

## INFORME FINAL

# CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO PARA SU POSTULACIÓN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA



ABRIL 2017



<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Daniela Baeza	Natalia Sandoval	Tomás Rioseco
Soledad Kremer	Cristian Godoy	Elizabeth Araya
Fernanda Díaz	Esteban Abrigo	Manuel Contreras
Noemí Muñoz	Lucia Varas	
Claudio Reyes	Gonzalo Benavides	
Karin Burgos	Valentina Matte	
Natalia Sandoval	Natalia Muñoz	
Dangelo Duran		
Cristian Ray		
Valeria Fuentealba		
Alfonso Domeyko		
Claudio Reyes		
Hernán Lorca		
Alvaro Aliaga		
Valentina Matte		
Natalia Sandoval		
Tomás Rioseco		

## RESUMEN EJECUTIVO

Los humedales corresponden a uno de los ecosistemas más productivos y cumplen además funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica y provisiones o beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al.* 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

En este contexto, el Humedal Costero Estuarino del río Huasco se constituye como un sitio de gran importancia ecológica y el conocimiento de las dinámicas locales que ocurren en los diferentes aspectos que lo componen, se vuelve esencial a la hora de avanzar en la gestión y proceso de creación del Santuario de la Naturaleza.

El Humedal Costero Estuarino del Río Huasco es un sistema que presenta una serie de taxa, funciones biológicas y relaciones con el medio biótico, las cuales se configuran de tal manera que no es posible establecer la prioridad de conservación de un componente o función en específico. El valor del humedal, está representada por su complejidad y su biodiversidad como ecosistema. Un elemento relevante es la condición de lejanía o aislamiento del humedal, en relación a sus vecinos similares más cercanos. El humedal del río Huasco constituye, junto a la desembocadura del río Copiapo, ubicado a 130 km, el límite norte de este tipo de humedales costeros. Producto de la conexión al mar de las últimas cuencas exorreicas hacia el norte, estos humedales son únicos en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica, distantes aproximadamente a 800 km de la siguiente desembocadura, el río Loa, por el norte, y a unos 160 km del río Elqui, por el sur. Es parada de aves migratorias y refugio para fauna silvestre litoral.

El Ministerio de Medio Ambiente, solicitó a Centro de Ecología Aplicada Ltda. la ejecución de un estudio que permitiera reconocer los atributos ecológicos, sociales y territoriales del Humedal Costero Estuarino del Río Huasco, esto con la finalidad de la elaboración de un expediente para la solicitud de Santuario de la Naturaleza del humedal.

El objetivo general del estudio busca sistematizar y complementar la información del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, en las variables físicas, químicas y biológicas, así como también en el ámbito legal y de gestión, con la finalidad de apoyar el proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza, o en su defecto otra categoría de protección basada en el área.

Los objetivos específicos se listaron desde el número uno al número ocho y estos corresponden a:

- Recopilar, analizar y sistematizar la información técnica y cartográfica de los estudios realizados en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.
- Levantar la información biológica actualizada de los siguientes componentes: flora y vegetación terrestre, flora acuática, aves, mamíferos, micromamíferos, reptiles, anfibios, crustáceos y peces, así como también de; el o los ecosistemas presentes y proponer uno o más objetos de protección según el valor ecosistémico identificado.
- Evaluar la condición actual del humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes fortaleciendo el análisis con tomas de muestras de calidad de agua, teniendo como referencia un estudio realizado por CONAMA en el año 2008.

- Actualizar la información sobre los propietarios ribereños y sus límites cartográficos según sus Roles de Avalúo, en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco, teniendo como base el estudio realizado por la SEREMI del Medio Ambiente en el 2010.
- Gestionar el apoyo formal de los propietarios ribereños del Humedal costero para formar parte de una propuesta de Creación de Santuario de la Naturaleza.
- Definir el polígono que se propondrá como Santuario de la Naturaleza.
- Elaborar una propuesta de Plan de Manejo del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, según ecotipo<sup>9</sup> en los límites que se propondrán como Santuario de la Naturaleza, con énfasis en un programa financiero, de educación, de turismo y de administración, proponiendo acciones, indicadores y el monitoreo de las variables físico-químicas, biológicas y socioculturales usando la metodología de los Estándares Abiertos de la WCS.
- Preparar un completo expediente con información esencial para la creación de un Santuario de la Naturaleza de acuerdo a los requisitos de la Guía definida por el Ministerio del Medio Ambiente, documento final que estará a disposición del Consejo de Recuperación Ambiental y Social de la Comuna de Huasco.

Para definir el estado del arte del humedal se revisaron al menos 20 documentos, los cuales indican que el Humedal la calidad del agua del humedal Huasco ha sido definido como de clase “De Excepción” según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO<sub>5</sub>, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como muy buena calidad (Clase 1) respecto a coliformes fecales y totales, aguas de buena calidad (Clase 2) según los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno. La Clase 3 (aguas de calidad regular) se asignó según sulfato, aluminio y sólidos disueltos, las mayores concentraciones de sulfato que se encuentran en estas aguas pueden ser efecto de los depósitos de estériles en el río provenientes de la minería; el aluminio a su vez, se produce generalmente por el derretimiento de nieve ácida y los sólidos disueltos están asociados a la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua. La Clase 4, corresponde al tipo de agua más preocupante ya que corresponden a aguas de mala calidad, los parámetros que la clasifican en este grupo son los valores registrados de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro, las altas concentraciones y cloruro son consecuencia, al igual que los sólidos disueltos por la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos asociadas a las co-precipitaciones de boratos que ocurren entre los estratos sedimentarios de la cuenca y a evaporizas o pequeños sales que concentran boro, permitiendo que este escurra especialmente durante el período estival en que ocurren los derretimientos nivales. (DGA, 2004). Las altas concentraciones de sulfatos presentes en el agua del estuario son corroboradas Ávalos *et al.*, (2009), quien menciona que existe un condicionamiento asociado a la influencia geográfica y a recargas cercanas a la costa.

En términos de la biodiversidad cabe destacar la ictiofauna registrada en la documentación revisada, cabe destacar que se informa la presencia de especies en categoría de amenaza, tales como:

Bagre chico (*Trichomycterus areolatus*) en categoría “Vulnerable” según DS 51/2008 MINSEGPRES, Puye (*Galaxias maculatus*), “Vulnerable” según DS 19/2012 MMA, Pocha (*Cheirodon pisciculus*) “Vulnerable” según DS 19/2012 MMA, Lisa (*Mugil cephalus*) en “Preocupación Menor” según DS 52/2014 MMA y Pejerrey del norte (*Basilichthys microlepidotus*) “Vulnerable” según DS 51/2008 MINSEGPRES. Además, se registró la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en categoría “Vulnerable” (según DS 52/2014, MMA).

Las características de la biodiversidad actual registrada durante la campaña de terreno indican un registro bajo de ictiofauna, se describió sólo una especie correspondiente a la Lisa (*Mugil cephalus*), en contraste a las 6 especies registradas a nivel histórico. Esta disminución de ictiofauna presente en el humedal, sumado a la ausencia del camarón de río, podría deberse tanto a cambios en la calidad del agua, como a una disminución en el recurso alimenticio.

Referido a la vegetación, en terreno se identificaron 30 unidades vegetacionales, son pocas las especies que dominan en el Área de Estudio: *Adesmia littoralis*, *Tessaria absinthioides*, *Typha angustifolia*, *Distichlis spicata*, las cuales se asocian entre sí para formar los distintos tipos vegetacionales alternando dominancia y manteniendo el continuo vegetal.

Con respecto al estado de conservación de las especies, se identificó solo una especie en alguna categoría de conservación vigente, según los decretos supremos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). La especie *Eulychnia acida* var. *procumbens* posee características de ambientes semiáridos y/o asociada principalmente a formaciones vegetacionales de carácter xerofítico.

En término de la fauna el registro de las campañas de terreno efectuadas en el humedal de Huasco en el invierno del 2016, en fauna se detectaron un total de 64 especies, la mayor parte de las cuales correspondieron a aves (94%).

A partir de la legislación vigente, se estableció que de este conjunto de 64 especies de vertebrados, seis de ellas se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, ya sea derivado de alguno de los doce decretos que han oficializado los listados de especies según lo delineado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), o de lo señalado en el Reglamento de la Ley de Caza vigente.

De estas seis especies, tres están clasificadas como En Peligro (EN), dos en categoría de Vulnerables (VU), una en categoría de Insuficientemente Conocida (IC) y una en preocupación Menor (LC). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En el humedal de Huasco, los resultados obtenidos en terreno a la fecha, indican que el grupo mayoritario de vertebrados terrestres presente corresponde a las aves, dentro de las cuales, las asociadas a los cuerpos de agua son muy relevantes. Debe tenerse presente eso sí, que estos resultados corresponden a campañas desarrollados en invierno, faltando aquellas que serán ejecutadas en épocas más favorables (primavera y/o verano).

Del punto de vista de los factores forzantes que operan en el sistema es posible determinar que el humedal no es una estructura separada de su entorno, como sistema hidrológico es, en gran parte, consecuencia de su morfometría y del tiempo de permanencia del agua en el mismo.

Se definieron como variable estado del sistema la producción primaria de la columna de agua, cobertura de macrófitas emergentes, composición y abundancia de peces marinos, composición y abundancia de avifauna. Además se estableció que los factores forzantes del sistema son el caudal de aguas marinas, caudal ríos tributarios y flujos subterráneos y la calidad del agua.

En función de criterios ecológicos se determinó un área de protección llamada zona núcleo, la cual debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación. En este sentido esta área cuenta con una superficie de 461,91 ha, las cuales representan la totalidad del espejo de agua desde aguas abajo del puente hasta la desembocadura, esta área presenta 20 propietarios. Además esta área cuenta con vegetación ribereña y sistemas dunares que aseguran la dinámica hidrológica del humedal. La protección de esta área y la complementariedad de las zonas de amortiguación y de transición ayudaran a cumplir la meta global del área que se define como:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental".

El área presenta amenazas de tipo directa dentro de las cuales la de mayor riesgo es aquella relacionada con el camino de los patrones hidrológicos del humedal, esto fomentado por cambio de régimen de lluvias (cambio climático) y el uso de no regulado de agua, además se presentaron amenazas derivadas de la falta de regulación y ordenamiento territorial, como son microbasurales y presencia de perros vagos.

RESUMEN EJECUTIVO .....	2
ÍNDICE .....	9
1 INTRODUCCIÓN.....	25
2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	27
2.1 Objetivo general .....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: RECOPILAR, ANALIZAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y CARTOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO. ....	28
3.1 Actividades .....	28
3.2 Materiales y Métodos.....	28
3.3 Resultados .....	32
4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: LEVANTAR INFORMACIÓN BIOLÓGICA ACTUALIZADA, ASÍ COMO TAMBIÉN DE; EL O LOS ECOSISTEMAS PRESENTES Y PROPONER UNO O MÁS OBJETOS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL VALOR ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO .....	122
4.1 Actividades .....	122
4.2 Materiales y Métodos.....	122
4.3 RESULTADOS .....	144
4.3.4 <i>Actividad 2 Establecimiento de objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza.....</i>	168
4.3.9 <i>Actividad 7 .....</i>	214
5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: EVALUAR LA CONDICIÓN ACTUAL DEL HUMEDAL EN CUANTO A VARIABLES DE ESTADO Y AGENTES FORZANTES, FORTALECIENDO EL ANÁLISIS CON TOMAS DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA, TENIENDO COMO REFERENCIA UN ESTUDIO REALIZADO POR CONAMA EN EL AÑO 2008. ....	216
5.1 Actividades .....	216
5.2 Metodología.....	216
5.3 Resultados .....	228
6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS Y SUS LÍMITES CARTOGRÁFICOS SEGÚN SUS ROLES DE AVALÚO, EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO. ....	276

6.1	Actividades .....	276
6.2	Materiales y Métodos.....	276
6.3	Resultados .....	279
7	OBJETIVO ESPECÍFICO 5: GESTIONAR EL APOYO FORMAL DE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS DEL HUMEDAL COSTERO PARA FORMAR PARTE DE UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA.....	300
7.1	Actividades .....	300
7.2	Materiales y Métodos.....	300
7.3	Resultados .....	302
8	OBJETIVO ESPECÍFICO 6: DEFINIR EL POLÍGONO QUE SE PROPONDRÁ COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA .....	321
8.1	Actividades .....	321
8.2	Metodología.....	321
8.3	Resultados .....	326
9	OBJETIVO ESPECÍFICO 7: ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO, SEGÚN ECOTIPO EN LOS LÍMITES QUE SE PROPONDRÁN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA .....	328
9.1	Actividades .....	328
9.2	Metodologías .....	328
9.3	Resultados .....	334
10	DISCUSIÓN.....	361
10.1	Estado del arte del humedal .....	361
10.2	Condición biodiversidad actual .....	365
10.3	Funcionamiento del humedal.....	367
10.4	Variables de estado.....	367
10.5	Factores forzantes .....	369
10.6	Área de protección y amenazas.....	378
11	CONCLUSIONES .....	379
11.1	Estado del Arte .....	379
11.2	Área de protección.....	385



12	REFERENCIAS .....	386
13	ANEXOS .....	395
13.1	Permiso de pesca .....	395
13.2	Coordenadas de todos los puntos de muestreo .....	403
13.3	Biota acuática .....	404
13.4	Fichas de especies de aves en categoría de conservación .....	415
13.5	Calidad de agua .....	423
13.6	Plan Regulador de Santiago .....	498
13.7	Solicitud DGA .....	500
13.8	Contacto Propietarios .....	501
13.9	Gráficos de Encuestas Realizadas a la Comunidad.....	503

## ÍNDICE

### INDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Delimitación de la cuenca del río Huasco, área de estudio considerada en la sistematización de información. ....	30
Figura 3-2 Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE.....	61
Figura 3-3. Composición porcentual de la riqueza de grupos taxonómicos de fauna registrados en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco. ....	78
Figura 3-4. Composición porcentual de la riqueza y origen de las especies de fauna registradas en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco. ....	79
Figura 3-5. Composición porcentual de los grupos taxonómicos para las especies del Humedal del Río Huasco según su origen biogeográfico.....	80
Figura 3-6. Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE.....	81
Figura 3-7. Contribución de cada grupo taxonómico a las especies clasificadas como amenazadas y no amenazadas de acuerdo al RCE.....	82
Figura 3-8. Riqueza de especies para cada grupo taxonómico registrado en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad N°3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006). ....	113
Figura 3-9 Número de especies en algún grado de amenaza registradas en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad N°3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006). ....	114
Figura 3-10 Hidrología de la cuenca del río Huasco. ....	121
Figura 4-1 Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), fauna (micromamíferos) y aves correspondientes a la campaña de invierno y primavera 2016.....	124
Figura 4-2 Red de zooplancton.....	136
Figura 4-3 Dron modelo DJI Phantom4 utilizado para sobrevuelo y captura de imágenes del humedal costero Estuario Huasco.....	141
Figura 4-4 Imagen extraída de Google Earth donde se observa el cambio en la zona de interacción río-mar en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde la figura de la izquierda (a) corresponde a lo observado en campaña invierno y a la derecha (b) lo evidenciado en primavera de 2016. ....	144
Figura 4-5 Riqueza histórica de grupos taxonómicos de fauna terrestre registrados en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. ....	154

Figura 4-6. Riqueza de especies de fauna terrestre registrada en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. ....	155
Figura 4-7. Índice de diversidad de Shannon-Wiener registrado en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.....	155
Figura 4-8. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Bosque. ....	174
Figura 4-9. Fotografía del tipo vegetacional Bosque de <i>Salix humboldtiana</i> .....	175
Figura 4-10. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Matorral. ....	176
Figura 4-11. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Adesmia littoralis</i> .....	177
Figura 4-12. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Baccharis spartioides</i> .....	178
Figura 4-13. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> .....	178
Figura 4-14. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i> . ....	179
Figura 4-15. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Cristaria glaucophylla</i> .....	180
Figura 4-16. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de <i>Baccharis spartioides</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i> .....	181
Figura 4-17. Fotografía de Plantación forestal .....	182
Figura 4-18. Fotografía de Herbazal de <i>Typha angustifolia</i> .....	182
Figura 4-19. Fotografía de Zona de vegetación escasa .....	183
Figura 4-20. Fotografía de Zona urbana (izquierda) y Zona agrícola de cultivo de olivos (derecha). ....	184
Figura 4-21 Origen fitogeográfico de la flora vascular registrada en el área de estudio. ....	188
Figura 4-22 Formas de vida de flora vascular presente en el área de estudio. ....	189
Figura 4-23 Ejemplar de <i>Eulychnia acida</i> var. <i>procumbens</i> (izquierda) y <i>Austrocylindropuntia miquelii</i> (derecha) especies endémicas catalogadas c en categoría de Preocupación menor.....	190
Figura 4-24 Ejemplar de <i>Equisetum giganteum</i> , especie macrófita y nativa catalogada en categoría de Preocupación menor. ....	190
Figura 4-25. Distribución de las especies en categoría de conservación registradas en el área de estudio. ....	191

Figura 4-26 Riqueza relativa del total de especies registrada durante 2016 (a) y riqueza absoluta de especies para las campañas de invierno y primavera (b) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Sobre las barras de la izquierda se indica el número de especies totales para cada campaña.....	193
Figura 4-27 Abundancia relativa del total de individuos registrada durante 2016 (a) y abundancia absoluta de individuos para las campañas de invierno y primavera (b). Sobre las barras de la izquierda se indica el número de individuos totales para cada campaña. ....	194
Figura 4-28 (a) Composición de especies de acuerdo a su clasificación según su estado de conservación. Sobre cada barra se indica el número de especies en cada categoría. (b) Se distingue la presencia de las especies amenazadas: En Peligro (EN) y Vulnerables (VU), junto a las especies fuera de amenaza: Insuficientemente Conocida (IC), Procupación Menor (LC) y Rara (R).....	199
Figura 4-29 Riqueza (a) y abundancia (b) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-Primavera 2016.....	200
Figura 4-30 Abundancia relativa (mayor al 10%) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. ....	201
Figura 4-31 Riqueza (a) y abundancia (b) de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. ....	201
Figura 4-32 Abundancia relativa de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. ....	202
Figura 4-33 Abundancia de ictiofauna en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016. ....	203
Figura 4-34 Factor de condición (K) de peces presentes en el Estuario Humedal Huasco en la campaña invierno-primavera 2016. ....	203
Figura 4-35. Fotografía de <i>Gambusia affinis</i> y <i>Mugil cephalus</i> (Lisa).....	204
Figura 4-36 Ubicación de los puntos de muestreo; inventarios florísticos y unidades vegetacionales definidas en el área de estudio.....	205
Figura 4-37 Distribución espacial y riqueza absoluta total (círculos verdes) de la fauna presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. ....	207
Figura 4-38 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos naranjos) de la fauna total presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario de río Huasco. Los gráficos de torta indican la proporción de abundancia en invierno (gris) y primavera (azul). ....	208
Figura 4-39 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos rojos) de la avifauna amenazada (i.e. En Peligro y Vulnerable) presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Ala derecha se detalla la presencia en invierno y/o primavera.....	209

Figura 4-40 Abundancia total de zoobentos en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.....	211
Figura 4-41 Abundancia total de zooplankton en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.....	212
Figura 4-42 Proporción de abundancia de especies nativas e introducidas en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. El tamaño de los círculos guarda relación a la abundancia total encontrada en 2016. ....	213
Figura 4-43. Esquema de red trófica general del Humedal Costero Estuario del río Huasco. Las flechas indican el flujo de materia y energía. El tamaño de las cajas guarda relación con los componentes más abundantes detectados durante 2016.....	215
Figura 4-44. Esquema general de la transferencia de materia y energía en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la dirección del flujo. ....	215
Figura 5-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de fauna en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, Invierno y primavera de 2016.....	220
Figura 5-2. Sensor de presión y salinidad instalado en el estuario (arriba). Sonda CTD (abajo). Imagen satelital, Google Earth, 2016. ....	222
Figura 5-3. Ubicación de perfiles CTD y sensor en el Humedal costero Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016. ....	223
Figura 5-4. Ubicación de puntos de monitoreo para estimación de carga de nutrientes en el Humedal costero del Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016. ....	225
Figura 5-5 Esquema general de la interacción entre variables de estado y factores forzantes (izquierda), destacando los componentes detectados durante las campañas de invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco (derecha). Las flechas indican el sentido del flujo de materia y energía o el sentido de la interacción.....	228
Figura 5-6 Variable de estado extraído de Figura 5-5. ....	228
Figura 5-7 Potencial redox en sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco Campañas agosto (barra oscura) y noviembre 2016 (barra achurada). ....	229
Figura 5-8. Riqueza relativa total de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de la riqueza absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).....	230
Figura 5-9. Abundancia relativa de la abundancia de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de abundancia absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).....	232
Figura 5-10 Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, invierno 2016. ....	233

Figura 5-11. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de invierno 2016 en el área de estudio. ....	234
Figura 5-12. Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, primavera 2016.....	235
Figura 5-13. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de primavera 2016 en el área de estudio. ....	236
Figura 5-14. Ejemplares de <i>Equisetum giganteum</i> registrados en el humedal de Río Huasco, campaña primavera 2016. ....	237
Figura 5-15 Concentración de nitrógeno total registrado en Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. ....	239
Figura 5-16 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. ....	239
Figura 5-17 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal del estuario del río Huasco en la campaña de monitoreo de primavera 2016. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Bricker y col., 1999, para sistemas estuarinos. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10. ....	240
Figura 5-18. Esquema de la interacción de las variables de estado detectadas en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la relación causal entre cada componente. Las líneas segmentadas agrupan los componentes relacionados con la producción primaria (café) y los componentes biológicos generales (verde).....	241
Figura 5-19. Resumen general variables de estado obtenidos durante invierno (barras grises) y primavera (barras negras) para las variables de estado medidas en el las estaciones limnológicas del Humedal Costero Estuario del río Huasco. ....	242
Figura 5-20 Factor forzante extraído de Figura 5-18.....	243
Figura 5-21. Serie de marea en puerto secundario Huasco y series de profundidades y conductividad medidas por el sensor. ....	244
Figura 5-22. Espectro de frecuencias generado a partir de la serie de presión registrada por el sensor. Se indican las frecuencias de los modos K1 y M2, correspondientes a los principales modos de la marea. ....	245
Figura 5-23. Resultado de perfiles de salinidad en el estuario durante campaña agosto 2016. ....	246
Figura 5-24. Resultados de perfiles de temperatura en el estuario durante campaña agosto 2016.....	246

Figura 5-25. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth. ....	247
Figura 5-26. Secuencia de imágenes Landsat de la zona de desembocadura del río Huasco, donde se observa la movilidad de la barra y el río desde el año 1986 a 2010..	248
Figura 5-27 Diagramas de Stiff, composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco.....	250
Figura 5-28 Promedio histórico del caudal medio anual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Se detallan los periodos niño-niña. Fuente: <i>Elaboración propia con datos de la DGA y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.</i> .....	252
Figura 5-29 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Fuente: <i>Elaboración propia con datos de la DGA.</i> .....	252
Figura 5-30 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1988-2000 sin considerar el caudal registrado durante el periodo de 1987. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Fuente: <i>Elaboración propia con datos de la DGA.</i> .....	253
Figura 5-31 División administrativa del acuífero de la cuenca del río Huasco. Fuente DGA-Knight Piesold, 2013.....	254
Figura 5-32 Concentración de nitrógeno total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para las campañas CONAMA, 2008 y CEA, 2016.....	257
Figura 5-33 Concentración de fósforo total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para la campaña CEA, 2016. ....	258
Figura 5-34 Macrófitas emergentes ubicadas en la sección final del humedal estuarino río Huasco. ....	260
Figura 5-35 Evaluación de la distribución espacial y temporal de macrófitas emergentes (totales) en el humedal estuarino Río Huasco. ....	261
Figura 5-36 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H1. ....	263
Figura 5-37 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H2. ....	263
Figura 5-38 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H3. ....	264
Figura 5-39 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H4. ....	264

Figura 5-40 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H5. .....	265
Figura 5-41 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H1. (NA): No aplica. .....	266
Figura 5-42 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H2. (NA): No aplica. ....	266
Figura 5-43 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H3. (NA): No aplica. ....	267
Figura 5-44 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H4. (NA): No aplica. ....	267
Figura 5-45 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H5. (NA): No aplica. ....	268
Figura 5-46 Porcentaje de parámetros cumplen con la normativa ambiental internacional aplicable para sedimentos .....	269
Figura 5-47 Infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco y en detalle se presenta la zona del estuario.....	270
Figura 5-48 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, detallado por régimen de extracción (eventual o permanente, continuo o discontinuo)..	272
Figura 5-49 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, existente en la cuenca en estudio. En la zona cercana a la desembocadura tan sólo existen 2 derechos superficiales. ....	273
Figura 5-50 Esquema de funcionamiento teórico propuesto del humedal del río Huasco. .....	275
Figura 6-1 Metodología de Actualización Propietarios del Humedal Costero Estuario del río Huasco .....	277
Figura 6-2 Metodología de Identificación de Derechos de Agua. ....	278
Figura 6-3. Comparación relativa a la ubicación y tamaño de propiedades del Humedal Costero Estuario del río Huasco. a) Mapa generado el año 2010 en el área de estudio y b) mapa actualizado de acuerdo a los resultados obtenidos el año 2016 por CEA. ....	280
Figura 6-4 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. ....	298
Figura 6-5 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Donde se observa el número de ROL de cada propiedad.....	299
Figura 7-1 Vista general del Humedal Costero Río Huasco, Primavera 2016. ....	304
Figura 7-2 Camino al estuario, se encuentra basura.....	305



Figura 7-3 Caballos aguas arriba, puente camino a Huasco Bajo.....	306
Figura 7-4 Visita de perros al humedal, un riesgo.....	306
Figura 7-5 Perro alimentándose dentro del Humedal Costero.....	307
Figura 7-6 Reunión hermanos Callejas, casa de Hernán Callejas (9-12-16).....	308
Figura 7-7 Plano de la propiedad loteada Hermanos Callejas.....	309
Figura 7-8 Taller comunidad, en la imagen presentación de Manuel Contreras.....	310
Figura 7-9 Taller Servicios Públicos.....	311
Figura 7-10 Taller Servicios Públicos.....	311
Figura 7-11 Taller a representantes de establecimientos educativos.....	312
Figura 7-12: Escuela El Olivar.....	313
Figura 7-13 Escuela Pablo Neruda de Carrizal.....	314
Figura 7-14 Entrega de colaciones.....	317
Figura 7-15 Observando la fauna.....	317
Figura 7-16 Midiendo calidad del agua.....	318
Figura 7-17 Resolviendo preguntas y dudas.....	318
Figura 7-18 Observando el estuario.....	319
Figura 7-19 Perros en el estuario.....	319
Figura 7-20 Usando un instrumento de observación.....	320
Figura 7-21 Finalizando limpieza de la playa.....	320
Figura 8-1 Imagen de reunión de especialistas para definir polígonos preliminares.....	322
Figura 8-2 Metodología empleada para delimitación de polígonos. Cada lámina representa lo que cada especialista consideró como delimitación.....	323
Figura 8-3 Delimitación preliminar del Humedal Costero y zona estimada de conservación.....	327
Figura 9-1. Modelo conceptual bajo la perspectiva de Evaluación de Reducción de Amenazas, simplificado de Margoluis & Salafsky (1998). .....	330
Figura 9-2 Indica micro basurales (MB) registrados en los puntos MB1 (H3 limnológico) y MB6 (H5 limnológico).....	335
Figura 9-3. Posición de sitios donde fueron identificados microbasurales (MB) durante el 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.....	337

Figura 9-4 Límites del humedal definidos con criterios de formaciones vegetacionales.	340
Figura 9-5 Puntos sugeridos para el establecimiento de equipamiento para el monitoreo de caudal superficial .....	355
Figura 9.3-9-6 Definición de zonación preliminar. ....	357
Figura 10-1. Comportamiento del embalse Santa Juana en el periodo entre agosto y diciembre de 2016. En línea roja punteada se muestra la fecha de las campañas de monitoreo. Fuente: <a href="http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/">http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/</a> . ....	373
Figura 10-2. Imagen satelital del sector de la desembocadura del río Huasco. En detalle se muestran los puntos de monitoreo del presente estudio. A) Imagen octubre 2013 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016. ....	374
Figura 10-3. Imagen satelital del sector del embalse Santa Juana en la zona media de la cuenca del río Huasco. A) Imagen agosto 2016 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016.....	375
Figura 10-4. Esquema simplificado de la geomorfología del estuario del río Huasco en términos de su variación temporal entre campañas. Elaboración propia.....	376
Figura 13-1 Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Coscoroba coscoroba</i> . ....	415
Figura 13-2. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Plegadis chihi</i> . ....	416
Figura 13-3. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Larus modestus</i> .....	417
Figura 13-4. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Theristicus melanopis</i> . ....	418
Figura 13-5. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Gallinago paraguaiæ</i> . ....	419
Figura 13-6. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Ardea cocoi</i> . ....	420
Figura 13-7. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Anas bahamensis</i> . ...	421
Figura 13-8. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave <i>Anas platalea</i> .....	422
Figura 13-9. Valores de parámetros físico-químicos A) conductividad eléctrica, B) sólidos totales disueltos, y C) alcalinidad, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparado con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. ....	424
Figura 13-10. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos D) color, E) pH, y F) oxígeno disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. ....	425

- Figura 13-11. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos Valores de G) RAS H) temperatura, y I) turbidez, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 426
- Figura 13-12. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos J) DQO, y K) materia orgánica, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. .... 427
- Figura 13-13. Valores de parámetros inorgánicos A) amonio, B) fósforo total, y C) nitrato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. .... 428
- Figura 13-14. Continuación. Valores de parámetros inorgánicos A) nitrito, y B) nitrógeno total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. .... 429
- Figura 13-15. Valores de iones mayoritarios A) bicarbonato, B) calcio disuelto, y C) carbonato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016. .... 430
- Figura 13-16. Continuación. Valores de iones mayoritarios D) cloruro, E) manganeso total, y C) manganeso disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 431
- Figura 13-17. Continuación. Valores de iones mayoritarios G) potasio total, H) potasio disuelto, y I) sulfato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. 432
- Figura 13-18. Continuación. Valores de iones mayoritarios J) sodio total, K) sodio disuelto, y L) sodio porcentual, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009. 433
- Figura 13-19. Valores de metales esenciales y no esenciales A) aluminio total, B) bario total, y C) bario disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 434
- Figura 13-20. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales D) boro total, B) boro disuelto, y C) cobre total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 435
- Figura 13-21. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales G) hierro total, H) hierro disuelto, I) litio total, y J) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 436
- Figura 13-22. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales K) hierro total, L) hierro disuelto, M) litio total, y N) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas. .... 437

Figura 13-23. Valores de indicadores microbiológicos A) coliformes fecales, y B) coliformes totales, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con normativas chilenas de calidad de agua. .... 438

Figura 13-24. Metales en sedimentos A) aluminio, B) arsénico, y C) cromo, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016..... 439

Figura 13-25. Continuación. Metales en sedimentos D) hierro, E) níquel, y F) vanadio, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016..... 440

Figura 13-26. A) Materia orgánica, y B) potencial redox, en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016..... 441

Figura 13-27. Clasificación granulométrica en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016..... 442

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Principales bases de datos y motores de búsqueda utilizados..... 31

Tabla 3-2 Palabras claves según componente evaluado. .... 31

Tabla 3-3 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital. .... 34

Tabla 3-4 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital. .... 36

Tabla 3-5. Sistematización de los DIAs y EIAs aprobados por Resolución de Calificación Ambiental (RCA) relacionados con el Humedal Costero Huasco. .... 44

Tabla 3-6. Sistematización de los principales componentes evaluados en los DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero Huasco. \*Sin evaluación de componentes ambientales. .... 46

Tabla 3-7 Estados de solicitud de monitoreos asociados a proyectos con RCA aprobada48

Tabla 3-8 Estudios consultados relacionados a las características físico-químicas de la columna de agua y sedimentos en el Humedal Costero Huasco. .... 51

Tabla 3-9 Antecedentes bibliográficos de las características físico-químicas de agua en el sector Humedal de Huasco..... 52

Tabla 3-10 Antecedentes bibliográficos de las características de sedimentos en el sector Humedal de Huasco. .... 55

Tabla 3-11. Listado de documentos con antecedentes de flora y vegetación cercanos al Humedal del Río Huasco. .... 56

Tabla 3-12 Lista de especies recopiladas desde el 2010 en el área de estudio. ....	62
Tabla 3-13. Listado de documentos con antecedentes de fauna asociado al Humedal costero estuario del río Huasco. ....	77
Tabla 3-14. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero (1995).....	83
Tabla 3-15. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. DIA: Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama (2003). ....	85
Tabla 3-16. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Estudio científico: Ensamble avial Universidad Arturo Prat (2004-2005).....	87
Tabla 3-17. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco” (2005). ....	93
Tabla 3-18. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Guacolda Unidad N°3 (2006).....	103
Tabla 3-19. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: GMA caracterización Biológica (2006). ....	107
Tabla 3-20 Proyectos y estudios consultados. ....	116
Tabla 3-21 Grupos taxonómicos identificados en zona de interés. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rcoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco. ....	118
Tabla 3-22 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina.....	120
Tabla 4-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco monitoreadas en dos campañas (invierno y primavera) de 2016. ....	126
Tabla 4-2 Parámetros químicos métodos de análisis monitoreados en los sedimentos del sector de Humedal Huasco en dos campañas (invierno y primavera) de 2016. ....	133
Tabla 4-3 Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979). ....	142
Tabla 4-4. Listado de especies de los grupos taxonómicos registrados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante el periodo 1995-2016. En negrita se destacan las especies registradas durante las campañas de invierno y primavera de 2016. ....	156

Tabla 4-5. Conforme a revisiones realizadas se presenta a continuación los grupos taxonómicos identificados en zona de Estuario Humedal Huasco, principalmente en la zona costera. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocosos, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco .....	167
Tabla 4-6 Especies de peces registradas en otros estudios para el río Huasco y zona estuarina.....	168
Tabla 4-7 Especies objeto de conservación registradas durante entre el año 2005- 2015 de acuerdo a las revisiones realizadas en el presente estudio. En negrita las especies encontradas históricamente y en el actual monitoreo (2016). Considerar que para Fauna el área considerada para evaluar especies históricas fue la cuenca del río Huasco. ....	169
Tabla 4-8 Especies objeto de conservación registradas durante el año 2016 (campana de invierno y/o primavera) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. En negrita las especies que NO han sido registradas en el análisis histórico de este estudio. ....	171
Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio .....	172
Tabla 4-10 Posición sistemática de la flora vascular presente en el área de estudio. ....	184
Tabla 4-11 Listado taxonómico de la flora vascular presente en el área de estudio.....	185
Tabla 4-12 Especie catalogada en estado de conservación presente en el área de estudio. ....	189
Tabla 4-13 Listado taxonómico y abundancia de la fauna vertebrada presente en el área de estudio durante las campañas de invierno y primavera de 2016. En negrita se destacan las especies en categoría RCE.....	195
Tabla 4-14 Especies con categoría de conservación detectadas en Humedal del río Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016. ....	198
Tabla 4-15 Especie en estado de conservación registrada durante la campaña de invierno y primavera en el Humedal Costero Estuario del río Huasco .....	204
Tabla 5-1 Límites para determinación del estado trófico en cuerpos de agua lacustres (Nüenberg, 1996), en ríos (Dodds y col., 1998) y en sistemas estuarinos (Bricker y col., 1999). * La nomenclatura cambia para estuarios. ....	218
Tabla 5-2. Coordenadas de instalación del sensor de presión y conductividad. WGS-84 Huso 19 Sur.....	221
Tabla 5-3 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008. ....	224
Tabla 5-4. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de invierno 2016. ....	233
Tabla 5-5. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de primavera 2016. ....	235

Tabla 5-6 Sitios monitoreados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, donde fue posible registrar especies ícticas durante el 2016, aquí se detalla su abundancia y estadio de su ciclo de vida. ....	237
Tabla 5-7 Resumen del estado trófico del humedal del estuario del río Huasco. Evaluado para campaña 2008 y 2016. Se utilizó escala de Nüremberg (1998) para laguna de agua dulce y Bricker y col. (1999) para Río-estuario.....	240
Tabla 5-8 Composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco. ....	251
Tabla 5-9 Usos Previsibles en Acuífero Río Huasco. Fuente DGA-DICTUC, 2007. ....	255
Tabla 5-10 Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Huasco. Fuente: DGA-DARH, 2007.....	256
Tabla 5-11 Estimación de la carga (en masa) de nitrógeno total y fósforo total que ingresa al humedal en base a los datos de las distintas campañas de muestreo. ....	257
Tabla 6-1 Coordenadas (UTM DATUM WGS 84 19S) .....	278
Tabla 6-2 Actualización de propietarios ribereños presentes en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco. ....	282
Tabla 6-3 Derechos de Agua del Rio Huasco .....	294
Tabla 7-1 Carta Gantt de actividades a partir del 29 de noviembre 2016 en la comuna de Huasco .....	302
Tabla 7-2 Encuesta social.....	302
Tabla 9-1. Descripción específica de la ubicación de microbasurales .....	338
Tabla 9-2. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para el Humedal de Huasco, Región de Atacama, Chile. ....	343
Tabla 9-3 Propuesta de Parámetros Físicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal costero estuario del río Huasco.....	346
Tabla 9-4. Método de monitoreo para el seguimiento de parámetros In Situ Y Clorofila “a” del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de Humedal de Huasco. ..	348
Tabla 9-5 Lista de parámetros de Calidad de Agua que en algún momento del monitoreo de 2016 (invierno y/o primavera) sobrepasaron los límites sugeridos por las normas de referencias consideradas en este estudio (NCh1333. Of78: Norma chilena de Calidad de agua para diferentes usos y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca .....	349
Tabla 9-6 Parámetros físico químicos sugeridos para el monitoreo del Humedal Estuario del río Huasco.....	350

Tabla 9-7 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal de Huasco. ....	353
Tabla 10-1 Comportamiento Embalse Santa Juana durante 2016. Se muestran datos del volumen embalsado y del caudal de salida, con datos cada 7 días. Fuente: <a href="http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/">http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/</a> .....	372
Tabla 13-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de Fauna del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016. ....	403
Tabla 13-2. Riqueza, abundancia e índices de diversidad (H') y equidad (J') de zooplancton expresado en Ind/L, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. ....	404
Tabla 13-3 Riqueza y Abundancia de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm) expresadas en ind/m <sup>2</sup> , en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde Ins = Insecta, Ost= Ostracoda, Gast = Gastrópoda, Tur= Turbellaria, Nemat= Nematoda, Hiru=Hirudinea, Oligo=Oligochaeta.....	409
Tabla 13-4 Abundancia de especies de ictiofauna registradas en el área de estudio durante la campaña de invierno-primavera 2016. ....	411
Tabla 13-5. Factor de condición de ejemplares de Lisa capturados en puntos de muestreo. ....	412
Tabla 13-6 Valores de parámetros de la columna de agua campaña agosto 2016, Humedal Huasco. ....	443
Tabla 13-7 Valores de parámetros de la columna de agua campaña noviembre 2016, Humedal Huasco. ....	452
Tabla 13-8 Valores de parámetros de sedimento campaña agosto 2016, Humedal Huasco. ....	460
Tabla 13-9 Valores de parámetros de sedimento campaña noviembre 2016, Humedal Huasco. ....	462
Tabla 13-10 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008. ....	464
Tabla 13-11. Ubicación geográfica (WGS 84, Zona 19S) de las estaciones de monitoreo del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.....	465
Tabla 13-12 Resumen de concentración de nutrientes en las distintas campañas realizadas en el humedal costero del estuario del río Huasco. Se presenta además el resultado del nivel trófico estimado para cada campaña según las escalas que aplican. ....	466
Tabla 13-13 Listado de riqueza y abundancia para las especies registradas en las estaciones de monitoreo del Humedal del Río Huasco durante invierno y primavera de 2016. ....	467
Tabla 13-14 Caudal medio mensual registrado en la estación DGA "río Huasco bajo". Los datos se presentan en m <sup>3</sup> /s. Prom., se refiere al promedio y DS a desviación estándar. Se	



agrega información de la presencia del ciclo Niño-Niña y se presentan valores promedios .....	472
Tabla 13-15 Resultados parámetros en la columna de agua, campañas agosto 2016, noviembre 2016 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).....	473
Tabla 13-16 Resultados parámetros sedimentos, en la actual campaña agosto 2016, noviembre 2008 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).....	479
Tabla 13-17 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Agosto 2016. ....	480
Tabla 13-18 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Noviembre 2016. ....	489
Tabla 13-19 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña agosto 2016. ....	495
Tabla 13-20 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña noviembre 2016.....	497
Tabla 13-21 Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto..	501

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe se enmarca dentro del estudio “Caracterización del Humedal Costero Estuario del Río Huasco para su postulación como Santuario de la Naturaleza” aprobado mediante la Resolución Exenta N°0279/2016 del Ministerio de Medio Ambiente, el cual tiene como objetivo principal recopilar información ambiental y legal del Humedal Costero Estuario del Río Huasco que permita avanzar en la gestión y proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente ha solicitado al Centro de Ecología Aplicada Ltda. llevar a cabo una investigación que permitiría apoyar el proceso de postulación del humedal como una figura de Santuario de la Naturaleza o en su defecto otra medida de protección que permita proteger el ecosistema.

Los humedales son espacios naturales o seminaturales que debido a la existencia de flujos del recurso hídrico albergan una gran diversidad de especies residentes y visitantes, generando asociaciones complejas de acuerdo al tipo de interacción de estas especies, constituyendo áreas importantes para la alimentación y nidificación (Bildstein et al. 1991; Gauthier et al. 2005). Estos son reconocidos como uno de los sistemas más productivos de la Tierra y son fuente de biodiversidad (Ramsar, 1999), pues aportan el agua y la productividad primaria de la que innumerables especies vegetales y animales dependen para su supervivencia. Además, cumplen funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica, provisiones e innumerables beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al.*, 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

Dentro de los humedales se encuentran los estuarios, definidos por Olivares (2000) como el tramo final de un río en la desembocadura al mar; o como un cuerpo de agua semi-cerrado que poseen una conexión libre con el mar en el cual el agua marina es diluida por el agua dulce proveniente de la escorrentía de la cuenca, según Pritchard (1967); y, complementando esta definición, Fairbridge (1980) indica que la extensión del estuario está dada, además, por el alcance del efecto de marea, incorporando al estuario, tramos en los que no existe necesariamente transporte de material desde el océano hacia aguas arriba, pero sí hay un efecto en los niveles de escurrimiento del río por efecto de la condición de borde del nivel de marea (zona sin intrusión). La particularidad de estos sistemas en todas sus variables (físico, químicas y biológicas) aumenta también su fragilidad frente a eventos naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y efectos mareas, así como a causas antrópicas, como las actividades de drenaje, pastoreo excesivo, alteración en el régimen hídrico, cambios del uso del suelo, presencia de represas de embalse entre otros. Por estos y otros motivos, muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, que junto con el desconocimiento sobre su dinámica y ecología han influido sobre este escenario.

En este sentido el entendimiento del funcionamiento de los elementos bióticos y abióticos que componen la estructura de estos humedales y cómo ellos responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes) es esencial para avanzar en su protección y conservación.

Por otro lado, en la región de Atacama, los humedales costeros están situados dentro de las 25 zonas “hotspots” con mayor diversidad biológica del mundo, donde destaca la gran diversidad de especies de flora y fauna, caracterizada por su alto endemismo. En este contexto, la escasa presencia de humedales costeros en el norte del país, hace del humedal estuario Huasco uno de los más importantes y se exhibe como sitio con alto valor ecológico y sociocultural presente en el subsistema transversal del valle Huasco.

Por ello, nuestro objetivo esencial es recopilar y analizar la información existente en el área de interés con el fin de conocer el estado actual del Humedal Costero Estuario del Río Huasco con el fin de generar una propuesta de Plan de Manejo en el marco del proceso de postulación del humedal como Santuario de la Naturaleza. Lo anterior lo realizamos mediante el levantamiento de información biológica, proponiendo objetos de protección, evaluando la condición actual del humedal en cuanto a las variables de estado y a agentes forzantes, actualizando la información de los propietarios ribereños, definiendo un polígono como Santuario de la Naturaleza y elaborando un plan de manejo.

De esta manera, el presente informe describe los diferentes aspectos ambientales, sociales y legales a considerar en la postulación del humedal como Santuario de la Naturaleza. Los resultados del estudio incluyen la sistematización de la información preexistente, la caracterización ambiental del humedal, identificación de los propietarios, gestión social, definición del polígono a proteger y una propuesta de manejo del Humedal.

La estructura del informe cuenta con un resumen ejecutivo, una introducción general que incluye los antecedentes del proyecto y la forma metodológica general del estudio, el objetivo general y los objetivos específicos. Las metodologías y los resultados del estudio están descritas por objetivo específico en los capítulos 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 del informe. A continuación se exponen las discusiones y conclusiones, las cuales tendrán un desarrollo secuencial con los resultados obtenidos.

## 2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación se detallan los objetivos del presente estudio.

### 2.1 Objetivo general

Sistematizar y complementar la información del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, en las variables físicas, químicas y biológicas, así como también en el ámbito legal y de gestión, con la finalidad de apoyar el proceso de creación de un Santuario de la Naturaleza, o en su defecto otra categoría de protección basada en el área.

### 2.2 Objetivos específicos

Objetivo Específico 1: Recopilar, analizar y sistematizar la información técnica y cartográfica de los estudios realizados en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

Objetivo Específico 2: Levantar la información biológica actualizada de los siguientes componentes: flora y vegetación terrestre, flora acuática, aves, mamíferos, micromamíferos, reptiles, anfibios, crustáceos y peces, así como también de; el o los ecosistemas presentes y proponer uno o más objetos de protección según el valor ecosistémico identificado.

Objetivo Específico 3: Evaluar la condición actual del humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes, fortaleciendo el análisis con tomas de muestras de calidad de agua, teniendo como referencia un estudio realizado por CONAMA en el año 2008.

Objetivo Específico 4: Actualizar la información sobre los propietarios ribereños y sus límites cartográficos según sus roles de avalúo, en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco, teniendo como base el estudio realizado por la SEREMI del Medio Ambiente en el 2010.

Objetivo Específico 5: Gestión de apoyo formal de los propietarios ribereños del Humedal costero para formar parte de una propuesta de Creación de Santuario de la Naturaleza

Objetivo Específico 6: Definir el polígono que se propondrá como Santuario de la naturaleza

Objetivo Específico 7: Elaborar una propuesta de Plan de Manejo del Humedal Costero Estuario del Río Huasco, según ecotipo en los límites que se propondrán como Santuario de la Naturaleza, con énfasis en un programa financiero, de educación, de turismo y de administración, proponiendo acciones, indicadores y el monitoreo de las variables físico-químicas, biológicas y socioculturales usando la metodología de los Estándares Abiertos de la WCS.

Objetivo Específico 8: Preparar un completo expediente con información esencial para la creación de un Santuario de la Naturaleza de acuerdo a los requisitos de la Guía definido por el Ministerio de Medio Ambiente, documento final que estará a disposición del Consejo de Recuperación Ambiental y Social de la Comuna de Huasco.

### **3 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: RECOPIRAR, ANALIZAR Y SISTEMATIZAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y CARTOGRÁFICA DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.**

#### **3.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Revisar y sistematizar la información relevante que se encuentran en estudios ex CONAMA de la región de Atacama entre los años 2005 y 2010
2. Revisar y sistematizar la información relevante de DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero de Huasco.
3. Revisar y sistematizar la información relevante de monitoreos presentados por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada en el Sistema de Evaluación Ambiental relacionados con el Humedal Costero de Huasco.
4. Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal de carácter físico-químico y biológico.
5. Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal en relación a derechos de agua, hidrología e hidrogeología de parte baja de la cuenca del río Huasco.

