 6, 8 y 9 con una diversidad media de avifauna, siendo el punto 9 el que posee el índice más alto de los puntos de muestreo. Y, por último, se encuentra el punto 10 con una baja diversidad de avifauna, siendo el segundo más bajo de los puntos de muestreo.</p>	<p>Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura herbácea nativa son los puntos 6 y 12 con un 0%, los cuales además poseen una diversidad media de avifauna, siendo de los puntos con los índices más altos de los puntos de muestreo. Les siguen el punto 5 con una diversidad media de avifauna y los puntos 1 y 10 con una baja diversidad de avifauna, siendo estos los puntos con la diversidad más baja de los puntos de muestreo.</p>	<p>Por otro lado, los puntos con menor porcentaje de Cobertura de vegetación acuática nativa son el punto 1 con una muy baja diversidad de avifauna nativa, siendo esta la más baja de los puntos de muestreo. Le siguen los puntos 3 y 4 con una muy baja diversidad de avifauna nativa. Y, por último, el punto 2 con una diversidad media de avifauna nativa.</p>	<p>Los puntos con menor diversidad son el punto 1 con un $H=1,51$, el punto 10 con un $H=1,6$ y los puntos 3 y 4 con un $H=1,7$, catalogándose con una <i>Baja diversidad</i>.</p>
--	--	---	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia, 2020.

11. Anexo 11; Síntesis del Estado Ecológico por puntos de muestreo.

Puntos	Síntesis estado ecológico
Punto 1	En relación con el punto 1 , se puede observar que este posee valores medios en Índice QBR con un 56% (Tabla 21) y en Cobertura vegetal con un 44%, por lo que el polígono es más amplio en estos puntos. Además, posee valores bajos en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 25%, siendo el polígono más estrecho en esta parte. Mientras que en Cobertura de vegetación acuática nativa e Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa este punto posee un 0%, estrechándose aún más el polígono. Por lo que el punto 1 es catalogado con un <i>Estado ecológico bajo</i> .
Punto 2	Se puede observar que el polígono del punto 2 es más amplio en Cobertura vegetal, alcanzando un 63% (Tabla 21), un poco menos amplio en Índice QBR con un 51%, en Índice de Shannon de avifauna nativa con un 50% y Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 45%, todos estos son porcentajes medios. Mientras que en Cobertura de vegetación acuática nativa posee valores bajos con un 12% y muy bajos en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa con un 0%, por lo que es en estos donde se genera un estrechamiento de este polígono. Finalmente, el punto 2 es catalogado con un <i>Estado ecológico bajo</i> .
Punto 3	Con respecto al punto 3 se puede observar que posee un polígono más pequeño que los ya mencionados anteriormente. El punto 3 posee valores altos en Cobertura vegetal con un 72% (Tabla 21), valores bajos en Índice QBR con un 21% e Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 25%. Mientras que en Cobertura de vegetación acuática nativa y herbácea nativa, posee valores muy bajos con un 2 y 10% respectivamente. Por otra parte, en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa este punto posee, al igual que todos los puntos de muestreo, un 0%, por lo que esta parte del polígono es la más estrecha. Con ello, el punto 3 es catalogado con un <i>Estado ecológico bajo</i> .
Punto 4	El punto 4 posee un polígono más amplio con respecto a los puntos anteriormente mencionados. Siendo la Cobertura vegetal la parte más amplia del polígono, debido a que posee valores muy altos con un 82% (Tabla 21). Además, posee valores altos en Índice QBR con un 76% y valores medios en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 46%. Por otra parte, los valores en Índice de diversidad de Shannon de avifauna son bajos con un 25%, generando que el polígono sea más pequeño en esta parte. Y, respecto a Cobertura de vegetación acuática nativa e Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa el polígono es claramente más estrecho, debido a