#### **3.2 Materiales y Métodos**

El área de estudio es considerada de acuerdo a la influencia que puede tener un área sobre el humedal costero a evaluar. Por ello, la presente investigación contempla la información generada por diferentes fuentes: estudios científicos, proyectos industriales, monitoreos, entre otros, en el la cuenca del río Huasco, estableciendo como criterio basal que todo lo que sucede aguas arriba Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49" S; 71°12'00" W) influye en su funcionamiento y estructura.

Para el proceso eficiente de búsqueda, revisión y sistematización de la información requerida referente al humedal costero del río Huasco primeramente se trabajó en la definición del área geográfica a considerar como primer criterio de búsqueda. Para esto, se tomaron como referencia las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, las cuales se caracterizan por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minería. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el humedal costero Estuario Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld *et al.* 2012).

Además, dado el alto dinamismo que presentan estos ecosistemas y su estrecha interacción con el medio marino, la búsqueda considera una extensión más amplia a la zona costera, desde inicio del humedal en la parte norte, hasta el relieve costero en dirección sur, siendo el estuario elemento principal del humedal litoral. Por otra parte, la

estrecha interacción de la zona humedal con los procesos aguas arriba del río y sus riberas desde su nacimiento hasta su desembocadura hace importante incluir la totalidad de la cuenca dentro del área a evaluar los tramos aguas arriba del río Huasco, esto con el objetivo de evaluar tanto aportes naturales del río como los potenciales efectos de la intervención antrópica que pudieran influir en los procesos relacionados al humedal, se incluyó el río Huasco desde su nacimiento en la conjunción del Río Del Tránsito con el Río del Carmen, además del conjuntos de río cordilleranos ritrónicos de la cuenca (Figura 3-1).

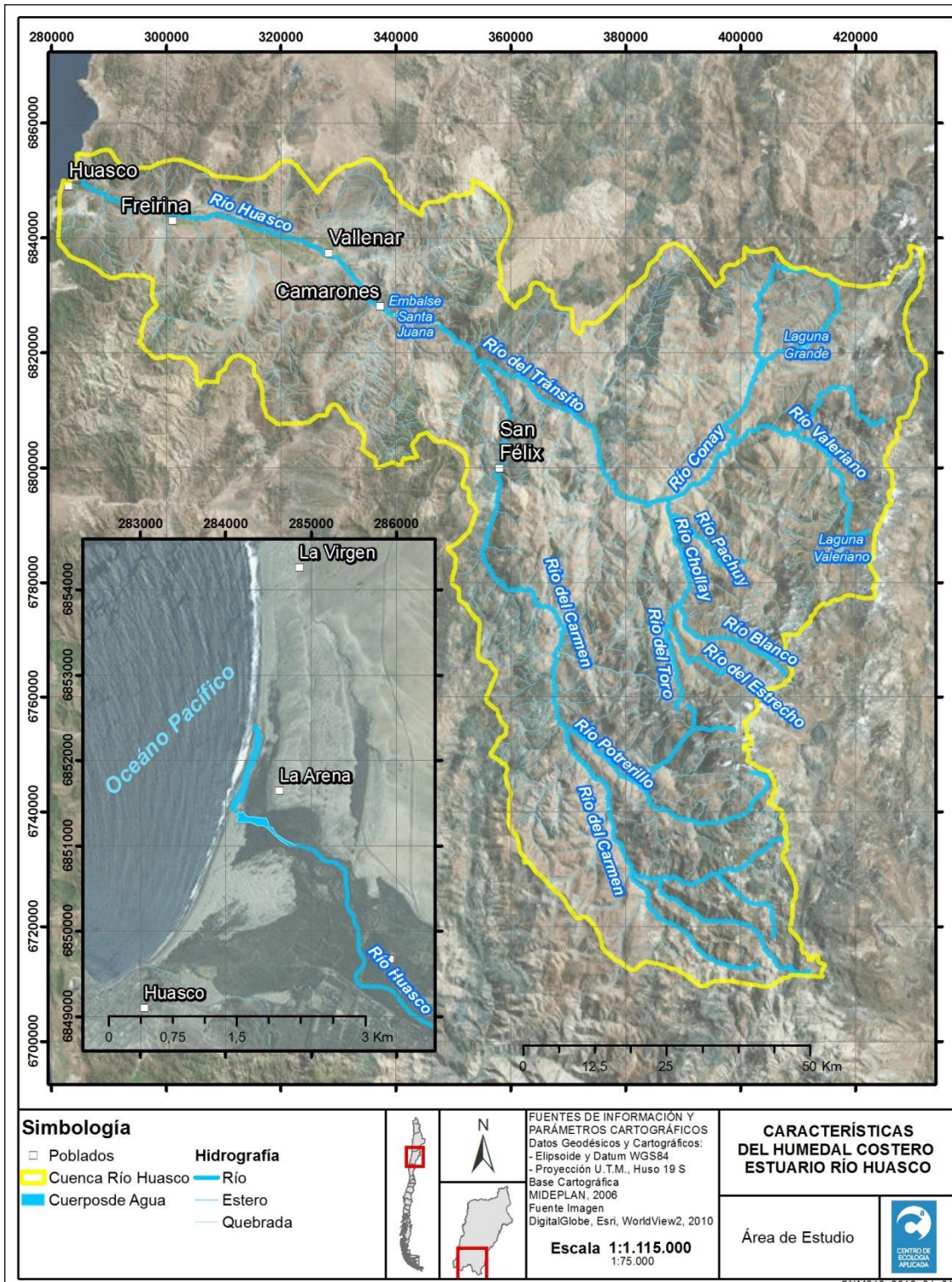


Figura 3-1 Delimitación de la cuenca del río Huasco, área de estudio considerada en la sistematización de información.

### 3.2.1 Metodología de búsqueda de información

La búsqueda bibliográfica y de información pertinente se hizo mediante bibliotecas virtuales, base de datos científicos, base de datos técnicos, archivos públicos y registros facilitados por el Ministerio del Medio Ambiente (Tabla 3-1). Para una búsqueda efectiva de cada componente a evaluar (Flora y Vegetación, Fauna, Biota Acuática, Calidad de Agua, Hidrología y Comunidades), se determinaron palabras claves con el fin de generar un procedimiento lógico permitiendo obtener resultados deseados sobre el tema de interés (Tabla 3-2). La búsqueda fue realizada tanto en español como en inglés, con el fin de ampliar las posibilidades de resultados.

**Tabla 3-1 Principales bases de datos y motores de búsqueda utilizados.**

Fuente	
Tipo	Plataforma
Base de datos científicos	SCIELO
	ISI
Base de datos técnicos	SEA
	CIREN
Motores de búsqueda	Google Scholar

**Tabla 3-2 Palabras claves según componente evaluado.**

Componente	Palabras Clave
Calidad de agua y sedimentos	"Calidad de aguas humedal Río Huasco", "Calidad de sedimentos humedal Río Huasco", "Parámetros físico-químicos humedal Río Huasco".
Flora y vegetación	"Desierto de atacama", "Biogeografía de Atacama", "Vegetación de Atacama", "Diversidad de especies de Atacama", "Flora nativa de Huasco", "Recursos flora y vegetación de Atacama", "Diversidad biológica humedal Río Huasco", "Cuenca Río Huasco" y "Ecología y comunidad vegetal de Huasco".
Fauna	"Fauna humedal Río Huasco", "Aves humedal Río Huasco", "Reptiles humedal Río Huasco", "Mamíferos humedal Río Huasco", "Anfibios humedal Río Huasco".
Biota acuática	"Ictiofauna humedal Río Huasco", "Zoobentos humedal Río Huasco", "Zooplancton humedal Río Huasco", "Fitobentos humedal Río Huasco", "Fitoplancton humedal Río Huasco".
Hidrología e hidrogeología	"Hidrología Estuario río Huasco", "Hidrogeología río Huasco" y "Derechos de agua río Huasco".a.



### 3.3 Resultados

Los resultados son presentados en orden, de acuerdo a cada una de las cinco actividades desarrolladas para cumplir con el desarrollo del objetivo 1 del informe “Caracterización del humedal costero estuario del río Huasco, para su postulación como Santuario de la Naturaleza”.

#### **3.3.1 Actividad 1 Revisar y sistematizar la información relevante que se encuentran en estudios ex CONAMA de la región de Atacama entre los años 2005 y 2010.**

Se recopilaron los estudios realizados en la región de Atacama que se relacionaban directamente con el humedal de Huasco realizados entre el 2005 y 2010. Se registraron un total de siete informes de carácter científico técnico, los cuales se sistematizaron en la Tabla 3-3.

Primero el expediente realizado por la CONAMA de la región de Atacama el año 2005 como “Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza Humedal Huasco”, se elaboró con el fin de recopilar diversos estudios realizados en la zona que revelaran el valor biológico y sociocultural del humedal.

El año 2006, Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores (GMA), en la región de Atacama, emite el informe “Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática”, en el cual se sistematiza bibliografía referente al Estuario del Río Huasco, caracteriza la flora y vegetación, mamíferos, reptiles, anfibios e ictiofauna. Identifica sitios con intervención antrópica, con el fin de proponer una zonificación y metodologías de monitoreo para el manejo y uso sustentable de los recursos en el Sitio Prioritario.

En el año 2007, Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores realiza un “Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama”, estudio que identifica propietarios fiscales, privados y/o municipales, de bienes de uso público, etc. en la zona de interés. Por otra parte, elabora una línea de base de flora y fauna del área de Carrizal Bajo con el fin de generar una propuesta cartográfica de límite de áreas protegidas, incorporando a los actores involucrados de la comunidad. En el mismo año, GMA genera un “Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA)”, donde se desarrolla una jornada participativa con los actores locales, con el fin de elaborar Planes de Manejo participativos. Además, incluye un Sistema de Información Geográfica de las variables contempladas en la elaboración de los Planes de Manejo.

En 2008 el centro de estudios GeoNova, a solicitud de la CONAMA Región de Atacama, realizó el estudio “Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama”, en el cual se realiza un levantamiento de información bibliográfica respecto al

Humedal en base a terreno realizados donde se toma muestras tanto de agua como de sedimento y se realizan mediciones de posicionamiento geográfico.

El 2009, Cincoingeniería Consultores emite, a solicitud de la CONAMA Región de Atacama, una “Elaboración de Cartografía digital para el Humedal Costero Estuario del Río Huasco” el cual genera cartografía digital básica, complementar la información con otras fuentes de información (CONAMA) y asocia información recopilada de flora y con registros fotográficos.

Finalmente, el año 2010 se informa por parte de la SEREMI del medioambiente región de Atacama, sobre “Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza”, documento elaborado en base a diversos estudios que revelan el alto valor biológico y sociocultural en el Humedal del estuario del río Huasco.

A modo de complementar la información, se incluyeron en los análisis y recopilación de datos, siete estudios de carácter científico técnico y 14 publicaciones científicas que fueron revisados y sistematizados en la Tabla 3-4.

**Tabla 3-3 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital.**

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del agua	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo		Cartográfico
Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco"	Informe Científico Técnico	2005	CONAMA	x	x	x	x					MMA
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática.	Informe Científico Técnico	2006	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	x	x	x		x		x	x	MMA
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores					x	x		x	MMA
Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA).	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores					x		x	x	MMA

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del agua	Comunidades locales	Legal-Propiedad	Planes de Manejo	
Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2008	GEONOVA				x			x	MMA
Elaboración de Cartografía digital para el Humedal Costero Estuario del Río Huasco	Informe Científico Técnico	2009	5 Ingeniería Consultores							x	MMA
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.	Informe Científico Técnico	2010	Tierra del Sol Investigación y Desarrollo	x	x	x		x			MMA

**Tabla 3-4 Extracto de tabla de sistematización de los estudios realizados por la ex CONAMA relacionados con el Humedal Costero Huasco entregada como archivo digital.**

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes								Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Proniedad	Planes de Manejo		Cartográfico
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.	Informe Científico Técnico	2004	CADE-IDEPE				x						<u>DGA</u>
Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.	Informe Científico Técnico	2009	Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio.					x					Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso (2009). Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile .XII Congreso Geológico Chileno .
Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco	Informe Científico Técnico	2009	DSS AMBIENTE								x		<u>MMA</u>
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza.	Informe Científico Técnico	2010	Tierra del Sol Investigación y Desarrollo	x	x	x						x	<u>MMA</u>

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad		Planes de Manejo
Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey <i>Basilichthys microlepidotus</i> y el camarón de río <i>Cryphiops caementarius</i> .	Informe Científico Técnico	2012	UICN		x		x					<u>MMA</u>
Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco: evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.	Informe Científico Técnico	2012	CAZALAC						x	x	x	<u>MMA</u>
Análisis integrado de gestión en cuenca del río Huasco Región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2013	KNIGHT PIESOLD S.A.				x					<u>MMA</u>
Priorización de servicios ecosistémicos en el marco de las NSCA para la protección de las aguas del río Huasco. Informe de avance n°4 sistematización resultados talleres cartografía participativa.	Informe Científico Técnico	2016	Corporación Chile Ambiente						x		x	<u>MMA</u>

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad		Planes de Manejo
Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment	Publicación Científica	1993	Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez.	x								Armesto, J. , P. Vidiella & J. Gutierrez (1993). Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment. Revista Chilena de Historia Natural, 66, 271-282.
La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica	Publicación Científica	1994	Gajardo, R.	x								Gajardo, R. (1994). Vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Ed Universitaria
Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71°12'o) durante el periodo 2004 - 2005	Publicación Científica	2006	Olivares, F		x							Olivares, F. (2006). Dinámica espacio temporal del ensamble aviar del humedal de la desembocadura del río Huasco 3º Región (28°27'S-71°12'O) durante el período 2004-2005. Informe Final de Tesis para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Arturo Prat. 165 pp.
Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile	Publicación Científica	2006	Luebert y Pliscoff	x								Luebert, F., & P. Pliscoff (2006). Sinopsis bioclimática y vegetal

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad		Planes de Manejo
Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama	Publicación Científica	2008	Francisco A. Squeo, Gina Arancio & Julio R. Gutiérrez	x								de Chile. Editorial Universitaria.
Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral).	Publicación Científica	2009	Torres R. & A. García							x		Salinas, R. T., & Carmona, A. G. (2009). Conflictos por el agua en Chile: el gran capital contra las comunidades locales. Análisis comparativo de las cuencas de los ríos Huasco (desierto de Atacama) y Baker (Patagonia austral). Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología. 18(4): 695-708
Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile	Publicación Científica	2011	S. Gascoin, C. Kinnard, R. Ponce, S. Lhermitte, S. MacDonell and A. Rabatel								x	Gascoin, S., Kinnard, C., Ponce, R., Macdonell, S., Lhermitte, S., & Rabatel, A. (2011). Glacier contribution to streamflow in two headwaters of the Huasco River, Dry Andes of Chile. The Cryosphere. (5): 1099-1113.



Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad		Planes de Manejo
Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama	Publicación Científica	2011	Federico Luebert	x								Luebert, F. (2011). Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama. Revista de Geografía Norte Grande, (50), 105-133.
Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile. Comentarios sobre su distribución y estado de conservación	Publicación Científica	2012	Pablo Valladares Faúndez		x							Valladares Faúndez, P. (2012). Mamíferos terrestres de la Región de Atacama, Chile: Comentarios sobre su distribución y estado de conservación. Gayana. 76(1): 22-37
Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile.	Publicación Científica	2013	Palma A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & R. Ramos-Jiliberto.			x						Palma, A., J. González-Barrientos, C. A. Reyes & J. Ramos (2013). Biodiversidad y estructura comunitaria de ríos en las zonas árida, semiárida y mediterránea-norte de Chile. Revista chilena de historia natural. 86(1): 1-14.
Grain size-dependent <sup>10</sup> Be concentrations in alluvial stream sediment of the Huasco Valley, a semi-arid Andes region	Publicación Científica	2013	Aguilar C., S. Carretier, V. Regard, R. Vassallo, R. Riquelme & J. Martinod								x	Aguilar, G., Carretier, S., Regard, V., Vassallo, R., Riquelme, R., & Martinod, J. (2014). Grain size-dependent <sup>10</sup> Be concentrations in alluvial stream sediment of the Huasco Valley, a semi-arid Andes region. Quaternary

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Emite	Componentes							Fuente/Cita	
				Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales	Legal-Propiedad		Planes de Manejo
												Geochronology. 19: 163-172.
Accounting for environmental flow requirements in global water assessments	Publicación Científica	2014	Pastor A.V, F. Ludwig, H. Biemans, H. Hoff, & P. Kabat.				x					Pastor, A. V., Ludwig, F., Biemans, H., Hoff, H., & Kabat, P. (2014). Accounting for environmental flow requirements in global water assessments. Hydrology and Earth System Sciences. 18(12): 5041-5059.
Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile	Publicación Científica	2014	Wagnitz P., J. Núñez & L. Ribbe				x					Wagnitz, P., Núñez, J., & Ribbe, L. (2014). Cost of environmental flow during water scarcity in the arid Huasco River basin, northern Chile. Hydrological Sciences Journal. 59(3-4): 700-712.

### **3.3.2 Actividad 2 Revisar y sistematizar la información relevante de DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero de Huasco.**

En respuesta a esta actividad, la búsqueda en línea de proyectos aprobados en la plataforma “mapa de proyectos” del sitio web del Sistema de Evaluación Ambiental arrojó un total de 10 Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y 8 Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), los que se relacionan directa e indirectamente con el área de influencia humedal del río Huasco (Tabla 3-5).

En los proyectos correspondientes a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el primer registro en la zona corresponde a la “Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero”, ingresado en 1995 y aprobado por medio de Resolución Exenta (RE) N° 04/ 1995. El proyecto consiste en la construcción y operación de la Central Guacolda y Vertedero, con dos Unidades de similares características capaces de generar en conjunto 300 MW. Cada Unidad está constituida por una turbina a vapor, generador, condensador enfriado por agua de mar, caldera y precipitador electrostático. Para la presentación del proyecto, se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, calidad de agua y calidad del aire, entre otros (Tabla 3-6).

En 1998 se presentó el proyecto “Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento”, aprobado por RE N°79/1998. El proyecto consiste en la instalación de la planta de producción de cemento utilizando como materia prima caliza y arcilla. Utiliza sector Mina y Planta emplazada en la Región de Atacama, Provincia de Huasco, Comuna de Vallenar, aproximadamente 40 kilómetros al Norte de la ciudad de Vallenar y Terminal Marítimo de Punta de Loros ubicado en la Comuna de Huasco. La evaluación de impacto contempló los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática, calidad del agua y calidad del aire (Tabla 3-6).

El año 1999 se presentó “Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas”, aprobado por RE N°40/1999. El cual consistió en aumentar la capacidad de acopio, descarga y despacho del terminal. En este se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática y calidad del agua (Tabla 3-6).

En 2005, se ingresa “Central Guacolda Unidad N° 3”, aprobado por RE N°56/2006. El proyecto corresponde a la construcción y operación de una tercera unidad en el complejo termoeléctrico Guacolda. La nueva unidad corresponde a una central termoeléctrica de vapor de última generación, utilizando carbón o coque de petróleo con combustible para producir vapor en una caldera del tipo lecho fluidizado circulante. En este proyecto se evaluaron los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática, calidad del agua y calidad del aire, entre otros (Tabla 3-6).

En 2009 se presentan “Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets”, aprobado por RE N°215/2010. El proyecto consiste en aumentar la potencia total del Complejo Generador en 152 MW, a través de la instalación de una quinta Unidad de generación eléctrica, de modo tal que se totalizarán 5 Unidades de 152 MW cada una. En este estudio se evalúan los componentes de flora y vegetación, fauna, calidad del aire, hidrología, entre otros (Tabla 3-6).

En este mismo año, se presenta Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A, aprobado por RE N°191/2010. El proyecto busca aumentar la potencia total del Complejo Generador en 152 MW, a través de la instalación de una quinta Unidad de generación eléctrica, de modo tal que se totalizarán 5 Unidades de 152 MW cada una. En este estudio se evalúan los componentes de biota acuática, hidrología y comunidades locales, entre otros (Tabla 3-6).

El proyecto Central Termoeléctrica Punta Alcalde, aprobado por RE N°138 el 2012 tiene como objetivo la construcción y operación de una Central Termoeléctrica constituida por dos bloques o unidades de potencia, de aproximadamente de 370 MW de capacidad cada una (2x370 MW), es decir, aproximadamente 740 MW instalados. La energía generada por el proyecto, será inyectada a la sub-estación (S/E) Maitencillo del Sistema Interconectado Central (SIC). En este estudio se evalúan de flora y vegetación y fauna, los que presentan un potencial impacto (Tabla 3-6).

En 2013 ingresa el Proyecto Cerro Blanco, aprobado por RE N°90/2015, el cual contempla todas las obras e instalaciones necesarias para la explotación y procesamiento del mineral de rutilo. El Proyecto se emplaza en la III Región de Atacama, Provincia de Huasco. Las obras que contempla el Proyecto se localizan principalmente en las comunas de Freirina y Huasco, y en menor medida en la comuna de Vallenar. En el estudio considerado del proyecto se evaluó el componente de flora y vegetación, componente en el cual se reconoció un impacto negativo significativo (Tabla 3-6).

En tanto las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) registradas en el área del Humedal Costero de Huasco, sólo tres presentaron información referente a los componentes ambientales. “Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco”, donde se presenta información de los componentes de flora y vegetación, fauna, biota acuática y calidad del agua (Tabla 3-6), Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco, presentando información de los componentes de flora y vegetación, fauna e hidrología y Central Termoeléctrica Maitencillo presenta información relevante a flora y vegetación, fauna y calidad del aire (Tabla 3-6).

**Tabla 3-5. Sistematización de los DIAs y EIAs aprobados por Resolución de Calificación Ambiental (RCA) relacionados con el Humedal Costero Huasco.**

Nombre Proyecto	Tipo	Año de Ingreso a SEIA	Año de Aprobación RCA	Emite	Fuente
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	1995	Dames & Moore	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	1998	TESAM	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	1999	1999	TESAM	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Central Guacolda Unidad N° 3.	EIA	2005	2005	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	2009	2009	Gestión Ambiental Consultores	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	2009	2010	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	2012	2012	GAC	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Proyecto Cerro Blanco	EIA	2013	2015	SGA	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	DIA	1998	1998	Ilustre Municipalidad de Huasco	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	2002	2002	S/I	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	2006	2007	S/I	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Planta de Equipos Generadores de Vallenar.	DIA	2008	2009	POCH AMBIENTAL S.A	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Central Termoeléctrica Maitencillo	DIA	2008	2008	Empresa Eléctrica	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>

Nombre Proyecto	Tipo	Año de Ingreso a SEIA	Año de Aprobación RCA	Emite	Fuente
				Vallenar	
Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	2010	2010	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	DIA	2010	2010	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	2011	2012	Aguas-Chañar	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.	DIA	2012	2013	Ilustre Municipalidad de Huasco	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>
Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	2012	2012	S/I	<a href="http://www.sea.gob.cl">www.sea.gob.cl</a>

**Tabla 3-6. Sistematización de los principales componentes evaluados en los DIAs y EIAs relacionados con el Humedal Costero Huasco. \*Sin evaluación de componentes ambientales.**

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Componentes						
			Flora y Vegetación	Fauna	Biota Acuática	Calidad del Agua	Calidad del Aire	Hidrología/Hidrogeología	Comunidades locales
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	x	x		x	x		
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	x	x	x	x	x		
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	1999	x	x	x	x		x	x
Central Guacolda Unidad N° 3.	EIA	2005	x	x	x	x	x		x
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	2009	x	x			x	x	
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	2009			x		x		x
Proyecto Central Termoeléctrica Punta Alcalde	EIA	2012	x	x					
Proyecto Cerro Blanco	EIA	2015	x						
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	DIA	1998	x	x	x	x			
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	2002							
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	2006							
Planta de Equipos Generadores de Vallenar.	DIA	2008							
Central Termoeléctrica Maitencillo	DIA	2008	x	x		x			

Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	2010				
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy – Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	DIA	2010	x			
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	2011				
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco.	DIA	2012	x	x		x
Modificación del proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	DIA	2012	x			

---



### **3.3.3 Actividad 3 Revisar y sistematizar la información relevante de monitoreos presentados por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada en el Sistema de Evaluación Ambiental relacionados con el Humedal Costero de Huasco.**

En la presente actividad se realizó una revisión de los monitoreos asociados al área de interés, sin embargo la información presentada por titulares con Resolución de Calificación Ambiental aprobada no se encuentra disponible en línea dada la confidencialidad de estos documentos, es por esto que el Centro de Ecología Aplicada se encuentra en proceso de la solicitud formal de estos documentos al Ministerio del Medio Ambiente y los organismos competentes. En la Tabla 3-7 se muestra el estado de la solicitud de los informes de monitoreo de los proyectos con un potencial impacto en el área de interés.

**Tabla 3-7 Estados de solicitud de monitoreos asociados a proyectos con RCA aprobada**

<b>Nombre Proyecto</b>	<b>Tipo</b>	<b>Solicitud</b>	<b>Estado</b>	<b>Año</b>
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1995
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1998
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	1999
Central Guacolda Unidad N° 3.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2005
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2009
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.	EIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2009
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Freirina.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2002
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2006
Central Hidroeléctrica Río Huasco.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2010
Mejoramiento planta de tratamiento de aguas servidas, Freirina-aguas Chañar S.S.	DIA	Estudio de monitoreo	En Proceso	2011

### **3.3.4 Actividad 4 Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal de carácter físico-químico y biológico.**

La siguiente información se organiza en relación al componente evaluado (características físico-químicas del agua y sedimentos, flora y vegetación, fauna y biota acuática), identificando los principales resultados recopilados en los estudios consultados.

#### **3.3.4.1 Caracterización físico-química del agua y sedimentos**

Son varios los estudios previos realizados a lo largo del cauce del río Huasco, sin embargo respecto a la caracterización físico-química de la columna de agua y sedimentos en la zona del estuario Huasco, la información es acotada. Los humedales costeros al sur de Copiapó se encuentran en zonas semiáridas y desérticas, al ser comparados con el resto del ambiente que los rodea son considerados como “oasis”. El origen de sus aguas es natural y su alimentación es mixta (continental y litoral), corresponden a sistemas lénticos que dan origen a lagunas litorales, las cuales presentan características estuarinas. Estos sistemas costeros se ubican en amplias y abrigadas bahías, y en desembocaduras de ríos y esteros, los cuales están condicionados por el aporte de nutrientes desde el sistema marino, originado por aguas profundas provenientes de la corriente fría de Humboldt, lo que conlleva a una alta producción de la biodiversidad. En la Tabla 3-8 se presentan los estudios consultados en el presente informe relevante a las características físico-químicas del agua y sedimentos en el Humedal Costero de Huasco.

TESAM S.A en 1998 realizó un Estudio de Impacto Ambiental para Cementos Chile en 1998, el cual ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental bajo el nombre de “Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento”, este proyecto se basa en la explotación de yacimientos de caliza y arcilla, estas materias primas son utilizadas en la producción de Clinker insumo principal en la fabricación de cemento, en su RCA mencionan que sus actividades asociadas a la ejecución del proyecto afectarán a los componentes aire, agua y flora, es por ello que realizan una línea de base de la calidad del agua ocupando los valores del punto de monitoreo de la DGA ubicado en Huasco bajo, desde el periodo 1980- 1994 (Tabla 3-9) La Dirección General de Aguas (2004) a través del estudio elaborado por CADE-IDEPE: “Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, cuenca del río Huasco”, realizó un monitoreo de las aguas presentes en la cuenca del río Huasco en el periodo 1980-2002, midiendo parámetros físico-químicos, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales y otros parámetros no normados. En lo referente al Humedal Huasco el monitoreo se realizó en el periodo 1986-2002, en el punto ubicado en el sector río Huasco en Huasco bajo, los resultados de los parámetros físico-químicos realizados en la columna de agua arrojaron valores de conductividad eléctrica entre los 1200 y 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en una serie de tiempo de doce años, valores de oxígeno disuelto alrededor de los 10,9 mg/L en una serie de tiempo de siete años, los valores de pH presentan un valor de 7,9 en una serie de tiempo de doce años, un valor de RAS de 4,8 desde 1991 hasta 2004. Respecto a los parámetros inorgánicos entre los años 1989 y 2002 las concentraciones de cloruro se presentaron entre los 400 mg/L y 500 mg/L, de sulfato entre los 600 mg/L y 800 mg/L; entre los metales esenciales en una serie de tiempo de doce años con valores de 1,3 mg/L respecto a boro y 20  $\mu\text{g}/\text{L}$  respecto a cobre, y 13 ppb de cromo en una serie de tiempo de cuatro años, 0,4 mg/L de hierro, 0,09 mg/L para manganeso, 0,012 mg/L de molibdeno y 0,018 mg/L de zinc. Entre los metales no esenciales solo se registraron

valores de aluminio con concentraciones entre los 0,8 mg/L y 1,2 mg/L, en una serie de tiempo de siete años. La DGA dividió en cinco subgrupos la calidad de agua de los cuerpos de agua en Chile, donde la Clase 0 corresponde aguas de clase excepcional, la Clase 1 corresponderían a aguas de muy buena calidad, la Clase 2 a aguas de buena calidad, la Clase 3 regular calidad y la Clase 4 a aguas de mala calidad, la cual no es adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas ni para los usos prioritarios (Tabla 3-8). Dentro del mismo estudio, se realizó una campaña en primavera de 2003 en el estuario Huasco, sus resultados clasificaron las aguas como clase 0 según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO<sub>5</sub>, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como Clase 1 respecto a coliformes fecales y totales, como Clase 2 referente a los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno; como Clase 3 respecto a sulfato, aluminio y sólidos disueltos, y finalmente como aguas de Clase 4 según sus valores de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro (Tabla 3-8).

Referente al estudio “Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama”, realizado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (2008) a través de la empresa GENOVA en el cual se realizó un muestreo en cinco puntos ubicados en el humedal, midiendo parámetros en la columna de agua y sedimentos en primavera de 2008. De este informe se concluyó que existió una disminución del tamaño de las partículas a medida que nos alejamos de la desembocadura, y una mayor proporción de materia orgánica al acercarse a la desembocadura. Los valores mínimos y máximos registrados en la columna de agua y sedimentos se presentan en la Tabla 3-8 y Tabla 3-9.

Ávalos *et al.*, (2009) en el informe científico técnico “Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile”, definió que las aguas del río Huasco presentan una componente direccional este-oeste, la cual incide en la salinidad de las aguas y en la composición iónica de sus aguas, donde las aguas superficiales presentan una composición sulfatada cálcica evolucionando a aguas más sódicas.

A continuación, se presentan los rangos y valores de estos los parámetros recopilados en los antecedentes bibliográficos para la columna de agua y sedimentos del Humedal Huasco (Tabla 3-9 y Tabla 3-10).

**Tabla 3-8 Estudios consultados relacionados a las características físico-químicas de la columna de agua y sedimentos en el Humedal Costero Huasco.**

Nombre	Tipo	Año	Emite/Referencia
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	EIA	1998	TESAM
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco.	Informe Científico Técnico	2004	CADE-IDEPE
Consultoría para la recopilación de información sobre la biodiversidad y la situación socio-económica en el apoyo de la elaboración del anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Huasco	Informe Científico Técnico	2007	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad de la región de Atacama.	Informe Científico Técnico	2008	GEONOVA
Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile.	Informe Científico Técnico	2009	Ávalos, P., H. Fernández, R. Retamal, C. Herrera, M. Bembow, R. Troncoso, R. Custodio.

**Tabla 3-9 Antecedentes bibliográficos de las características físico-químicas de agua en el sector Humedal de Huasco.**

Parámetros	Unidad	TESAM S.A, 1998 (1980 - 1994)	DGA (1986 - 2000)	DGA (Primav.2003)	CONAMA (2008)
Temperatura	°C	12 -27			18,5 - 20,5
Conductividad	µS/cm	1104 - 3916	1200 - 3000		2199 - 2527
Salinidad	%				<1
Oxígeno Disuelto	mg/L	10 - 12,4	10,9		7,5 - 9,4
pH	-	7,23 - 8,5	7,9		7,96 - 8,1
Carbonatos	mg/L	0,0 - 8,4			27,8 - 37
Bicarbonatos	mg/L	81,7 - 294,7			0,2 - 62,4
Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>				52 - 68
Materia Orgánica	mg/L				1,2 - 3
Color Pt/Co	-			10	5 -7
Turbiedad	-				0,02 – 1,3
Sólidos flotantes	-				ausente
Sólidos Sedimentables	mg/L				<1,0
Aluminio	mg/L		0,18 – 1,2		0,02 – 0,25
Arsénico	mg/L	0,000 -0,013			<0,01
Bario	mg/L				<0,10
Berilio	mg/L				<0,10
Boro	mg/L	0,09 – 1,93	1,3		0,2 - 0,8
Cadmio	mg/L				<0,005 - 0,005
Cianuro	mg/L			<3	<0,01
Cloruro	mg/L	92,2 – 682,4	400 - 500		347,4 - 474
Cobalto	mg/L				< 0,06 - 0,06
Cobre	mg/L	0,00 – 0,06	0,02		<0,01 - 0,01
Cromo	mg/L		0,013		<0,10
Estaño	µg/L			<10	

Parámetros	Unidad	TESAM S.A,	DGA	DGA	CONAMA
		1998 (1980 - 1994)	(1986 - 2000)	(Primav.2003)	(2008)
Fluoruro	mg/L			0,4	<0,20
Hierro	mg/L	0,04 – 0,87	0,4		<0,01 - 0,02
Litio	mg/L				<0,20
Manganeso	mg/L		0,09		0,02 - 0,08
Mercurio	mg/L				<0,001
Molibdeno	mg/L		0,012		<0,010
Níquel	mg/L				<0,01 - 0,01
Plata	mg/L				<0,20
Plomo	mg/L				< 0,02 - 0,02
Selenio	mg/L				<0,020
Sulfuro	mg/L			<0,01	
Sulfato	mg/L	278,6 – 900,1	600 - 800		458 - 504
Vanadio	mg/L				<0,10
Zinc	mg/L		0,018		0,06 - 0,2
Sodio	mg/L	88 - 455			354 - 399
Potasio	mg/L	0,7 – 12,0			8 - 10,5
Calcio	mg/L	115,2 – 286,0			188 - 209
Magnesio	mg/L	23,6 – 91,0			60 - 71
RAS	-		4,8		4,09 - 4,26
Sodio Porcentual	%	44,8			79,45 - 81,15
Sólidos disueltos totales	mg/L			1131	840 - 985
Sólidos suspendidos totales	mg/L			<10	
Coliformes fecales	NMP/100ml			13	22 -48
Coliformes totales	NMP/100ml			280	
Nitritos	mg/L	0,0 - 0,9		<0,01	0,006 - 0,01
Nitratos	mg/L				1,1 - 3

Parámetros	Unidad	TESAM S.A,	DGA	DGA	CONAMA
		1998 (1980 - 1994)	(1986 - 2000)	(Primav.2003)	(2008)
Fósforo Total	mg/L				1 - 2,7
Amonio	mg/L			<0,01	<0,01
Nitrógeno Total	mg/L				2,7 - 8,9
Ortofosfato	mg/L				0,4 - 1,3
Aceites y Grasas	mg/L				<1,0
Hidrocarburos Totales	mg/L				<1,0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L				10 - 15
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L			<1,5	<1,0 - 2,5
Coliformes Totales	NMP/100ml				120 -160
Detergentes	mg/L				<1,0
Transparencia Sechi	m				0,8 - 0,9
DDT+DDD+DDE	µg/L				<2,0
2,4-D	µg/L				<0,08
Lindano	µg/L				<0,02
Metoxicloro	µg/L				<0,20
Pentaclorofenol	µg/L				<1,0

**Tabla 3-10 Antecedentes bibliográficos de las características de sedimentos en el sector Humedal de Huasco.**

Parámetros	Unidad	CONAMA (2008)
Materia orgánica	%	0,33 -12,55
Limo	%	4,9 - 23,6
Arcilla	%	2,5 - 9,9
Arena	%	63,2 - 92,6
Clasificación		Franco arenoso - Arena
30	%	0,25 - 0,42
40	%	3,76 - 4,29
60	%	23,25 - 60,32
80	%	9,59 - 24,4
100	%	7,23 - 22,2
120	%	2,27 - 23,33
140	%	8,46 - 11,2
200	%	7,94 - 10,25
fondo	%	0,43 - 3,57

#### 3.3.4.2 Flora y vegetación

De acuerdo a las bases de datos revisadas, para el área de estudio existe un total de 28 documentos con información de flora y vegetación pertinente publicada durante los años 1993 y 2015. Dentro de estos documentos existe información técnica contenida en siete Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y seis Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Además de seis Informes técnicos y nueve documentos científicos. La Tabla 3-11 resume la información respecto al componente de flora y vegetación.



**Tabla 3-11. Listado de documentos con antecedentes de flora y vegetación cercanos al Humedal del Río Huasco.**

<b>Documento</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo documento</b>
Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment.	1993	Publicación Científica
La vegetación natural de Chile; clasificación y distribución geográfica.	1994	Publicación Científica
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	1995	EIA
Estudio ingeniería red de alcantarillado y disposición final de aguas servidas Huasco bajo comuna de Huasco.	1998	DIA
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento	1998	EIA
Ampliación y Habilitación Terminal Marítimo Las Losas	1999	EIA
Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	2003	DIA
Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de atacama 2010 -2017	2005	Informe técnico
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	2006	Informe técnico
Central Guacolda Unidad N°3.	2006	EIA
Modificación Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco	2006	DIA
Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile	2006	Publicación Científica
Plan de Manejo Participativo del Sitio Prioritario Estuario del río Huasco, Utilizando la Metodología propuesta por The Nature Conservancy, Planificación para la Conservación de Áreas (PCA)	2007	Informe técnico
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas	2007	Informe técnico

<b>Documento</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo documento</b>
protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.		
Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama	2008	Publicación Científica
Flora amenazada de la Región de Atacama y estrategias para su conservación	2008	Publicación Científica
Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)	2008	Publicación Científica
Ampliación y Mejoras Operacionales en Planta de Pellets	2009	EIA
Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010-2017	2009	Informe técnico
Una Nueva Especie Leñosa de "Cryptantha" (Boraginaceae) para la Flora de Chile	2009	Publicación Científica
Gestión con propietarios ribereños del Sitio Prioritario, Humedal Estuario del río Huasco, para la actualización y presentación del expediente de postulación como Santuario de la Naturaleza	2010	Informe técnico
Construcción Camino Costero Sector Quebrada Tongoy - Huasco, Dm 0,000 km a DM 19,860	2010	DIA
Hacia una fitogeografía histórica del Desierto de Atacama	2011	Publicación Científica
Central Hidroeléctrica Río Huasco / Modificación del Proyecto Central Hidroeléctrica Río Huasco Mediante Instalación de Subestación Eléctrica Río Huasco	2009/2012	DIA
Cierre y Sellado Vertedero Comuna de Huasco	2013	DIA
Proyecto central termoeléctrica punta alcalde	2013	EIA
Proyecto Cerro Blanco	2015	EIA

Documento	Año	Tipo documento
Flora nativa de valor ornamental. Identificación y propagación, Chile, zona norte.	2016	Publicación Científica

A partir de la información recopilada, se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes importante para el componente biológico flora y vegetación, en primera instancia se agregó una pequeña reseña del fenómeno de las influencia del desierto florido en el área de estudio, luego se añadió los antecedentes del componente vegetación, revisando particularmente las formaciones descritas por Gajardo (1994), y los diferentes pisos vegetacionales descritos por Luebert y Pliscoff (2006). Finalmente se realizó una lista de la flora potencial presente en la el área de estudio, reconociendo la composición de especies de los documentos de la base de datos registrada anteriormente desde el 2010 a la fecha, incluyendo los documentos de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006). Adicionalmente se estableció el estado de conservación de acuerdo con el D.S. N°29/2011 del MMA, Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), cuyos procesos se encuentran oficializados por los siguientes cuerpos normativos: DS N°151/2007, DS N°50/2008, DS N°51/2008, DS N°23/2009, todos del MINSEGPRES, DS N°33/2012, DS N° 41/2011, DS N°42/2011, DS N°19/2012, DS N°13/2013, DS N°52/2014, DS N°38/2015 y DS N° 16/2016 correspondientes al MMA. En el caso de que las especies no estuvieran evaluadas en el RCE se revisó el Listado Nacional del Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile (Benoit, 1989).

A nivel Latinoamericano, el área de estudio se encuentra inserta en la región Neotropical, dominio Andino-Patagónico, provincia del Desierto. La provincia se localiza en la costa del Pacífico entre el paralelo 5° y 30° de latitud sur, en climas predominantemente cálido y seco, con influencia de las neblinas costeras o “camanchacas”. Corresponde a una zona sumamente seca, lo que restringe la presencia de vegetación a orillas de río y en la cercanía al mar. Entre las comunidades más típicas se encuentran las asociaciones de bromeliáceas del género *Tillandsia*, gramales halófitos de *Distichlis spicata*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus virginicus*, *Sarcocornia chilensis*<sup>1</sup>, *Batis marítima*, *Heliotropium curassavicum*, *Cressa truxillensis* y algarrobares dominados por *Prosopis pallida*<sup>2</sup>, *P. chilensis*, *Salix humboldtiana*, *Schinus areira*, *Acacia macrantha*, *Caesalpinia tinctoria*<sup>3</sup>, *Inga feuillei* (Cabrera y Willink, 1973).

<sup>1</sup> Sinonimia: *Salicornia ambigua*

<sup>2</sup> Sinonimia: *Prosopis limensis*

<sup>3</sup> Sinonimia: *Caesalpinia spinosa*

De acuerdo a Gajardo (1994), la vegetación del área de estudio se inserta en la Región del Desierto en la Subregión del Desierto Costero.

Subregión del Desierto Costero: Se distribuye a lo largo del litoral entre la I y la IV Región, cubriendo las laderas occidentales de la cordillera de la Costa hasta unos 1.500 m de altitud. La vida vegetal en el área es de un desarrollo excepcional y existe una importante riqueza de especies debido al aporte de las neblinas, llamadas camanchacas, frecuentes en el área y que dan mayor sustento hídrico a las comunidades de plantas. Se registra, además, un importante número de especies endémicas de Chile y de la sub-región. La formación del Desierto Costero del Huasco, se ubica en el extremo sur de la sub-región por lo que la vegetación presenta una buena continuidad. Desde el punto de vista de la fitogeografía, encuentran en ella su límite norte o sur numerosas especies. Existe poca información publicada sobre las asociaciones y su composición específica.

Las asociaciones que propone el autor para esta sub-región en el sector de Huasco, son las formaciones de *Heliotropium stenophyllum* con *Oxalis gigantea*, *Encelia tomentosa*<sup>4</sup> con *Nolana paradoxa*, *Sarcocornia fruticosa* con *Juncus acutus*.

*Heliotropium stenophyllum* - *Oxalis gigantea*: Comunidad vegetal muy compleja y ampliamente distribuida, asociada principalmente a la neblina costera, aunque también se le encuentra en forma alejada; muestra similitudes florísticas con el matorral estepario de la Región de Coquimbo.

*Encelia tomentosa* - *Nolana paradoxa*: Comunidad de fisonomía arbustiva, de escasa cobertura y composición principalmente efímera, condición típica a las formaciones del desierto florido.

*Sarcocornia fruticosa* – *Juncus acutus*: Comunidad típica de las aguadas, con una importante influencia antrópica, lo que ha aumentado la participación de especies introducidas y ruderales.

Por otra parte y de acuerdo a la descripción bioclimática de Luebert y Pliscoff (2006) el área de estudio coincide parcialmente con tres pisos vegetacionales, ya que los límites no son absolutos:

1) Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*: Formación abierta dominada por *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*, junto a los arbusto *Atriplex clivicola*, *Frankenia chilensis*, *Heliotropium filifolium*, *Heliotropium magelanthum*, *Ophryosporus triangularis*, *Tetragonia maritima* y las suculentas Copiapo a echinoides, *Copiapoa malletiana* y *Eriocyce curvispina* var. *carrizalensis*. En años lluviosos, a estas se agregan numerosas especies geófitas, características del desierto florido. Las comunidades zonales más representativas son:

- *Eulychnia breviflora* – *Oxalis gigantea* (Miers, 1984);
- *Encelia tomentosa* – *Nolana paradoxa* (Gajardo, 1994).

---

<sup>4</sup> Sinonimia: *Encelia canescens*

La dinámica de esta formación se encuentra determinada por la variación estacional. En años secos la vegetación evidencia escaso desarrollo y los arbustos incluso tienden a eliminar parte o la totalidad de sus tejidos, mientras que en años lluviosos renuevan sus tejidos y florecen nuevamente, además de provocar la emergencia de numerosas especies geófitas, características del desierto florido.

2) Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*: Formación muy abierta dominada por *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*, con *Flourensia thurifera*, *Alona coelestis*, *Nolana crassulifolia* y *Encelia canescens*. Se presenta además el género *Haplopappus* Cass, representado por *H. cerberoanus* en terrazas litorales, *H. pulchellus* en laderas de cerros y *H. parviflora* cerca del límite de la vegetación. Además, durante la primavera de los años lluviosos, presenta un estrato herbáceo formado principalmente por herbáceas efímeras y geófitas. Las comunidades zonales más representativas son:

- Ruderales: Tipo *Chenopodium paniculatum*, Tipo *Erodium cicutarium*, Tipo *Gutierrezia resinosa*, Tipo *Plantago tumida*, *Alona filifolia* - *Plantago hispidula* (Etienne et al., 1984; Gajardo, 1994);

- Tipo *Fuchsia lycioides*, Tipo *Haplopappus pulchellus*, Tipo *Heliotropium stenophyllum*, Tipo *Oxalis gigantea*, *Heliotropium stenophyllum* – *Oxalis gigantea* (Etienne et al., 1984, Gajardo, 1994).

De acuerdo a los antecedentes de la formación, esta correspondería a fases sucesionales inferiores que la correspondiente al sector. Así, las formaciones esperadas en el área, en condiciones de mayor humedad y ausencia de intervención antrópica, serían formaciones boscosas dominadas de *Lithrea caustica*. Sin embargo, la variación interanual y la baja incidencia de neblinas costeras, limita el avance de la sucesión.

3) Matorral Desértico Mediterráneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*: Formación muy abierta dominada por los arbustos *Adesmia argentea*, *Bulnesia chilensis*, *Balsamocarpon brevifolium*, *Cordia decandra*, *Heliotropium sinuatum*, *Pintoa chilensis*, *Proustia ilicifolia*, entre otros. A ellos se agregan los arbustos bajos *Caesalpinia angulata*, *Encelia canescens*, *Pleurophora pungens* y suculentos *Opuntia berterii* y *Echinopsis coquimbanus*. Al igual que las formaciones antes mencionadas, la presencia del estrato herbáceo se restringe a las primaveras de los años lluviosos, destacando *Cruckshanksia pumila* y *Argylia radiata*. Las comunidades zonales más representativas son:

- *Bulnesia chilensis* - *Pintoa chilensis* (Miers, 1984);

- *Cordia decandra* - *Balsamocarpon brevifolium* (Miers, 1984).

Esta formación ha sido sumamente intervenida por efecto antrópico, lo que ha generado un avanzado proceso de degradación.

a. Flora y vegetación presente y su estado de conservación.

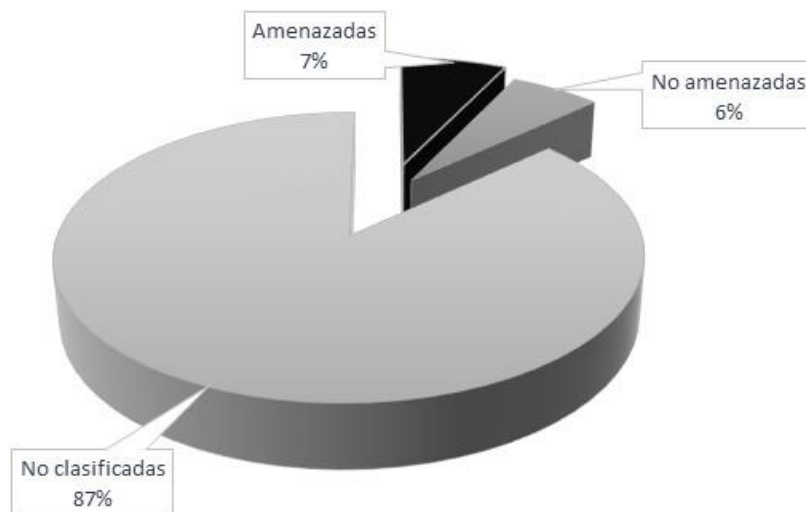
La flora de la región consta de 980 especies vasculares nativas, además de 119 especies naturalizadas, lo que representa alrededor del 19% de la flora de Chile continental. La

mayor concentración de especies se encuentra en los sectores costeros y hacia el sur de la región, y la menor a la porción intermedia al norte de la región.

El total mencionado se compone de 325 géneros y 104 familias, entre las cuales las más representativas son Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Cactaceae, Solanaceae, Boraginaceae, Portulacaceae, Nolanaceae y Apiaceae, con un 54,6% del total de especies. Del número de especies nativas presentes en la región, un 54,3% corresponde a especies endémicas de Chile (532 especies), 37,3% endémicas del norte del país (366 especies, entre las regiones de Antofagasta y Coquimbo) y el 15% corresponde a especies endémicas de la Región de Atacama (77 especies).

De la revisión realizada en los documentos desde el 2010 se identificaron 281 especies en el área de estudio, de las cuales se presenciaron cinco clases de flora vascular, 1 especie de Equisetopsida, 2 especies de Filicopsida, 4 especies de Filicopsida, 38 especies de Liliopsida y 236 especies de Magnoliopsida. La clase Liliopsida se compone de 25 géneros y 13 familias, las familias más dominantes son Poaceae (11 sp.), Alstroemeriaceae (6 sp.) y Bromeliaceae (5 sp.). La clase Magnoliopsida se compone de 144 géneros y 57 familias, de las familias más dominantes Asteraceae (36 sp.), Cactaceae (26 sp.) y Fabaceae (16 sp.). Del total de las especies se registraron 181 endémicas (64,4 %), 68 especies de origen nativo (24,1%) y 32 adventicias (11,3%). Respecto a la forma de vida se identificaron 144 especies de hábitos herbáceos (51,4%), 86 especies arbóreas (66,1%), 27 sp. de suculentas (9,6%) y 24 sp. de sufrútice (8,5%) (Tabla 3-12).

Respecto a estado de conservación se registraron 37 especies clasificada en alguna categoría según las normativas vigentes. 9 especies se encuentran amenazadas, 17 se encuentran catalogadas en no amenazadas y 244 especies no se encuentran clasificadas (Figura 3-2).



**Figura 3-2 Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE.**

**Tabla 3-12 Lista de especies recopiladas desde el 2010 en el área de estudio.**

**Dónde: EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: casi amenazada, LC: Preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro. Forma de vida: H= Herbácea, A= Arbustiva, Su= Suculenta, S: Sufrútice. Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia.**

Origen: E= Endémica, N= Nativa, A= Adventicia

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Equisetopsida	Equisetaceae	<i>Equisetum</i>	<i>Equisetum giganteum</i>	LC	D.S N° 13/2013	H	N
Filicopsida	Adiantaceae	<i>Adiantum</i>	<i>Adiantum chilense</i>	NT	D.S.N° 75/2005	H	N
Filicopsida	Pteridaceae	<i>Cheilanthes</i>	<i>Cheilanthes mollis</i>	LC	D.S.N° 38/2015	H	E
Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra andina</i>			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra breana</i>			A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra chilensis</i>	FP	D.S. N°75/2005	A	N
Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>Ephedra gracilis</i>			A	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i>	<i>Alstroemeria leporina</i>			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i>	<i>Alstroemeria philippi</i>	NT	D.S.N° 19/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i>	<i>Alstroemeria polyphylla</i>	VU	D.S. N°33/2012	H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i>	<i>Alstroemeria</i> sp.			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria</i>	<i>Alstroemeria wendermannii</i>			H	E
Liliopsida	Poaceae	<i>Arundo</i>	<i>Arundo donax</i>			H	A
Liliopsida	Asphodelaceae	<i>Asphodelus</i>	<i>Asphodelus fistulosus</i>			H	A
Liliopsida	Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>Bromus berterianus</i>			H	N
Liliopsida	Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>Bromus catharticus</i>			H	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Poaceae	<i>Chusquea</i>	<i>Chusquea culeou</i>			A	N
Liliopsida	Poaceae	<i>Cortaderia</i>	<i>Cortaderia speciosa</i>			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	<i>Deuterocohnia</i>	<i>Deuterocohnia chrysantha</i>			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i>	<i>Dioscorea fastigiata</i>			H	E
Liliopsida	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i>	<i>Dioscorea paupera</i>			H	E
Liliopsida	Poaceae	<i>Distichlis</i>	<i>Distichlis spicata</i>			H	N
Liliopsida	Orchidaceae	<i>Habenaria</i>	<i>Habenaria paucifolia</i>			H	N
Liliopsida	Poaceae	<i>Jarava</i>	<i>Jarava tortuosa</i>			H	E
Liliopsida	Alstroemeriaceae	<i>Leontochir</i>	<i>Leontochir ovallei</i>	EN-R	D.S. N° 50/08	H	E
Liliopsida	Alliaceae	<i>Leucocoryne</i>	<i>Leucocoryne ixioides</i>			H	E
Liliopsida	Alliaceae	<i>Leucocoryne</i>	<i>Leucocoryne narcissoides</i>			H	E
Liliopsida	Alliaceae	<i>Leucocoryne</i>	<i>Leucocoryne sp.</i>			H	E
Liliopsida	Iridaceae	<i>Olsynium</i>	<i>Olsynium junceum</i>			H	N
Liliopsida	Hyacinthaceae	<i>Oziroë</i>	<i>Oziroë biflora</i>			H	N
Liliopsida	Poaceae	<i>Pennisetum</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>			H	A
Liliopsida	Poaceae	<i>Phragmites</i>	<i>Phragmites australis</i>			H	N
Liliopsida	Poaceae	<i>Polypogon</i>	<i>Polypogon australis</i>			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	<i>Puya</i>	<i>Puya alpestris</i>			SU	E
Liliopsida	Bromeliaceae	<i>Puya</i>	<i>Puya boliviensis</i>	R	Benoit (1989)	H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	<i>Rhodophiala</i>	<i>Rhodophiala ananuca</i>			H	E



Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Liliopsida	Amaryllidaceae	<i>Rhodophiala</i>	<i>Rhodophiala bagnoldii</i>			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	<i>Rhodophiala</i>	<i>Rhodophiala phycelloides</i>			H	E
Liliopsida	Amaryllidaceae	<i>Rhodophiala</i>	<i>Rhodophiala</i> sp.			H	E
Liliopsida	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i>	<i>Schoenoplectus americanus</i>			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia capillaris</i>			H	N
Liliopsida	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia geissei</i>	NT	D.S. N° 41/12	H	E
Liliopsida	Typhaceae	<i>Typha</i>	<i>Typha angustifolia</i>			H	A
Liliopsida	Poaceae	<i>Vulpia</i>	<i>Vulpia</i> sp.			H	
Liliopsida	Tecophilaeaceae	<i>Zephyra</i>	<i>Zephyra elegans</i>			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia caven</i>			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia saligna</i>			A	A
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia argentea</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia glutinosa</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia littoralis</i>			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia sessilifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia tenella</i>			H	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Aloysia</i>	<i>Aloysia salviifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	<i>Alternanthera</i> sp.			H	A
Magnoliopsida	Primulaceae	<i>Anagallis</i>	<i>Anagallis arvensis</i>			H	A
Magnoliopsida	Phytolaccaceae	<i>Anisomeria</i>	<i>Anisomeria littoralis</i>			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Anthemis</i>	<i>Anthemis cotula</i>			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Apium</i>	<i>Apium panul</i>			H	N
Magnoliopsida	Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>Argemone hunnemannii</i>			H	N
Magnoliopsida	Bignoniaceae	<i>Argylia</i>	<i>Argylia radiata</i>			H	N
Magnoliopsida	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i>	<i>Aristolochia chilensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Apiales</i>	<i>Asteriscium vidalii</i>	LC	D.S.Nº 19/2012	H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Anisomeria</i>	<i>Asteriscium vidalii Phil.</i>			H	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus chamissonis</i>			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex clivicola</i>			A	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex semibaccata</i>			H	A
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i>	<i>Atriplex vallenarensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Caryophyllales</i>	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	LC	D.S.Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis juncea</i>			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis linearis</i>			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis salicifolia</i>			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Bahia</i>	<i>Bahia ambrosioides</i>			S	E
Magnoliopsida	Ledocapaceae	<i>Balbisia</i>	<i>Balbisia peduncularis</i>			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Balsamocarpon</i>	<i>Balsamocarpon brevifolium</i>			A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Brassica</i>	<i>Brassica campestris</i>			H	A
Magnoliopsida	Sapindaceae	<i>Bridgesia</i>	<i>Bridgesia incisifolia</i>			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Buddlejaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja suaveolens</i>			A	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	<i>Bulnesia</i>	<i>Bulnesia chilensis</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia angulata</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i>			A	N
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>	<i>Calceolaria collina</i>			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra chilensis</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Carduus</i>	<i>Carduus pycnocephalus</i>			H	A
Magnoliopsida	Caricaceae	<i>Carica chilensis</i>	<i>Carica chilensis</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Carthamus</i>	<i>Carthamus lanatus</i>			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>Centaurea chilensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>Centaurea flocosa</i>			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>Centaurea melitensis</i>			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Chaetanthera</i>	<i>Chaetanthera glabrata</i>			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium papulosum</i>			H	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium petiolare</i>			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Chorizanthe</i>	<i>Chorizanthe aff. frankenioides</i>			S	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Chorizanthe</i>	<i>Chorizanthe commissuralis</i>			H	N
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Chorizanthe</i>	<i>Chorizanthe glabrescens</i>			S	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Chorizanthe</i>	<i>Chorizanthe vaginata</i>			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Chuquiraga</i>	<i>Chuquiraga ulicina</i>			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Cichorium</i>	<i>Cichorium intybus</i>			H	A
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>Cistanthe calycina</i>			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>Cistanthe cephalophora</i>			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>Cistanthe coquimbensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>Cistanthe grandiflora</i>			H	E
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Cistanthe</i>	<i>Cistanthe longiscapa</i>			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Colliguaja</i>	<i>Colliguaja odorifera</i>			A	E
Magnoliopsida	Convulvaceae	<i>Convolvulus</i>	<i>Convolvulus chilensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Conyza</i>	<i>Conyza sumatrensis</i>			H	N
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Copiapoa</i>	<i>Copiapoa coquimbana</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Copiapoa</i>	<i>Copiapoa dealbata</i>	VU	D.S. N° 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Copiapoa</i>	<i>Copiapoa echinoides</i>	NT	D.S.N° 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Copiapoa</i>	<i>Copiapoa fielderiana</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Copiapoa</i>	<i>Copiapoa marginata</i>	VU	D.S.N° 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia decandra</i>	NT	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Cotula</i>	<i>Cotula coronopifolia</i>			H	A
Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria</i>	<i>Cristaria aspera</i>			H	N
Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria</i>	<i>Cristaria cyanea</i>			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria</i>	<i>Cristaria glaucophylla</i>			H	E
Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria</i>	<i>Cristaria gracilis</i>			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria</i>	<i>Cristaria vridiluteola</i>			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	<i>Cruckshanksia</i>	<i>Cruckshanksia montiana</i>			H	E
Magnoliopsida	Rubiaceae	<i>Cruckshanksia</i>	<i>Cruckshanksia pumila</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cryptantha</i>	<i>Cryptantha aspera</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cryptantha</i>	<i>Cryptantha glomerata</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cryptantha</i>	<i>Cryptantha gnaphalioides</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cryptantha</i>	<i>Cryptantha kingii</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Cryptantha</i>	<i>Cryptantha marticorenae</i>			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Cumulopuntia</i>	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	FP	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Convolvulaceae	<i>Cuscuta</i>	<i>Cuscuta chilensis</i>			H	N
Magnoliopsida	Asclepiadaceae	<i>Cynanchum</i>	<i>Cynanchum boerhaviifolium</i>			H	E
Magnoliopsida	Campanulaceae	<i>Cyphocarpus</i>	<i>Cyphocarpus psammophilus</i>			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Descurainia</i>	<i>Descurainia pimpinellifolia</i>			H	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Descurainia</i>	<i>Descurainia</i> sp.			H	A
Magnoliopsida	Malpighiaceae	<i>Dinemagonum</i>	<i>Dinemagonum gayanum</i>			S	E
Magnoliopsida	Apocynaceae	<i>Diplolepis</i>	<i>Diplolepis boerhaviifolia</i>			H	E
Magnoliopsida	Rhamnaceae	<i>Discaria</i>	<i>Discaria trinervis</i>			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Echinopsis</i>	<i>Echinopsis coquimbanus</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Echinopsis</i>	<i>Echinopsis deserticola</i>	VU	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Encelia</i>	<i>Encelia canescens</i>			S	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce aurata</i>	VU	D.S. Nº 13/2013	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce crispa</i>	VU	D.S. Nº 33/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce curvispina</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce eriosyzoides</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce napina</i>	NT	D.S. Nº 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce sp.</i>			SU	A
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce subgibbosa</i>	R	Benoit (1989)	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eriogyce</i>	<i>Eriogyce villosa</i>			SU	E
Magnoliopsida	Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>Erodium cicutarium</i>			H	A
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>Eryngium anomalum</i>			H	E
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>Eryngium macracanthum</i>	VU	D.S. Nº 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>			A	A
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eulychnia</i>	<i>Eulychnia acida</i>			SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eulychnia</i>	<i>Eulychnia brevifolia</i>			SU	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia copiapina</i>			H	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia lactiflua</i>			A	E
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia thinophila</i>			H	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	<i>Fagonia</i>	<i>Fagonia chilensis</i>			H	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Flouresia</i>	<i>Flouresia thurifera</i>			A	N
Magnoliopsida	Frankeniaceae	<i>Frankenia</i>	<i>Frankenia chilensis</i>			S	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	<i>Fuchsia lycioides</i>			A	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Geoffroea</i>	<i>Geoffroea decorticans</i>			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium heterotrichum</i>			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Gutierrezia</i>	<i>Gutierrezia resinosa</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>Haplopappus cerberoanus</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>Haplopappus deserticola</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>Haplopappus parvifolius</i>			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Haplopappus</i>	<i>Haplopappus pulchellus</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Helenium</i>	<i>Helenium atacamense</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium filifolium</i>	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium floridum</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium glutinosum</i>	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium huascoense</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium inconspicuum</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium longistylum</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium megalanthum</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium sinuatum</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>Heliotropium stenophyllum</i>			A	E
Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Homalocarpus</i>	<i>Homalocarpus dichotomus</i>			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris</i>	<i>Hypochaeris scorzonorae</i>			H	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>Juncus acutus</i>			H	N
Magnoliopsida	Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>Juncus effusus</i>			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Junellia</i>	<i>Junellia selaginoides</i>			A	E
Magnoliopsida	Krameriaceae	<i>Krameria</i>	<i>Krameria cistoidea</i>	LC	D.S. N° 42/12	A	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Lepidium</i>	<i>Lepidium angustissimum</i>			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Leucheria</i>	<i>Leucheria cumingii</i>			H	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	<i>Limonium</i>	<i>Limonium sinuatum</i>			H	A
Magnoliopsida	Linaceae	<i>Linum</i>	<i>Linum usitatissimum</i>			H	A
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Lippia</i>	<i>Lippia turbinata</i>			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Lithrea</i>	<i>Lithrea caustica</i>			A	E
Magnoliopsida	Loasaceae	<i>Loasa</i>	<i>Loasa elongata</i>			H	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Campanulaceae</i>	<i>Lobelia polyphylla</i>			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>Lycium bridgesii</i>			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Lycium</i>	<i>Lycium chilense</i>			A	N
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Maihueniopsis</i>	<i>Maihueniopsis domeykoensis</i>	EN-R	D.S. N° 50/08	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Maihueniopsis</i>	<i>Maihueniopsis ovata</i>			SU	N
Magnoliopsida	Malesherbiaceae	<i>Malesherbia</i>	<i>Malesherbia humilis</i>			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Menonvillea</i>	<i>Menonvillea minima</i>	EN	D.S. N° 33/2012	H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Menonvillea</i>	<i>Menonvillea orbiculata</i>			H	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum</i>	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>			H	A



Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Miqueliopuntia</i>	<i>Miqueliopuntia miquelii</i>			SU	E
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis</i>	<i>Mirabilis elegans</i>			H	N
Magnoliopsida	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis</i>	<i>Mirabilis ovata</i>			H	N
Magnoliopsida	Montiaceae	<i>Montiopsis</i>	<i>Montiopsis capitata</i>			H	N
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Monttea</i>	<i>Monttea chilensis</i>	EN	D.S. N° 51/08	A	E
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia</i>	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>			A	N
Magnoliopsida	Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	<i>Myrcianthes coquimbensis</i>	EN	Benoit (1989)	A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nicotiana</i>	<i>Nicotiana glauca</i>			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nicotiana</i>	<i>Nicotiana solanifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana coelestis</i>			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana crassulifolia</i>			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana divaricata</i>			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana filifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana paradoxa</i>			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana rostrata</i>			S	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana rupicola</i>			H	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana salsoloides</i>			A	E
Magnoliopsida	Nolanaceae	<i>Nolana</i>	<i>Nolana sedifolia</i>			S	E
Magnoliopsida	Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>Oenothera coquimbensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Oleaceae	<i>Olea</i>	<i>Olea europaea</i>			A	A

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Ophryosporus</i>	<i>Ophryosporus triangularis</i>			A	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia</i> sp			SU	E
Magnoliopsida	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis gigantea</i>			A	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Pectocarya</i>	<i>Pectocarya dimorpha</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Pectocarya</i>	<i>Pectocarya linearis</i>			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Perityle</i>	<i>Perityle emoryi</i>			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Phrodus</i>	<i>Phrodus microphyllus</i>			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Phyla</i>	<i>Phyla nodiflora</i>			H	N
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Phyla</i>	<i>Phyla reptans</i>			H	A
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	<i>Pintoa</i>	<i>Pintoa chilensis</i>	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago hispidula</i>			H	E
Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago lanceolata</i>			H	A
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Plocarphus</i>	<i>Pleocarphus revolutus</i>			A	E
Magnoliopsida	Lythraceae	<i>Pleurophora</i>	<i>Pleurophora pungens</i>			S	E
Magnoliopsida	Plumbaginaceae	<i>Plumbago</i>	<i>Plumbago caerulea</i>			A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Polyachyrus</i>	<i>Polyachyrus fuscus</i>			SU	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Polyachyrus</i>	<i>Polyachyrus poepigii</i>			S	E
Magnoliopsida	Zygophyllaceae	<i>Porlieria</i>	<i>Porlieria chilensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Mimosaceae	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis chilensis</i>	VU	D.S.N° 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Mimosaceae	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis flexuosa</i>	VU	D.S.N° 13/2013	A	N

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Mimosaceae	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis strombulifera</i>	LC	D.S.Nº 13/2013	A	N
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Proustia</i>	<i>Proustia ilicifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	<i>Quinchamalium</i>	<i>Quinchamalium carnosum</i>			H	E
Magnoliopsida	Schoepfiaceae	<i>Quinchamalium</i>	<i>Quinchamalium chilense</i>			H	N
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Reyesia</i>	<i>Reyesia chilensis</i>			H	E
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Reyesia</i>	<i>Reyesia parviflora</i>			H	N
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Ricinus</i>	<i>Ricinus communis</i>			A	A
Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>Rumex crispus</i>			H	A
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Salix</i>	<i>Salix humboldtiana</i>			A	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia</i>	<i>Sarcocornia fruticosa</i>			S	A
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus latifolius</i>			H	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus molle</i>			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus pearcei</i>			A	N
Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus polygamus</i>			A	N
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Schizantus</i>	<i>Schizantus candidus</i>			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Schizopetalon</i>	<i>Schizopetalon maritimum</i>			H	E
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Schizopetalon</i>	<i>Schizopetalon</i> sp.			H	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio alcornis</i>			S	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio almeidae</i>			S	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Senna</i>	<i>Senna cummingii</i>			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Cucurbitaceae	<i>Sicyos</i>	<i>Sicyos baderoa</i>			A	N
Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Sisymbrium</i>	<i>Sisymbrium officinale</i>			H	A
Magnoliopsida	Apocynaceae	<i>Skytanthus</i>	<i>Skytanthus acutus</i>			A	E
Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum maritimum</i>			A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>			H	A
Magnoliopsida	Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i>	<i>Spergularia pycnatha</i>			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	<i>Stachys</i>	<i>Stachys eremicola</i>			H	E
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>Suaeda foliosa</i>			S	N
Magnoliopsida	Chenopodiaceae	<i>Suaeda</i>	<i>Suaeda multiflora</i>	VU	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Tessaria</i>	<i>Tessaria absinthioides</i>			A	N
Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Tetragonia</i>	<i>Tetragonia angustifolia</i>			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Tetragonia</i>	<i>Tetragonia macrocarpa</i>			H	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Tetragonia</i>	<i>Tetragonia maritima</i>			A	E
Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Tetragonia</i>	<i>Tetragonia ulicina</i>			H	E
Magnoliopsida	Lamiaceae	<i>Teucrium</i>	<i>Teucrium nudicaule</i>			H	E
Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Tiquilia</i>	<i>Tiquilia litoralis</i>			S	N
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Trichocereus</i>	<i>Trichocereus coquimbanus</i>	NT	D.S. N° 41/12	SU	E
Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Trichocereus</i>	<i>Trichocereus deserticola</i>	VU	D.S. N° 19/2012	SU	E
Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Trifolium</i>	<i>Trifolium dubium</i>			H	A
Magnoliopsida	Loranthaceae	<i>Tristerix</i>	<i>Tristerix aphyllus</i>			A	E

Clase	Familia	Género	Especie	Estado	Decreto	Forma de vida	Origen
Magnoliopsida	Valerianaceae	<i>Valeriana</i>	<i>Valeriana fragilis</i>			H	E
Magnoliopsida	Valerianaceae	<i>Valeriana</i>	<i>Valeriana senecioides</i>	EN	D.S. N° 33/2012	A	E
Magnoliopsida	Caricaceae	<i>Vasconcellea</i>	<i>Vasconcellea chilensis</i>			A	E
Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>Verbena litoralis</i>			H	N
Magnoliopsida	Violaceae	<i>Viola</i>	<i>Viola polypoda</i>			H	E

### 3.3.4.3 Fauna

De acuerdo a las bases de datos revisadas, para el Humedal del Río Huasco existe un total de seis documentos con información de fauna pertinente publicada durante los años 1995 y 2006. Dentro de estos documentos existe información técnica contenida en dos Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Además de dos Informes técnicos y un documento científico. La Tabla 3-13 resume los documentos de los cuales se obtuvo información del componente de fauna y los grupos taxonómicos pertinentes.

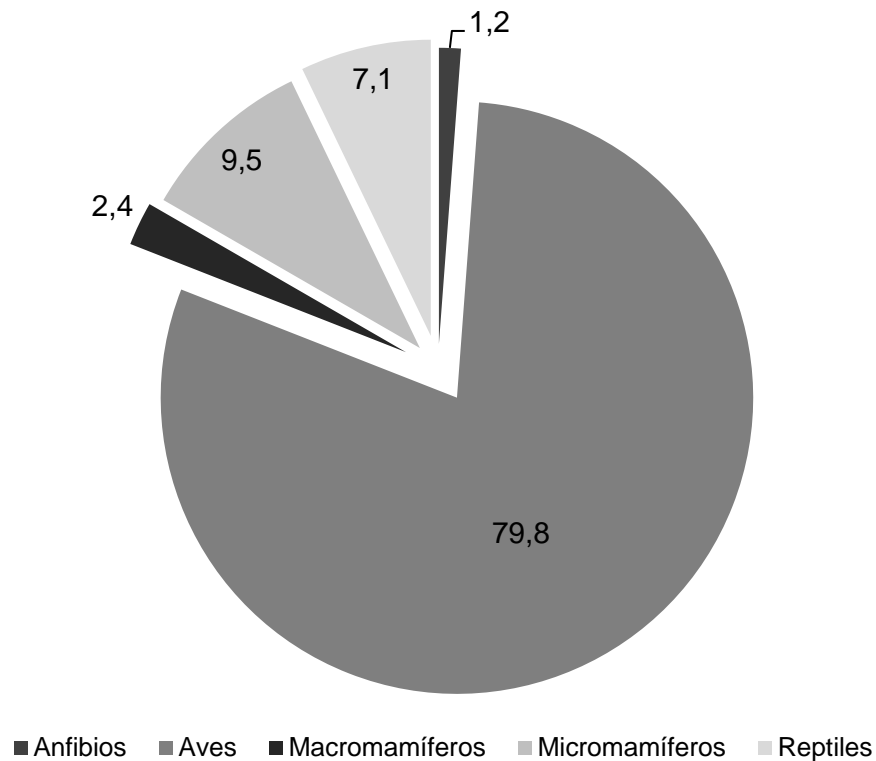
**Tabla 3-13. Listado de documentos con antecedentes de fauna asociado al Humedal costero estuario del río Huasco.**

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Grupo taxonómico evaluado
Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero.	EIA	1995	Aves
			Macromamíferos
			Micromamíferos
			Reptiles
Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama.	DIA	2003	Aves
			Macromamíferos
			Reptiles
Dinámica espacio temporal del ensamble avial del humedal de la desembocadura del río Huasco III región (28° 27's – 71° 12'o) durante el periodo 2004 - 2005	Publicación Científica	2004-2005	Aves
Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del Río Huasco".	Informe científico técnico	2005	Anfibios
			Aves
			Macromamíferos
			Micromamíferos
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco.	Informe científico técnico	2006	Reptiles
			Aves
			Macromamíferos
			Micromamíferos
Central Guacolda Unidad N°3.	EIA	2006	Aves
			Macromamíferos

Nombre Proyecto	Tipo	Año	Grupo taxonómico evaluado
			Micromamíferos
			Reptiles

a. *Riqueza de especies*

Del total de documentos revisados se registró una riqueza total de 168 especies presentes en el Humedal del Río Huasco. De estas especies el grupo taxonómico dominante fue el de las aves con 134 especies (79,8%), seguido de los Micromamíferos con 16 especies (9,5%), Los Reptiles con 12 especies (7,1%), los Macromamíferos con cuatro especies (2,4%) y los Anfibios con dos especies (1,2%). Ver la Figura 3-3.

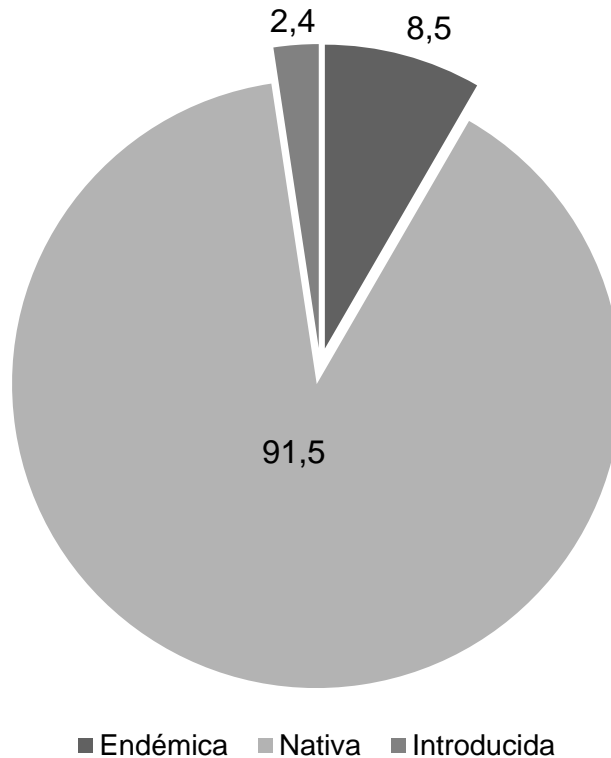


**Figura 3-3. Composición porcentual de la riqueza de grupos taxonómicos de fauna registrados en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco.**

b. Origen biogeográfico

De la riqueza de especies identificada para el Humedal, 150 de ellas son de origen nativo (91,5%), 14 endémicas (8,5%) y cuatro introducidas (2,4%). Ver la Figura 3-4.

Dentro de las especies nativas, el 89% de ellas corresponden a aves, seguida de los micromamíferos con el 6,7%. Mientras que el resto de los grupos no supera el 3% cada uno. Dentro de las especies endémicas el 79% corresponde a reptiles y el 14% a micromamíferos. Mientras que los anfibios alcanzan el 7%. Dentro de las especies endémicas no se registraron aves y micromamíferos. Por otra parte, dentro de las especies introducidas todas corresponden a micromamíferos de las especies *Lepus europaeus*, *Oryctolagus cuniculus*, *Rattus norvegicus* y *Mus musculus*. Ver la Figura 3-5.



**Figura 3-4. Composición porcentual de la riqueza y origen de las especies de fauna registradas en los estudios recopilados del Humedal del Río Huasco.**



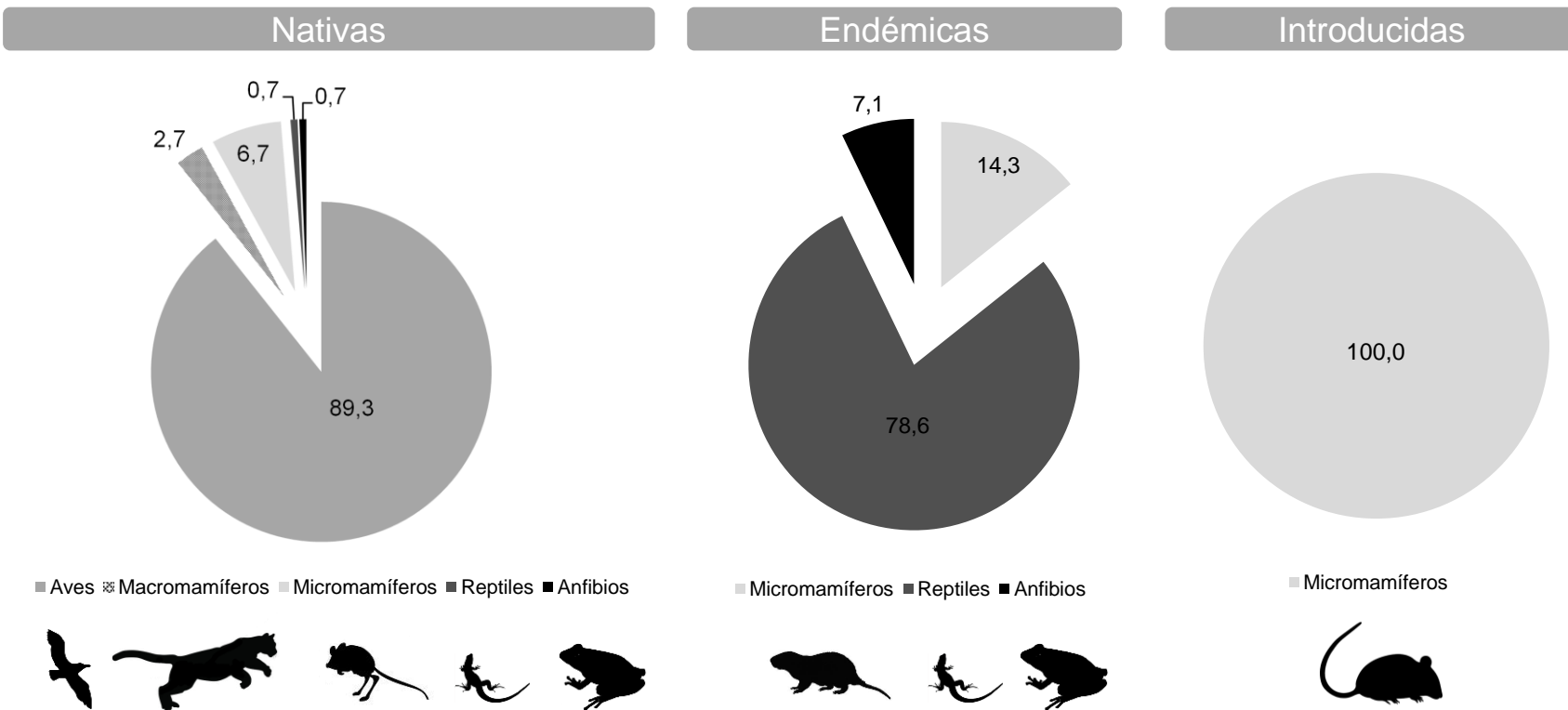
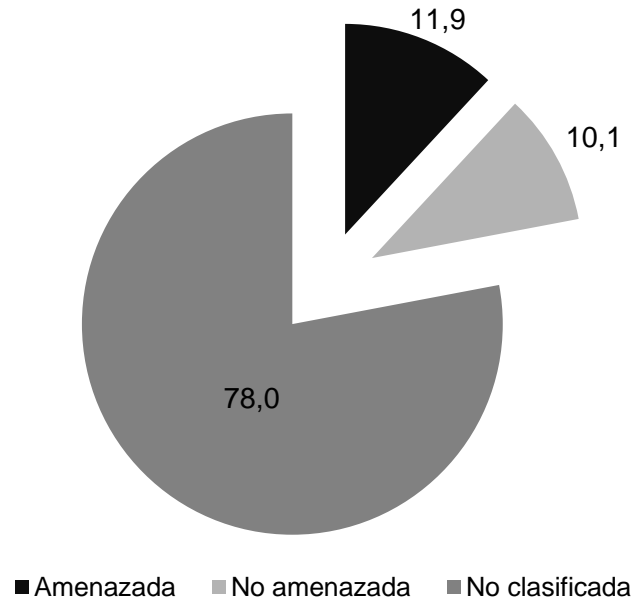


Figura 3-5. Composición porcentual de los grupos taxonómicos para las especies del Humedal del Río Huasco según su origen biogeográfico.

c. Estado de conservación

Dentro del total de especies registradas durante la búsqueda bibliográfica, se registró un total de 20 especies clasificadas en alguna categoría de amenaza, 17 especies clasificadas en alguna categoría fuera de amenaza y el resto de las especies no están clasificadas de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies (RCE). Ver Figura 3-6.



**Figura 3-6. Composición porcentual de las especies clasificadas y no clasificadas de acuerdo a su estado de conservación en el RCE**

Dentro de las especies amenazadas, cuatro especies En Peligro, de las cuales tres son aves y un micromamífero. Mientras que 16 especies son clasificadas como Vulnerables, de las cuales siete son aves, cinco reptiles, dos macromamíferos y un anfibio. Por otra parte dentro de las especies en categorías fuera de amenaza, se encuentran 8 especies Raras, 3 en Preocupación Menor, 3 Insuficientemente Conocidas, 2 especies Casi Amenazadas y una Fuera de Peligro. Ver la Figura 3-7 para el detalle de las especies clasificadas y la contribución de cada grupo taxonómico.

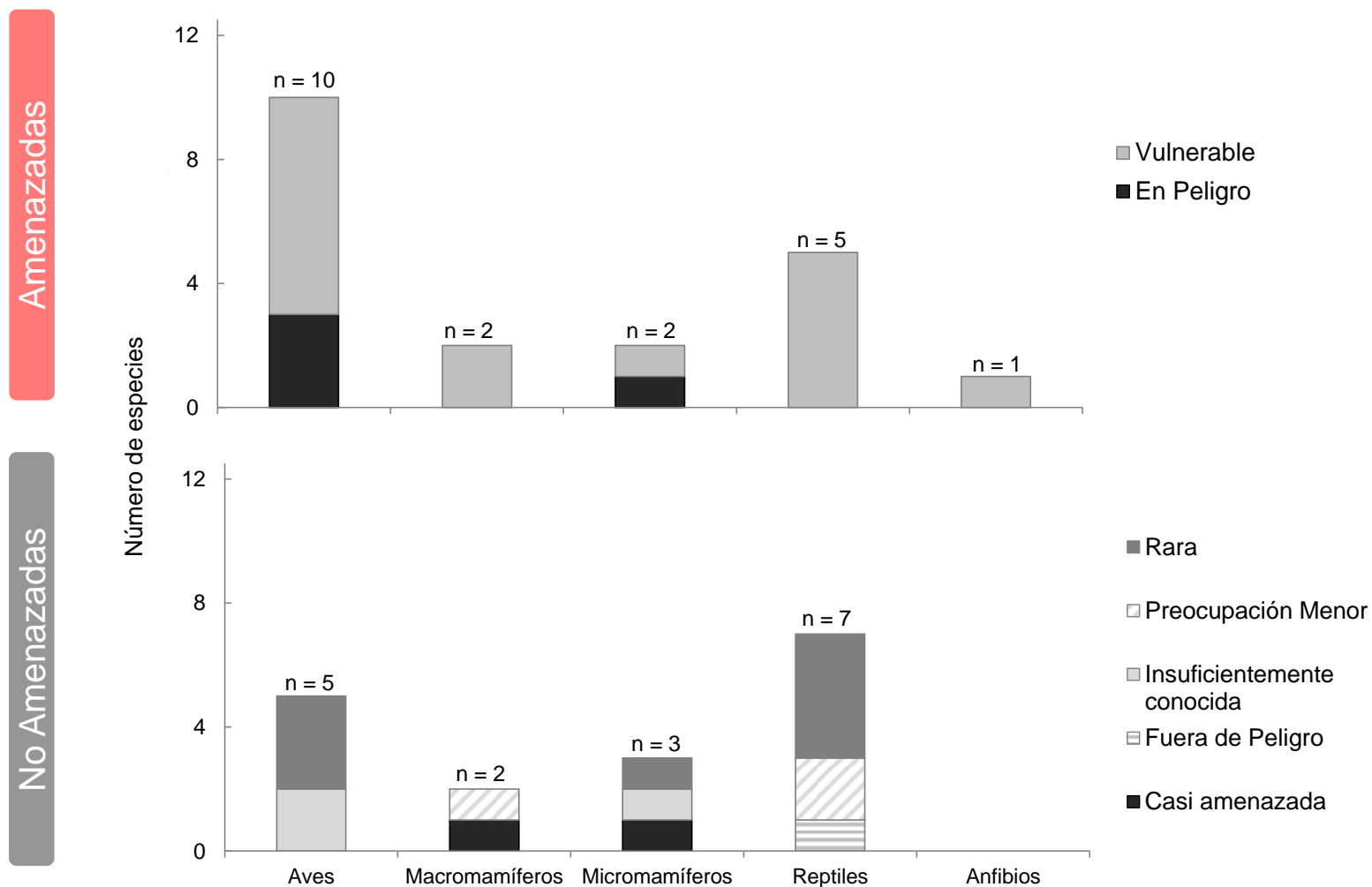


Figura 3-7. Contribución de cada grupo taxonómico a las especies clasificadas como amenazadas y no amenazadas de acuerdo al RCE.

d. Análisis temporal

De acuerdo a la información recopilada en la búsqueda bibliográfica a continuación se detalla los registros de riqueza de especies y abundancia cuando la información así lo permita para cada grupo taxonómico detectado en el Humedal del Río Huasco.

En el estudio corresponde al EIA del proyecto Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero, realizado en el año 1995 dentro del cual no se hizo registro de la abundancia de las especies identificadas y en el que se registró una riqueza total de 13 especies. Donde 8 fueron aves, dos micromamíferos, dos macromamíferos y un reptil. El origen biogeográfico de estas especies indicó que diez de ellas son nativas (77%), dos endémicas con el 15% (*Liolaemus platei* y *Spalacopus cyanus*) y el micromamífero introducido *Lepus europaeus* (8%).

Por otra parte dos especies están clasificadas en categorías de amenaza, registrándose a la especie de micromamífero En Peligro *Spalacopus cyanus* y a la especie de macromamífero Vulnerable *Pseudalopex culpaeus*. Mientras que dos especies están en categorías fuera de amenaza, con *Liolaemus platei* como especie Rara y como especie en *Pseudalopex griseus* Preocupación Menor (Tabla 3-14).

**Tabla 3-14. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero (1995).**

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Athene cucularia</i>	Pequén	Nativa	--	--
	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--
	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--
	<i>Geositta cucularia</i>	Minero	Nativa	--	--
Aves	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Nativa	--	--
	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo	Nativa	--	--
	<i>Phrygillus unicolor</i>	Pajaro plomo	Nativa	--	--
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	--	--

Macromamíferos	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA
Micromamíferos	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre	Introducida	--	--
Reptiles	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI

En el estudio correspondiente a una DIA del proyecto Ruta Costera, Sector Puerto Viejo-Carrizal Bajo, Región de Atacama, realizada en el año 2003 se registró una riqueza total de 31 especies, de las cuales 24 fueron aves, cinco reptiles y dos macromamíferos. Además en este documento se detalló la abundancia registrada para cada especie dentro de los grupos taxonómicos evaluados. Dentro de los grupos taxonómicos las aves fueron las más abundantes registrando 226 individuos totales y de los cuales la especie *Larus dominicanus* fue la dominante con 38 ejemplares. Seguido de los reptiles con 24 ejemplares y los macromamíferos con solo nueve ejemplares de las especies *Pseudalopex griseus* y *Lama guanicoe* (Tabla 3-15).

Dentro de estas especies, los cinco reptiles corresponden a especies endémicas, alcanzando el 16% de la riqueza total. Mientras que el resto de las especies son nativas.

Por otra parte, solo se encontraron dos especies en alguna categoría de conservación, representando el 8% de la riqueza total. Por un lado la especie amenazada *Theristicus melanopis* (En Peligro) y por otro lado la especie no amenazada *Anas platalea* (Insuficientemente Conocida).

En el estudio “Dinámica espacio temporal del ensamble avial”, de carácter científico se evaluó la composición y abundancia de aves durante el periodo 2004-2005. Se reportó una riqueza de 78 especies de avifauna y una abundancia total de 1088 individuos. Dentro de las especies más abundantes se encontró a *Lessonia rufa*, *Larus dominicanus*, *Cathartes aura* y *Fulica armillata*. Ver Tabla 3-16.

Del total de estas especies el 100% corresponde a especies nativas. Además, se registraron 8 especies en categoría de conservación, lo que corresponde al 10% de la avifauna descrita. De estas especies, cuatro se encuentran en categoría de conservación de amenaza, con tres especies Vulnerables (*Larus modestus*, *Phoenicopterus chilensis* y *Falco peregrinus*) y una especie En Peligro (*Theristicus melanopis*).

**Tabla 3-15. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. DIA: Ruta Costera, Sector Puerto Viejo- Carrizal Bajo, Región de Atacama (2003).**

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	38
	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	--	--	24
	<i>Geositta maritima</i>	Minero Chico	Nativa	--	--	23
	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativa	--	--	18
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	--	--	18
	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	--	--	16
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	--	--	15
	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	11
	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	--	--	8
	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercan	Nativa	--	--	7
	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	--	--	6
	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Nativa	--	--	6
	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	--	--	6
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	--	--	6
	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	5
	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	--	--	4
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativa	--	--	3	
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Nativa	--	--	3	

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Muscisaxicola brevirostris</i>	Dormilona fraile	Nativa	--	--	3
	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	2
	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	Nativa	--	--	1
	<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	Nativa	--	--	1
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Nativa	--	--	1
	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	1
Macromamíferos	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	6
	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA	3
	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	10
	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	6
Reptiles	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	3
	<i>Homonota gaudichaudii</i>	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA	1

**Tabla 3-16. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Estudio científico: Ensamble avial Universidad Arturo Prat (2004-2005).**

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	--	--	48
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	38
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	36
<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	--	--	36
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	--	--	32
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	--	--	31
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	--	--	31
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	--	--	30
<i>Oxyura vittata</i>	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--	30
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	--	--	30
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativa	--	--	29
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	29
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Nativa	--	--	27
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	25
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	--	--	25
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	--	--	24
<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	--	--	23
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	--	--	22



Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	Nativa	--	--	22
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	21
<i>Podiceps major</i>	Huala	Nativa	--	--	20
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativa	--	--	20
<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--	20
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Nativa	--	--	19
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	Nativa	--	--	19
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Nativa	--	--	18
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercan	Nativa	--	--	17
<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	16
<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Nativa	--	--	15
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Nativa	--	--	15
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	--	--	14
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativa	--	--	14
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Nativa	--	--	13
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	--	--	13
<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Nativa	--	--	12
<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	--	--	12
<i>Gallinula chloropus</i>	Taguita del norte	Nativa	--	--	12
<i>Porphyriops melanops</i>	Taguita	Nativa	--	--	12

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrun	Nativa	--	--	12
<i>Spinus barbata</i>	Jilguero	Nativa	--	--	11
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativa	--	--	11
<i>Theristicus melanopus</i>	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	10
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Nativa	--	--	10
<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	Nativa	--	--	10
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Nativa	--	--	9
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa	--	--	9
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Nativa	--	--	8
<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	Nativa	--	--	8
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero albiblanco	Nativa	--	--	8
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Nativa	--	--	8
<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativa	--	--	7
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	6
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	6
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Nativa	--	--	6
<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Nativa	--	--	5
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--	5
<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Nativa	--	--	5

Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	--	--	4
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
<i>Circus cinereus</i>	Vari	Nativa	--	--	4
<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	Nativa	--	--	4
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativa	--	--	4
<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	Nativa	--	--	4
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Nativa	--	--	4
<i>Cistothorus platensis</i>	Chercan de las vegas	Nativa	--	--	4
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor	Nativa	--	--	4
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	4
<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	3
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	--	--	2
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Nativa	--	--	2
<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	Nativa	--	--	2
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Nativa	--	--	2
<i>Aphriza virgata</i>	Playero de las rompientes	Nativa	--	--	2
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	--	--	2
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	Nativa	--	--	2
<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Nativa	--	--	2

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Origen</b>	<b>RCE</b>	<b>Documento</b>	<b>Abundancia</b>
<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Nativa	--	--	2
<i>Caracara plancus</i>	Traro	Nativa	--	--	2
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	Nativa	--	--	1

Dentro del informe técnico Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco” se reportó una riqueza total de 152 especies, de las cuales 121 fueron aves (80%), 14 micromamíferos (9%), 11 reptiles (7%), cuatro macromamíferos (3%) y dos anfibios (1%). Del total de estas especies 136 son nativas (89%), 14 son endémicas (9%) y dos introducidas (1,3%). Dentro de estas últimas se encuentran *Mus musculus* y *Rattus norvegicus*.

Por otra parte, del total de las especies 34 se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, alcanzando el 22% de la riqueza total. Dentro de estas especies 20 se encuentran en categorías de amenaza con 16 especies Vulnerables y cuatro En Peligro. Mientras que 14 especies se encuentran en categorías de conservación no amenazadas. Ver la Tabla 3-17.