	<p>los valores obtenidos son de un 7% para el primero y de un 0% para el segundo. Por ello, el punto 4 se cataloga con un <i>Estado ecológico bajo</i>.</p>
Punto 5	<p>Se puede observar que el punto 5 posee el polígono más pequeño de todos los puntos evaluados del estero, debido a que este posee valores medios en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 50% (Tabla 21), mientras que en Índice QBR el polígono se comienza a estrechar, debido a que posee valores bajos con un 36%. Por otro lado, posee valores muy bajos en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 17%, en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 6%, en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa con un 0% y en Cobertura vegetal con un 15%. Por lo que es en estos 4 resultados en donde el polígono es más estrecho. Por lo tanto, el punto 5 se cataloga con un <i>Estado ecológico bajo</i>, siendo este el punto con el estado más bajo de todos los puntos de muestreo.</p>
Punto 6	<p>También, se puede observar que el polígono del punto 6 es más amplio que el anterior, debido a que presenta valores medios en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 47% (Tabla 21), en Cobertura vegetal con un 50%, siendo más amplio de estos 4 puntos, y también, en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 50%. Con respecto al Índice QBR este posee valores bajos con un 21%. Mientras que en Cobertura de vegetación herbácea nativa e Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa, ambos poseen valores muy bajos con un 0%, generando que el polígono en estos resultados sea notablemente más estrecho. Por lo tanto, el punto 6 es catalogado con un <i>Estado ecológico bajo</i>.</p>
Punto 7	<p>Con respecto al punto 7, se puede observar que posee un tamaño similar al punto 6, con la diferencia que los mayores porcentajes se encuentran en índices o instrumentos diferentes. El polígono del punto 7 posee un tamaño medio en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 42% (Tabla 21) y en Cobertura vegetal con un 50%. Por otra parte, posee un tamaño pequeño en Índice QBR con un 26%, en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 25% y en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 23%. Mientras que, en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa, al igual que los puntos anteriores, el polígono se estrecha considerablemente al poseer un muy bajo valor con un 0%. Por lo tanto, el punto 7 es catalogado con un <i>Estado ecológico bajo</i>.</p>
Punto 8	<p>En la Figura 25 se puede observar que el polígono del punto 8 es más amplio que los polígonos anteriormente mencionados, siendo relativamente similar en tamaño a los puntos 2 y 4 de la Figura 24. El punto 8 posee un valor muy alto en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 98% (Tabla 21), generando que el polígono sea notablemente más amplio aquí. Además, posee un tamaño medio en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa y en Cobertura vegetal, ambos con un 50%. Por otra parte, posee un tamaño pequeño en Índice QBR con un 36% y en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 27%. Finalmente, el polígono se estrecha en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa al contar con un 0%. Por lo tanto, el punto 8 se cataloga con un <i>Estado ecológico medio</i>, siendo este el segundo estado más alto de todos los puntos de muestreo.</p>

Punto 9	Con respecto al punto 9 se puede observar que este posee un tamaño medio en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa y en Cobertura vegetal, ambos con un 50% (Tabla 21). Por otra parte, se observar que posee un tamaño más estrecho, al presentar valores bajos en Índice QBR con un 27%, en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 32% y en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 36%. Mientras que en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa el polígono se comienza a estrechar hasta su punto máximo, debido a que posee un valor muy bajo con un 0%. Por lo tanto, el punto 9 se cataloga con un <i>Estado ecológico bajo</i> .
Punto 10	En relación con el punto 10 , se observa que este posee un polígono de tamaño pequeño con valores medios en Índice QBR con un 47% (Tabla 21) y en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 53%, siendo este su valor más alto. Luego, el polígono se comienza a estrechar con valores bajos en el Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 25% y en Cobertura vegetal con un 37%. Por último, las partes más estrechas del polígono se encuentran en los valores muy bajos en Cobertura de vegetación herbácea nativa con un 9% y en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa con un 0%. Por lo tanto, el punto 10 se cataloga con un <i>Estado ecológico bajo</i> .
Punto 11	Con respecto al punto 11 se puede observar que este posee un tamaño y forma diferente a todos los puntos anteriormente mencionados. Este polígono posee un tamaño amplio con altos valores en Índice de QBR con un 70% (Tabla 21), en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 76% y en Cobertura vegetal con un 75%. También presenta un tamaño medio asociado a valores medios en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa con un 50%. Y, por último, presenta valores muy bajos en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa con un 0%, siendo esta su parte más estrecha. Por lo tanto, el punto 11 se cataloga con un <i>Estado ecológico medio</i> , siendo este el punto que posee el mejor estado ecológico de todos los puntos de muestreo del estero.
Punto 12	Por último, el punto 12 posee un polígono con forma y tamaño similar al punto 10. En la figura se puede observar que el tamaño más amplio de este se encuentra en Cobertura vegetal con un alto valor de 62% (Tabla 21). Mientras que en Índice de diversidad de Shannon de avifauna nativa posee un tamaño y valor medio con un 50%. Por otro lado, el polígono se comienza a estrechar con bajos valores en Índice QBR con un 32% y en Cobertura de vegetación acuática nativa con un 23%. Finalmente, el polígono se estrecha a su máximo en Cobertura de vegetación herbácea nativa y en Índice de diversidad de Shannon de vegetación leñosa nativa ambos con un muy bajo valor de un 0%. Por lo tanto, el punto 12 se cataloga con un <i>Estado ecológico bajo</i> .

Fuente: Elaboración propia, 2020.