**Tabla 3-17. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco” (2005).**

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
Anfibios	<i>Rhinella atacamensis</i>	Sapo de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 41/2011 MMA
	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapo de cuatro ojos	Nativa	Casi amenazada	DS 41/2011 MMA
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco Chileno	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantilla	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Nativa	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Calidris canutus</i>	Playero ártico	Nativa	En Peligro	DS 50/2008 MINSEGPRES
	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Nativa	--	--
	<i>Agriornis livida</i>	Mero	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho	Nativa	--	--
	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativa	--	--
	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	--	--
	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	--	--
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	--	--
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	Nativa	--	--
	<i>Anthus correndera</i>	Balarin chico	Nativa	--	--
	<i>Aphriza virgata</i>	Playero de las rompientes	Nativa	--	--
	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativa	--	--
	<i>Arenaria interpres</i>	Playero vuelvepedras	Nativa	--	--
	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Nativa	--	--
	<i>Bubo magallanicus</i>	Tucuquere	Nativa	--	--
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	--	--
	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Nativa	--	--
	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	Nativa	--	--
	<i>Calidris bairdii</i>	Playero de Baird	Nativa	--	--
	<i>Caracara plancus</i>	Traro	Nativa	--	--
	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--
	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Nativa	--	--
	<i>Charadrius falklandicus</i>	Chorlo de doble collar	Nativa	--	--
	<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	Nativa	--	--
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	--	--
	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Nativa	--	--
	<i>Circus cinereus</i>	Vari	Nativa	--	--
	<i>Cistothorus platensis</i>	Chercan de las vegas	Nativa	--	--
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	Nativa	--	--
	<i>Columba livia</i>	Paloma	Nativa	--	--
	<i>Columbia picui</i>	Tortolita cuyana	Nativa	--	--
	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Nativa	--	--
	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativa	--	--
	<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	Nativa	--	--
	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativa	--	--
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Nativa	--	--
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	--	--
	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío fío	Nativa	--	--
	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	Nativa	--	--
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativa	--	--
	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	--	--



Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	--	--
	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Nativa	--	--
	<i>Gallinula chloropus</i>	Taguita del norte	Nativa	--	--
	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Nativa	--	--
	<i>Geositta rufipennis</i>	Minero cordillerano	Nativa	--	--
	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	Nativa	--	--
	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Nativa	--	--
	<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	Nativa	--	--
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Nativa	--	--
	<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrun	Nativa	--	--
	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Nativa	--	--
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	--	--
	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	Nativa	--	--
	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativa	--	--
	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	--	--
	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	--	--
	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato juarjual	Nativa	--	--
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Nativa	--	--
	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Nativa	--	--
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Muscisaxicola brevirostris</i>	Dormilona fraile	Nativa	--	--
	<i>Netta peposaca</i>	Pato negro	Nativa	--	--
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Nativa	--	--
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	--	--
	<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	Nativa	--	--
	<i>Oxyura vittata</i>	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	Nativa	--	--
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	Nativa	--	--
	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Nativa	--	--
	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Nativa	--	--
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	--	--
	<i>Phalaropus tricolor</i>	Pollito de mar tricolor	Nativa	--	--
	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	--	--
	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	Nativa	--	--
	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	Nativa	--	--
	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativa	--	--
	<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dorado	Nativa	--	--
	<i>Podiceps major</i>	Huala	Nativa	--	--
	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Porphyriops melanops</i>	Taguita	Nativa	--	--
	<i>Pseudasthenes humicola</i>	Canastero	Nativa	--	--
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	Nativa	--	--
	<i>Recurvirostra andina</i>	Caití	Nativa	--	--
	<i>Rhodopsis vesper vesper</i>	Picaflor del norte	Nativa	--	--
	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	--	--
	<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Nativa	--	--
	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Nativa	--	--
	<i>Spinus barbata</i>	Jilguero	Nativa	--	--
	<i>Sterna hurundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	Nativa	--	--
	<i>Sterna paradisaea</i>	Gaviotín ártico	Nativa	--	--
	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Nativa	--	--
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Nativa	--	--
	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	Nativa	--	--
	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	Nativa	--	--
	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Perdicita	Nativa	--	--
	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Nativa	--	--
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa	--	--
	<i>Tringa semipalmata</i>	Playero grande	Nativa	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercan	Nativa	--	--
	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativa	--	--
	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Nativa	--	--
	<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurrilla	Nativa	--	--
	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	--	--
	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	Nativa	--	--
	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativa	--	--
	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	--	--
Macromamíferos	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA
	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA
	<i>Puma concolor</i>	Puma	Nativa	Casi amenazada	DS 42/2011 MMA
Micromamíferos	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Desmodus rotundus</i>	Piuchen	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Abrocoma bennetti</i>	Ratón común chinchilla	Endémica	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Mus musculus</i>	Ratón común	Introducida	--	--
	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	Introducida	--	--

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento
	<i>Abrotrix olivaceus</i>	Ratón lanudo común	Nativa	--	--
	<i>Akodon olivaceus</i>	Ratón oliváceo	Nativa	--	--
	<i>Eligmodontia typus</i>	Ratoncito de pie sedoso	Nativa	--	--
	<i>Histiotus montanus</i>	Muerciélago orejudo	Nativa	--	--
	<i>Octodon degu</i>	Degu	Nativa	--	--
	<i>Olygorizomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga	Nativa	--	--
	<i>Phyllotis darwini</i>	Ratoncito de Darwin	Nativa	--	--
	<i>Thylamys elegans</i>	Yaca	Nativa	--	--
	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Microlophus atacamensis</i>	Corredor de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI
Reptiles	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI
	<i>Homonota gaudichaudii</i>	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA

<b>Grupo taxonómico</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Origen</b>	<b>RCE</b>	<b>Documento</b>
	<i>Liolaemus copiapensis</i>	Lagartija de Copiapó	Endémica	Fuera de peligro	DS 5/1998 MINAGRI

Dentro de este EIA realizado el año 2006 del proyecto Central Guacolda Unidad N° 3, se registró un total de 42 especies. De las cuales 35 correspondieron a aves (83%), tres micromamíferos, dos macromamíferos y dos reptiles. De estas especies 38 son nativas (90%), dos son endémicas (*Liolaemus bisignatus* y *Spalacopus cyanus*) y dos son introducidas (*Lepus europaeus* y *Oryctolagus cuniculus*). Ver Tabla 3-18.

De las especies registradas, 8 se encuentran en alguna categoría de conservación, alcanzando el 19% de la riqueza registrada. De estas especies, tres están dentro de categorías de conservación de amenaza: *Spalacopus cyanus* (En Peligro) y *Gallinago paraguaiiae* y *Pseudalopex culpaeus* (Vulnerables). Mientras que cinco especies están en categorías fuera de amenaza: *Liolaemus bisignatus* y *Ardea cocoi* (Raras), *Pseudalopex griseus* y *Liolaemus fuscus* (Preocupación Menor), *Anas platalea* (Insuficientemente Conocida).

**Tabla 3-18. Listado de especies de avifauna, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. EIA: Central Guacolda Unidad N°3 (2006).**

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	--	--	66
	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	--	--	60
	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	--	--	34
	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	26
	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Nativa	Insuficientemente conocido	Insuficientemente conocido	25
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	--	--	19
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	18
	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	--	--	15
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	--	--	15
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	--	--	13
	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	--	--	11
	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Nativa	--	--	11
	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	11
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	--	--	11
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	--	--	8
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	Nativa	--	--	8
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	--	--	8	



Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativa	--	--	6
	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Nativa	--	--	6
	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	--	--	6
	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Nativa	--	--	6
	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Nativa	--	--	6
	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina	Nativa	Vulnerable	Vulnerable	6
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	--	--	5
	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	--	--	5
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Nativa	--	--	4
	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativa	Rara	Rara	4
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Nativa	--	--	3
	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Nativa	--	--	3
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	--	--	2
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Nativa	--	--	2
	<i>Podiceps major</i>	Huala	Nativa	--	--	2
	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Nativa	--	--	2
	<i>Porphyriops melanops</i>	Taguita	Nativa	--	--	1
	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Nativa	--	--	1
Macromamíferos	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	Preocupación menor	1

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	Vulnerable	1
	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre	Introducida	--	--	1
Micromamíferos	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Endémica	En Peligro	En Peligro	1
	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Introducida	--	--	1
	<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	Nativa	Preocupación menor	Preocupación menor	1
Reptiles	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	Rara	1

El informe técnico GMA Caracterización Biológica, realizado durante 2006, se registró una riqueza total de 89 especies. De las cuales 60 correspondieron a aves (67%), 14 a micromamíferos (16%), 11 a reptiles (12%) y cuatro a macromamíferos (5%). De estas especies 74 son de origen nativo (83%), 13 son endémicas (15%) y dos son introducidas (2%).

La abundancia fue registrada directamente solo para la avifauna, las cuales alcanzaron los 1199 individuos, de los cuales *Anas cyanoptera*, *Anas sibilatrix*, *Fulica armillata*, *Larus dominicanus* y *Anas flavirostris oxyptera* fueron las más abundantes. Por otra parte para el resto de los grupos taxonómicos solo se registró su presencia indirectamente.

Por otra parte, 22 especies están bajo alguna categoría de conservación, alcanzando el 25% de la riqueza total. De estas especies 11 están en categorías de amenaza y 11 en categorías fuera de amenaza. Ver la Tabla 3-19.

**Tabla 3-19. Listado de especies, origen biogeográfico y categoría de conservación RCE de fauna del Humedal del Río Huasco identificada en el estudio. Informe técnico: GMA caracterización Biológica (2006).**

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
Aves	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	--	--	229
	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	--	--	172
	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	--	--	162
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	--	--	149
	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	Pato jergón chico del norte	Nativa	--	--	137
	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	Nativa	--	--	54
	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Nativa	--	--	49
	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	--	--	23
	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Nativa	--	--	16
	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor	Nativa	--	--	15
	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina Chilena	Nativa	--	--	15
	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Nativa	--	--	12
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	--	--	9
	<i>Charadrius collaris</i>	Chorlo de collar	Nativa	--	--	9
	<i>Pseudasthenes humicola</i>	Canastero	Nativa	--	--	8
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Nativa	--	--	8	

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	Nativa	--	--	8
	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	--	--	7
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	Nativa	--	--	7
	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativa	--	--	6
	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	Nativa	--	--	6
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	--	--	6
	<i>Cinclodes oustaleti</i>	Churrete chico	Nativa	--	--	5
	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativa	--	--	5
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	--	--	5
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	--	--	5
	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	--	--	4
	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	--	--	4
	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Nativa	--	--	4
	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	--	--	3
	<i>Rynchops niger</i>	Rayador	Nativa	--	--	3
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	--	--	3
	<i>Gallinula chloropus</i>	Tagueta del norte	Nativa	--	--	3
	<i>Spinus barbata</i>	Jilguero	Nativa	--	--	3

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Piden	Nativa	--	--	3
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	--	--	3
	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Nativa	--	--	3
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	Nativa	--	--	3
	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa	--	--	2
	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	Nativa	--	--	2
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	--	--	2
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Nativa	--	--	2
	<i>Podiceps major</i>	Huala	Nativa	--	--	2
	<i>Rhodopsis vesper vesper</i>	Picaflor del norte	Nativa	--	--	2
	<i>Porphyriops melanops</i>	Taguita	Nativa	--	--	1
	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	Nativa	--	--	1
	<i>Oxyura vittata</i>	Pato rana de pico delgado	Nativa	--	--	1
	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativa	--	--	1
	<i>Circus cinereus</i>	Vari	Nativa	--	--	1
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Nativa	--	--	1
	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	--	--	1

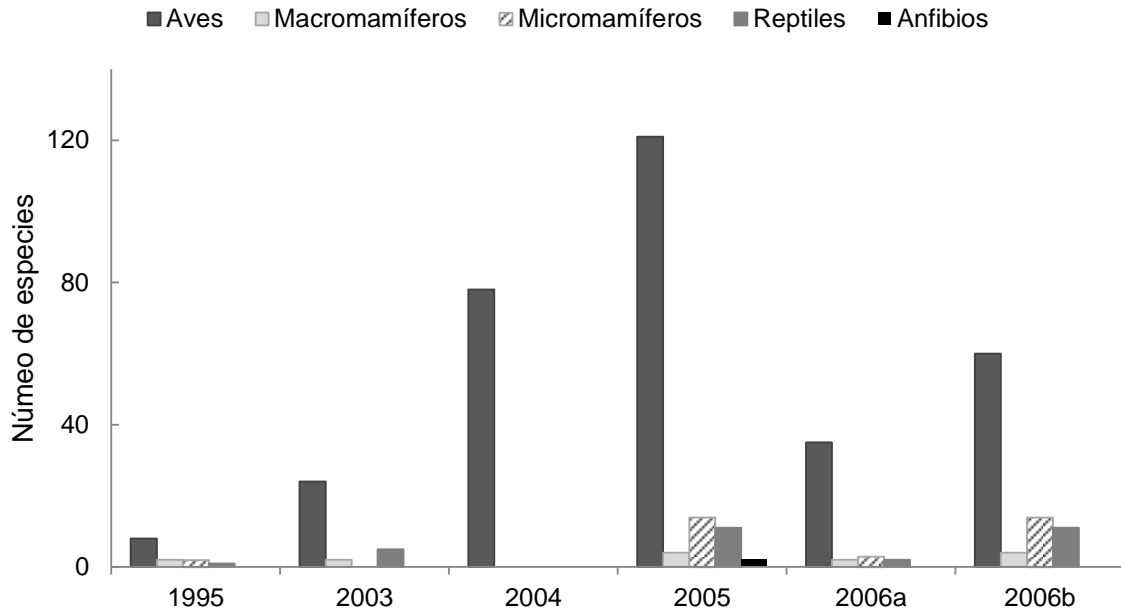
Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	Nativa	--	--	1
	<i>Bubo magallanicus</i>	Tucuquere	Nativa	--	--	1
	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Nativa	--	--	1
	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	--	--	1
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	--	--	1
	<i>Muxcisaxicola macloviana</i>	Dormilona tontita	Nativa	--	--	1
	<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	6
	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	1
	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativa	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	1
Macromamíferos	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	Preocupación menor	DS 33/2012 MMA	X
	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	X
	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativa	Vulnerable	DS 33/2012 MMA	X
	<i>Puma concolor</i>	Puma	Nativa	Casi amenazada	DS 42/2011 MMA	X
Micromamíferos	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	Introducida	--	--	X
	<i>Olygorizomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga	Nativa	--	--	X

Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Abrotrix olivaceus</i>	Ratón lanudo común	Nativa	--	--	X
	<i>Thylamys elegans</i>	Yaca	Nativa	--	--	X
	<i>Akodon olivaceus</i>	Ratón oliváceo	Nativa	--	--	X
	<i>Octodon degu</i>	Degu	Nativa	--	--	X
	<i>Phyllotis darwini</i>	Ratoncito de Darwin	Nativa	--	--	X
	<i>Eligmodontia typus</i>	Ratoncito de pie sedoso	Nativa	--	--	X
	<i>Histiotus montanus</i>	Muerciélago orejudo	Nativa	--	--	X
	<i>Mus musculus</i>	Ratón común	Introducida	--	--	X
	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	Nativa	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Desmodus rotundus</i>	Piuchen	Nativa	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Endémica	En Peligro	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Abrocoma bennetti</i>	Ratón chinchilla común	Endémica	Insuficientemente conocido	DS 5/1998 MINAGRI	X
Reptiles	<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana Chilena	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X



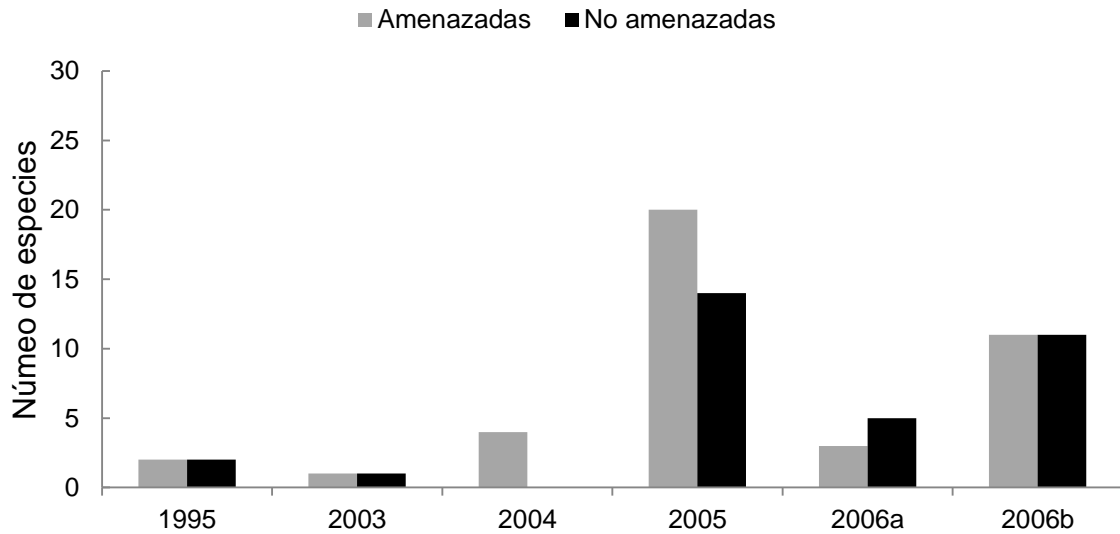
Grupo taxonómico	Nombre científico	Nombre común	Origen	RCE	Documento	Abundancia
	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Microlophus atacamensis</i>	Corredor de Atacama	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Endémica	Rara	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Liolaemus copiapoensis</i>	Lagartija de Copiapó	Endémica	Fuera de peligro	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	Endémica	Vulnerable	DS 5/1998 MINAGRI	X
	<i>Homonota gaudichaudii</i>	Salamanqueja del norte chico	Endémica	Preocupación menor	DS 52/2014 MMA	X

Dentro de los estudios recopilados, la mayor riqueza en todos ellos fue para las aves las que en su gran mayoría superan las 20 especies. Gran parte de los registros corresponden a aves de hábitos marinos, acuáticos o ribereños. Mientras que la riqueza de especies terrestres es reducida. Luego siguen los micromamíferos y los reptiles, los cuales superan las 10 especies. Mientras que los macromamíferos y los anfibios fueron los menos frecuentes no superando las cuatro especies. Para los anfibios, solo fueron registrados en uno de los estudios realizados en 2005 donde se detectó la presencia de *Rhinella atacamensis* y *Pleurodema thaul* pero sin indicar la abundancia observada (Figura 3-8).



**Figura 3-8. Riqueza de especies para cada grupo taxonómico registrado en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad N°3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006).**

Por otra parte, dentro de toda la información recopilada siempre se registraron especies en categoría de conservación amenaza y de no amenaza. El mayor número de especies con problemas de conservación se encuentran entre los años 2005-2006 (Figura 3-9). En general las especies clasificadas corresponden en su mayoría a aves y reptiles.



**Figura 3-9** Número de especies en algún grado de amenaza registradas en los estudios recopilados. 2006a: EIA Central Guacolda Unidad N°3 (2006), 2006b: GMA caracterización Biológica (2006).

#### 3.3.4.4 Biota Acuática

En base a los documentos revisados con información relevante de la biota acuática, se encontró un total de 12 estudios, de los cuales cuatro corresponden a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), uno a Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y siete correspondientes a informes técnicos y expedientes (Tabla 3-20).

En 1998 TESAM S.A. realizó el Estudio de Impacto Ambiental para Cementos Chile, el cual ingresó al Sistema de Evaluación de impacto ambiental bajo el nombre de “Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento”. Dentro de las alteraciones potenciales de este proyecto, esencialmente ligadas a las instalaciones correspondientes al Terminal Marítimo de Punta de Loros, se encuentra la alteración a la biota marina, lo cual afectaría tanto a los hábitats de fauna marina durante la construcción, como la riqueza y abundancia de especies marinas durante el periodo de operación y mantenimiento. En la línea de base se destaca la dominancia del *Lessonia nigrescens* y bivalvos *Perumytilus purpuratus* en ambientes intermareales rocosos, crustáceos Porcellanidos en playas de bolones, *Lessonia trabeculata* en zonas submareales de sustrato duro y algas crustosas calcáreas y erizos *Tetrapygyus niger* en rocas consolidadas. Por otro lado, las áreas de fondos blandos se han visto representados por moluscos como el caracol *Turritela cingulata*, pequeños crustáceos y poliquetos (Tabla 3-21).

El Estudio de Impacto Ambiental desarrollado al año siguiente (1999) para el proyecto “Ampliación y habilitación del terminal marítimo Las Losas” de la empresa Mineras del Pacífico, arroja resultados similares. En éste se destaca la presencia de una comunidad simple, de baja cobertura algal y dominancia de Poliquetos y crustáceos en la zona del intermareal rocoso; presencia de *Lessonia* sp., gastrópodos y baja ocurrencia de Alpagatas y Jerguillas en el sublitoral rocoso; mientras que las áreas de fondos blandos se vieron representadas por caracoles *Turritela cingulata* (Tabla 3-21).

En el contexto de la construcción del complejo termoeléctrico “Central Guacolda Unidad N°3” situado en la comuna de Huasco, se realizó una línea de base que

incluyó la caracterización de la fauna acuática en los cuerpos de agua dulce de la cuenca del río Huasco y la zona estuarina. En dicha prospección se registraron tres especies de peces, dos estuarinas: *Galaxias maculatus* (Vulnerable) y *Mugil cephalus* (Fuera de Peligro), además de *Gambusia holbroki*, especie introducida. En este documento se destaca la presencia potencial del pejerrey del norte (*Basilichthys microlepidotus*) especie En Peligro de extinción. Por otro lado, la macrofauna dominante en el sector sublitoral fueron los moluscos y poliquetos, además de la presencia de gastrópodos y crustáceos, mientras que las comunidades intermareales se vieron representadas por algas *Ulva lactuca*, *Iridaea* sp., y *Durvillea antarctica*, además de moluscos *Littorina peruviana* y crustáceos *Jehlius cirratus* (Tabla 3-21).

Durante el año 2010, esta misma empresa, a raíz de la línea de base ejecutada en base al Estudio de Impacto Ambiental ligado a la construcción de la quinta unidad de la central, al igual que en el estudio anterior, el sector sublitoral se vio dominado por moluscos, poliquetos y crustáceos, en tanto que las comunidades intermareales presentaron gran cobertura de algas *Ulva lactuca* y predominancia de gastrópodos *Littorina peruviana*, *Austrolittorina peruviana*, crustáceos *Jehlius cirratus* y moluscos *Nodilittorina araucan*.

El año 2012 a raíz del proyecto “Modificación de la Central Hidroeléctrica río Huasco mediante instalación subestación eléctrica río Huasco” en el embalse Santa Juana, se destaca también la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en la zona de emplazamiento del proyecto (Tabla 3-21).

Por otro lado, diversos estudios elaborados desde 2004 a 2011 (ver Tabla 3-20) han declarado en sus informes técnicos la presencia del camarón *Cryphiops caementarius* e ictiofauna constituida por las especies *Galaxias maculatus*, *Mugil cephalus*, *Gambusia holbroki*, *Basilichthys microlepidotus*, *Cheirodon pisciculus* y *Trichomycterus areolatus* en la cuenca y zona estuarina del río Huasco (Tabla 3-21).

**Tabla 3-20 Proyectos y estudios consultados.**

Proyectos	Año (Aprobación)	Tipo	Solicita	Emite
Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento.	1998	EIA	Minera Melón S.A	TESAM
Ampliación y habilitación terminal marítimo Las Losas.	1999	EIA	Compañía Minera del Pacífico S.A	TESAM
Central Guacolda Unidad N° 3.	2006	EIA	Empresa Eléctrica Guacolda S.A	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A
Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A	2010	EIA	Empresa Eléctrica Guacolda S.A	Jaime Illanes y Asociados Consultores S.A
Modificación Central hidroeléctrica río Huasco.	2012	DIA	Hidroeléctrica Río Huasco S.A	Hidroeléctrica Río Huasco S.A
Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Huasco	2004	Informe técnico	Dirección General de Aguas (DGA)	CADE-IDEPE
Solicitud para creación de Santuario de la Naturaleza "Humedal Estuario del río Huasco".	2005	Expediente	CONAMA región de Atacama	CONAMA región de Atacama
Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática.	2006	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Levantamiento y análisis de información sobre uso y propiedad de los terrenos insertos en el sitio prioritario estuario del río Huasco – Laguna Carrizal bajo, como insumo para la preparación de expedientes y formulación de solicitudes de creación de áreas protegidas en la comuna de Huasco, región de Atacama.	2007	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Plan de manejo participativo del sitio prioritario Estuario del río Huasco, utilizando la metodología propuesta por The Nature Conservancy. Planificación para la conservación de áreas (PCA).	2007	Informe técnico	CONAMA región de Atacama	Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores
Análisis de impacto económico y social de anteproyecto de normas secundarias de calidad - Cuenca río Huasco.	2009	Informe técnico	Dirección General de Aguas	DSS AMBIENTE

			(DGA)	
Evaluación preliminar de caudales ecológicos en la cuenca del río Huasco (Chile) mediante la simulación del hábitat físico del pejerrey <i>Basilichthys microlepidotus</i> y el camarón de río <i>Cryphiops caementarius</i> .	2012	Informe técnico	Ministerio del Medio Ambiente (MMA)	UICN

---

**Tabla 3-21 Grupos taxonómicos identificados en zona de interés. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco.**

Grupo	Filó	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	IR	PB	SM	SL		EH CR
										R	B	
<b>Algas</b>	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	<i>Lessonia</i> sp.					x	
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	<i>Lessonia trabeculata</i>				x		
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Laminariales	Lessoniaceae	Lessonia	<i>Lessonia nigrescens</i>	x					
	Ochrophyta	Phaeophyceae	Fucales	Durvillaeaceae	Durvillea	<i>Durvillea antarctica</i>	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	<i>Ulva</i> sp.	x					
	Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	Ulva	<i>Ulva lactuca</i>	x					
	Rhodophyta	Florideophyceae	Gigartinales	Gigartinaceae	Iridaea	<i>Iridaea</i> sp.	x					
<b>Zoobentos</b>	Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Perumytilus	<i>Perumytilus purpuratus</i>	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina	<i>Littorina peruviana</i>	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina (Austrolittorina)	<i>Austrolittorina peruviana</i>	x					
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Nodilittorina	<i>Nodilittorina araucana</i>	x					
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Turritellidae	Turritella	<i>Turritella cingulata</i>				x		x
	Mollusca	Gastropoda	-	-	-	Gastropoda indet.					x	
	Mollusca	-	-	-	-	Mollusca indet.					x	
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	Jehlius	<i>Jehlius cirratus</i>	x					
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	<i>Petrolisthes</i> sp.				x		

Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Allopetrolisthes	<i>Allopetrolisthes</i> sp.	x		
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops	<i>Cryphiops caementarius</i>			x
Arthropoda	Crustacea (Subfilo)	-	-	-	Crustacea indet.	x		x
Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	Tetrapygyus	<i>Tetrapygyus niger</i>		x	
Annelida	Polichaeta	-	-	-	Polichaeta indet.	x		x



**Tabla 3-22 Especies de peces presentes en el río Huasco y zona estuarina.**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Origen biogeográfico</b>	<b>Estado de conservación</b>
<i>Trychomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Nativa	Vulnerable
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Nativa	Insuficientemente conocida
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Nativa	Vulnerable
<i>Gambusia holbroki</i>	Gambusia	Introducida	-

**3.3.5 Actividad 5 Revisar y sistematizar la información relevante de estudios realizados en el área de influencia del humedal en relación a derechos de agua, hidrología e hidrogeología de parte baja de la cuenca del río Huasco.**

Se incluye mapa de ubicación geográfica de derechos de agua superficiales y subterráneos en el área de estudio (Figura 3-10). Esto fue verificado y complementado con la información solicitada conforme a ley de transparencia a DGA (Tabla 6-3).

De manera de conocer el estado del caudal de aguas superficiales que ingresa al humedal del río Huasco se recopiló la información obtenida de la estación DGA “río Huasco Bajo” (6.849.338 N y 286.712 E), la cual registró datos sólo para el período entre 1987-2000 (luego de esto su estatus es “Suspendida”). Además, se evaluó el documento: “Diagnostico y clasificación de los cursos de agua según objetivos de calidad/ Cuenca del río Huasco (Cade-Idepe 2004), incluido en la Tabla 3-20.

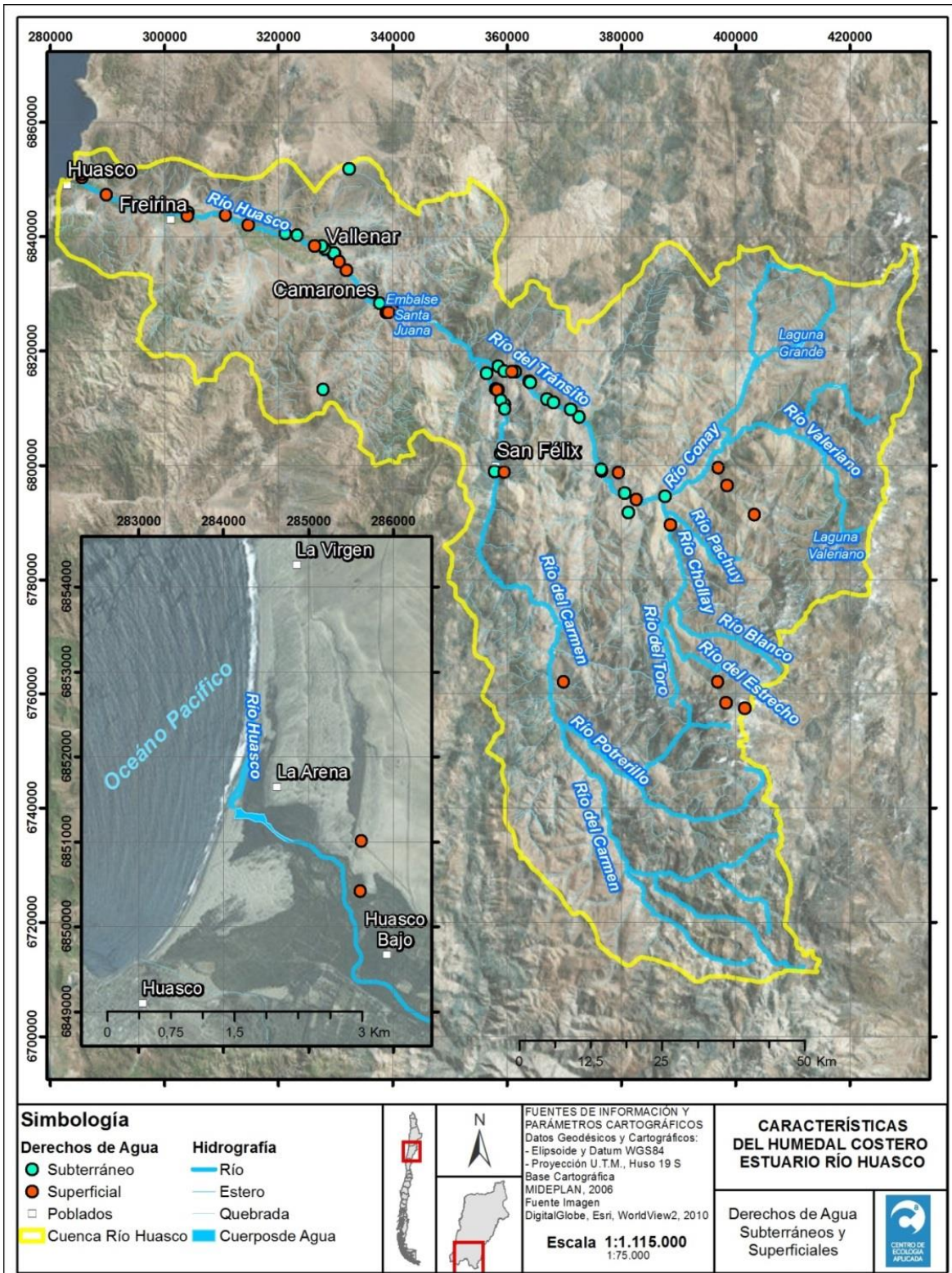


Figura 3-10 Hidrología de la cuenca del río Huasco.

## **4 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: LEVANTAR INFORMACIÓN BIOLÓGICA ACTUALIZADA, ASÍ COMO TAMBIÉN DE; EL O LOS ECOSISTEMAS PRESENTES Y PROPONER UNO O MÁS OBJETOS DE PROTECCIÓN SEGÚN EL VALOR ECOSISTÉMICO IDENTIFICADO**

### **4.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Aplicar la Carta de Ocupación de Tierras (COT) para establecer las unidades vegetacionales y pisos vegetacionales como proxy a ecosistemas.
2. Identificar el listado de especies de flora y vegetación por unidad vegetal
3. Para cada componente ambiental presentar un listado actualizado de las especies y su estado de conservación de acuerdo a los Decretos Supremos del reglamento de Clasificación de Especies y otros instrumentos oficiales.
4. Georreferenciar, cartografiar y generar metadatos con toda la información que se obtenga en las campañas de terreno.
5. Analizar los cambios en la diversidad biológica del humedal desde el año 2005 hasta el 2016.
6. A partir de la información existente y la información generada en el desarrollo de este estudio, establecer los objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza.
7. Elaborar un documento con la caracterización biológica integral del humedal costero.

### **4.2 Materiales y Métodos**

El área de estudio, correspondiente al Humedal Costero Estuario Huasco (28°26'49" S; 71°12'00" W), se encuentra a 1,5 km de la comuna de Huasco, perteneciente a la provincia homónima, la cual limitada al norte con la provincia de Copiapó y hacia el sur con la región de Coquimbo, en la región de Atacama.

La comuna de Huasco se caracteriza por emplazarse al interior del subsistema transversal del valle de Huasco donde se desarrolla fuertemente la agricultura y con menor intensidad la industria de generación de energía eléctrica y la minera. Las características climáticas de esta zona dan paso a una zona transicional de vegetación, fauna e hidrología entre la Sub-región del Desierto Costero hacia la zona Central de Chile, por lo que el Humedal costero Estuario del río Huasco es el último de los escasos humedales litorales de la zona Semiárida de Chile (Sielfeld et al., 2012).

Dado el alto dinamismo que presentan estos ecosistemas, este estudio considera una extensión más amplia a la zona costera, considerando el estuario como elemento principal del humedal litoral, pero que depende de la interacción del río y sus riberas desde su

naciente hasta su desembocadura. Es por ello, que dependiendo del componente en evaluación abarcamos diferentes áreas de la zona de estudio lo que es posible observar en la Figura 3-1.

En las campañas de invierno (julio) y primavera (octubre) de 2016 se monitoreó:

- puntos para componentes de biota acuática (H1-H6),
- puntos para calidad de agua y sedimentos (H1-H5),
- 13 puntos para avistamientos y catastro de aves ( AV1-AV13),
- puntos para catastro de fauna (FAU1- FAU8)
- 20 puntos de observación para levantamiento de información vegetacional y Carta de Ocupación de Tierras (COT).

Junto con ello el 23 y 24 de agosto se sobrevoló el humedal obteniendo imágenes de 260 ha aproximadamente donde se obtuvo información complementaria para realizar la caracterización vegetacional, de uso de suelo y algunas actividades del Capítulo 3 de este informe.

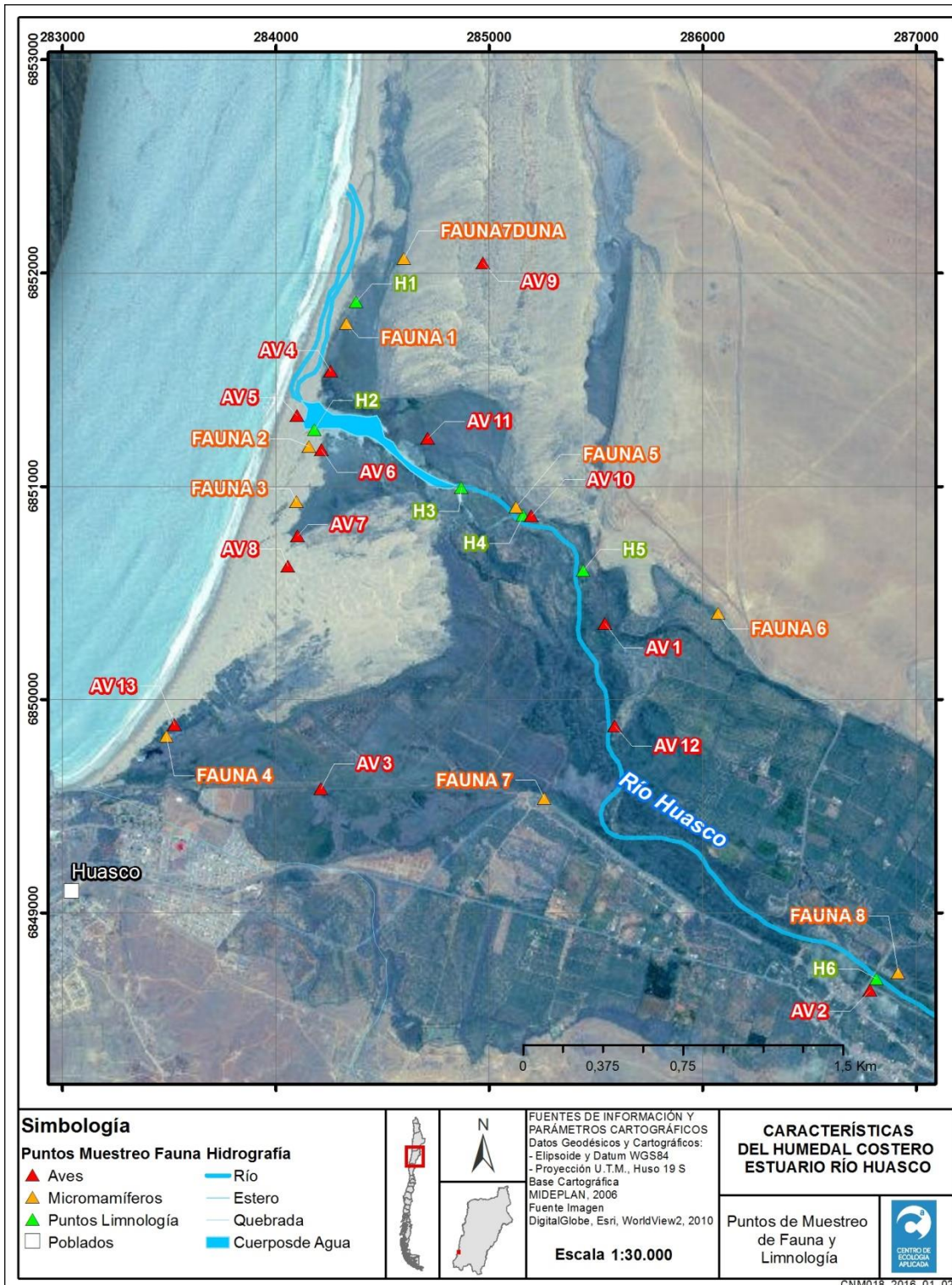


Figura 4-1 Puntos de muestreo limnológicos (biota acuática, calidad de agua y sedimentos), fauna (micromamíferos) y aves correspondientes a la campaña de invierno y primavera 2016.

#### **4.2.1 Caracterización del hábitat**

El entendimiento de la dinámica del ecosistema y cómo los cambios en las variables físicas en el humedal influyen en las características químicas y biológicas es esencial para la comprensión de las interacciones y funcionamiento del sistema. En este sentido, se desarrolla la caracterización del hábitat físico en sistemas acuático, lo que permite visualizar a mayor escala diferentes factores que influyen en estado de las comunidades biológicas (García et al. 2012). La variación en las condiciones del lugar como cobertura vegetal, velocidad de la corriente, tamaño del sustrato, entre otros puede determinar la distribución de diferentes especies en la cuenca (Freeman & Grossman, 1993). De mismo modo, tener registros del hábitat a través del tiempo proporciona información valiosa a la hora de explicar cambios en el medio acuático y semiacuático. Con este objetivo en cada uno de los sitios ha sido desarrollada una ficha de caracterización del área de muestreo. En ella se describe mediante fotografías y valores las características generales cualitativas de la condición de la ribera, intervenciones antrópicas, predominancia vegetal y de manera cuantitativas la profundidad del río, turbidez, velocidad de corriente, entre otras

En específico la velocidad de corriente se estimó utilizando un flujómetro digital General Oceanics modelo 2030 con rotor standard S2030-R de 0,01 de precisión. Se informa el promedio de tres mediciones. Para cada medición se sumerge el flujómetro por 15 segundo, anotando el número de vueltas contadas por la rotación de la hélice. Lo cual mediante la fórmula del propio instrumento en gabinete se transforma a la medición en m/s. En ríos caudalosos, esta medición se realiza en la orilla.

#### **4.2.2 Calidad de agua y sedimentos**

La toma y preservación de muestras para análisis de calidad de agua y sedimentos se realizó de acuerdo al procedimiento general de muestreo PGL-13 del Laboratorio Ambiental Centro de Ecología Aplicada Ltda. "Recomendaciones para el muestreo y preservación de las muestras", el cual está basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22<sup>nd</sup> Edition, 2012 y las normas chilenas NCh 411/1 Of.96, NCh 411/3 Of.96, NCh 411/4 Of.97 y NCh 411/6 Of.98.

Las muestras con tiempo de análisis ( *Holding time* ) de 24 horas (o inferior a la duración de la campaña de terreno), debidamente preservadas, fueron enviadas al finalizar cada jornada de trabajo a los laboratorios correspondientes acreditados por el Instituto Nacional de Normalización (INN). Para aquellas muestras con tiempo de análisis mayor a lo mencionado, se trasladaron debidamente preservadas a los laboratorios correspondientes acreditados por el INN, al finalizar la campaña de terreno.

#### 4.2.2.1 Análisis físico-químicos

Las muestras de agua y sedimento fueron analizadas en laboratorios acreditados por el INN cuyos certificados de acreditación corresponden a los siguientes: CEA (LE677), SGS (LE117 y LE118), Biodiversa (LE128), HIDROLAB (LE215) y ECOGESTION AMBIENTAL (LE1283). Los métodos utilizados para el análisis en laboratorio e *in-situ* de cada uno de los parámetros, y los laboratorios se muestran en la Tabla 4-1 y Tabla 4-2.

**Tabla 4-1 Métodos de muestreo y análisis de los parámetros físico y químicos monitoreados en la columna de agua del Humedal Huasco monitoreadas en dos campañas (invierno y primavera) de 2016.**

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Temperatura	° C	PTL-26 Procedimiento de Determinación de Temperatura, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2550 B.	CEA
Conductividad eléctrica	mS/cm	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Salinidad	g/L	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2520 B.	CEA
Oxígeno disuelto	mg/L	PTL-23 Procedimiento de Determinación de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-O G.	CEA
pH	-	PTL-22 Procedimiento de Determinación de pH basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-H+B.	CEA
Carbonatos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Clorofila	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and	BIODIVERS A

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 10200 H	
Bicarbonatos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Alcalinidad total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2320 B.	CEA
Materia orgánica	mg/L	Pérdida por ignición	CEA
Color (Pt-Co)	-	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 2120 B	HIDROLAB
Turbiedad	NTU	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 2130 B.	CEA
Sólidos sedimentables	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 2540 F	HIDROLAB
Aluminio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Aluminio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Arsénico	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Arsénico disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Bario	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Bario disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Berilio	mg/L		HIDROLAB



Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	
Berilio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Boro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Boro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cadmio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cadmio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cianuro total	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 4500 C	HIDROLAB
Cloruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500 Cl- B.	CEA
Cobalto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobalto disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobre	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cobre disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Cromo	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Cromo disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Fluoruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-F BC	SGS SANTIAGO
Hierro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Hierro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Litio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Litio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Manganeso	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Manganeso disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Mercurio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Mercurio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Molibdeno	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Molibdeno disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Níquel	mg/L		CEA

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	
Níquel disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Plata	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Plata disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Plomo	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Plomo disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Selenio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Selenio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Sulfato	mg/L	PTL-3 Procedimiento de Determinación de Sulfatos. Método validado, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-SO4-2 E.	CEA
Vanadio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Vanadio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 3120 B	HIDROLAB
Zinc	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Zinc disuelto	mg/L		CEA

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	
Sodio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Potasio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Potasio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Calcio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Magnesio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
Magnesio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 3120 B.	CEA
RAS	-	Standard Methods Ed 22 <sup>nd</sup> , 2012 Método 3111 B - D	CEA
Sodio porcentual	%	Estimación por cálculo a partir de Sodio, Calcio y Magnesio basado en métodos de análisis de agua para riego, 2006. Instituto de investigaciones agropecuarias	CEA
Sólidos disueltos totales	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 2540 C	HIDROLAB
Coliformes fecales	NMP/100 ml	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 9221 E	HIDROLAB
Nitritos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 4110 B.	CEA
Nitratos	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 4110 B	CEA

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
Fósforo total	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-P B y E.	CEA
Amonio	µg/L	PTL-9, determinación de nitrógeno en amonio, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-NH3 F.	CEA
Nitrógeno total	mg/L	Nitrógeno Total: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 4500NA. Corresponde a la suma de las especies Nitrito, Nitrito y Nitrogeno Kjeldahl expresado como mg/L.	HIDROLAB
Ortofosfato	µg/L	PTL-10, determinación de fósforo en ortofosfato, basado en Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22 <sup>nd</sup> Edition, 2012, Método 4500-P E.	CEA
Aceites y grasas	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 5520 D	HIDROLAB
Hidrocarburos totales	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 5520 F	HIDROLAB
DBO5	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 5210 B	HIDROLAB
DQO	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 5220 D	HIDROLAB
Coliformes totales	NMP/100 ml	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 9221 B	HIDROLAB
Detergentes	mg SAAM/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 5540 C	HIDROLAB
DDT+DDD+DDE	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 6232 B	HIDROLAB
2,4-D	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and	HIDROLAB

Parámetro	Unidad	Metodología	Laboratorio
		Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 6640 B	
Lindano	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 6630 B	HIDROLAB
Metoxicloro	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 6630 B	HIDROLAB
Pentaclorofenol	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 <sup>nd</sup> edition 2012. Método 6640 B	HIDROLAB
Muestreo manual de aguas	-	PGL-13, Procedimiento general de muestreo. Método basado en el Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21 <sup>st</sup> Edition, 2005 y las siguientes Normas Chilenas: NCh 411/2.Of96, NCh 411/4.Of97, NCh 411/6.Of98 y NCh 411/11.Of98.	-

**Tabla 4-2 Parámetros químicos métodos de análisis monitoreados en los sedimentos del sector de Humedal Huasco en dos campañas (invierno y primavera) de 2016.**

Parámetro	Unidad	Metodología Propuesta técnica	Laboratorio
Arsénico	mg/kg	I-ENV_LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed 22, 2012 Método 3114 B	SGS SANTIAGO
Azufre	mg/kg	I-ENV-LAB-116 Basado en EPA Methods 3050B y I-ENV-LAB-501 basado en EPA Methods 6010B y Standard Methods ED.22, 2012 3120B (ICP)	SGS SANTIAGO
Níquel	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SGS SANTIAGO
Vanadio	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 D	SGS SANTIAGO
Cromo	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SGS SANTIAGO
Mercurio	mg/kg	I-ENV-LAB-110 basado en Método EPA7471-A y B.	SGS SANTIAGO
Hierro	mg/kg	I-ENV-LAB-116 basado en EPA 3050 Digestión Standard	SGS

		Methods Ed.22, 2012 Método 3111 B	SANTIAGO
Granulometría	%	Res. Ex. N° 3612 Año 2009 modificada RES. Ex, N°1508, 2014 Numeral 26 Subsecretaría de Pesca	ECOGESTION AMBIENTAL
Potencial Redox	mV	Nordstrom and F.D. Wilde, 2005, Reduction Oxidation Potential (Electrode Method): U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6., sec. 6.5, September 2005. <a href="http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5_v_1.2.pdf">http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5_v_1.2.pdf</a> .	CEA
Materia orgánica	%	Res. Ex. N° 3612 Año 2009 modificada RES. Ex, N°1508, 2014 Numeral 27 Subsecretaría de Pesca	ECOGESTION AMBIENTAL
pH	-	Medido en terreno	CEA

#### 4.2.2.2 Análisis de datos

Los resultados de los análisis físico-químicos de agua y sedimento del área de estudio, se representaron a través de gráficos de barras, para cada uno de los parámetros. Se graficaron aquellos parámetros que registraron al menos el 50% de los datos en las campañas agosto y noviembre 2016 cuantificables. En el caso de los parámetros con al menos el 50% de los datos cuantificables, los valores bajo o sobre el límite de detección (máximo o mínimo) fueron sustituidos por el valor del propio límite para efectos de los cálculos, según lo recomendado por la USEPA (EPA ProUCL, 2013).

Adicionalmente, los resultados de la presente campaña, fueron comparados con los valores definidos en la NCh.1333 Of.78 para uso en riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco, el punto HU-30 del Anteproyecto ubicado entre la descarga de aguas servidas de Vallenar y el inicio del humedal, correspondió al punto que se encontraba más cercano al humedal, por lo cual se utilizó para realizar la comparación entre los datos de las campañas agosto 2016 y noviembre 2016, y los límites establecidos en el Anteproyecto de Norma Secundario de la Cuenca del río Huasco.

Los valores de RAS y sodio porcentual fueron calculados por el área química del Centro de Ecología Aplicada (CEA). El cálculo de RAS se realiza con las concentraciones de sodio, calcio y magnesio (Suarez, 1981), según la fórmula:

$$RAS = Na \div \sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}$$

Los valores de sodio porcentual, se calculan a través de todos los cationes presentes en la muestra (INIA, 2006), según la fórmula:

$$Na (\%) = (Na \div (Na + K + Ca + Mg)) * 100$$

Para sedimentos en Chile no existe normativa ambiental para sedimentos en sistemas continentales, es por ellos que se utilizó como referencia la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.*, 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002).

#### **Persaud *et al* (1993)**

- LEL: Nivel de efecto leve (The lowest effect level), correspondería a una concentración con posibles efectos adversos en algunos recursos bentónicos.
- SEL: Nivel de efecto severo (The severe effect level), indicaría que concentraciones sobre SEL podría tener efectos significativos en los organismos bentónicos, y por tanto el parámetro se considera altamente contaminante.

#### **CCME (2002)**

- ISQG: Guías de calidad para sedimentos interinos (Interim sediments quality guidelines por sus siglas en inglés). Estos valores corresponden a los niveles en que los parámetros referenciados raramente provocarían efectos adversos en la biota.
- PEL: Niveles de efectos probables (Probable effect levels), indicarían concentraciones que frecuentemente provocan efectos adversos en la biota.



### 4.2.3 Biota acuática

#### 4.2.3.1 Zooplancton

El zooplancton se obtuvo a través de tres muestras representativas de la columna de agua, con una red Nansen de luz de Malla de 110  $\mu\text{m}$ , con la malla sumergida contracorriente por 10 minutos. Éstas fueron preservadas con formalina al 10% y posteriormente enviadas al laboratorio para su análisis. Las muestras fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente a través del examen bajo la lupa en una cámara BOGOROW, separando la totalidad de los organismos, clasificándolos y contándolos. La clasificación de los organismos del zooplancton se realizó según Araya & Zúñiga (1985) y Pennak (1989).

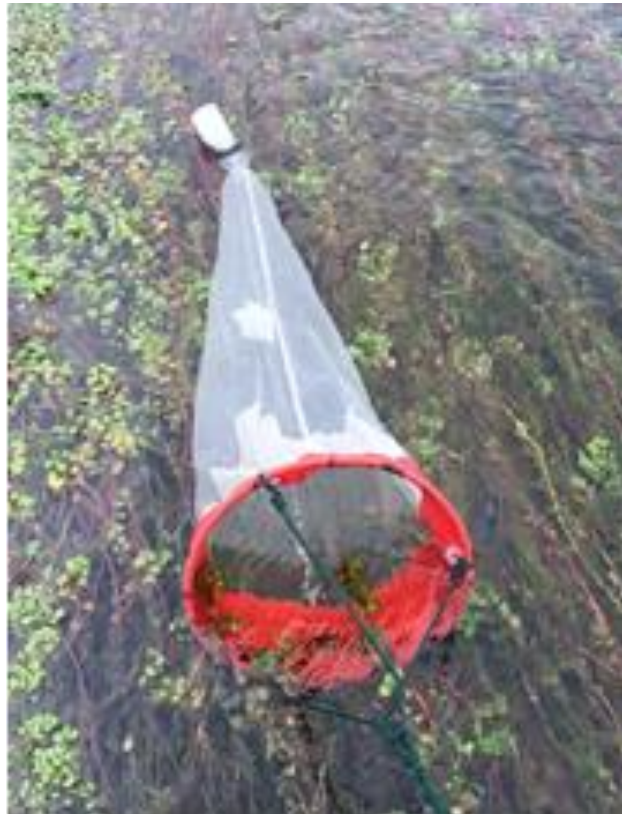


Figura 4-2 Red de zooplancton

#### 4.2.3.2 Zoobentos

Se tomaron tres muestras representativas aleatorias en cada punto de muestreo con un core de 0,0085  $\text{m}^2$ . Éstas fueron fijadas con alcohol al 95% y posteriormente enviadas a laboratorio para su análisis. Las muestras fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente separando la totalidad de los organismos, y clasificándolos en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996).

Para ambas comunidades se aplicó el índice de diversidad biológica de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Krebs, 1988) y su cálculo se realizó en base a todos los organismos presentes en las muestras según la expresión:

$$H'(bits) = -\sum_{i=1}^s p_i * \log_2 p_i \quad (\text{Krebs, 1988})$$

s = número de especies y

$p_i$  = proporción de la especie i en la muestra

También se determinó la homogeneidad de las abundancias de especies en la muestra a través del índice de equidad ( $J'$ ), de acuerdo a la expresión:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2 s} \quad (\text{Krebs, 1988})$$

$H'$  = índice de Shannon-Wiener

$H'_{\max}$  = valor máximo teórico de  $H'$  y

s = número de especies

#### 4.2.3.3 Ictiofauna

Para la caracterización de la ictiofauna se realizó la colecta de peces mediante el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, el cual contempla el uso de un equipo portátil modelo Coffelt de 12 V y chinguillos, con los cuales se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m<sup>2</sup>, barrida en una de las riberas de cada sistema evaluado.

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT). Utilizando esta información morfológica, se estimará para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual corresponde a un índice de la “robustez” o “gordura” de los peces (Lagler, 1956), de acuerdo a:

$$K = \frac{PT}{LT^3} * 1.000 \quad \text{Lagler (1956)}$$

Una vez medidos, los peces fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al permiso de pesca vigente que autoriza a CEA Ltda. la realización de pesca de investigación en el área de estudio.

#### 4.2.4 Fauna

La unidad del muestreo cuantitativo fue realizada acorde a los sitios definidos en función de la accesibilidad, seguridad, representatividad y homogeneidad del sector estudiado. En base a la información bibliográfica y al estudio de imágenes satelitales disponibles en Google Earth se determinó la ubicación de ocho puntos de muestreo, de tal forma que abarcaran los principales tipos de ambientes presentes en el sector.

En cada estación de muestreo se realizó un recorrido pedestre abarcando un circuito variable (200 m o más), dependiendo de la homogeneidad y características del ambiente. Para cada estación de muestreo se registró sus coordenadas (mediante GPS), esfuerzo de muestreo (distancia y/o tiempo recorrido) y una breve caracterización.

La determinación de la fauna se realizó principalmente mediante observación directa de los individuos. Se estimó la abundancia relativa para cada clase, así como, la proporción entre los individuos contabilizados de la especie y el total de individuos de cada clase. El muestreo de los distintos taxa de vertebrados se efectuó siguiendo las metodologías dispuestas por la Guía para evaluación de línea base componente fauna silvestre (SAG, 2012b), Guía para la Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA (SEA, 2015). Para cada grupo objetivo de fauna, se utilizó la siguiente metodología en terreno:

**Anfibios:** El muestreo de anfibios se realizó mediante transectos de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado, donde se removieron piedras, troncos o elementos que presenten condición de microhábitat apropiado para esta clase de vertebrado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron capturados manualmente, identificados y fotografiados. Para las larvas (renacuajos) se revisó su presencia en los cuerpos de agua (ej. pozas).

**Reptiles:** La determinación de reptiles se realizó mediante observación directa de los individuos, complementando un muestreo pasivo (recorrido pedestre con observación de ejemplares) y muestreo activo (remoción de piedras y revisión de arbustos). Los transectos o recorridos de muestreo fueron de longitud variable (100 m o más), de no más de 3 metros a cada lado. En caso de ser observados, los ejemplares fueron eventualmente capturados (manualmente o con lazo corredizo), identificados y fotografiados.

**Aves:** En el caso de las aves, se recorrió cada estación de muestreo contabilizando los individuos de las diferentes especies con ayuda de binoculares 10 x 50, y registrando los ejemplares avistados o escuchados (siguiendo la clave de Egli, 1998, 2002). Cada recorrido fue de longitud variable (200 m o más), con un ancho de no más de 20 metros a cada lado. Además, se registró evidencia cualitativa indirecta (fecas, huellas, plumas, nidos).

**Mamíferos:** Para el estudio de mamíferos, en el caso de animales mayores (megamamíferos; ej. zorros, vizcachas, conejos), además de avistamientos directos en recorridos de longitud variable (200 m o más), se buscó evidencias indirectas (huellas y fecas, siguiendo a Acosta & Simonetti, 1999 y Muñoz-Pedrerros, 2009).

Para las especies de micromamíferos (roedores), se realizaron trampeos nocturnos asistemáticos y dirigidos, utilizando trampas Sherman (de captura viva). Las trampas fueron cebadas (con avena), y se colocaron en líneas de trampeo (cada trampa separada aproximadamente 10 m), las que fueron revisadas a la mañana siguiente. Los ejemplares capturados fueron identificados, fotografiados y liberados. El trampeo fue de dos noches consecutivas para cada estación de muestreo.

Para las especies de micromamíferos (Quirópteros), se realizó un monitoreo de captura mediante tres redes niebla (2.6m x 4m, entramado de 38 mm), dispuestas en zonas húmedas de vegetación abierta y con presencia de insectos. El monitoreo se extendió durante cuatro horas, desde el periodo crepuscular (19:00-20:00 horas).

Para la identificación de las especies avistadas en terreno, se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas: Reptiles y Anfibios: Veloso et al. (1995), Formas (1995), Mella (2005), Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016); Aves: Araya & Millie (1998), Araya & Bernal (1995), Rottmann (1995), Pearman (1995), De la Peña & Rumboll (1998), Egli & Aguirre (2000), Jaramillo (2005) y Martínez & González (2005); Mamíferos: Campos (1996), Reise & Venegas (1987), Redford & Eisenberg (1992), Contreras & Yáñez (1995), Iriarte (2008), Muñoz-Pederos & Yáñez (2009).

Para determinar los estados de conservación (EC) de las especies de vertebrados terrestres detectadas en las campañas de terreno efectuadas durante invierno y primavera de 2016, se revisaron los listados derivados de la aplicación de del Decreto Supremo N° 29/11 del MMA Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), a saber: Decretos Supremos N°151/07, N°50/08, N°51/08, N°23/09, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; y de los Decretos Supremos N°31/12, N°41/12, N°42/12, N°19/12, N° 13/13, N° 52/14, N° 38/15 y N°16/16 en este caso del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Para aquellas especies no presentes en los Decretos antes señalados, se considerará lo indicado en el D.S. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza.

En relación a las categorías de conservación vigentes, tal como se indica en el Art. 5 y 30 de la reciente modificación, D.S. N°29 del Ministerio del Medio Ambiente publicado en el D.O. en abril de 2012, el procedimiento de clasificación de especies empleará los criterios definidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que han sido desarrollados para estimar el riesgo o probabilidad de extinción en el cual se encuentra una especie, no obstante lo anterior se mantendrán vigentes aquellas categorías no homologadas insuficientemente conocido, rara y fuera de peligro mientras dichas especies no sean nuevamente evaluadas en los procesos de clasificación de especies. Los criterios UICN actualmente vigentes, corresponden a la versión 3.1 y han sido incorporados desde el quinto proceso de clasificación de especies (D.S. N°33/2012, D.S. N°41/2012 y D.S. N°42/2012).

#### **4.2.5 Vegetación**

##### **4.2.5.1 Caracterización de la vegetación**

La caracterización de la vegetación presente en el Área de Estudio en ambas campañas correspondientes a las estaciones de otoño-invierno y primavera de 2016, se recogió información específica de la flora vascular presente, registrando así la riqueza de especies como además de la cobertura relativa mediante la aplicación de inventarios florísticos.

##### **4.2.5.2 Carta de Ocupación de Tierras – COT**

Para realizar la caracterización de la vegetación se procedió a hacer un muestreo estratificado mediante parcelas de vegetación, empleando el método de la Carta de Ocupación de Tierras (COT), descrito por Etienne y Prado (1982), el cual se basa en la descripción de la fisionomía, cobertura, especies dominantes y estructura de la vegetación.

Esta metodología se puede utilizar para clasificar sistemas vegetales tanto zonales y azonales, siendo esta una metodología válida en la caracterización de sistemas vegetales azonales hídricos (Ahumada y Faúndez, 2009).

La caracterización de la vegetación comprende las siguientes etapas metodológicas:

- a. *Fotointerpretación, segmentación de imágenes satelitales y clasificación preliminar de la vegetación.*

Según el nivel de detalle requerido, se elabora una cartografía preliminar, delimitando las unidades de vegetación sobre la base de un mosaico de imágenes satelitales obtenidas en Google Earth (Sistema de proyección UTM, Datum WGS84, huso 19S). En este caso, se trabajó con escalas de 1:5.000 y 1:8.000.

- b. *Diseño muestral y campañas de terreno.*

Con la primera etapa realizada, se determina la intensidad de muestreo y se elabora el plan de terreno. La finalidad de esta etapa es corroborar la delimitación de las unidades dudosas en la cartografía previa, así como también asignar nuevos límites de vegetación, además de asignar el tipo vegetacional correspondiente según la (las) especie (s) dominante (s).

- c. *Descripción de las unidades de vegetación en terreno.*

Mediante el uso de formularios y procedimientos estandarizados, se recoge la información en terreno, lo que permite describir la vegetación a nivel de tipo vegetacional, incorporando el tipo de formación vegetal (por ejemplo, herbazal, matorral, entre otros), la cobertura vegetal total, y la(s) especie(s) dominante(s). Además se colectan otros datos generales que aportan información adicional, como la posición topográfica, el grado de artificialización, y el estado sanitario de la vegetación. Para estos fines, se realizaron 21 parcelas (puntos de muestreo) de 20 x 20 m.

- d. *Atribución y generalización de la información.*

En base a los antecedentes generales, y bibliografía, en conjunto con la información recogida en terreno, se procedió a definir cartográficamente las formaciones vegetacionales mediante el uso de herramientas de cartografía digital, atribuyendo cada formación con los tipos vegetacionales identificados y asociándolos con la cobertura de polígonos de iguales características. Se obtiene así como resultado la Cartografía de la Vegetación (COT) para las unidades presentes en el Área de Estudio, la cual es una cartografía fisionómica que refleja la imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a la escala apropiada de presentación.

Por ahora los resultados se centrarán en describir a modo general la vegetación. La COT propiamente tal se confeccionará de manera definitiva luego de la siguiente campaña de terreno (primavera 2016), lo que nos permitirá adicionalmente tener la flora vascular total del área de estudio y así discriminar de mejor manera para corroborar la segmentación de polígonos correspondientes a los distintos tipos vegetacionales.

#### **4.2.5.3 Teledetección**

La teledetección es la técnica que mediante la adquisición de imágenes a distancia, permite obtener información de la superficie de la tierra sin contacto con ella. Utiliza las propiedades físicas de los objetos observados, en particular sus propiedades ópticas (Ferdinand, Bonn, & Rochon, 1993). La teledetección engloba todo el proceso que consiste en captar y registrar la energía del espectro electromagnético emitida o reflejada por los objetos y el tratamiento y análisis de la información. Además, brinda la

posibilidad de ir más allá de lo estructural y describir aspectos funcionales de los sistemas ecológicos, particularmente a nivel de ecosistemas (Cabello, 2008).

El uso de imágenes teledetectadas puede servir como apoyo para la gestión y planificación de esquemas de manejo cuando se combina con otro tipo de información, es reconocido su aporte como fuente primaria de información, apoyando análisis de cobertura de suelo, estadística agraria, exploración minera, temperatura y componentes del agua, determinación de recursos pesqueros, evaluación de algunos impactos ambientales, predicción meteorológica y sus usos van aumentando a medida que mejoran los sensores que capturan dicha información, así como las técnicas y procedimientos que ayudan al post-proceso de las imágenes (Chuvieco, 2002). Una de las mayores ventajas de las imágenes teledetectadas radica en la facilidad y rapidez para acceder a información espacial extensa de lugares inaccesibles, haciendo de la teledetección una herramienta invaluable para la identificación de diferentes elementos de la superficie terrestre.

La metodología utilizada para la captura de imágenes aéreas consistió en un barrido mediante transectas delimitadas dentro de un polígono pre establecido para sobrevolar zonas de difícil acceso en el humedal. Cada transecto fue separado del siguiente por una distancia de 150 m. El dron modelo DJI Phantom4 recorrió la zona completando una extensión de 260 ha.

Junto con lo anterior se realizó un recorrido pedestre con una cámara GoPro modelo, con la que fue posible generar imágenes en detalle de la cobertura vegetal predominante en cada punto de muestro.

La campaña se llevó a cabo durante los días 23-24 de agosto, donde se tomaron 714 imágenes las que se utilizarán para confeccionar un mosaico de imágenes que entrega información espacial detallada que permite apoyar, mediante fotointerpretación, la identificación de formaciones vegetacionales en el área de estudio.



**Figura 4-3 Dron modelo DJI Phantom4 utilizado para sobrevuelo y captura de imágenes del humedal costero Estuario Huasco.**

#### 4.2.5.4 Caracterización de la flora vascular

Para la caracterización de la flora vascular en cada uno de los tipos vegetacionales identificados mediante la cartografía de la vegetación, se procedió mediante los puntos de muestreo establecidos, la realización de parcelas de inventarios florísticos de dimensiones de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>). La selección de los puntos de muestreo, son coincidentes con los puntos de muestreo de vegetación de manera de cubrir las distintas situaciones topográficas y vegetacionales del área de estudio. Los inventarios florísticos se registraron mediante GPS con coordenadas Datum WGS84, Huso 19 S. Toda la información registradas fue almacenada en formato digital. Cabe mencionar que, para ambas campañas se unificaron todas las especies de plantas vasculares registradas en el área de estudio. De la misma forma, para los resultados obtenidos en la campaña de primavera 2016 el tratamiento de todas las especies se realizará además de acuerdo a las unidades vegetacionales definitivas.

En cada parcela de inventario, se fotografiaron, colectaron y herborizaron todas las especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y suculentas presentes para su determinación taxonómica posterior en gabinete, estimándose su abundancia a través de la cobertura. La abundancia de cada especie registrada será caracterizada con un valor de la escala de cubrimiento-abundancia de Braun-Blanquet (1979).

**Tabla 4-3 Codificación “abundancia relativa de flora” según criterio de Braun-Blanquet (1979).**

Código	Significado de Abundancia relativa
<i>p</i>	Registro de especie fuera de la unidad de muestreo pero observada en la misma formación vegetal.
<i>r</i>	1 a 2 individuos, cobertura muy baja menor al 0,1%
+	Más individuos con mayor cobertura, pero menor al 1%
1	Varios individuos, pero con cobertura menor al 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25 al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura mayor al 75%

El material colectado en terreno, se identificó utilizando la bibliografía disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se comparó el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN). Para la denominación de las especies

registradas en cuanto a la nomenclatura taxonómica, tipos biológicos y distribución a nivel nacional se siguió según lo propuesto principalmente a Zuloaga et al. (2008), Marticorena & Quezada (1985) y de manera complementaria la base especializada en línea -*The Plant List*- del Jardín Botánico de Kew y Missouri para actualizaciones en combinaciones válidas con posterioridad. A partir de aquello, se confeccionó un catálogo florístico para área de estudio.

Con respecto al origen fitogeográfico de las especies, se consideró la terminología utilizada en base a García & Ormazabal (2008) para el origen nativo y endémico, y para el origen introducido a Jaksic & Castro (2014). A continuación se detalla las definiciones:

Especie nativa (no endémica): es aquella especie originaria de la región en la habita, y que no ha sido introducida de manera intencional o accidental por la actividad humana.

Especie endémica: aquella especie que posee una distribución natural a un territorio, pudiendo incluso estar restringida a superficies reducidas o cuya presencia se restringe a ambientes específicos.

Especie introducida o exótica: es aquella especie cuyos individuos que no corresponden a su rango original, han sido arribados e inoculados a una determinada región por acción humana ya sea voluntaria o involuntaria.

Para el área de estudio, se caracterizó la flora registrada en cuanto a riqueza de familias, géneros y especies; proporción de especies endémicas y nativas como también la proporcionalidad de los tipos biológicos presentes

El estado de conservación de la flora vascular terrestre registrada en el área de estudio se determinará siguiendo la prelación de acuerdo al Reglamento del SEIA vigente, propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente, esto es:

- a) Decretos Supremos N° 151/2006; N° 50/2008, N° 51/2008, N° 23/2009 del Ministerio Secretaría General de la República (MINSEGPRES) y N° 33/2011, N° 41/2011, N° 42/2011, N° 19/2012, N° 13/2013, N° 52/2014 y N° 38/2015 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional.
- b) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (CONAF, 1989)
- c) Boletín N°47 del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) (Baeza et al., 1998; Belmonte et al. 1998; Ravenna et al., 1998).
- d) Revisión de la lista de especies amenazadas de la IUCN (2010) como referencia internacional.



### 4.3 RESULTADOS

Los resultados de este documento incluyen el análisis de datos obtenidos durante las dos campañas de terreno (invierno y primavera) realizadas durante el 2016 en el área de estudio. Toda esta información fue complementada con antecedentes bibliográficos históricos y son presentados en orden de acuerdo a cada una de las cinco actividades desarrolladas para cumplir con el desarrollo del objetivo 2 del informe “Caracterización del humedal costero estuario del río Huasco, para su postulación como Santuario de la Naturaleza”.

#### 4.3.1 Caracterización física del Hábitat en puntos limnológicos

A través de las fichas de hábitat desarrolladas en cada punto biológico es posible observar los cambios físicos más importantes generados por el aumento de caudal entre el invierno y la primavera de 2016. Es importante visualizar en detalle los puntos H1, H2 y H3 que presentó la mayor variación.

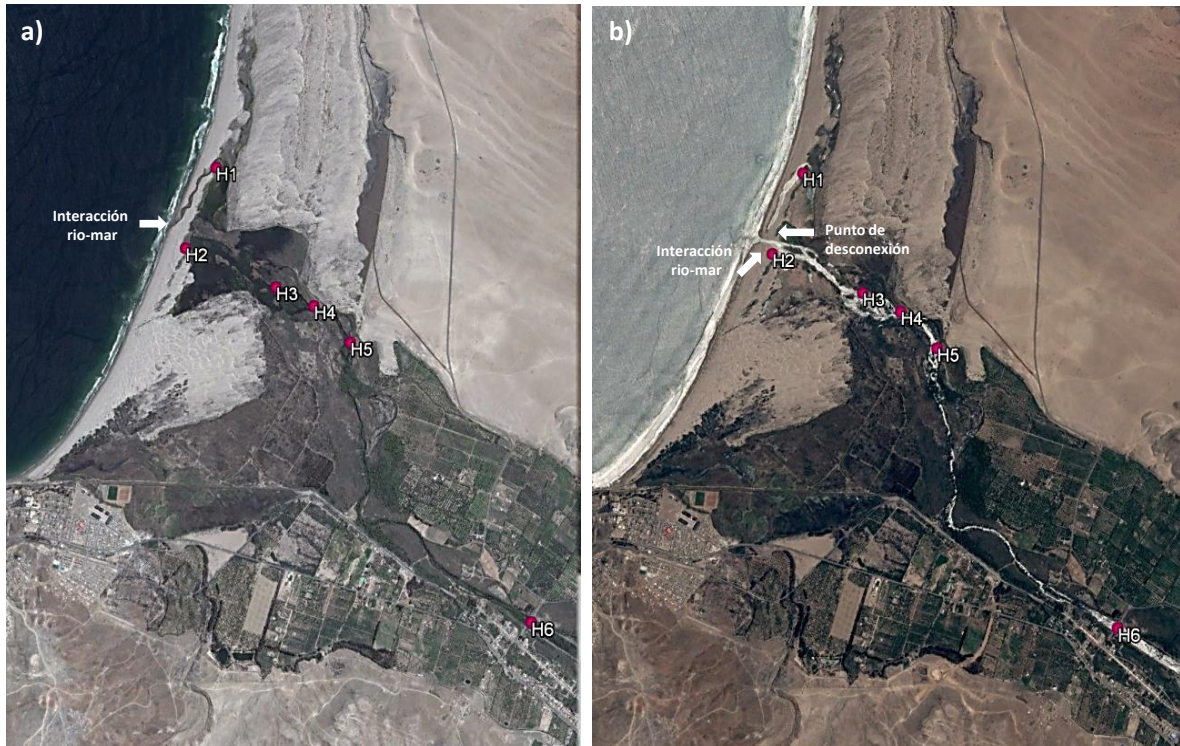












Figura 4-4 Imagen extraída de Google Earth donde se observa el cambio en la zona de interacción río-mar en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde la figura de la izquierda (a) corresponde a lo observado en campaña invierno y a la derecha (b) lo evidenciado en primavera de 2016.



Punto		H-1	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7112102
		Norte	2826514
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto. Ausencia de represas. Aguas semi-Turbias. Aguas muy turbias. Presencia de aguas corrientes (60%), Pozones (20%) y Rápidos (20%). No Canalizado. Ancho del sistema: 64m. Profundidad: 1,5m. Velocidad de la corriente 0,01m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto. Aguas turbias. Presencia de Pozones (100%). No Canalizado. Ancho del sistema: 21m. Profundidad:1,3m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Suelo sin uso o natural, ausencia de erosión, contaminación puntual por basura.	Dominancia de Herbáceas (80%) y Arbustos (20%)	Suelo sin uso o natural, sin contaminación, de erosión natural. Altamente modificado, transición de Río a Laguna.	Dominancia de Herbáceas (70%) y Arbustos (30%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Presencia de Enraizadas Emergentes (40%), Algas adheridas (30%), Enraizadas Flotantes y Algas	Anaerobio. Estiercol-Fango (50%). Cubierto de Fitobentos y plantas (50%)	Presencia de Algas adheridas (70%)	Fango

Punto		H-2	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7112064
		Norte	282670
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto, Aguas Semi-Turbias y Opacas. Ausencia de represas y canalizado. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 53m. Profundidad: 1,8m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Dosel abierto. Aguas Semi-Turbias. Presencia de Aguas corrientes (95%) y Rápidos (5%). No canalizado. Ancho del sistema: 87m. Profundidad: 0,55m. Velocidad de la corriente 0,02m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Sin uso de suelo o natural, sin contaminación ni erosión.	Dominancia de Herbáceas (90%) y Arbustos (10%)	Suelo sin uso o natural, con erosión moderada por desembocadura.	Diminancia de Herbáceas (70%) y Arbustos (30%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Presencia de 30% de vegetación Enraizada emergente.	Anaerobio. Fango y Arena, con 100% de materia orgánica.	Ausente	Depositos de Fango y Arena. Predomina Arena. Presencia de zonas anaerobias.

Punto		H-3	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7111814
		Norte	2826992
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Abierto. Aguas Turbias y Opacas. Sin represas ni canalizado. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 58m. Profundidad: 0,7m. Velocidad de la corriente: 0,23m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Aguas Claras, sin manchas ni olor. Presencia de Rápidos (60%), Pozones (20%) y Aguas corrientes (20%). Ausencia de represas y canalizados. Ancho del sistema: 85m. Profundidad: 0,85m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Sin uso de suelo o natural, sin erosión. Contaminación puntual por basura.	Dominancia de Herbáceas (60%), Arbustos (30%) y Arboles (16%)	Sin uso de suelo o natural. Contaminación puntual por basura.	Dominancia de Arbustos (60%), Arboles (30%) y Herbáceas (10%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Presencia de Enraizadas Sub-Emergentes (60%) y Algas Adheridas (30%)	Gravilla y Arena compactos. Presencia de Detritus (80%) y Estiércol-Fango (20%). Anaerobio	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (80%) y Algas Adheridas (20%)	Depositos de Fangos y Arena. Presencia de Detritus (30%)

Punto		H-4	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	7111639
		Norte	2827066
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Abierto. Aguas Turbias y Opacas. Presencia de Pozones (100%). Ancho del sistema: 45m. Profundidad: 0,7m. Velocidad de la corriente: 0,12m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Semi-Abierto. Presencia Aguas Corrientes (60%), Pozones (30%) y Rápidos (10%). Ancho del sistema: 59m. Profundidad: 0,73m. Velocidad de la corriente: 0,02m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Uso de suelo para Agricultura, Ganadería y Natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura	Dominancia de Herbáceas (70%), Arbustos (25%) y Arboles (5%)	Suelo sin uso o natural. Presencia de caballos. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura	Dominancia de Arbustos (80%), Arboles (25%) y Herbáceas (5%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (70%), Algas adheridas (20%) y Libres Flotantes (10%)	Sedimento compactado por raíces. Presencia de Detritus (90%) y Estiercol-Fango (10%)	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (40%) y Algas Adheridas (30%)	Presencia de Detritus (35%)

Punto		H-5	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	6850540
		Norte	285005
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Semi-Sombreado. Aguas claras. Presencia Aguas Corrientes (60%), Pozones (20%) y Rápidos (20%). Ancho del sistema: 23m. Profundidad: 0,8m. Velocidad de la corriente: 0,05m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Dosel Semi-Sombreado. Aguas Claras. Presencia Aguas Corrientes (85%), Pozones (10%) y Rápidos (5%). Ancho del sistema: 25m. Profundidad: 0,6m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Uso de suelo para Ganadería y Natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura.	Dominancia de Arboles (40%), Arbustos (30%) y Herbáceas (30%)	Suelo sin uso o natural. Sin erosión. Contaminación Puntual por microbasural de tipo domestico.	Dominancia de Arbustos (60%), Arboles (30%) y Herbáceas (10%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (60%), Enraizadas emergentes (20%) y Enraizadas Foltantes (20%)	Anaerobio. Abundante vegetación (60%) y Estiercol-Fango (40%)	Dominancia de Enraizadas Sub-emergentes (60%) y Algas Adheridas (5%)	Arena

Punto		H-6	
Coordenadas UTM	WGS84 Huso 19S	Este	6848641
		Norte	286789
			
Invierno 2016		Primavera 2016	
Caracterización del cuerpo de agua	Ancho del sistema: 28m. Profundidad: 0,4m. Velocidad de la corriente: 0,01m/s	Caracterización del cuerpo de agua	Aguas Claras. Presencia de Aguas Corrientes (100%). Ancho del sistema: 45m. Profundidad: 0,4m. Velocidad de la corriente: 0,00m/s
Características del área de muestreo		Características del área de muestreo	
Cuenca	Vegetación de ribera	Cuenca	Vegetación de ribera
Suelo sin uso. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura, canalizado	Dominancia de Arbustos (80%) y Arboles (20%)	Suelo sin uso. Sin erosión. Contaminación Puntual por basura, canalizado	Dominancia de Arbustos (80%) y Arboles (20%)
Vegetación acuática	Sustrato de fondo	Vegetación acuática	Sustrato de fondo
Presencia de Enraizadas Sub-emergentes y Algas Adheridas.	Fango, suelo anaeróbico	Presencia de Enraizadas Sub-emergentes y Algas Adheridas.	Presencia de Detritus (10%)

### **4.3.2 Caracterización fisicoquímica del medio acuático (Calidad de agua y sedimentos)**

#### **4.3.2.1 Calidad de agua**

La calidad del agua del Humedal Huasco se determinó respecto a la NCh1333. Of78: Requisitos de calidad del agua para diferentes usos; y al Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca del Río Huasco, que establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza. Las características y valores de las aguas del humedal Huasco en las campañas agosto y noviembre 2016 se representan se encuentran en las tablas en ANEXOS.

Referente a la NCh1333. Of78 y su uso en agua para riego, en la campaña de agosto los puntos de muestreo corresponden a aguas que debiesen ser usadas para riego en plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm, y según su valor de sólidos totales disueltos en el rango de los 2000 mg/L y 5000 mg/L; en la campaña de noviembre, se presentaron variaciones entre puntos, donde H1 presentó valores de conductividad sobre el rango máximo establecido en la normativa (7,5 mS/cm), y el resto de los puntos presentaron valores que clasifican a las aguas como agua que puede tener efectos perjudiciales en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos, al presentar una conductividades entre los 3,0 mS/cm y 7,5 mS/cm. Esta agua, en ambas campañas, es apta para riego según sus valores desde neutro a moderadamente alcalinos de pH, encontrándose dentro del rango establecido para la normativa (5,5 – 9,0 unidades), y presentando valores inferiores a los máximos establecidos en la normativa en aluminio total, arsénico total, bario total, berilio total, cadmio total, cianuro total, cobalto total, cobre total, cromo total, hierro total, litio total (excepto para cítricos), mercurio total, molibdeno total, níquel total, plata total, plomo total, selenio total, vanadio total, zinc total y coliformes fecales. De manera opuesta, en todos los puntos de muestreo esta agua no cumple con lo establecido para riego según los valores registrados de boro total registrando valores superiores a los 0,75 mg/L establecidos en la norma en la campaña de agosto en todos sus puntos y en la campaña de noviembre en H1, así como los valores de cloruro superiores a los 200 mg/L de la normativa, litio total con concentraciones superiores a los 0,075 mg/L establecidos en la normativa para cítricos para todos los puntos en la campaña de agosto y para H1 en noviembre, manganeso total en H1 durante la campaña de noviembre, el porcentaje de sodio que fue superior al 35% normado en todos los puntos de la campaña de agosto y en H1 en noviembre (ANEXOS).

En lo que respecta a aguas aptas para la vida acuática, las aguas de todos los puntos y campañas (H1, H2, H3, H4 y H5) cumplirían con la NCh1333. Of 78, al presentan valores de alcalinidad superiores a los 20 mgCaCO<sub>3</sub>/L. EL punto de muestreo H1 en la campaña de agosto no cumple con la normativa establecida para sólidos flotantes al presentar presencia de ellos en sus aguas y el punto H5 presentó un valor inferior a los 5 mg/L de oxígeno disuelto en la campaña de noviembre (ANEXOS).

Según los valores requeridos para el uso con contacto directo de la NCh1333. Of 78, en todos los puntos de muestreo del estuario Huasco se presentaría un agua con características aptas para la recreación con contacto directo, al presentar valores inferiores a los 5,0 mg/L en aceites y grasas, a los 1000 NMP/100ml de coliformes fecales, a las 100 unidades de color, temperaturas inferiores a los 30°C, y pH neutro a moderadamente alcalinos los que se encuentran en el rango de las 6,0 a 9,0 unidades. El punto de muestreo H1 no cumple con la calidad para uso recreacional, debido a la



presencia de sólidos flotantes en la campaña de agosto, y H2 en la campaña de noviembre superó los 50 NTU (ANEXOS).

El Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca del Río Huasco, establece la calidad del agua para la protección o conservación del ambiente y la conservación de la naturaleza, en todos los puntos de muestreo se presentan valores que cumplen con los establecidos, al registrar valores inferiores a los máximos normados para arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total, molibdeno total, níquel total, nitrato, plomo total y selenio total, valores en el rango de unidades de pH (6,5 - 8,5 unidades). En la campaña de agosto, todos los puntos de muestreo no cumplen con las concentraciones de boro total establecidas en el Anteproyecto registrando valores levemente superiores a los 1,25 mg/L normados, así como con valores de conductividad, levemente superiores los 3,45 mS/cm de la norma; 4,9 unidades de RAS, 380 mg/L de sodio total y finalmente mayores a las concentraciones de sulfato definidos en el Anteproyecto (790 mg/L). Referente a las concentraciones de oxígeno disuelto, los puntos H2, H3 y H4, no presentan valores sobre el mínimo (7,5 mg/L) establecido en el Anteproyecto, estos puntos presentaron concentraciones de 5,54 mg/L, 6,66 mg/L y 5,70 mg/L, respectivamente, el hierro total en el punto H2 presentó un valor de 0,661 mg/L, superior al normado en el Anteproyecto (0,4 mg/L) y las concentraciones de zinc total en los puntos H1, H3 y H4 superan al valor máximo establecido en la normativa (0,02 mg/L) con concentraciones de 0,032 mg/L, 0,021 mg/L y 0,028 mg/L, respectivamente. En la campaña de noviembre, los valores de conductividad y sulfato, superaron los máximos establecidos en el Anteproyecto, en todos los puntos muestreados; el boro total, cloruro, litio total y RAS, solo superaron el valor normado en el punto H1, el aluminio total, cobre total, hierro total y turbiedad en el punto H2, el manganeso total en los puntos H1 y H2, y finalmente el oxígeno disuelto presentó valores inferiores a los establecidos para el río Huasco en H1, H4 y H5 (ANEXOS).

Las concentraciones de sólidos sedimentables, cianuro total, 2,4-D, aceites y grasas, DDT+DDD+DDE, hidrocarburos totales, lindano, metoxicloro, pentaclorofenol, arsénico disuelto, berilio total y disuelto, cobalto total y disuelto, cromo total y disuelto, mercurio total y disuelto, níquel disuelto, plata total y disuelta, selenio total y disuelto; y vanadio total y disuelto, presentaron en ambas campañas y en todos los puntos de muestreo valores inferiores a sus límites de detección respectivos. Los valores de arsénico total, detergentes (SAAM), DBO<sub>5</sub>, cadmio total y disuelto, cobre disuelto, molibdeno total y molibdeno disuelto y níquel total, ortofosfato; y plomo total y disuelto, presentaron sobre el 50% de sus datos no cuantificables entre ambas campañas; es por ello que estos parámetros y los anteriormente mencionados no fueron graficados (ANEXOS).

#### **4.3.2.2 Calidad de sedimentos**

Los sedimentos del humedal Huasco en la campañas otoño y primavera 2016, presentan todos sus valores de metales inferiores a los máximos establecidos en la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud et al., 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002), donde no se observa un patrón espacial definido (ANEXOS).

Respecto al porcentaje de materia orgánica en sedimentos, se observa un leve aumento desde zonas costeras a aguas arriba, con menores porcentajes en la zona cercana a la costa (H1 y H2) donde los valores fueron menores a 0,5% y con mayores valores en la zona lejana a la costa (H5) con valores superiores a 1,5%. Se observa un patrón espacial de porcentaje redox, donde los mayores valores en ambas campañas

se registraron en H2, temporalmente se observa una variabilidad en los valores entre ambas campañas. El pH de los sedimentos en la campaña de noviembre, en todos los puntos, presentó características moderadamente ácidas (ANEXOS).

La clasificación granulométrica de los sedimentos del humedal Huasco clasifica a las zonas más cercanas a la costa como arena fina, correspondiendo a los puntos H1, H2 y H3, al punto H4 como arena muy fina y al punto H5 como arena media, en la campaña de agosto; sufriendo modificaciones en la campaña de noviembre, donde H3 presentó características de arena media, H4 de arena fina y H5 de arena muy fina definido (ANEXOS).

Comparaciones históricas para estos parámetros no fueron posibles, ya que no existen antecedentes de medición de sedimentos para los puntos de monitoreo establecidos en este estudio.

#### **4.3.3 Actividad 1 Análisis de cambios en la diversidad biológica del humedal desde el año 2005 hasta el 2016**

En la presente actividad se procederá, primeramente, a la entrega de los resultados de la caracterización físico-química del agua y sedimentos, biota acuática, flora-vegetación y fauna del humedal Huasco, según la información levantada durante la campaña de invierno y primavera de 2016. Posteriormente, se analizarán los cambios de la diversidad biológica considerando la evaluación de antecedentes presentada en el **Capítulo 1 (objetivo específico 1): Sistematización de información (desde 2005) y las campañas invierno y primavera de 2016.**

##### **4.3.3.1 Flora y vegetación**

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada a partir del año 2005, se menciona que son escasos los trabajos ejecutados directamente sobre la diversidad florística en el humedal estuarino del río Huasco. Algunos autores tales como SEREMI Medio Ambiente de Atacama (2005), GMA (2008), entre otros, indican similares valores en cuanto a riqueza de especies de plantas. Es por esto que, la comparación realizada entre los trabajos mencionados y nuestros resultados parciales del presente año para la campaña de otoño-invierno (2016) no indica diferencias en el número de especies o riqueza (diversidad biológica) presente en el área de estudio.

##### **4.3.3.2 Fauna**

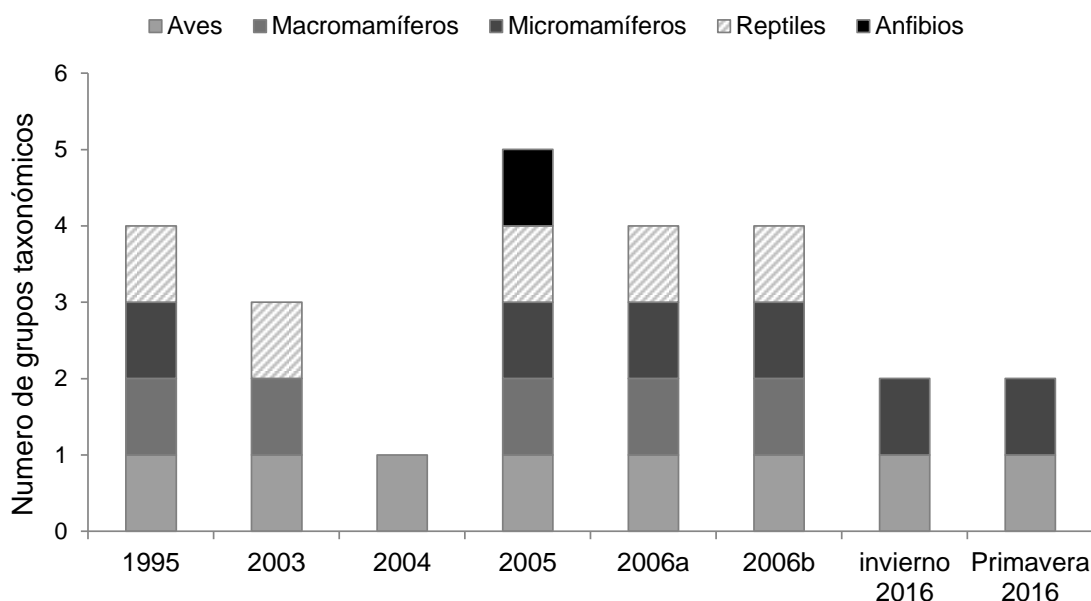
Para el desarrollo de esta actividad se utilizó la bibliografía recopilada en la **Actividad 4** asociada al **objetivo específico 1** del presente estudio, que incluye información histórica de fauna presente en la cuenca del río Huasco, en conjunto con la información levantada durante las campañas de terreno en otoño y primavera de 2016. La comparación incluye:

- determinación de la variación temporal de los grupos taxonómicos identificados.
- variación temporal la riqueza de especies dentro de cada grupo.
- en el caso de disponibilidad de datos de abundancia se estimó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener (ver fórmula zoobentos en Biota acuática)

La Tabla 4-4 muestra el listado de especies para cada grupo taxonómico y su presencia entre los años 1995-2016.

a. *Variación temporal de los grupos taxonómicos*

Dentro de la información recopilada entre 1995-2006 y la campaña de terreno realizada durante otoño y primavera de 2016 se han reconocido un total de cinco grupos taxonómicos de fauna terrestre en el Humedal Costero Estuario del río Huasco: aves, anfibios, reptiles, macromamíferos y micromamíferos. En la información recopilada para 2005 se alcanzó el máximo de diversidad de grupos en el Humedal. Mientras que durante las campañas de 2016 solo se registraron los grupos taxonómicos de aves y micromamíferos, alcanzando solo el 60% de esta diversidad. Dentro de la información disponible el grupo de las aves es el que ha estado presente durante todos los años de información recopilada y los anfibios solo han sido registrados durante 2005 (Figura 3-3).

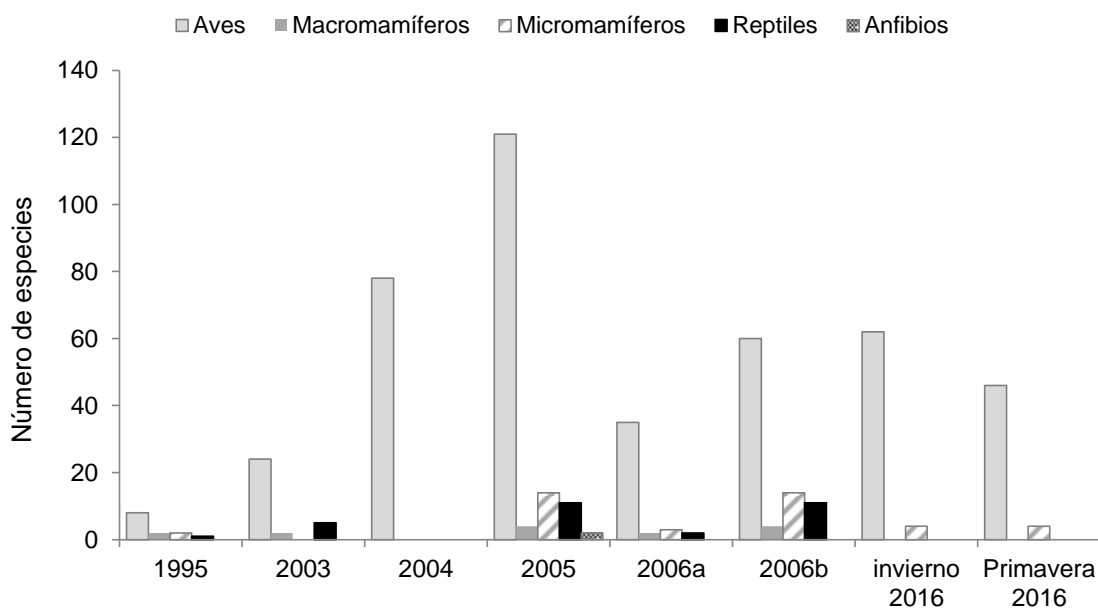


**Figura 4-5 Riqueza histórica de grupos taxonómicos de fauna terrestre registrados en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.**

b. *Variación temporal de los grupos taxonómicos*

Dentro de la información disponible, las aves han sido el grupo más diverso alcanzando las 120 especies durante 2005 y durante 1995-2016 han alcanzado más del 50% de la riqueza registrada, seguidas de los micromamíferos que han alcanzado las 14 especies. Mientras que los anfibios han sido los menos diversos con solo el registro de dos especies en 2005. En el año 2005 se registró la mayor riqueza con 152 especies distribuida en los cinco grupos taxonómicos identificados, seguida de 2006b con 89 especies y de 2004 con 78 especies solo de aves. Mientras que durante 1995, 2003 y 2006a no se superaron las 43 especies.

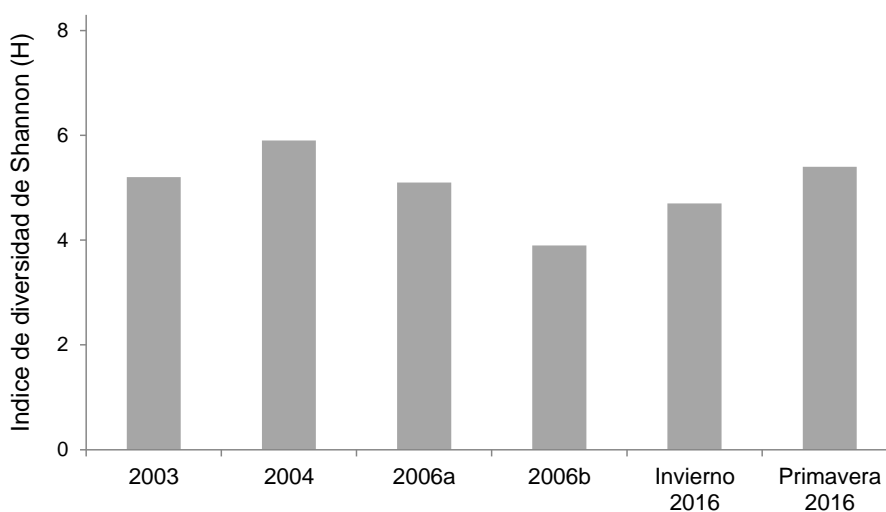
Durante las campañas actuales de 2016 se mantiene la dominancia de las aves la que alcanzan el 50% de la riqueza máxima registrada con 62 especies en invierno y 46 especies en primavera (Figura 4-6).



**Figura 4-6. Riqueza de especies de fauna terrestre registrada en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.**

*c. Variación de la diversidad de especies*

De los estudios recopilados solo los del año 2003, 2004 y 2006 poseían datos de abundancia de individuos para cada especie registrada. Dentro de estos el del 2004 fue el que alcanzó la mayor diversidad medida mediante el índice de Shannon-Wiener ( $H' = 5,9$ ), seguida del año 2006<sup>a</sup> con  $H' = 5,1$ . Las campañas actuales de otoño y primavera de 2016 alcanzaron una diversidad de  $H' = 4,7$  y  $H = 5,4$ , respectivamente. Reduciéndose en hasta un 8% respecto a la diversidad máxima registrada (Figura 4-7).



**Figura 4-7. Índice de diversidad de Shannon-Wiener registrado en los estudios recopilados entre 1995-2006 y la campaña de terreno de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.**

**Tabla 4-4. Listado de especies de los grupos taxonómicos registrados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante el periodo 1995-2016. En negrita se destacan las especies registradas durante las campañas de invierno y primavera de 2016.**

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<b>Anfibios</b>							
<i>Rhinella atacamensis</i>				X			
<i>Pleurodema thaul</i>				X			
<b>Aves</b>							
<i>Agelaius thilius</i>						X	X
<i>Podilymbus podiceps</i>			X		X	X	X
<i>Nycticorax nycticorax</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Tachycineta meyeni</i>						X	X
<i>Anas cyanoptera</i>			X	X	X	X	X
<i>Anas georgica</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Phleocryptes melanops</i>			X	X	X	X	X
<i>Sephanoides sephaniodes</i>			X		X	X	X
<i>Anas sibilatrix</i>		X	X		X	X	X
<i>Ardea alba</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>		X		X	X	X	X
<i>Ardea cocoi</i>			X		X	X	X
<i>Pelecanus thagus</i>			X	X	X	X	X
<i>Plegadis chihi</i>						X	X

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Charadrius alexandrinus</i>			X	X	X	X	X
<i>Troglodytes musculus</i>						X	X
<i>Zonotrichia capensis</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Larus modestus</i>			X	X	X	X	X
<i>Lessonia rufa</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Coscoroba coscoroba</i>				X		X	X
<i>Curaeus curaeus</i>			X	X		X	X
<i>Numenius phaeopus</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>			X	X	X	X	X
<i>Fulica armillata</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Podiceps major</i>			X	X	X	X	X
<i>Fulica leucoptera</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Fulica rufifrons</i>			X	X	X	X	X
<i>Tachuris rubrigastra</i>			X	X	X	X	X
<i>Vanellus chilensis</i>			X	X	X	X	X
<i>Zenaida meloda</i>			X	X	X	X	X
<i>Haematopus palliatus</i>			X	X	X	X	X
<i>Himantopus melanurus</i>			X	X	X	X	X
<i>Larus dominicanus</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Anairetes parulus</i>				X	X	X	

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Limosa haemastica</i>						X	
<i>Anas platalea</i>		X	X		X	X	
<i>Xolmis pyrope</i>				X		X	
<i>Muscisaxicola maclovianus</i>						X	
<i>Buteo polyosoma</i>		X	X	X		X	
<i>Calidris alba</i>		X	X	X		X	
<i>Carduelis barbatus</i>						X	
<i>Rollandia rolland</i>			X	X	X	X	
<i>Sturnella loyca</i>			X	X	X	X	
<i>Charadrius modestus</i>			X	X		X	
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>		X				X	
<i>Colorhamphus parvirostris</i>				X		X	
<i>Coragyps atratus</i>	X		X	X		X	
<i>Milvago chimango</i>			X	X		X	
<i>Diuca diuca</i>		X		X		X	
<i>Parabuteo unicinctus</i>				X	X	X	
<i>Egretta caerulea</i>				X	X	X	
<i>Egretta thula</i>			X	X	X	X	
<i>Phrygilus fruticeti</i>			X	X		X	
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>				X	X	X	

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Scytalopus fuscus</i>						X	
<i>Gallinago paraguaiae</i>				X	X	X	
<i>Sicalis luteola</i>				X	X	X	
<i>Gallinula galatea</i>						X	
<i>Gallinula melanops</i>						X	
<i>Theristicus melanopus</i>		X	X	X	X	X	
<i>Geositta cunicularia</i>	X			X		X	
<i>Haematopus ater</i>			X	X		X	
<i>Tringa flavipes</i>			X	X	X		X
<i>Hymenops perspicillata</i>							X
<i>Anas bahamensis</i>				X			X
<i>Rynchops niger</i>			X	X	X		X
<i>Larus pipixcan</i>			X	X			X
<i>Anthus correndera</i>				X			X
<i>Zenaida auriculata</i>			X	X	X		X
<i>Circus cinereus</i>			X	X	X		X
<i>Rhodopsis vesper</i>							X
<i>Cistothorus platensis</i>			X	X			X
<i>Patagona gigas</i>			X	X	X		X
<i>Tringa melanoleuca</i>			X	X	X		X



Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Cathartes aura</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Sterna paradisaea</i>			X	X			
<i>Athene cunicularia</i>	X			X			
<i>Caracara plancus</i>			X	X			
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>			X				
<i>Rhodopsis vesper vesper</i>				X	X		
<i>Anas platyrhynchos</i>				X			
<i>Charadrius collaris</i>			X	X	X		
<i>Arenaria interpres</i>			X	X			
<i>Hirundo rustica</i>			X	X			
<i>Pseudasthenes humicola</i>				X	X		
<i>Falco peregrinus</i>			X	X			
<i>Hymenops perspicillatus</i>			X	X			
<i>Calidris bairdii</i>			X	X			
<i>Ixobrychus involucris</i>			X	X			
<i>Gallinula chloropus</i>			X	X	X		
<i>Larosterna inca</i>				X			
<i>Geositta maritima</i>		X					
<i>Larus belcheri</i>			X	X			
<i>Cygnus melancoryphus</i>		X	X	X			

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Charadrius falklandicus</i>				X			
<i>Bubo magallanicus</i>				X	X		
<i>Larus maculipennis</i>	X		X	X			
<i>Recurvirostra andina</i>				X			
<i>Spinus barbata</i>			X	X	X		
<i>Larus serranus</i>				X			
<i>Agriornis montana</i>				X			
<i>Laterallus jamaicensis</i>			X	X			
<i>Calidris canutus</i>				X			
<i>Cinclodes fuscus</i>			X	X	X		
<i>Tringa semipalmata</i>				X			
<i>Tyto alba</i>				X			
<i>Cinclodes oustaleti</i>			X	X	X		
<i>Lophonetta speculariodes</i>				X			
<i>Phrygilus alaudinus</i>				X			
<i>Cinclodes patagonicus</i>					X		
<i>Phytotoma rara</i>			X	X			
<i>Mimus thenca</i>				X	X		
<i>Pluvialis dominica</i>				X			
<i>Molothrus bonariensis</i>				X			

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Podiceps occipitalis</i>				X	X		
<i>Muscisaxicola brevirostris</i>		X		X			
<i>Porphyriops melanops</i>			X	X	X		
<i>Bubulcus ibis</i>			X	X	X		
<i>Muxcisaxicola macloviana</i>					X		
<i>Netta peposaca</i>				X			
<i>Elaenia albiceps</i>				X			
<i>Elanus leucurus</i>			X	X			
<i>Aphriza virgata</i>			X	X			
<i>Falco sparverius</i>			X	X			
<i>Nycticryphes semicollaris</i>				X			
<i>Sterna hurundinacea</i>				X			
<i>Oreopholus ruficollis</i>	X						
<i>Anas flavirostris oxyptera</i>					X		
<i>Oxyura vittata</i>			X	X	X		
<i>Tachycineta leucopyga</i>			X	X	X		
<i>Columba livia</i>				X			
<i>Thalasseus elegans</i>				X			
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>			X	X	X		
<i>Thinocorus rumicivorus</i>				X			

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Columbia picui</i>				X			
<i>Troglodytes aedon</i>		X	X	X			
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>				X			
<i>Turdus falcklandii</i>				X	X		
<i>Agriornis livida</i>				X			
<i>Upucerthia dumetaria</i>				X			
<i>Phalaropus tricolor</i>				X			
<i>Agelasticus thilius</i>			X	X	X		
<i>Anas flavirostris</i>		X	X	X	X		
<i>Phoenicopterus chilensis</i>		X	X	X			
<i>Geositta rufipennis</i>				X			
<i>Phrygillus unicolor</i>	X						
Macromamíferos							
<i>Puma concolor</i>				X	X		
<i>Pseudalopex griseus</i>	X	X		X	X		
<i>Lama guanicoe</i>		X		X	X		
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	X			X	X		
Micromamíferos							
<b><i>Rattus norvegicus</i></b>						X	X
<b><i>Phyllotis darwini</i></b>				X	X	X	X

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Abrothrix olivaceus</i>						X	X
<i>Mus musculus</i>				X	X	X	X
<i>Olygorizomys longicaudatus</i>				X	X		
<i>Rattus norvegicus</i>				X	X		
<i>Abrothrix olivaceus</i>				X	X		
<i>Eligmodontia typus</i>				X	X		
<i>Thylamys elegans</i>				X	X		
<i>Histiopus montanus</i>				X	X		
<i>Oryctolagus cuniculus</i>					X		
<i>Lepus europaeus</i>	X				X		
<i>Akodon olivaceus</i>				X	X		
<i>Abrocoma bennetti</i>				X	X		
<i>Spalacopus cyanus</i>	X			X	X		
<i>Myocastor coypus</i>				X	X		
<i>Desmodus rotundus</i>				X	X		
<i>Octodon degu</i>				X	X		
Reptiles							
<i>Liolaemus platei</i>	X	X		X	X		
<i>Tachymenis chilensis</i>				X	X		
<i>Microlophus atacamensis</i>				X	X		

Nombre científico	1995	2003	2004	2005	2006	Invierno 2016	Primavera 2016
<i>Homonota gaudichaudii</i>		X		X	X		
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>				X	X		
<i>Liolaemus atacamensis</i>		X		X	X		
<i>Liolaemus silvai</i>				X	X		
<i>Liolaemus bisignatus</i>		X		X	X		
<i>Philodryas chamissonis</i>				X	X		
<i>Liolaemus copiadoensis</i>				X	X		
<i>Callopistes maculatus</i>		X		X	X		
<i>Liolaemus fuscus</i>					X		

#### 4.3.3.3 Biota acuática

La información pertinente sobre fauna planctónica y bentónica a nivel histórico del periodo comprendido entre el 2005 – 2016 del Humedal Huasco no tiene datos comparables con los obtenidos en las campañas de invierno y primavera presentados en este informe, debido a las diferencias que existen entre las metodologías de la toma de datos y los puntos de muestreo; sin embargo, se ha realizado una comparación con los datos de presencia de organismos, obtenidos durante el desarrollo del informe Objetivo 1 y otros estudios, en los que se incluye la fauna presente en la zona marina, aledaña a la desembocadura del río Huasco.

Históricamente la fauna bentónica y planctónica de la zona de interés ha sido dominada principalmente por ejemplares de moluscos, artrópodos y poliquetos, donde destacan los bivalvos *Perumytilus purpuratus*, caracoles gastrópodos *Littorina peruviana*, *Austrolittorina peruviana*, *Nodilittorina araucana*, *Turritella cingulata*, artrópodos *Jehlius cirratus*, *Petrolisthes* sp., *Allopetrolisthes* sp., *Cryphiops caementarius*, además de moluscos y poliquetos indeterminados (Tabla 4-5).

Así mismo, la comunidad zooplanctónica se ve dominada por organismos artrópodos donde destacan singularmente los braquiópodos de la especie *Leydigia leydigi* y los ostrácodos (Crustacea) indeterminados (Tabla 14-2). De igual manera, la comunidad de macrozoobentos se vio representada por el filo de los Moluscos, en especial por caracoles del género *Heleobia* (*Heleobia* sp.) y el filo de los artrópodos, específicamente por ostrácodos indeterminados.

Por otro lado, en base a estudios previos realizados en el estuario y caudal del río Huasco, históricamente se han descrito cinco especies de ictiofauna. Cinco de ellas nativas y una introducida (Tabla 4-6). Entre éstas únicamente la Lisa (*Mugil cephalus*) fue registrada en la presente campaña. Adicionalmente, los estudios previos han descrito la presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), especie Vulnerable en el área de estudio del caudal del río Huasco. En el presente estudio fue registrado en el muestreo de macroinvertebrados el punto H-2 y capturado en H-3.

Estudios históricos sobre el estado del sistema a estudiar muestran diferencias morfológicas e hidrológicas de un año a otro; esta serie de cambios se observan en cuanto al caudal, el espejo de agua y condiciones de la salida de agua al mar, lo que puede estar afectando a la composición y distribución de especies encontradas en esta área de estudio, sobre todo en los puntos de muestreo H-1 y H-2 que luego de la subida del caudal, H-1 quedó aislado del resto del sistema y H-2 que pasó de ser una salida intermitente al mar, a ser una salida permanente y directa a la costa.

**Tabla 4-5. Conforme a revisiones realizadas se presenta a continuación los grupos taxonómicos identificados en zona de Estuario Humedal Huasco, principalmente en la zona costera. IR: Intermareal rocoso, PB: Playas con bolones, SM: Submareal, SL: Sublitoral, R: Rocoso, B: Blando, EH: Estuario Huasco, CR: Caudal río Huasco**

Grupo	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	IR	PB	SM	SL		EH y CR	
										R	B		
Zoobentos	Mollusca	Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	Perumytilus	<i>Perumytilus purpuratus</i>	x						
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina	<i>Littorina peruviana</i>	x						
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Littorina (Austrolittorina)	<i>Austrolittorina peruviana</i>	x						
	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	Nodilittorina	<i>Nodilittorina araucana</i>	x						
	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Turritellidae	Turritella	<i>Turritella cingulata</i>			x			x	
	Mollusca	Gastropoda	-	-	-	Gastropoda indet.					x		
	Mollusca	-	-	-	-	Mollusca indet.					x		
	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	Jehlius	<i>Jehlius cirratus</i>	x						
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Petrolisthes	<i>Petrolisthes</i> sp.			x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Porcellanidae	Allopetrolisthes	<i>Allopetrolisthes</i> sp.			x				
	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Cryphiops	<i>Cryphiops caementarius</i>							x
	Arthropoda	Crustacea (Subfilo)	-	-	-	Crustacea indet.	x				x		
	Echinodermata	Echinoidea	Arbacioida	Arbaciidae	Tetrapygyus	<i>Tetrapygyus niger</i>				x			
	Annelida	Polichaeta	-	-	-	Polichaeta indet.	x				x		



**Tabla 4-6 Especies de peces registradas en otros estudios para el río Huasco y zona estuarina.**

Especie	Nombre común	Origen biogeográfico	Estado de conservación
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito	Nativa	Vulnerable
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del norte	Nativa	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Nativa	Vulnerable
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Nativa	Preocupación Menor
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Nativa	Vulnerable
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia	Introducida	-

#### **4.3.4 Actividad 2 Establecimiento de objetos de conservación del humedal costero como insumo para la solicitud de la creación de un Santuario de la Naturaleza.**

En consideración al enfoque del presente capítulo se define en este documento objeto de conservación a aquellas especies que presentan algún tipo de amenaza o que son consideradas actualmente bajo algún criterio de conservación. El énfasis en las especies amenazadas responde a un contexto global, en que la pérdida de la biodiversidad ha caracterizado el siglo XXI, producto de las diferentes presiones que ejerce el hombre sobre los ecosistemas y las especies que habitan en ellos. La principal razón de la masiva extinción de especies es la pérdida de hábitat (Lugo, 2001). Por tanto, se propone aquí conservar el Humedal Costero Estuario del río Huasco por ser fuente de refugio, alimentación y reproducción de las especies que se presentan a continuación (Tabla 4-7 y Tabla 4-8). Independiente de estas definiciones, además se considerará como objeto de conservación el ecosistema completo, y sus servicios ecosistémicos.

##### **4.3.4.1 Objeto de conservación histórico**

Los objetos de conservación evaluados en este estudio se basan en dos enfoques, en primer lugar se presenta una tabla con las especies históricas encontradas en la zona y que están bajo alguna categoría de conservación. Esto es incluido por la alta variabilidad del ecosistema en el tiempo, lo que puede influir en la visita de algunas especies migratorias y que es necesario considerar como criterio para conservar este humedal costero (ver Tabla 4-7).

Por otra parte se realizó una tabla de especies en categoría de conservación registradas durante las campañas de monitoreo de invierno y primavera de 2016 (ver Tabla 4-8). Que en la mayoría de los casos coincide con lo registrado históricamente, pero existen especies que figuran sólo en los monitoreos de 2016.

**Tabla 4-7 Especies objeto de conservación registradas durante entre el año 2005- 2015 de acuerdo a las revisiones realizadas en el presente estudio. En negrita las especies encontradas históricamente y en el actual monitoreo (2016). Considerar que para Fauna el área considerada para evaluar especies históricas fue la cuenca del río Huasco.**

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
<b>FAUNA</b>		
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culbeo	Vulnerable
<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Preocupación menor
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	En Peligro
<i>Liolaemus platei</i>	Lagartija de Plate	Rara
<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	Vulnerable
<b><i>Anas platalea</i></b>	<b>Pato cuchara</b>	<b>Insuficientemente conocido</b>
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco Chileno	Vulnerable
<b><i>Theristicus melanopis</i></b>	<b>Bandurria</b>	<b>En Peligro</b>
<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana Chilena	Vulnerable
<i>Liolaemus atacamensis</i>	Lagartija de Atacama	Rara
<i>Liolaemus bisignatus</i>	Lagartija de dos manchas	Rara
<i>Homonota gaudichaudii</i>	Salamanqueja del norte chica	Preocupación menor
<b><i>Ardea cocoi</i></b>	<b>Garza cuca</b>	<b>Rara</b>
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Vulnerable
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Rara
<b><i>Larus modestus</i></b>	<b>Gaviota garuma</b>	<b>Vulnerable</b>
<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Insuficientemente conocido
<i>Rhinella atacamensis</i>	Sapo de Atacama	Vulnerable
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapo de cuatro ojos	Casi amenazada
<b><i>Gallinago paraguaiiae</i></b>	<b>Becacina</b>	<b>Vulnerable</b>
<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	Vulnerable
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Vulnerable
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Vulnerable
<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantilla	Rara
<b><i>Coscoroba coscoroba</i></b>	<b>Cisne coscoroba</b>	<b>En Peligro</b>

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación
<i>Calidris canutus</i>	Playero ártico	En Peligro
<i>Puma concolor</i>	Puma	Casi amenazada
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	Vulnerable
<i>Desmodus rotundus</i>	Piuchen	Rara
<i>Abrocoma bennetti</i>	Ratón chinchilla común	Insuficientemente conocido
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>	Lagartija de mancha	Vulnerable
<i>Liolaemus silvai</i>	Lagartija de Silva	Vulnerable
<i>Microlophus atacamensis</i>	Corredor de Atacama	Vulnerable
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Vulnerable
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Rara
<i>Liolaemus copiapoensis</i>	Lagartija de Copiapó	Fuera de peligro
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	Preocupación menor
<b><i>Plegadis chihi</i></b>	<b>Cuervo del pantano</b>	<b>En peligro</b>
<b>BIOTA ACUÁTICA</b>		
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Baarecito	Vulnerable
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del norte	Vulnerable
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye	Vulnerable
<b><i>Mugil cephalus</i></b>	<b>Lisa</b>	<b>Preocupación Menor</b>
<i>Cheirodon pisciculus</i>	Pocha	Vulnerable
<b><i>Cryphiops caementarius</i></b>	<b>Camarón de río</b>	<b>Vulnerable</b>

#### 4.3.4.2 Objeto de conservación 2016

##### a. Fauna:

El registro de la fauna presente en el humedal de Huasco se llevó a efecto en dos campañas correspondientes a invierno y primavera de 2016. En ambas campañas el esfuerzo se concentró en la búsqueda de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Las estaciones de muestreo utilizadas se detallan en la siguiente tabla 4.9.

En las dos campañas de 2016 se detectó un total 2.052 ejemplares de vertebrados terrestres, correspondientes a 79 especies, de las cuales las aves representan el grupo mayoritario con 75 especies y 1985 ejemplares, seguido por los mamíferos nativos con sólo dos especies y 36 ejemplares. En estas campañas no se detectaron anfibios ni reptiles. De las especies detectadas, sólo ocho aves se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación. Ver Tabla 4-14. En general estas especies están asociadas al cuerpo de agua presente en el humedal. Se puede apreciar la distribución y abundancia absoluta de aquellas especies clasificadas en una categoría de conservación de amenaza (i.e. En Peligro o Vulnerable) y las clasificadas en alguna categoría de conservación fuera de amenaza (i.e. Preocupación Menor, Insuficientemente Conocida o Rara).

##### b. Biota acuática

Durante el 2016 fue posible registrar solo dos especies ícticas en la zona de estudio. Una introducida *Gambusia affinis* y una nativa *Mugil cephalus*. Esta última categorizada como en estado de Preocupación Menor por el RCE (DS 52/2014 MMA). Cabe destacar que esta especie fue capturada en estado juvenil en dos zonas muy diferenciadas dentro del estuario aguas arriba del Humedal en el punto monitoreado más alejado de la costa H-6 y en la zona estuarina definida en primavera como un parca de alta conectividad entre el río Huasco y el mar (H-2).

**Tabla 4-8 Especies objeto de conservación registradas durante el año 2016 (campaña de invierno y/o primavera) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. En negrita las especies que NO han sido registradas en el análisis histórico de este estudio.**

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
<b>FAUNA</b>				
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	En peligro	32	12
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Insuficientemente conocida	6	
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Rara	4	1
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo del pantano	En peligro	2	1
<b><i>Anas bahamensis</i></b>	<b>Pato gargantillo</b>	<b>Preocupación Menor</b>		<b>1</b>
<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	Vulnerable	95	24
<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	En peligro	5	

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
<i>Gallinago paraguaiae</i>	Becacina	Vulnerable	2	
<b>VEGETACIÓN</b>				
<i>Eulichnia acida var. procumbens</i>		Preocupación menor		
<b>BIOTA ACUÁTICA</b>				
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Preocupación Menor	8	1
<i>Cryphiops caementarius</i>	Camarón de río	Vulnerable	84.18 /m <sup>2</sup>	

#### 4.3.5 Actividad 6 Carta de Ocupación de Tierras (COT) para el establecimiento de unidades y pisos vegetacionales.

El área de estudio del Humedal Costero Estuario Río Huasco contiene una superficie de 752,99 ha de las cuales el 83,4% (627,84 ha) corresponden a las formaciones vegetales Matorral, Bosque, Zona de vegetación escasa y Otras formaciones, mientras que la fracción restante corresponde a Otras categorías (cultivos agrícolas, cuerpos de agua y zonas urbanas) (Tabla 4-9).

**Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio.**

Formación vegetal	Tipo vegetacional	Superficie (ha)	Participación porcentual (%)
Bosque	Bosque de <i>Salix humboldtiana</i>	20,34	2,7
<b>Total Bosque</b>		<b>20,34</b>	<b>2,7</b>
Matorral	Matorral de <i>Adesmia littoralis</i>	205,07	27,2
	Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Baccharis spartioides</i>	83,6	11,1
	Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i>	54,31	7,2
	Matorral de <i>Tessaria absinthioides</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i>	52,24	6,9
	Matorral de <i>Cristaria glaucophylla</i>	38,03	5,1
	Matorral de <i>Baccharis spartioides</i> y <i>Sarcocornia fruticosa</i>	26,32	3,5

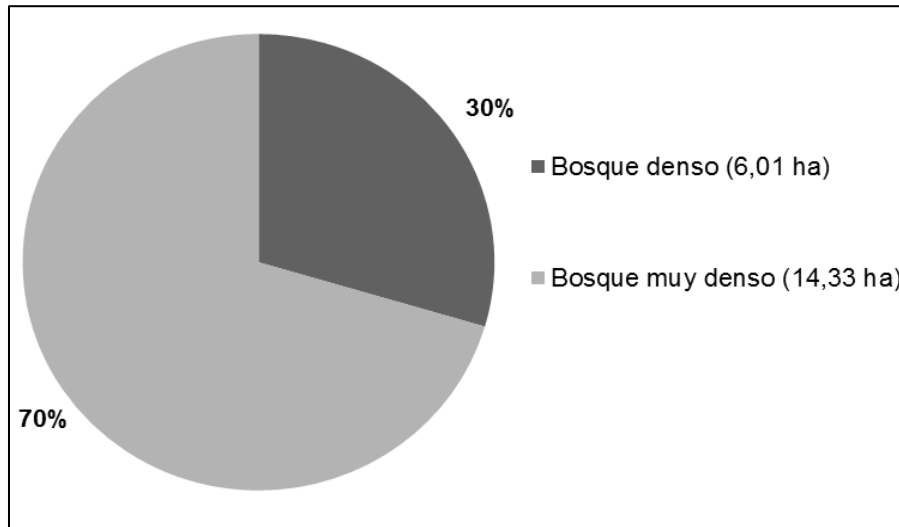
**Tabla 4-9. Superficie y participación porcentual de las formaciones vegetales y otras categorías del área de estudio.**

<b>Total Matorral</b>		<b>459,57</b>	<b>61,0</b>
Otras formaciones	Plantación forestal	45,96	6,1
	Herbazal de <i>Typha angustifolia</i>	26,94	3,6
<b>Total Otras formaciones</b>		<b>72,9</b>	<b>9,7</b>
Zona de vegetación escasa	Zona de vegetación escasa	75,03	10,0
<b>Total Zona de vegetación escasa</b>		<b>75,03</b>	<b>10,0</b>
<b>Total formaciones vegetales</b>		<b>627,84</b>	<b>83,4</b>
Otras categorías	Zonas agrícolas (cultivos)	79,3	10,5
	Cuerpo de agua	34,12	4,5
	Zonas urbanas	11,73	1,6
<b>Total otras categorías</b>		<b>125,15</b>	<b>16,6</b>
<b>Superficie total</b>		<b>752,99</b>	<b>100,00</b>

#### 4.3.5.1 Bosque

Es aquella formación donde la forma de crecimiento de las especies dominantes corresponde a árbol y cuya cobertura de copa es superior al 10%. En algunas situaciones esta formación de bosque se encuentra acompañada de un estrato arbustivo de cobertura variable.

La superficie total de esta formación vegetal es de 20,34 ha, la cual representa un 2,7% del área de estudio total. El único tipo vegetacional respectivo a esta formación es el bosque de *Salix Humboldtiana*. La cobertura de copa de esta formación es superior al 75% (Figura 4-8).



**Figura 4-8. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Bosque.**

A continuación se describe el tipo vegetacional Bosque de *Salix humboldtiana*, el cual corresponde al único tipo presente en esta formación.

*a. Bosque de Salix humboldtiana*

El bosque de *Salix humboldtiana* corresponde al único tipo vegetacional donde dominan especies de hábito de crecimiento arbóreo. Este tipo ocupa una superficie de 20,34 ha, la cual representa un 2,7% del área de estudio del Humedal Costero Estuario Río Huasco. Dentro del estrato arbóreo no se encuentran otras especies acompañantes que aporten en la cobertura vegetal de manera significativa. Sin embargo, en algunas ocasiones se encuentra acompañado por un estrato arbustivo de cobertura variable donde domina la presencia de la especie *Tessaria absinthioides*.

Esta formación vegetal al interior del área de estudio se asocia a sectores húmedos colindantes a cuerpos de agua permanentes o temporales (Figura 4-9).

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), dentro del bosque de *Salix humboldtiana* se encuentra una especie en categoría de conservación, la cual corresponde a *Equisetum giganteum*, especie calificada en la categoría Preocupación Menor.



Figura 4-9. Fotografía del tipo vegetacional Bosque de *Salix humboldtiana*

#### 4.3.5.2 Matorral

Esta formación se caracteriza porque dentro de su composición dominan en cobertura aquellas especies con un hábito de crecimiento arbustivo. En algunas situaciones es posible encontrar esta formación acompañada por un estrato herbáceo.

El área total cubierta por la formación de matorral es de 459,57 ha, superficie que representa el 61,0% del área de estudio. Dentro de esta formación se identifican seis tipos vegetacionales diferentes donde dominan las especies *Adesmia littoralis*, *Baccharis spartioides*, *Sarcocornia fruticosa*, *Cristaria glaucophylla*, *Tessaria absinthioides*.

En relación a la cobertura vegetal de la formación de matorral, esta se presenta con variaciones que van desde muy clara (10 a 25% de cobertura) hasta muy densa (coberturas mayores al 90%) (Figura 4-10).



Figura

4-10

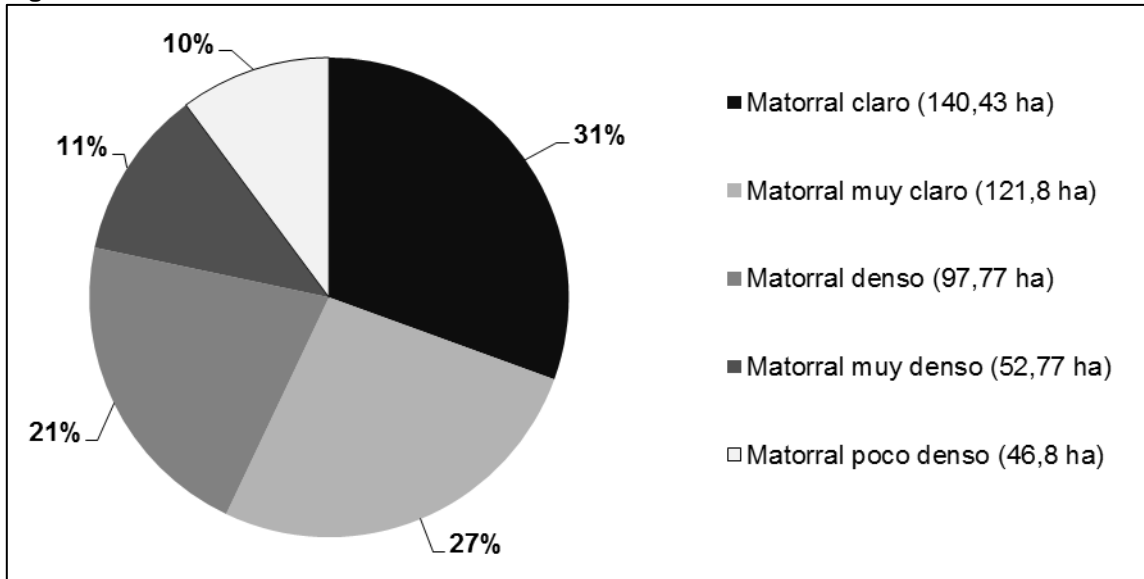


Figura 4-10. Clases de cobertura de cobertura vegetal de la formación vegetal Matorral.

A continuación se describen los seis tipos vegetacionales encontrados para esta formación.

a. *Matorral de Adesmia littoralis*

El matorral dominado por la especie *Adesmia littoralis* corresponde al tipo vegetacional con mayor superficie dentro de esta formación (Figura 4-11). La superficie que ocupa éste matorral es de 205,07 ha, la cual corresponde a un 27,2% de la superficie total del área de estudio. La cobertura vegetal del estrato arbustivo presenta un rango de variación entre el 10-25% y 25-50% (de muy claro a claro). En algunas ocasiones dentro del estrato arbustivo es posible encontrar como especie acompañante al subarbusto endémico *Nolana divaricata*.

Al interior del Matorral de *Adesmia littoralis* es posible registrar la presencia de las especies *Austrocylindropuntia miqueli* y *Eulychnia acida*, las cuales se encuentran en la categoría de conservación Preocupación Menor (de acuerdo al RCE).



**Figura 4-11. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Adesmia littoralis***

*b. Matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides**

En términos de cobertura vegetal este tipo vegetacional se encuentra dominado por las especies *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides*. El área que abarca este tipo corresponde a 83,6 ha (11,1% del área de estudio). La cobertura vegetal del matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides* varía entre el 50-75% y 75-90% (de poco denso a denso). Como especies acompañantes dentro de este tipo vegetacional es posible encontrar a los arbustos *Sarcocornia fruticosa*, *Baccharis juncea* y a las hierbas *Distichlis spicata* y *Carpobrotus chilensis*, entre otras.

Dentro del matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides* es posible encontrar la especie *Equisetum giganteum*, la cual está clasificada en la categoría Preocupación Menor.



Figura 4-12. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides* y *Baccharis spartioides*.

c. *Matorral de Tessaria absinthioides*

Este tipo vegetacional ocupa una superficie de 54,31 (7,2% del área de estudio). La cobertura vegetal del estrato arbustivo dominado por esta especie, en la mayor parte de las situaciones es posible encontrarla con coberturas superiores al 50%, sin embargo, presenta un rango de variación que va desde claro a muy denso (25-50% a 90-100%).

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres no se registraron especies en categoría de conservación al interior del Matorral de *Tessaria absinthioides*.



Figura 4-13. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides*

d. *Matorral de Tessaria absinthioides y Sarcocornia fruticosa*

El matorral dominado por las especies *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia fruticosa* presenta una superficie de 52,24 ha, la cual representa un 6,9% de la superficie total del área de estudio. La cobertura vegetal que ocupa este tipo vegetacional se presentan de forma poco densa a muy densa (50-75% a 90-100%).

Al interior del Matorral de *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia fruticosa* no se registraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).



**Figura 4-14. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Tessaria absinthioides* y *Sarcocornia fruticosa*.**

e. *Matorral de Cristaria glaucophylla*

Dentro del área de estudio el matorral de *Cristaria glaucophylla* presenta una superficie de 38,03 ha, la cual representa un 5,1% del área de estudio total. Este tipo vegetacional se presenta con una cobertura vegetal clara (25-50%). En algunas ocasiones dentro de esta formación vegetal es posible encontrar como especies acompañantes a los arbustos *Baccharis spartioides*, *Nolana divaricata* y *Ephedra chilensis*.

Dentro del Matorral de *Cristaria glaucophylla* no se encontraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).



**Figura 4-15. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Cristaria glaucophylla***

*f. Matorral de Baccharis spartioides y Sarcocornia fruticosa*

El matorral dominado por las especies de *Baccharis spartioides* y *Sarcocornia fruticosa* ocupa un área de 26,32 ha (3,5% de la superficie total del área de estudio). En relación a la cobertura vegetal, esta presenta un rango de variación que va desde claro a muy denso (25-50% a 90-100%). Como especies acompañantes dentro de este tipo vegetacional es posible encontrar a los arbustos *Nolana crassulifolia*, *Tessaria absinthioides* y a la hierba *Distichlis spicata*, entre otras.

Dentro de este tipo vegetacional no se encontraron especies en categoría de conservación (de acuerdo al RCE).

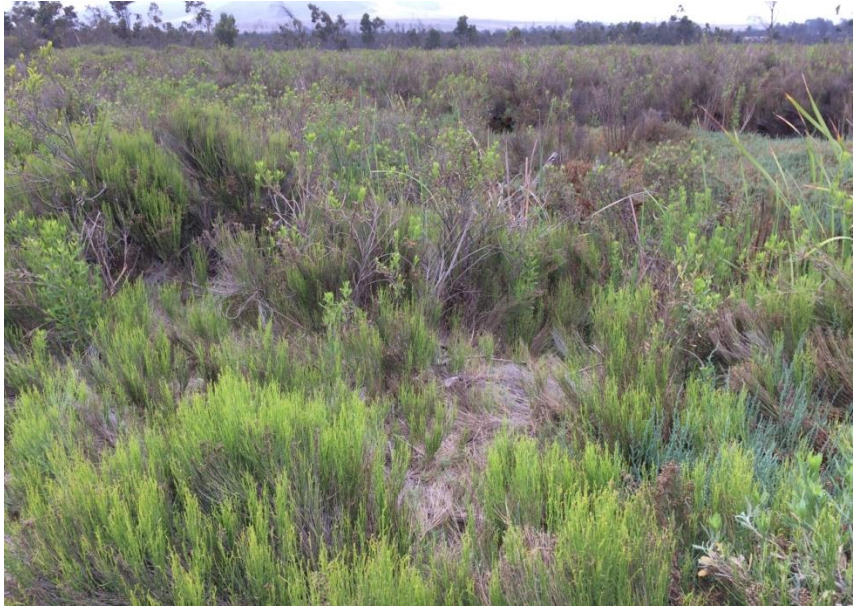


Figura 4-16. Fotografía del tipo vegetacional Matorral de *Baccharis spartioides* y *Sarcocornia fruticosa*

#### 4.3.5.3 Otras formaciones

Corresponde aquellas formaciones donde la vegetación continúa siendo la que aporta la mayor cobertura dentro del área, sin embargo, presentan características diferentes al patrón común de las formaciones vegetales naturales. Dentro del área de estudio se identifican dos de estas formaciones, las cuales corresponden Plantación forestal y a Herbazal de *Typha angustifolia*.

##### a. Plantación forestal

Esta formación ocupa una superficie de 45,96 ha, la cual representa el 6,1% del área de estudio total. Se compone por plantaciones monoespecíficas de especies arbóreas, las cuales corresponden principalmente a *Eucalyptus cf. Camaldulensis* y *Acacia saligna* (Figura 4-17).



**Figura 4-17. Fotografía de Plantación forestal**

*b. Herbazal de *Typha angustifolia**

Corresponde al tipo vegetacional donde domina la hierba perenne *Typha angustifolia* (conocida comúnmente como totora). Este herbazal ocupa dentro del área de estudio una superficie de 26,94 ha (3,6% de la superficie total del área de estudio). Esta formación vegetacional se caracteriza por crecer en sectores con presencia de agua o colindantes a sectores saturados por la presencia de agua.



**Figura 4-18. Fotografía de Herbazal de *Typha angustifolia***

#### **4.3.5.4 Zona de vegetación escasa**

Esta zona corresponde a sectores donde actualmente no existe vegetación viva o que presentan coberturas vegetales menores al 5%. Estas zonas ocupan una superficie de 75,03 ha lo que representa el 10,0% de la superficie total del área de estudio.



**Figura 4-19. Fotografía de Zona de vegetación escasa**

#### **4.3.5.5 Otras categorías**

Dentro de las superficies clasificadas en otras categorías se encuentran las zonas agrícolas (cultivos), los cuerpos de agua y las zonas urbanas. Las superficie total que ocupan estos tres componentes es de 125,15 ha, lo cual representa un 16,6% del área de estudio. El detalle de la superficie de los tres componentes se encuentra en la Tabla 4-9.





**Figura 4-20. Fotografía de Zona urbana (izquierda) y Zona agrícola de cultivo de olivos (derecha).**

#### **4.3.6 Actividad 7 Identificación de especies de flora y vegetación por unidad vegetacional**

De los resultados obtenidos del muestreo de otoño-invierno y primavera 2016 en 73 parcelas de inventarios, se señala que la flora vascular está compuesta por 69 especies de plantas, las cuales se agrupan en 6 clases y 58 géneros. Las familias mayoritariamente representadas fueron Asteraceae (compuestas), con especies, seguido de Poaceae y Solanaceae con 6 especies cada una y Cyperaceae con 4 especies. Del total de especies, sólo una especie fue identificada a nivel genérico debido a no poseer caracteres morfológicos determinantes para su mayor precisión.

**Tabla 4-10 Posición sistemática de la flora vascular presente en el área de estudio.**

<b>CLASE</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>	
Filicopsida		1	1	1
Gnetopsida		1	1	1
Sphenopsida		1	1	1
Pinopsida		1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)		28	44	52
Liliopsida (Monocotiledóneas)		4	10	13
<b>Total</b>		<b>36</b>	<b>58</b>	<b>69</b>

El listado taxonómico del total de especies identificadas en el área de estudio se detalla a continuación:

**Tabla 4-11 Listado taxonómico de la flora vascular presente en el área de estudio.**

División	Clase	Familia	Especie	Nombre común
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Carpobrotus chilensis</i>	doca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Aizoaceae	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	hierba del hielo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Amaranthaceae	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	hierba sosa
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Amaranthaceae	<i>Suaeda foliosa</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Anacardiaceae	<i>Schinus polygama</i>	huingán
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Apium cf. panul</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Apium nodiflorum</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Apocynaceae	<i>Skytanthus acutus</i>	cuerno de cabra
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Araliaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	hierba de la plata
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis juncea</i>	suncho
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis linearis</i>	romerillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis sagittalis</i>	verbena de tres esquinas
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	chilca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Baccharis spartioides</i>	pichana
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Cotula coronopifolia</i>	botón de oro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Encelia canescens</i>	corona de fraile
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Hypochaeris scorzonerae</i>	Escorzonera
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Senecio cf. almeidae</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Tessaria absinthioides</i>	brea
Pteridophyta	Filicopsida	Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	tembladerilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Heliotropium stenophyllum</i>	palito negro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Boraginaceae	<i>Tiquilia litoralis</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	berro europeo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	tunilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Cactaceae	<i>Eulychnia acida</i> var. <i>procumbens</i>	copao, ácido

Magnoliophyta	Magnoliopsida	Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	maitén
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Convolvulaceae	<i>Cressa truxillensis</i>	-
Pinophyta	Pinopsida	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	ciprés
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus californicus</i>	titora
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i> cf. <i>americanus</i>	titora
Magnoliophyta	Liliopsida	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus</i> sp.	-
Gnetophyta	Gnetopsida	Ephedraceae	<i>Ephedra chilensis</i>	pingo-pingo
Pteridophyta	Sphenopsida	Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i>	cola de caballo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	ricino
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Acacia saligna</i>	aromo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Adesmia littoralis</i>	varilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabaceae	<i>Astragalus</i> aff. <i>chamissonis</i>	hierba loca
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Frankeniaceae	<i>Frankenia chilensis</i>	hierba del salitre
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Goodeniaceae	<i>Selliera radicans</i>	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	junco
Magnoliophyta	Liliopsida	Juncaceae	<i>Juncus</i> sp.	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Loranthaceae	<i>Tristerix corymbosus</i>	quintral
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria dissecta</i>	malva
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Cristaria glaucophylla</i>	malvilla
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malvaceae	<i>Malvella leprosa</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> cf. <i>camaldulensis</i>	eucalipto
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Oleaceae	<i>Olea europaea</i>	olivo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	clavito de agua
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Bacopa monnieri</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	llantén
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Ammophila arenaria</i>	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Arundo donax</i>	caña
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Cortaderia speciosa</i>	cola de zorro
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Distichlis spicata</i>	pasto salado

Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>	chépica blanca
Magnoliophyta	Liliopsida	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	carrizo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Polygonaceae	<i>Chorizanthe kingii</i>	sanguinaria
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Primulaceae	<i>Samolus valerandi</i>	-
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Ranunculaceae	<i>Halerpestes cymbalaria</i>	botón de oro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	sauce
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Lycium chilense</i>	coralillo
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i>	palqui inglés
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nolana crassulifolia</i>	sosa
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nolana divaricata</i>	suspiro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Nolana salsoloides</i>	suspiro
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Solanaceae	<i>Solanum trinominum</i>	-
Magnoliophyta	Liliopsida	Typhaceae	<i>Typha angustifolia</i>	titora
Magnoliophyta	Magnoliopsida	Verbenaceae	<i>Phyla reptans</i>	-

---

#### 4.3.6.1 Origen fitogeográfico

Con respecto al origen fitogeográfico, un 49% (34 taxa) de las especies observadas corresponden a un origen nativo no endémico, mientras que un 23% (16 especies) son de origen endémico de Chile continental, mientras que 23% (16 especies) son introducidos y finalmente un 4,35% (3 especies) catalogada de indeterminado debido a que corresponden a especies identificadas solamente a nivel de género. Lo anterior se representa en la Figura 4-21:

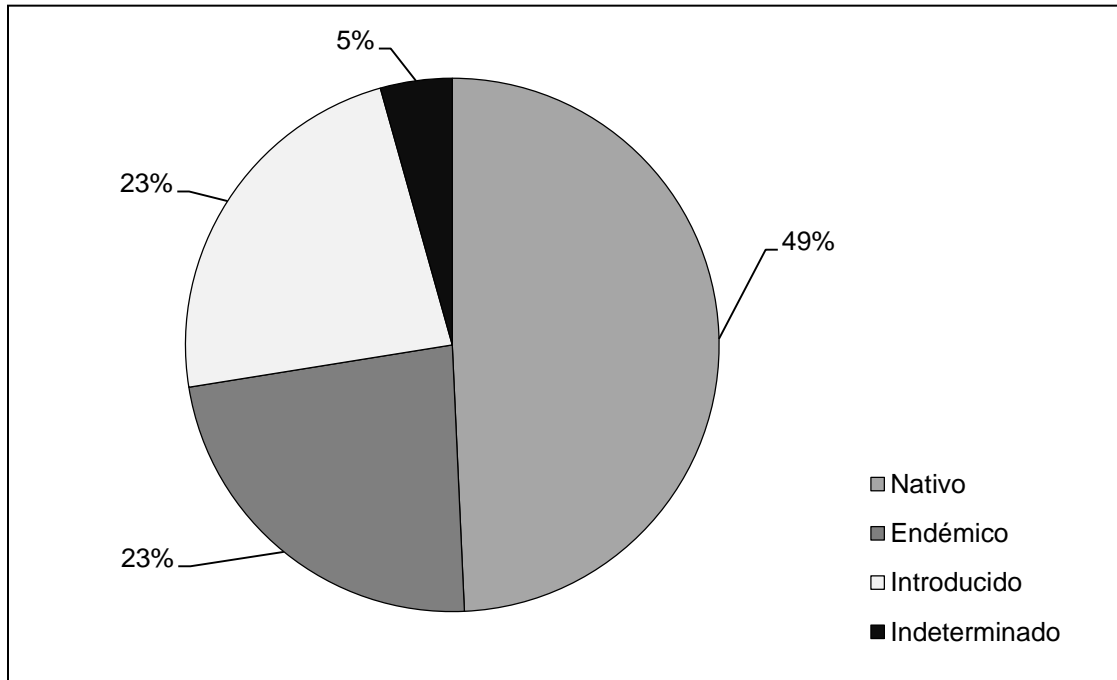


Figura 4-21 Origen fitogeográfico de la flora vascular registrada en el área de estudio.

#### 4.3.6.2 Forma de vida

La dominancia en cuanto a formas de vida en el área de estudio, pertenece a hierbas perennes seguido de los arbustos como los más comunes con 32 (46,38%) y 16 (23,19%) especies respectivamente. Por el contrario, la forma de vida con menores representantes corresponde a suculentas con dos especies (2,90%) (*Eulychnia acida* var. *procumbens* y *Austrocylindropuntia miquelii*) y arbusto parásito con un solo representante (1,45%) (*Tristerix corymbosus*) (Figura 4-22).

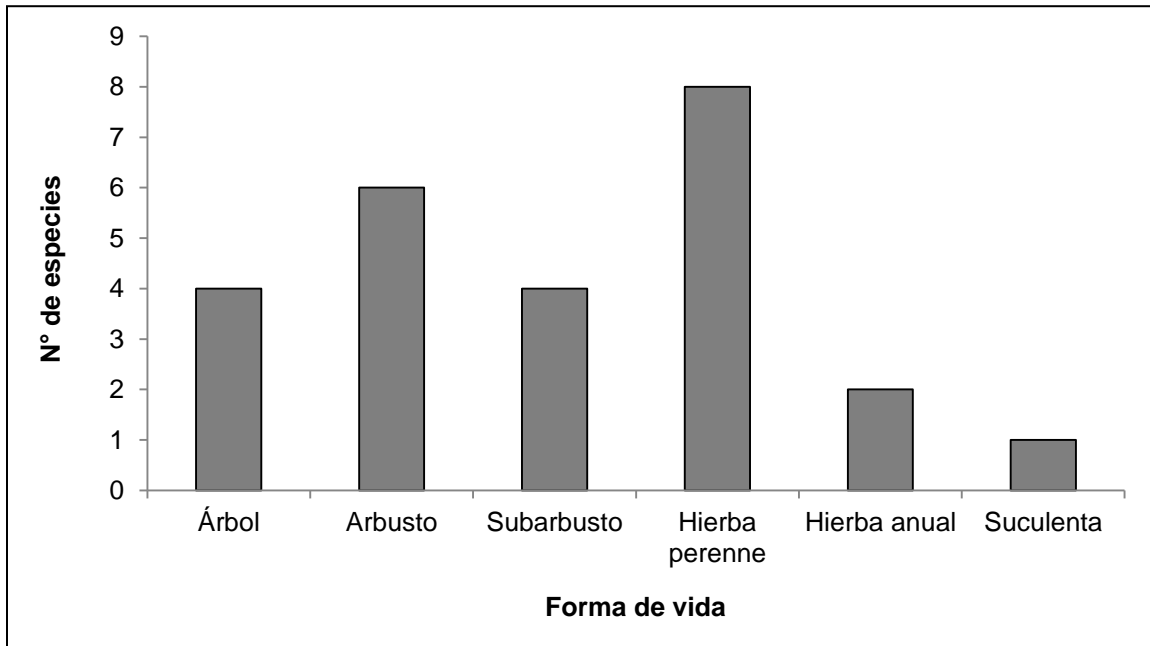


Figura 4-22 Formas de vida de flora vascular presente en el área de estudio.

#### 4.3.7 Actividad 8 Listado actualizado de especies y estado de conservación de los componentes ambientales evaluados (biota acuática, fauna, flora y vegetación)

##### 4.3.7.1 Flora y vegetación

En relación al estado de categoría de conservación, según la revisión de los documentos de prelación por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), esto es, Decretos Supremos emitidos hasta la fecha, Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile y el Boletín N° 47 del MNHN, se registraron tres especies que se encuentran clasificada en categoría de conservación (Tabla 4-12) que corresponde dos cactáceas y a una hierba perenne en categoría de conservación (Figura 4-23). Adicionalmente, la Figura 4-25 muestra los registros de las especies observadas en categoría de conservación. Ambas cactáceas se ubican en la zona norte del área de estudio en unidades vegetacionales que corresponden a matorrales mientras que los individuos de la macrófita *Equisetum giganteum* se registren a unidades vegetacionales asociadas a cuerpos de agua (río, acequias, etc.).

Tabla 4-12 Especie catalogada en estado de conservación presente en el área de estudio.

Especie	Nombre común	Categoría de conservación	Estado de conservación
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i>	tunilla	Suculenta	LC (DS 13/2013 MMA)
<i>Equisetum giganteum</i>	cola de caballo	Hierba perenne	LC (DS 13/2013 MMA)
<i>Eulychnia acida</i> var. <i>procumbens</i>	copao, ácido	Suculenta	LC (DS 41/2011 MMA)

Adicionalmente, según la clasificación efectuada por la IUCN (2016), no existen especies de plantas vasculares clasificadas bajo criterio de conservación en el área de estudio.



Figura 4-23 Ejemplar de *Eulychnia acida* var. *procumbens* (izquierda) y *Austrocyllindropuntia miquelii* (derecha) especies endémicas catalogadas c en categoría de Preocupación menor.



Figura 4-24 Ejemplar de *Equisetum giganteum*, especie macrófita y nativa catalogada en categoría de Preocupación menor.

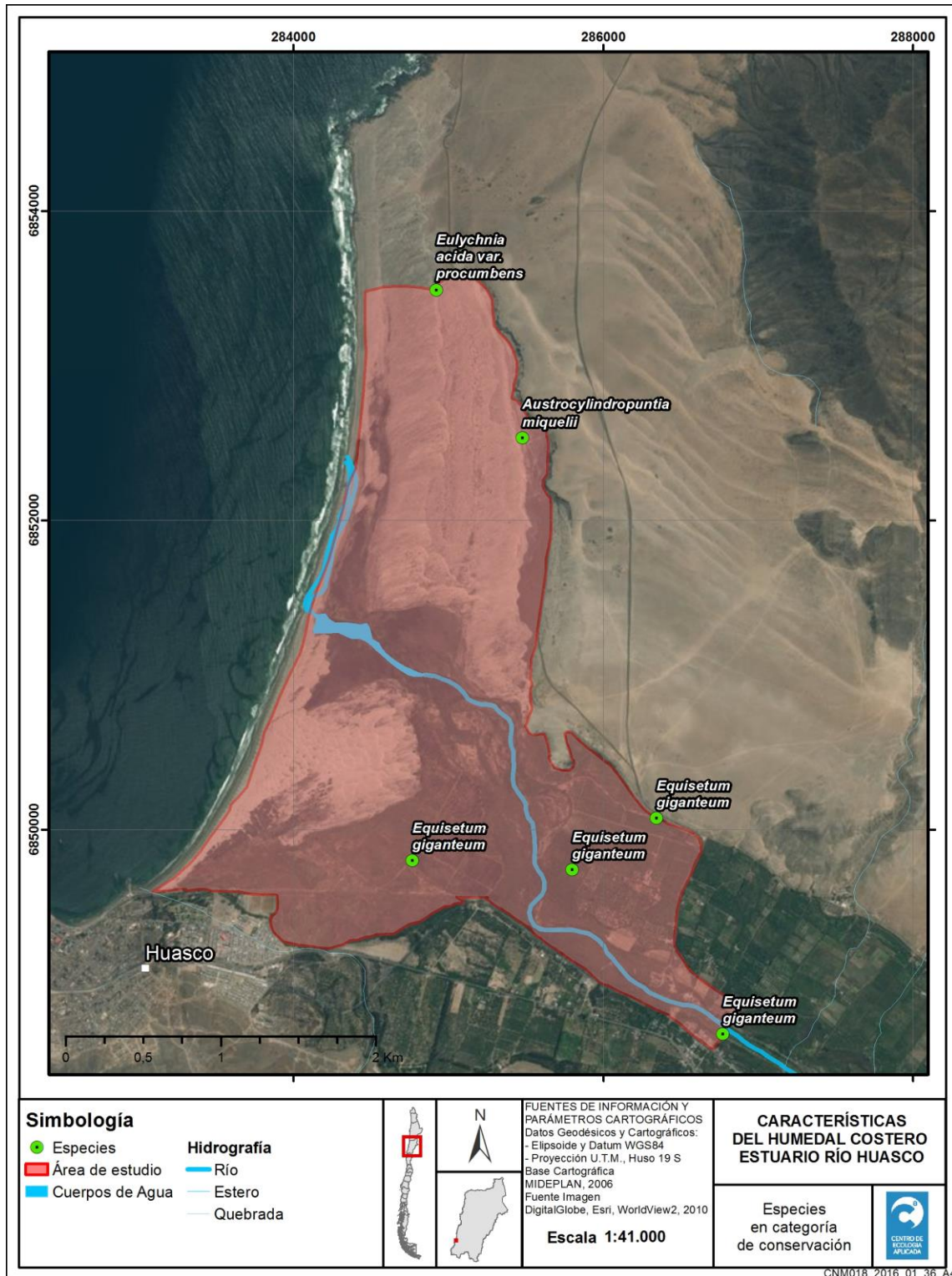


Figura 4-25. Distribución de las especies en categoría de conservación registradas en el área de estudio.



#### 4.3.7.2 Fauna

##### a. Riqueza de especies

En las dos campañas realizadas durante 2016, se registró un total de 79 especies de fauna vertebrada. De estas especies la mayor riqueza se concentró en las aves terrestres con 32 especies (40,5%), seguida de las aves acuáticas con 22 (27,8%), las aves ribereñas con 13 especies (16,5%), aves marinas con ocho especies (10,1%) y los micromamíferos con cuatro especies (5,1%). Durante ambas campañas no se registraron anfibios ni micromamíferos quirópteros. Ver Figura 4-26a.

Comparativamente, la campaña de invierno fue la que registró la mayor riqueza, alcanzado las 66 especies. Mientras que en primavera se alcanzó una riqueza de 50 especies. También es destacable que la campaña de invierno registró mayor riqueza de aves acuáticas, ribereñas y terrestres, respecto a primavera. Mientras que esta última campaña aumentó la riqueza de aves marinas. Por otra parte, en ambas campañas se alcanzó la misma riqueza de micromamíferos (Figura 4-26b).

La composición de especies no fue idéntica durante ambas campañas, es decir, distintas especies se registraron dentro de cada grupo para cada campaña. Sin embargo, tanto en invierno como primavera las aves acuáticas y terrestres fueron las de mayor riqueza.

Ver la Tabla 4-13 para el detalle de composición de fauna vertebrada en cada campaña realizada en el humedal del Río Huasco durante 2016.

##### b. Abundancia de individuos

En las dos campañas realizadas durante 2016, se registró un total de 2052 individuos de fauna vertebrada. La mayor abundancia se concentró en las aves acuáticas con 930 individuos (45,3%), seguida de aves marinas con 402 individuos (19,6%), aves terrestres 132 individuos (19,1%), aves ribereñas con 261 individuos (12,7%). Mientras que los micromamíferos solo alcanzaron los 67 individuos (3,3%). Ver la Figura 4-27a.

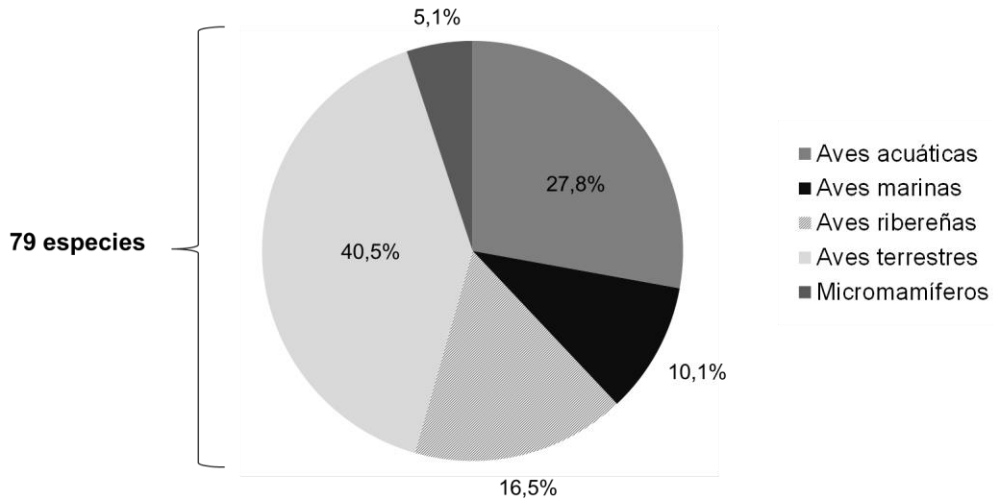
Comparativamente, la campaña de invierno fue la que alcanzó la mayor abundancia con 1302 individuos. Mientras que primavera solo alcanzó una abundancia de 750 individuos (Figura 4-27b). En ambas campañas la dominancia fue para las aves terrestres y acuáticas y el patrón general de dominancia de cada grupo se mantuvo. Salvo para los micromamíferos, los cuales aumentaron su abundancia durante primavera (Figura 4-27b).

En cada campaña la dominancia de especies fue diferente para cada grupo registrado. Por una parte, durante la campaña de invierno las aves más abundantes fueron, el ave acuática *Fulica armillata* con 175 ejemplares, el ave marina *Larus modestus* con 95 ejemplares, el ave ribereña *Numenius phaeopus* con 106 ejemplares y el ave terrestre *Tachycineta meyeri* con 137 ejemplares. Mientras que dentro de los micromamíferos, el más abundante fue *Mus musculus* con diez ejemplares.

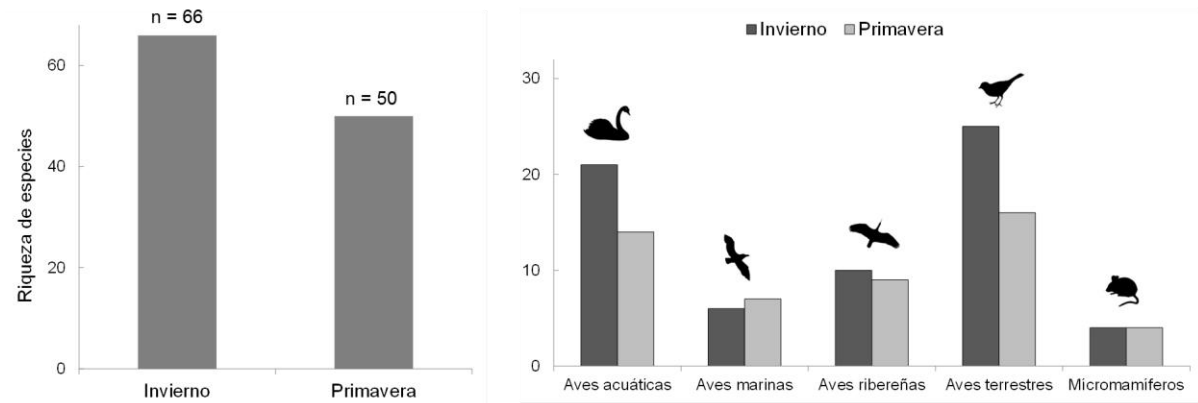
Por otra parte, durante primavera las aves más abundantes fueron, el ave acuática *Fulica leucoptera* con 139 ejemplares, el ave marina *Haematopus palliatus* con 33 ejemplares, el ave ribereña *Tringa melanoleuca* con 30 ejemplares y el ave terrestre *Cathartes aura* con

24 ejemplares. Mientras que dentro de los micromamíferos el más abundante fue *Abrothrix olivaceus* con 17 ejemplares.

(a) Riqueza total de especies



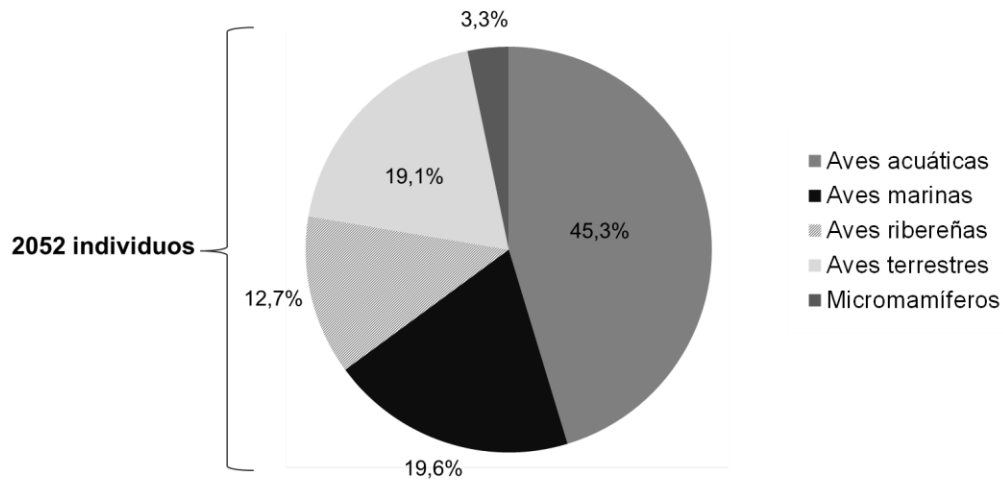
(b) Riqueza de especies por campaña



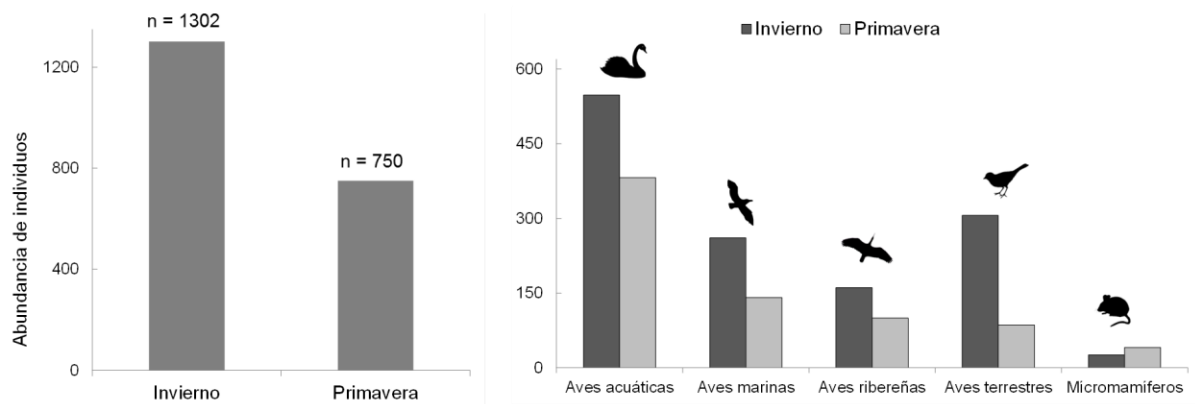
**Figura 4-26 Riqueza relativa del total de especies registrada durante 2016 (a) y riqueza absoluta de especies para las campañas de invierno y primavera (b) en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Sobre las barras de la izquierda se indica el número de especies totales para cada campaña.**

Ver la Tabla 4-13 para el detalle de la abundancia para cada especie de fauna vertebrada registrada en cada campaña realizada en el humedal del Río Huasco durante 2016.

(a) Abundancia total de individuos



(b) Abundancia de individuos por campaña



**Figura 4-27** Abundancia relativa del total de individuos registrada durante 2016 (a) y abundancia absoluta de individuos para las campañas de invierno y primavera (b). Sobre las barras de la izquierda se indica el número de individuos totales para cada campaña.

**Tabla 4-13 Listado taxonómico y abundancia de la fauna vertebrada presente en el área de estudio durante las campañas de invierno y primavera de 2016. En negrita se destacan las especies en categoría RCE.**

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
<b>Aves acuáticas</b>				
<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	--	175	100
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	--	20	139
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	--	73	60
<i>Anas georgica</i>	Pato Jergón Grande	--	69	14
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	--	74	7
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	--	56	20
<b><i>Coscoroba coscoroba</i></b>	<b>Cisne coscoroba</b>	<b>En peligro</b>	<b>32</b>	<b>12</b>
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	--	2	15
<i>Ardea alba</i>	Garza grande	--	7	7
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	--	11	
<i>Podiceps major</i>	Huala	--	3	3
<b><i>Anas platalea</i></b>	<b>Pato cuchara</b>	<b>Insuficientemente conocida</b>	<b>6</b>	
<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	--	3	2
<b><i>Ardea cocoi</i></b>	<b>Garza cuca</b>	<b>Rara</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b><i>Plegadis chihi</i></b>	<b>Cuervo del pantano</b>	<b>En peligro</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	--	2	
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	--	2	
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	--	2	
<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno	--	2	
<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita	--	2	
<b><i>Anas bahamensis</i></b>	<b>Pato gargantillo</b>	<b>Preocupación Menor</b>		<b>1</b>
<i>Gallinula galatea</i>	Tagüita del norte	--	1	
<b>Aves marinas</b>				
<b><i>Larus modestus</i></b>	<b>Gaviota garuma</b>	<b>Vulnerable</b>	<b>95</b>	<b>24</b>
<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	--	65	33

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	--	60	26
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	--	23	14
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano	--	15	16
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	--		14
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	--		14
<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	--	3	
<b>Aves ribereñas</b>				
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	--	106	23
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	--		30
<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	--		25
<i>Agelaius thilius</i>	Trile	--	17	5
<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	--	8	5
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	--	6	3
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	--	9	
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	--	6	2
<i>Hymenops perspicillata</i>	Run run	--		6
<b><i>Theristicus melanopis</i></b>	<b>Bandurria</b>	<b>En peligro</b>	<b>5</b>	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huiravo	--	1	1
<b><i>Gallinago paraguaiiae</i></b>	<b>Becacina</b>	<b>Vulnerable</b>	<b>2</b>	
<i>Limosa haemastica</i>	Zarapito de pico recto	--	1	
<b>Aves terrestres</b>				
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	--	137	15
<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	--	34	5
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	--	25	12
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	--	32	
<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	--		24
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	--	12	5
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	--	8	4
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	--	6	3
<i>Troglodytes musculus</i>	Chercán	--	6	2

Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Abundancia de individuos	
			Invierno	Primavera
<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	--	7	
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	--	7	
<i>Carduelis barbatus</i>	Jilguero	--	5	
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	--	3	1
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola común	--		4
<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor	--	2	2
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	--	3	
<i>Diuca diuca</i>	Diuca	--	3	
<i>Circus cinereus</i>	Vari	--		3
<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	--	3	
<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	--		3
<i>Sturnella loyca</i>	Loica	--	2	
<i>Scytalopus fuscus</i>	Churrín del norte	--	2	
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	--	2	
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	--	2	
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	--		1
<i>Cistothorus platensis</i>	Chercán de las vegas	--		1
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	--	1	
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	--	1	
<hr/>				
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	--	1	
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	--	1	
<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	--		1
<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	Dormilona tontita	--	1	
<hr/>				
<b>Micromamíferos</b>				
<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratoncito oliváceo	--	8	17
<i>Mus musculus</i>	Ratón común	--	10	10
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	--	4	7
<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo de Darwin	--	4	7

c. Origen biogeográfico

Durante las campañas de invierno y primavera de 2016, el 97,5% de la fauna fue de origen nativo, registrándose solo un 2,5% de fauna introducida correspondiente a los micromamíferos *Mus musculus* y *Rattus norvegicus*.

d. Estado de conservación

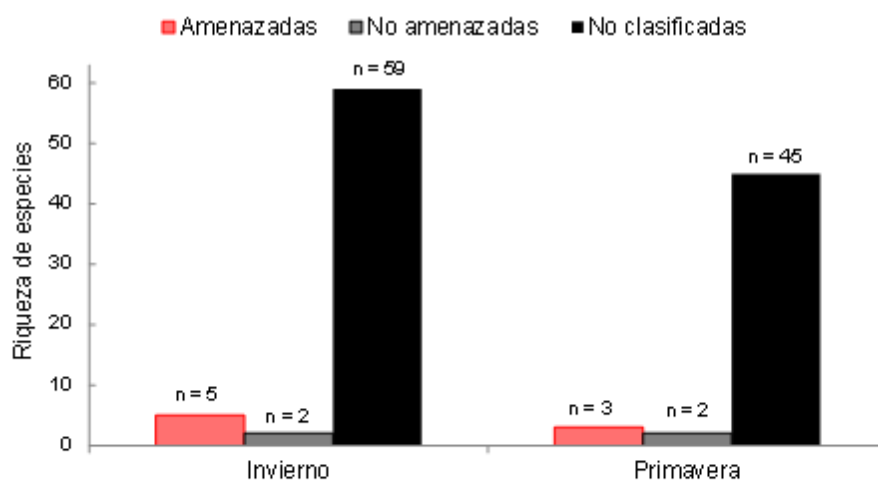
De acuerdo a la riqueza de especies registrada durante ambas campañas, 71 no se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación (89,9%), cinco especies (6,3%) se encuentran en alguna categoría de amenaza (i.e. En Peligro o Vulnerable) y tres especies (3,8%) se encuentran en alguna categoría no amenazada (i.e. Insuficientemente Conocida o Rara). En ambas campañas la composición de especies fue predominantemente no clasificada, alcanzando una riqueza de 59 y 45 especies, en invierno y primavera, respectivamente. Por otro lado, la fauna amenazada pasó de cinco especies en invierno a tres especies en primavera. Mientras que la riqueza de fauna no amenazada se mantuvo en ambas campañas.

Dentro de las especies amenazadas, se encuentran tres especies En Peligro (EN): *Coscoroba coscoroba*, *Plegadis chihi* y *Theristicus melanopis*. Junto a dos especies Vulnerables (VU): *Gallinago paraguaiae* y *Larus modestus*. De estas especies todas fueron registradas durante invierno y primavera, salvo *G. paraguaiae* y *T. melanopis* que estuvieron presentes solo en invierno. Mientras que dentro de la fauna en categoría de conservación fuera de amenaza, se encuentra la especie Rara: *Ardea cocoi* avistada en ambas campañas. La especie en Preocupación Menor: *Anas bahamensis* avistada solo en primavera y la especie Insuficientemente Conocida: *Anas platalea*, avistada solo en invierno. Ver Tabla 4-14.

Tabla 4-14 Especies con categoría de conservación detectadas en Humedal del río Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016.

Especies	Estado de conservación (RCE)	
<i>Coscoroba coscoroba</i>	EN	Amenazada
<i>Plegadis chihi</i>	EN	Amenazada
<i>Theristicus melanopis</i>	EN	Amenazada
<i>Larus modestus</i>	VU	Amenazada
<i>Gallinago paraguaiae</i>	VU	Amenazada
<i>Ardea cocoi</i>	LC	No Amenazada
<i>Anas bahamensis</i>	LC	No Amenazada
<i>Anas platalea</i>	IC	No Amenazada

RCE= Decreto Supremo N° 29 de 2011 del MMA Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres. DS 05= Decreto Supremo N° 05 MINAGRI Reglamento de la Ley De Caza. Dónde: EN= En Peligro, VU= Vulnerables, R= Raras, IC= Insuficientemente Conocida, F= Fuera de Peligro, NT= Casi amenazada, LC= Preocupación menor.



		Invierno	Primavera
Amenazadas	<i>Coscoroba coscoroba</i> (EN)	✓	✓
	<i>Fregata chihui</i> (EN)	✓	✓
	<i>Theristicus melanotis</i> (EN)	✓	
	<i>Larus modestus</i> (VU)	✓	✓
	<i>Gallinago paraguayae</i> (VU)	✓	
No Amenazadas	<i>Anas platalea</i> (IC)	✓	
	<i>Ardea cocoi</i> (R)	✓	✓
	<i>Anas bahamensis</i> (LC)		✓

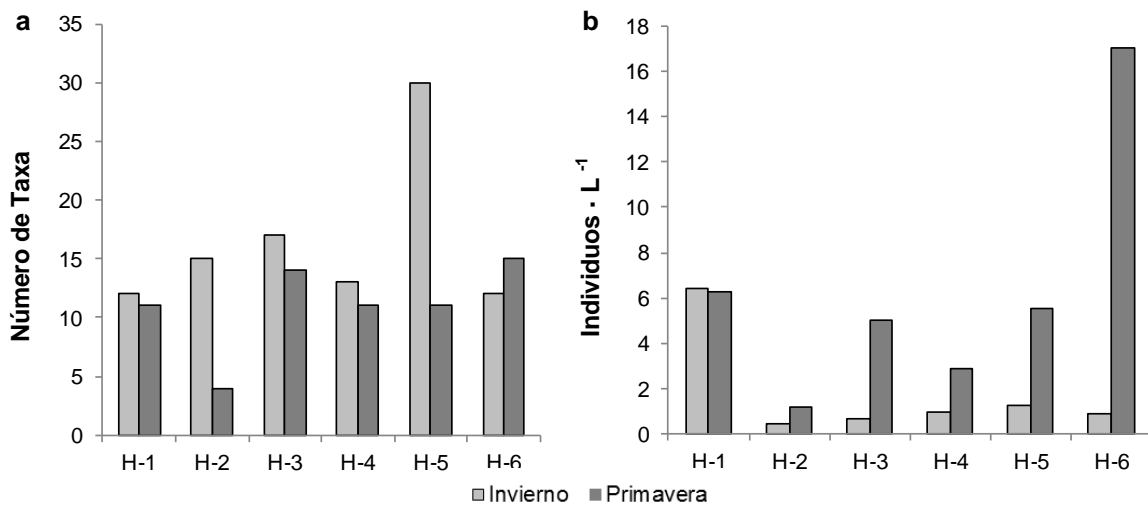
Figura 4-28 (a) Composición de especies de acuerdo a su clasificación según su estado de conservación. Sobre cada barra se indica el número de especies en cada categoría. (b) Se distingue la presencia de las especies amenazadas: En Peligro (EN) y Vulnerables (VU), junto a las especies fuera de amenaza: Insuficientemente Conocida (IC), Preocupación Menor (LC) y Rara (R).



### 4.3.7.3 Biota Acuática

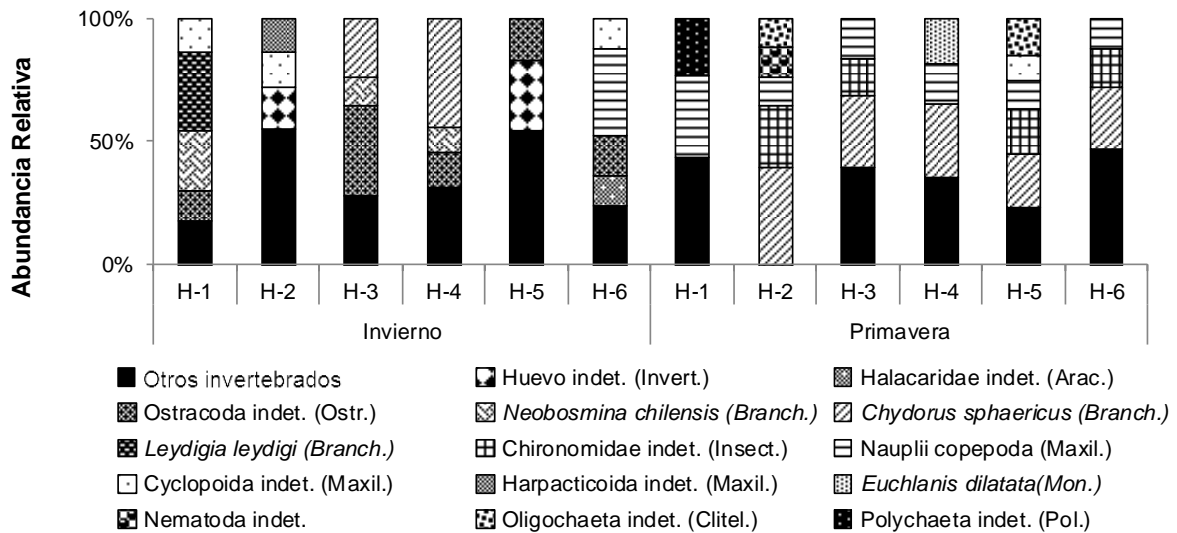
#### a. Zooplancton

Durante las campañas de invierno y primavera se obtuvo una riqueza total de 51 taxa en los seis puntos de muestreo del humedal costero. La mayor riqueza se registró en la campaña de invierno en el sitio H-5 con 30 taxa, mientras que la menor riqueza se registró en primavera en el punto H-4 y H-6, con 4 taxa de fauna planctónica. La mayor abundancia se presentó en primavera en el sitio H-6 (17,07 Ind/L), considerablemente mayor a la campaña anterior y a los puntos restantes; la menor abundancia se registró en la campaña de invierno en el sitio H-2 (0,40 Ind/L). La especie más destacada fue *Chydorus sphaericus*, que se ha encontrado en casi todos los puntos de las dos campañas (a excepción de H-1 en primavera) (Figura 4-29, Figura 4-30 y Tabla 14-2).



**Figura 4-29 Riqueza (a) y abundancia (b) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-Primavera 2016.**

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y de equidad de Pielou ( $J'$ ) indican que la mayor diversidad de la comunidad zooplanctónica (>3,5 Bits) se encontró en los puntos H-5 y H-2 de invierno y H-6 en primavera, al contrario, el punto menos diverso (2,1 Bits) fue H-2 durante la primavera; por su parte, la distribución de la abundancia se muestra más equitativa en el punto H-2 tanto en invierno como en primavera (0,90 y 0,92 respectivamente) (Tabla 14-2).

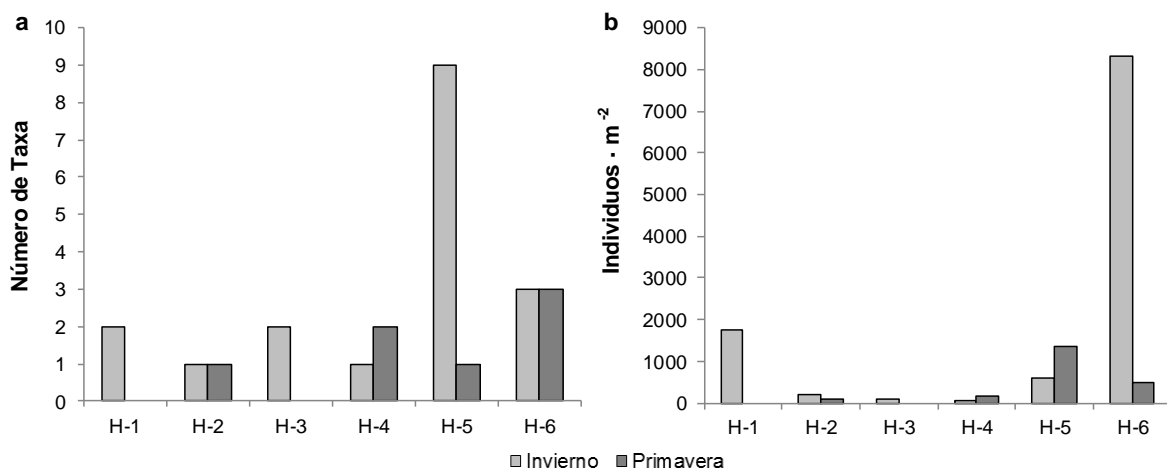


**Figura 4-30 Abundancia relativa (mayor al 10%) de zooplancton en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.**

*b. Zoobentos*

Durante la campaña de invierno y primavera se obtuvo una riqueza total de 20 especies en los puntos de muestreo del humedal costero. El sitio con mayor riqueza fue H-5 en invierno (9 taxa), mientras que la menor riqueza se registró en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron ejemplares de macro invertebrados bentónicos (0 taxa).

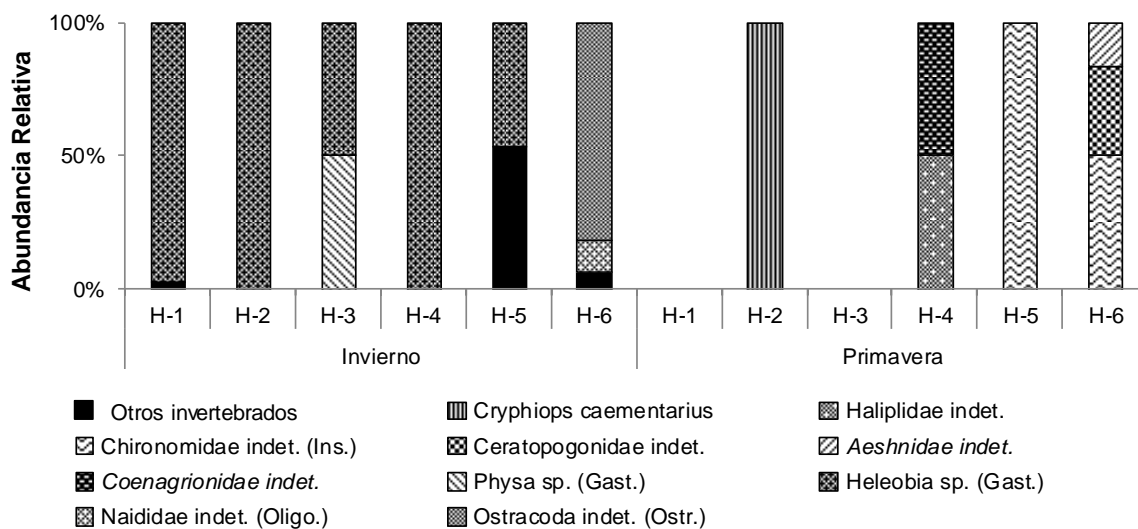
La mayor abundancia se presentó en el sitio H-6 durante el invierno (8.314 ind/m<sup>2</sup>), considerablemente mayor a los demás puntos; al contrario en H-1 y H-3 de la campaña de primavera donde no se encontraron individuos de este ensamble. (ANEXOS)



**Figura 4-31 Riqueza (a) y abundancia (b) de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.**

Se destaca la abundancia de caracoles *Heleobia* sp., presentes en todos los puntos de muestreo de la campaña de invierno, en la que dominaron el ensamble en conjunto con *Ostracoda* sp. Durante la campaña de primavera el taxa más representativo fue Chironomidae indeterminado, ya que se encontró en dos de los seis puntos muestreados con abundancias relativas sobre el 50% ANEXOS).

En cuanto a los índices comunitarios. La mayor diversidad de zoobentos se registró en el punto de muestreo H-5 de la campaña de invierno (2,6 Bits), mientras que la mayor equidad de distribución de la abundancia (1,0) se situó en el punto H-3 y H-4 de invierno y primavera, respectivamente (ANEXOS). Esto se condice con lo presentado según la Figura 4-32, donde se observa que el punto H-5 de invierno es el punto que mayor proporción tiene de “otros taxa”.

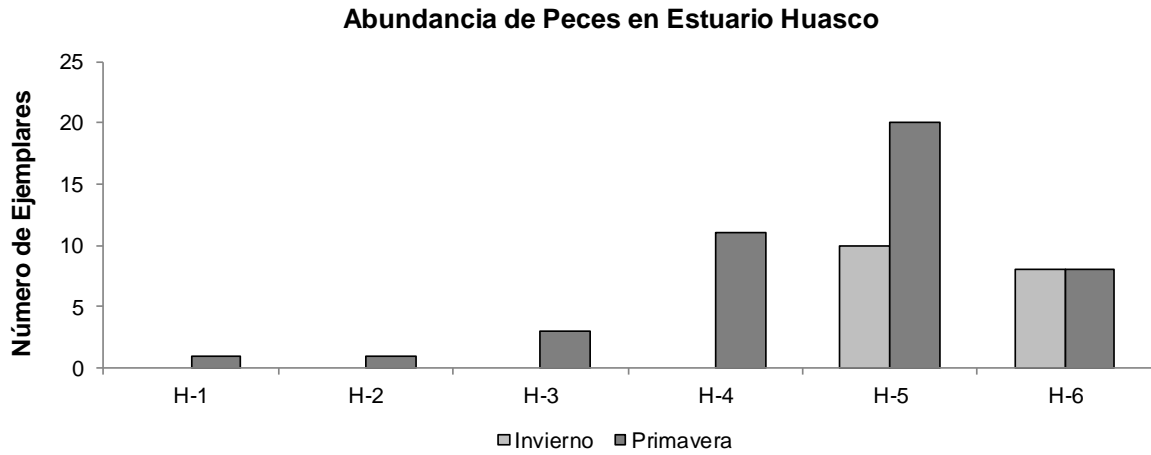


**Figura 4-32 Abundancia relativa de zoobentos en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.**

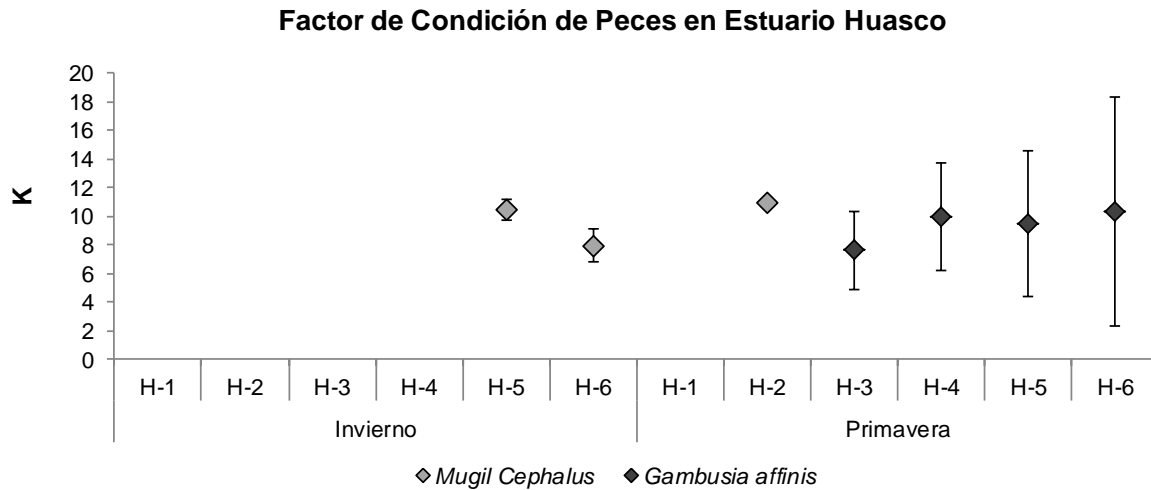
### c. Ictiofauna

La única especie capturada durante la campaña de invierno fue la especie nativa *Mugil cephalus* (Lisa), mientras que en la campaña de primavera se atrapó sólo un ejemplar de esta especie en un punto de muestreo y además, se encontraron varios ejemplares de la especie introducida *Gambusia affinis*. Es por esto que la riqueza en las campañas invierno y primavera se ha mantenido igual en todos los puntos de muestreo (1 taxa). La mayor abundancia se registra en H-5 primavera, donde se encontraron 20 ejemplares de *Gambusia* (Figura 4-33).

*M. cephalus* se capturó en los puntos H-5 y H-6 en el invierno y se observó en H-1 en primavera, con abundancias de 10, 8 y 1 ejemplares respectivamente, en cuanto a la *Gambusia*, esta se encontró durante la campaña de primavera en los puntos H-2 a H-6. La talla morfológica de estas especies variaron entre un mínimo de 7,6 en H-6 a una máxima robustez de 12,70 registrada en H-5 para *M. cephalus* (invierno) y un mínimo de 1,3 en H-5 y un máximo de 28,7 en H-6 para *G. affinis* (primavera).



**Figura 4-33 Abundancia de ictiofauna en puntos de muestreo. Estuario Humedal Huasco. Invierno-primavera 2016.**



**Figura 4-34 Factor de condición (K) de peces presentes en el Estuario Humedal Huasco en la campaña invierno-primavera 2016.**



Figura 4-35. Fotografía de *Gambusia affinis* y *Mugil cephalus* (Lisa)

Tabla 4-15 Especie en estado de conservación registrada durante la campaña de invierno y primavera en el Humedal Costero Estuario del río Huasco

FAUNA ÍCTICA			Abundancia	
Especies	Nombre común	Estado de conservación (RCE)	Invierno	Primavera
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	Preocupación Menor	8	1

### 4.3.8 Actividad 9 Mapas temáticos de la información biológica obtenida en invierno y primavera de 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco

#### 4.3.8.1 Flora y vegetación

De las actividades descritas previamente en este informe, se presentan a continuación las cartografías.

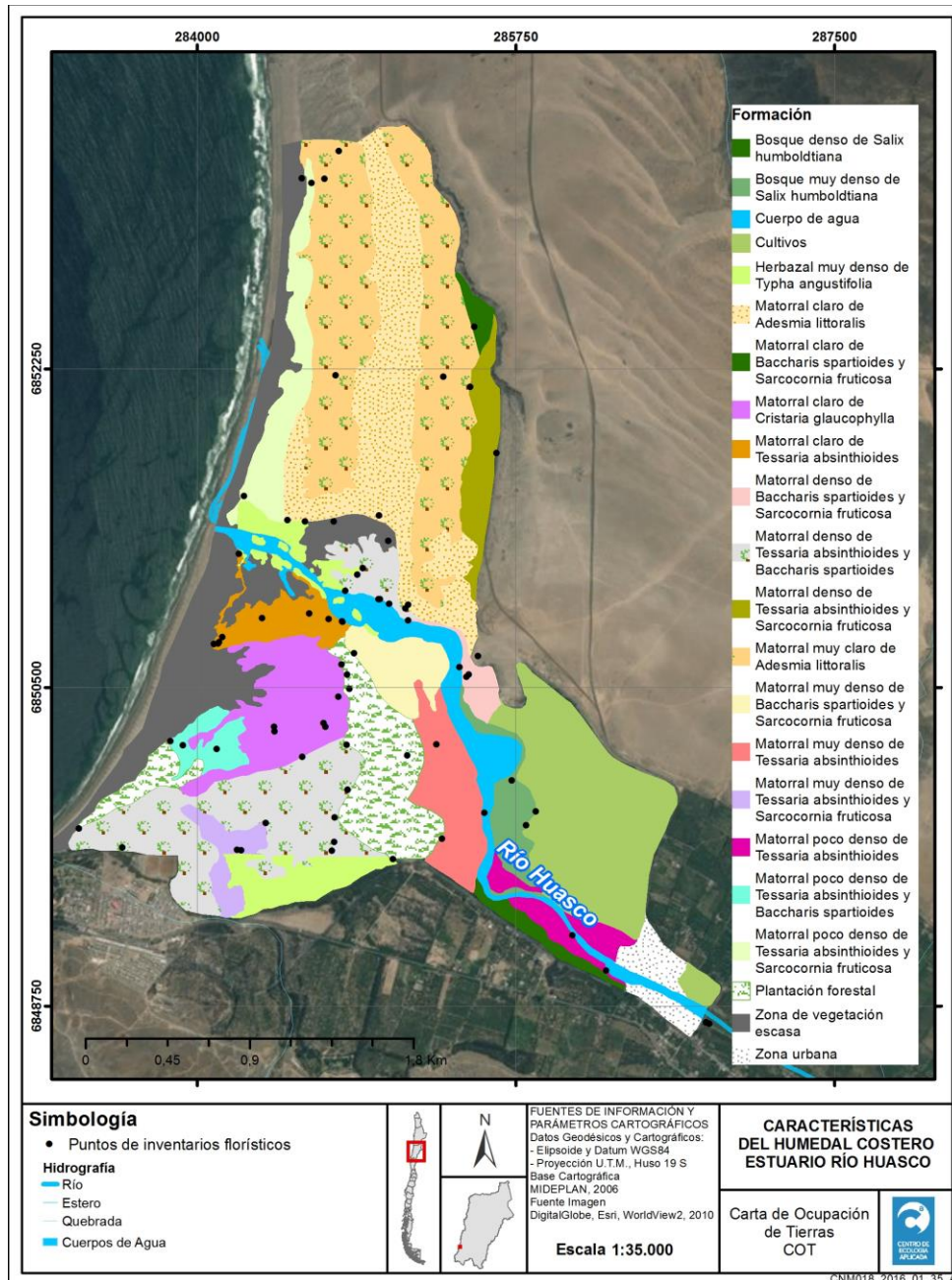


Figura 4-36 Ubicación de los puntos de muestreo; inventarios florísticos y unidades vegetacionales definidas en el área de estudio.

#### 4.3.8.2 Fauna

La riqueza de especies fue heterogénea en los diferentes sectores del humedal, el mayor número de especies fue registrado en las estaciones de monitoreo costeros FAUNA1 y FAUNA2, donde se alcanzaron las 43 y 40 especies, respectivamente. Les sigue hacia el interior, el punto de monitoreo FAUNA8 con 32 especies. Mientras que el resto de los sectores no superó las 25 especies (Figura 4-37).

Por otra parte, dentro de la abundancia total registrada durante 2016, los sectores son coincidentes con los de mayor riqueza. Concentrándose la mayor presencia de individuos en el sector costero, junto con estaciones hacia el interior donde el recurso hídrico fue abundante. Las estaciones que alcanzaron una mayor abundancia total fueron FAUNA1 con 754 ejemplares, FAUNA2 con 585 ejemplares y FAUNA8 con 186 ejemplares. El resto de las estaciones de monitoreo no superó los 90 ejemplares cada uno.

Comparativamente entre campañas se observó que en más del 50% de las estaciones de monitoreo, la abundancia de individuos fue mayor durante invierno. Salvo en sectores donde el afloramiento del recurso hídrico favoreció la presencia de aves (puntos FAUNA5 y FAUNA6) (Figura 4-38).

Dentro de la fauna amenazada, es decir, especies en categoría de conservación En Peligro o Vulnerable, todas correspondieron a aves acuáticas o marinas. La mayor abundancia se registró en la estación FAUNA1 donde se alcanzaron los 110 ejemplares de las especies *Coscoroba coscoroba*, *Larus modestus* y *Plegadis chihi*. Donde la mayor abundancia fue registrada durante invierno con 86 ejemplares. El resto de las estaciones de monitoreo no superó los 30 individuos y no superó una riqueza de dos especies amenazadas (Figura 4-39).

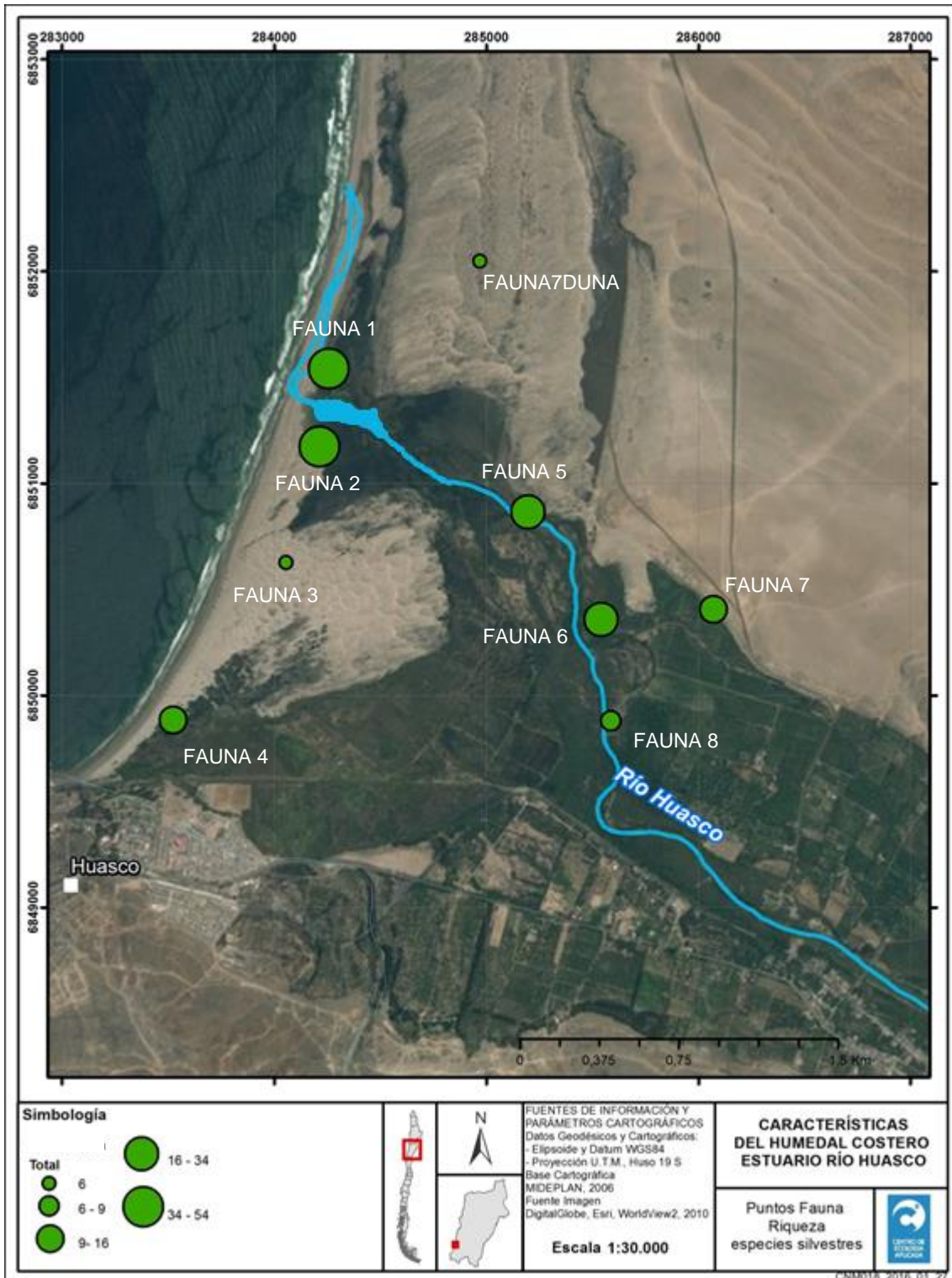
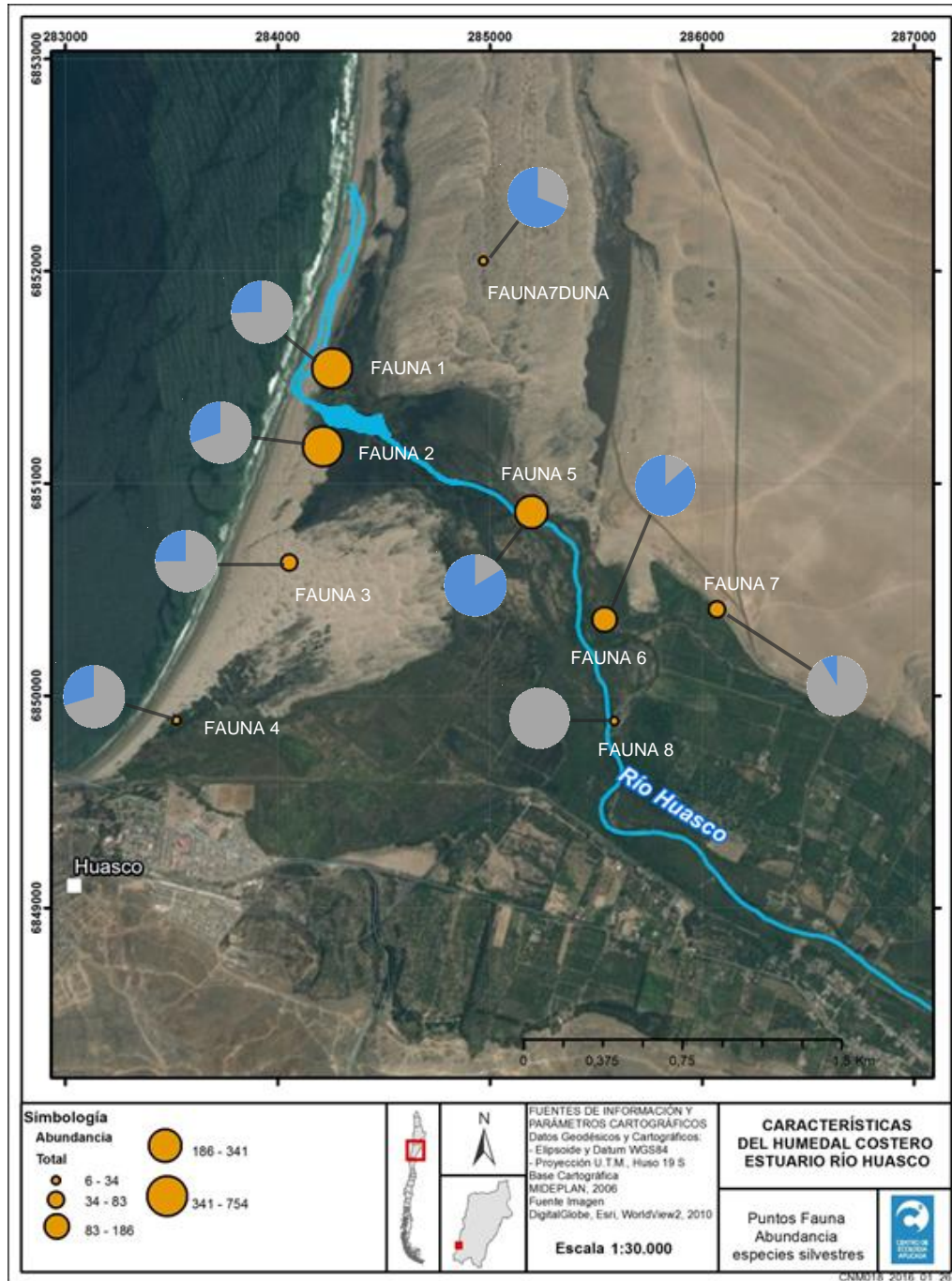


Figura 4-37 Distribución espacial y riqueza absoluta total (círculos verdes) de la fauna presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.





**Figura 4-38** Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos naranjos) de la fauna total presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario de río Huasco. Los gráficos de torta indican la proporción de abundancia en invierno (gris) y primavera (azul).

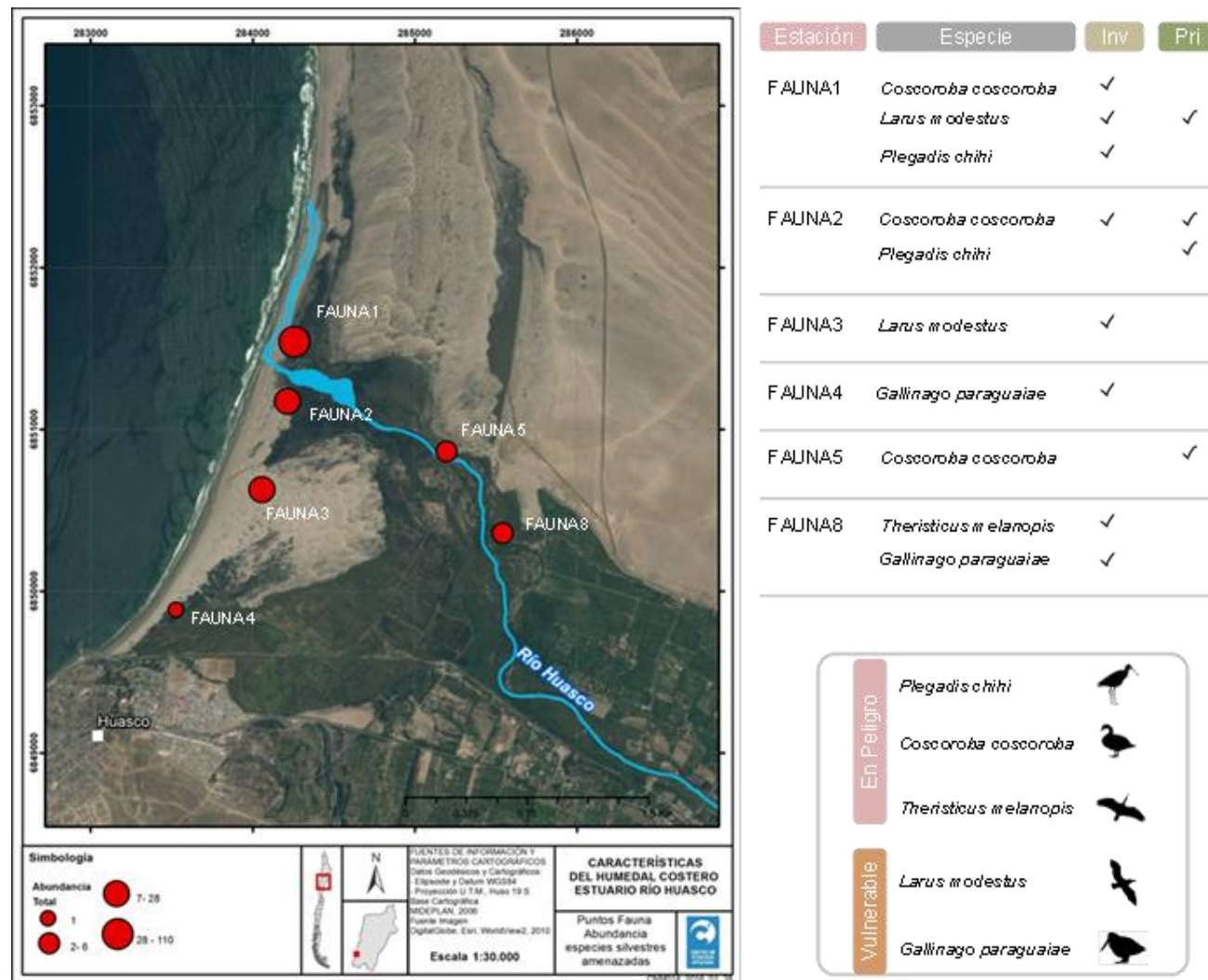


Figura 4-39 Distribución espacial y abundancia absoluta total (círculos rojos) de la avifauna amenazada (i.e. En Peligro y Vulnerable) presente durante 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Ala derecha se detalla la presencia en invierno y/o primavera.

#### 4.3.8.3 Biota acuática

En todos los componentes acuáticos la mayor abundancia se presentó en el sitio H5 y H6, ambos sitios corresponden a los más alejados de la zona estuarina, es decir, tiene una condición de agua dulce y conforme a los resultados de calidad del agua, esta zona se caracteriza por presentar gran disponibilidad de nutrientes en la columna de agua. En el caso de los peces es importante destacar que la abundancia de la especie introducida *G. affinis* no se condice con los tamaños corporales, ya que la especie nativa (*Mugil cephalus*) fue capturada en estado juvenil, notoriamente de mayor tamaño a la especie más abundante.

A medida que nos acercamos al estuario es posible ver una disminución en algunos componentes, especialmente en H2, donde posiblemente la fuerza del caudal registrado en primavera influyó en el arrastre de especies y no la permanencia de ellos disminuyendo así su abundancia total.

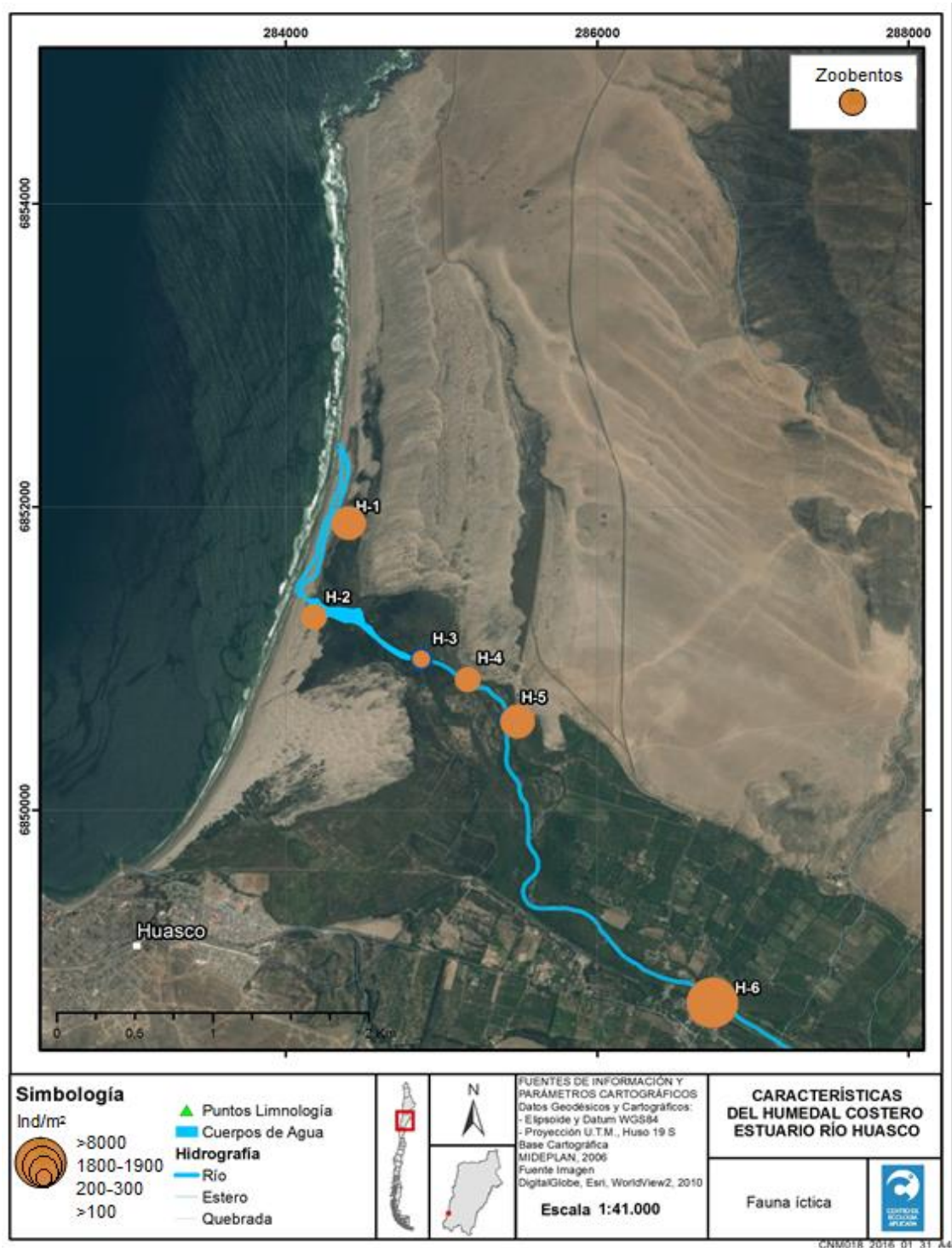


Figura 4-40 Abundancia total de zoobentos en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.

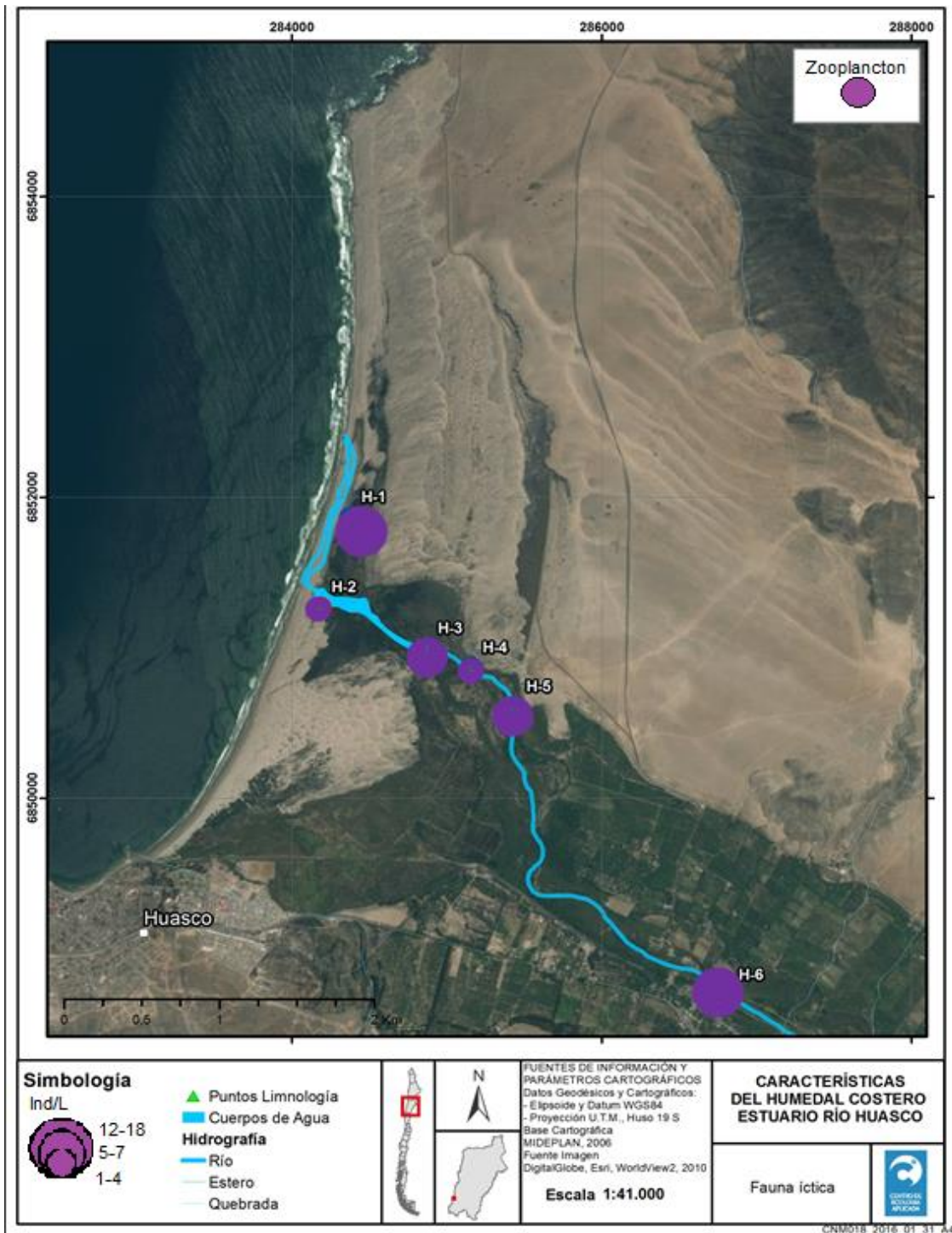


Figura 4-41 Abundancia total de zooplancton en el Humedal Costero Estuario del río Huasco en 2016.

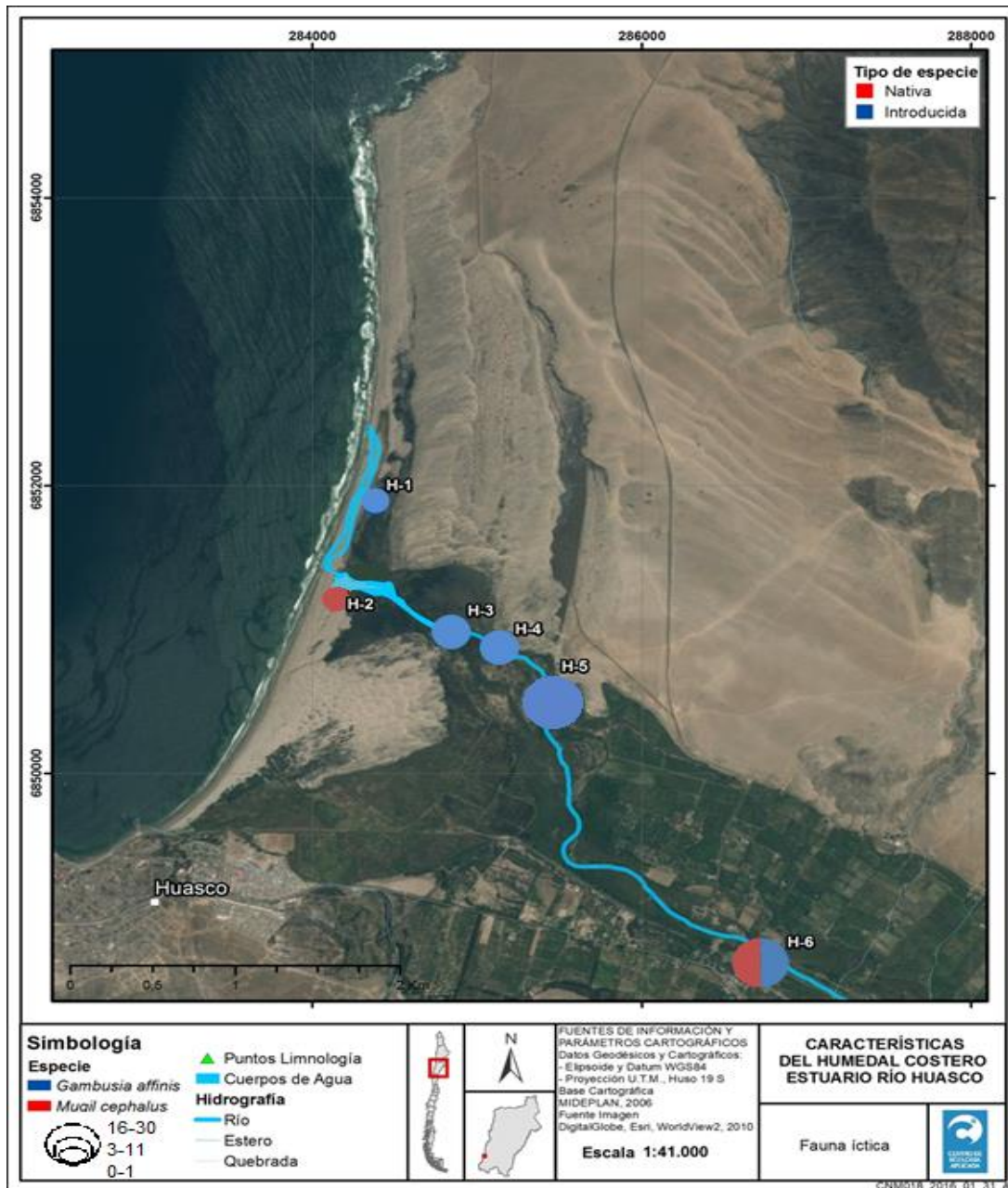


Figura 4-42 Proporción de abundancia de especies nativas e introducidas en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. El tamaño de los círculos guarda relación a la abundancia total encontrada en 2016.

#### **4.3.9 Actividad 7 Caracterización biológica integral del humedal costero**

En esta sección se integran los componentes biológicos detectados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco durante las campañas de invierno y primavera de 2016, detallando de forma general las interacciones y flujos de materia y energía dentro de este ecosistema. Para mayor detalle ver la Objetivo Específico 3.

Una característica distintiva de los humedales es el abundante crecimiento y cobertura de la vegetación. En el caso del Humedal Costero Estuario del río Huasco esta vegetación está dominada por Macrófitas, las que constituyen parte del primer nivel trófico sustentado por los nutrientes y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se encuentran en el sedimento o disueltos en la columna de agua. Estacionalmente la disponibilidad de nutrientes para las macrófitas varía dependiendo del régimen hidrológico, el cual depende de la presencia de barreras físicas que unen el río Huasco con el mar (ver 4.3.1). Durante invierno de 2016 se observó una barrera de arena que impedía que el caudal del río desembocara completamente en el mar, por lo que se registró una alta cobertura de macrófitas que potencialmente estaba asociada a una alta disponibilidad de nitrógeno y fósforo contenido en el estuario. Este escenario es una condición favorable para la fauna herbívora ya sea acuática o terrestre, la cual está constituida principalmente por aves y en una menor proporción por peces o roedores. Para la fauna herbívora terrestre (i.e. aves y roedores), la vegetación constituye un hábitat propicio para refugio y alimentación, donde pueden tener un consumo selectivo de especies (Gedan et al., 2009). Los roedores aun cuando pueden protegerse en la vegetación, son depredados continuamente por las aves, principalmente por rapaces o carroñeras que habitan el humedal.

La interacción predominante entre las especies nombradas con la vegetación cambió en primavera, donde las barreras físicas de arena, que separaban las aguas dulces de las aguas saladas desaparecieron, provocando que el caudal del río desembocara en el mar en su totalidad. Esta condición disminuyó la cobertura de macrófitas en su fracción emergente y redujo los sectores propicios para el establecimiento de fauna de hábitos acuáticos, disminuyendo su riqueza y abundancia (ver Figura 4-4).

La fauna acuática como peces, zooplancton y macroinvertebrados sufren las mismas consecuencias de los cambios físicos en el estuario. Sin embargo, estos se dan principalmente por la pérdida de hábitat, ya que en invierno el área inundada era mayor a la registrada en primavera. Esto puede tener efectos difíciles de dimensionar mediante esta investigación, pero que sin duda influyeron en la disponibilidad de alimento en diferentes niveles tróficos.

Por otro lado, una parte importante del funcionamiento de este tipo de ecosistemas, en el proceso de degradación y descomposición de la materia que es arrastrada desde la zona alta de la cuenca hasta la desembocadura, es la presencia de los organismos detritívoros, que pueden estar conformados por diversos taxa y que son los encargados de completar el ciclo de los nutrientes iniciado desde la producción primaria (Moorhead et al, 1996). Es decir, reciclan la materia orgánica e inorgánica y dejan disponible nuevamente las moléculas esenciales para el funcionamiento y mantención del ecosistema. La Figura 4-43 resume los niveles tróficos detectados en el Humedal del Río Huasco y la Figura 4-44 resume el flujo de materia y energía entre los componentes de este ecosistema.

En general el Humedal Costero evaluado se caracteriza por una gran interacción de todos los componentes de la red trófica, de manera equilibrada, permitiendo la permanencia, crecimiento y reproducción de diferentes especies que describen un

ecosistema ecológicamente saludable. Esto se ve reflejado en la biodiversidad que sólo para el año 2016 (invierno y primavera) registró 79 especies vertebradas y 73 invertebrados (53 especies planctónicas y 20 bentónicas).

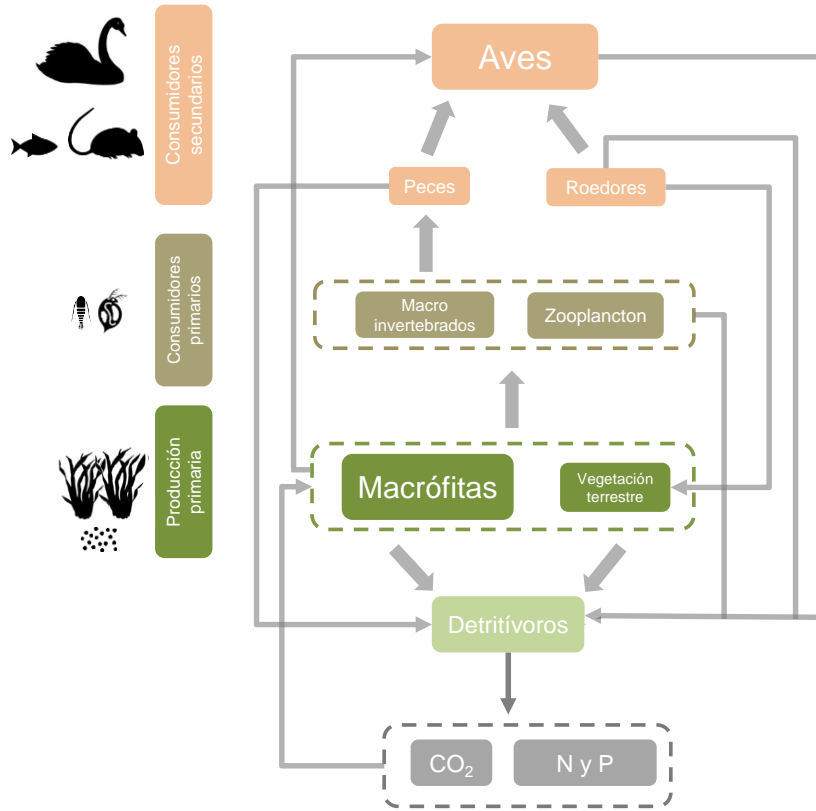


Figura 4-43. Esquema de red trófica general del Humedal Costero Estuario del río Huasco. Las flechas indican el flujo de materia y energía. El tamaño de las cajas guarda relación con los componentes más abundantes detectados durante 2016.

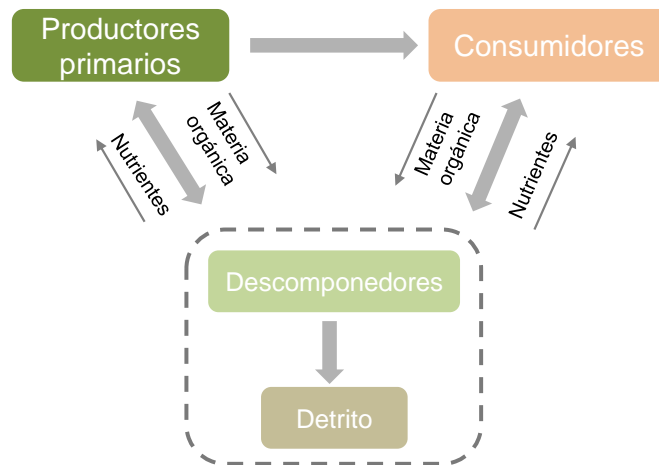


Figura 4-44. Esquema general de la transferencia de materia y energía en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la dirección del flujo.



## **5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: EVALUAR LA CONDICIÓN ACTUAL DEL HUMEDAL EN CUANTO A VARIABLES DE ESTADO Y AGENTES FORZANTES, FORTALECIENDO EL ANÁLISIS CON TOMAS DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA, TENIENDO COMO REFERENCIA UN ESTUDIO REALIZADO POR CONAMA EN EL AÑO 2008.**

### **5.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.
2. Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento “Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales”.
3. Monitoreo de calidad del agua con toma de muestras de al menos 5 puntos en el Humedal del río Huasco.
4. Caracterización del área de influencia de estudio considerando: estructuras de riego, derechos de aprovechamiento de agua de tipo eventuales y permanentes, y extracciones de agua subterránea.
5. Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.
- 6.

### **5.2 Metodología**

Para llevar a cabo la evaluación de la condición actual del Humedal de Huasco se desarrollaron las siguientes actividades:

#### **5.2.1 Actividad 1 Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.**

Para poder estudiar la condición del sistema, junto con realizar la caracterización del funcionamiento del mismo, primeramente se definió un conjunto de variables de estado del sistema, las cuales permiten evaluar de forma rápida la condición y estado general del sistema. Como segunda etapa, se reconocen las variables y/o factores forzantes del sistema, entendidos como aquellas variables que pueden ejercer presión al sistema y realizar cambios en su funcionamiento.

Para el desarrollo de esta actividad se utilizó la definición de variable de estado y factor forzante detallada en el documento “Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales, 2006” donde:

*-Variable de estado es aquella variable que representa el comportamiento global del ecosistema, pudiendo corresponder a un componente biótico y/o abiótico, o a una integración de los mismos.*

-Factor forzante es aquella variable que regula el funcionamiento o expresión dinámica del ecosistema.

### 5.2.1.1 Variables de Estado

Cada uno de los componentes bióticos y abióticos de los humedales responde a las condiciones ambientales en función de sus atributos internos (límites de tolerancia ambiental) y externos (interacciones y agentes forzantes). De este modo, podemos utilizar cualquier componente del humedal para monitorear su estado (ej. bioindicadores), y trasladar esa condición al estado general del humedal. Estos componentes deben ser sensibles a los cambios que sufre el humedal y deben permitir una detección temprana de estas modificaciones.

Dentro de las variables de estado que permiten caracterizar de forma general el Humedal del Río Huasco se encuentran los componentes bióticos:

- La producción primaria en la columna de agua
- La cobertura de macrófitas emergentes
- Composición y abundancia de peces marinos
- Composición y abundancia de la avifauna

Cada una de las variables definidas es caracterizada en los puntos siguientes, mediante el uso de información indirecta obtenida de una recopilación de información, como también de información levantada en terreno durante las campañas de invierno y primavera de 2016.

#### a. Producción primaria en la columna de agua

La producción primaria en el humedal del río Huasco fue determinada de forma indirecta como el estado trófico del sistema acuático, este generalmente se determina mediante la concentración de pigmentos fotosintéticos (concentración de Clorofila), sin embargo, debido a la inexistencia de datos para dicho análisis, se utilizará la concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno totales) (CEA, 2006). Este análisis tiene sentido debido a que la producción primaria en un ecosistema acuático está limitada por la disponibilidad de estos compuestos pues influyen fuertemente el crecimiento de algas y macrófitas (componentes fundamentales en estos sistemas) (Vollenweider, 1968; Hecky and Kilham, 1988; Howarth, 1988; Smith, 1998).

Debido a que durante las campañas de terreno realizadas se observaron dos escenarios hidrológicos diferentes, el sistema acuático del estuario presentó también dinámicas distintas, por lo que la condición trófica fue evaluada considerando el sistema acuático como laguna de agua dulce (campaña invierno) y como río/estuario (campaña primavera). En este contexto se utilizaron las escalas de clasificación de nivel trófico de Nürenberg (1996, citada en Smith y col., 1999) para ecosistema lacustre de agua dulce continental, de Dodds y col. (1998) para ecosistema de río y la de Bricker y col. (1999) para ecosistema de estuario (Tabla 5-1). Además se realizó la comparación con los datos registrados durante primavera 2008 (CONAMA y Geonova, 2008).

**Tabla 5-1 Límites para determinación del estado trófico en cuerpos de agua lacustres (Nürenberg, 1996), en ríos (Dodds y col., 1998) y en sistemas estuarinos (Bricker y col., 1999). \* La nomenclatura cambia para estuarios.**

Nivel trófico / Nutriente	Nitrógeno total ( $\mu\text{g/L}$ )			Fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )		
	Lago	Río	Estuario	Lago	Río	Estuario
Oligotrófico / Bajo*	<350	<700	<100	<10	<25	<10
Mesotrófico / Medio*	350-650	700-1500	100-1000	10-30	25-75	10-100
Eutrófico / Alto*	650-1200	>1500	>1000	30-100	>75	>100
Hipertrófico	>1200	-	-	>100	-	-

*b. Cobertura de macrófitas emergentes*

Para la evaluación del parámetro de cobertura vegetal, se determinó de manera preliminar el registro e identificación de los taxa observados para cada uno de los puntos de muestreo establecidos a través del cuerpo de agua en el río Huasco (Tabla 14-10 y Tabla 14-11 en ANEXOS). Cabe mencionar, que el muestreo para el componente de macrófitas emergentes fue en puntos de muestreo similares a los componentes de calidad de agua como también de avifauna, dando énfasis en puntos de muestreo correspondientes a la sección final del río Huasco.

En cada uno de los sectores a muestrear, se realiza una estimación de la cobertura *in situ* de acuerdo a una modificación del protocolo de Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Para aquello, se establecieron parcelas acuáticas de 1 m<sup>2</sup> dentro del cuerpo de agua donde se estima visualmente la participación porcentual de cada taxón en la cobertura total del punto de muestreo. Adicionalmente, se estimó visualmente las formaciones de vegetación del tipo batral<sup>5</sup> presentes en la ribera de la última sección del cuerpo de agua del río.

Tal como la flora vascular terrestre, el material colectado se identificó utilizando una lupa estereoscópica junto a la utilización de claves de identificación taxonómica que forma parte de la literatura disponible de la biblioteca del Centro de Ecología Aplicada Ltda. (CEA). En aquellos casos de dudosa determinación, se compara el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN). En base a esta información, se elabora un catálogo florístico el cual se complementó con antecedentes como familia, tipo de macrófitas, origen fitogeográfico y estado de conservación. La posición sistemática, nomenclatura taxonómica de las especies siguió a Marticorena & Quezada (1985), y de manera complementaria la base especializada en línea -*The Plant List*- del Jardín Botánico de Kew y Missouri. El origen fitogeográfico de las especies se realizó según el "Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur" (Zuloaga et al., 2009).

<sup>5</sup> Batral: Concepto utilizado para el conjunto de plantas palustres o de pantano, muy frecuentes de encontrar en orillas o ecotonos fangosos como también en cuerpos de agua poco profundos. Las especies más comunes pertenecen a los géneros *Typha*, *Schoenoplectus*, entre otros., las cuales conforman aquellos ecotonos denominados pajonales, totorales respectivamente.

Las formas de vida de las macrófitas se basa en el hábito proporcionado según Vila *et al.* (2006). De acuerdo a esta autora, se describen dos tipos de hábitos:

**Hidrófitas:** Pertenecen a plantas acuáticas con formas de vida clasificadas como sumergidas, natantes, flotantes libres que pueden estar o no arraigadas al sustrato del cuerpo de agua.

**Helófitas:** Son plantas acuáticas catalogadas como plantas palustres, su forma de vida es emergida, es decir, sus raíces están sujetas al fango, parte inferior de su vástago en el agua pero mayoritariamente el tallo y las hojas emergen en el aire.

Finalmente, las plantas son revisadas y clasificadas según su estado de conservación de acuerdo a los Decretos Supremos N° 151/2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), y N° 33/2011, 41/2011, 42/2011, 19/2012, 13/2013, 52/2014, 38/2015 y 16/2016 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos oficiales de clasificación de especies a nivel nacional y, en caso de no estar calificados se utiliza el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989).

#### *c. Condiciones de óxido-reducción en el sedimento*

Para determinar la condición de óxido-reducción (Redox) del sedimento muestreado en terreno, se levantó información en cinco puntos del humedal Huasco. La técnica es desarrollada in situ, mediante el uso de un electrodo de potencial redox. Los datos son ajustados a la temperatura en laboratorio. La metodología utilizada corresponde al método propuesto por Nordstrom and Wilde (2005). La ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos son las mismas definidas para los muestreos de la columna de agua (Tabla 7-1 en ANEXOS)

#### *d. Composición y abundancia de peces marinos*

Para la caracterización de la ictiofauna se realizó la colecta de peces mediante el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, el cual contempla el uso de un equipo portátil modelo Coffelt de 12 V y chinguillos, con los cuales se capturan todos los ejemplares presentes en un área de 100 m<sup>2</sup>, barrida en una de las riberas de cada sistema evaluado.

La totalidad de los peces recolectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuantificados y caracterizados in situ en sus aspectos morfométricos de peso total (PT) y longitud total (LT). Utilizando esta información morfológica, se estimará para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual corresponde a un índice de la “robustez” o “gordura” de los peces (Lagler, 1956), de acuerdo a:

$$K = \frac{PT}{LT^3} * 1.000 \quad \text{Lagler (1956)}$$

Una vez medidos, los peces fueron liberados vivos en los mismos sitios de captura. Las colectas de peces se realizaron en conformidad al permiso de pesca vigente que autoriza a CEA Ltda. la realización de pesca de investigación en el área de estudio.

#### *e. Composición y abundancia de la avifauna*

La metodología de cuantificación de la composición y la avifauna del Humedal del Río Huasco, guarda relación con la metodología detallada en el informe del **objetivo 2**,

dentro de la **sección 3.3**. Durante el monitoreo de invierno y primavera de 2016, se consideraron nueve estaciones para la caracterización de la avifauna (Tabla 14-10 en ANEXOS y Figura 5-1).

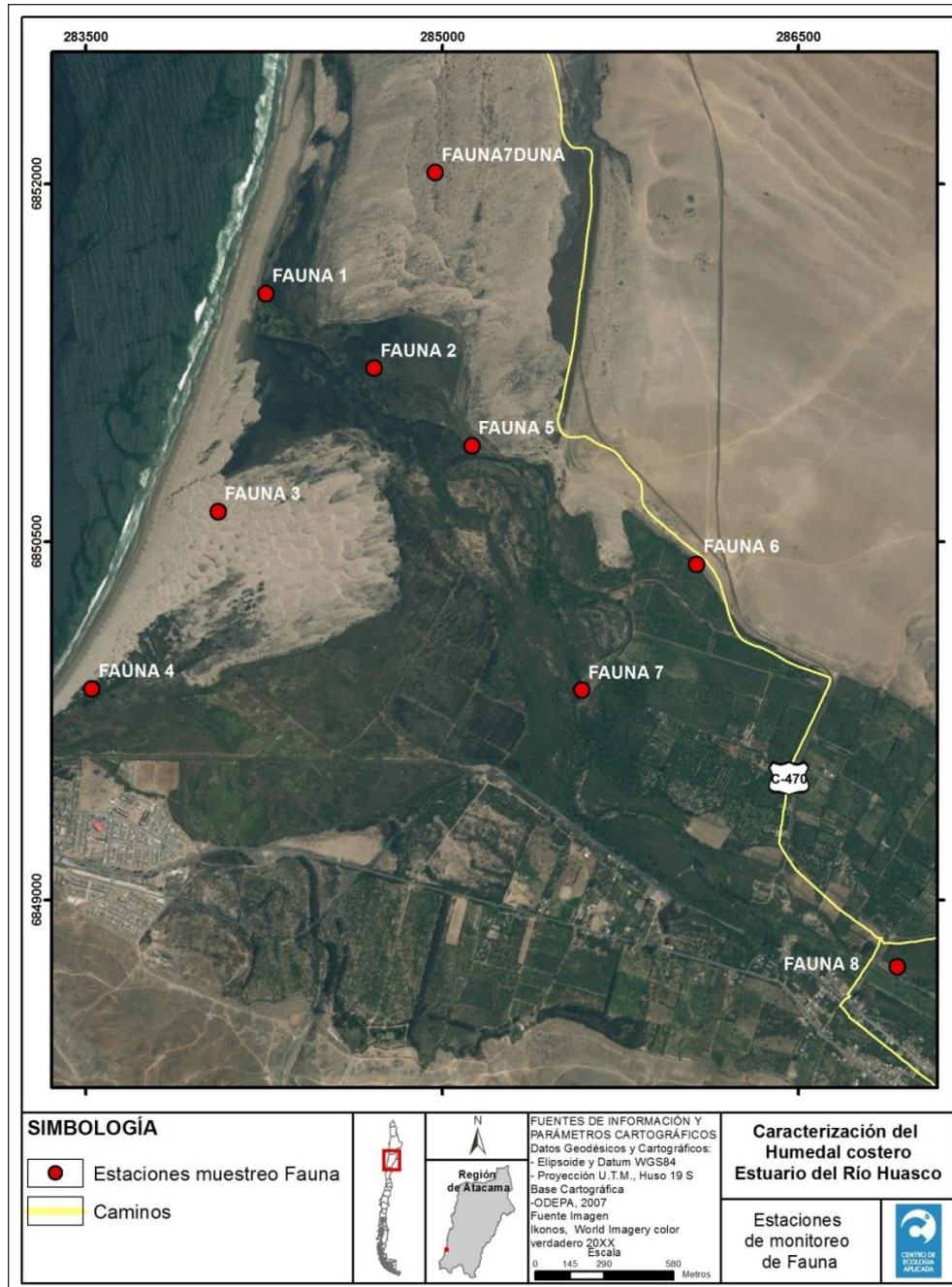


Figura 5-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de fauna en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, Invierno y primavera de 2016.

### 5.2.1.2 Factores Forzantes

#### a. Caudal de aguas marinas

El caudal de aguas marinas es un factor forzante que afecta el estado trófico del humedal a través de la modificación del balance químico del agua (SAG y CEA, 2006). Este caudal se ve reflejado por la intrusión de agua salada que provoca el efecto de la marea sobre el estuario.

Para medir la presencia del posible caudal de aguas marinas, se estudió la presencia de salinidad en distintos puntos del estuario. Para esto se realizaron varios análisis: en primer lugar, se instaló un sensor de presión y conductividad en un punto fijo en el estuario (Figura 5-2, arriba); en segundo lugar, se realizaron mediciones con perfiles CTD en 8 puntos del estuario (sonda CTD marca Idronaut, modelo 304, Figura 5-2, abajo), en un instante de tiempo determinado; finalmente, se analizaron imágenes Landsat y de Google Earth para estudiar el comportamiento de la barra del estuario.

A partir de la información de variación de la altura de la columna de agua, se pueden identificar índices del nivel de ciclicidad de esta variación, así la amplitud puede describirse a partir de “armónicos diurnos” (K1 y O1) y semidirunos (M2 y S2), con los cuales es posible calcular un parámetro denominado factor de forma (F) el cual define qué tipo de componentes dominan la marea. En conjunto, puede identificarse de esta forma si la marea influye sobre la altura de la columna de agua en el estuario.

#### i. Sensor de presión y conductividad

De manera de detectar la presencia de cambios de salinidad en el agua y de efecto de las mareas sobre en el nivel del agua se instaló un sensor de presión y conductividad eléctrica. Las coordenadas de instalación del sensor se indican en la Tabla 5-2. El sensor fue instalado el día 23 de agosto y retirado posteriormente el 29 de septiembre de 2016.

**Tabla 5-2. Coordenadas de instalación del sensor de presión y conductividad. WGS-84 Huso 19 Sur.**

Coordenadas	UTM Este (m)	UTM Norte (m)
Sensor Solinst LTC	285.233	6.850.856

Además de verificar los valores de conductividad registrados por el sensor, a partir de la serie de presión medida fue posible definir si en este punto del estuario se percibe el efecto de la marea. Este aspecto es de mucha relevancia, ya que el alcance de la onda de marea corresponde a uno de los métodos que se utiliza para determinar la extensión total de un estuario. Por lo tanto, si el punto no percibe la onda de marea, se puede considerar que no se encuentra dentro del estuario.

Para comparar la serie del sensor de presión con la de la marea, se recopiló la serie de mareas en el puerto secundario Huasco, a partir de las tablas de marea publicadas por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).



**Figura 5-2. Sensor de presión y salinidad instalado en el estuario (arriba). Sonda CTD (abajo). Imagen satelital, Google Earth, 2016.**

*ii. Perfiles CTD*

Para complementar las mediciones de conductividad obtenidas a partir del sensor, se registraron perfiles CTD en 8 puntos del estuario. En algunos puntos, no fue posible realizar el perfil hasta las máximas profundidades, debido a la presencia de fango. Los puntos donde se realizaron los perfiles se indican en la Figura 5-3. Cabe destacar que durante la campaña de noviembre de 2016 la columna de agua fue considerablemente más baja por lo que no fue posible realizar perfiles representativos de la columna de agua.



**Figura 5-3. Ubicación de perfiles CTD y sensor en el Humedal costero Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016.**

*iii. Barra del estuario*

Se realiza una revisión del estado de la barra que regula el estuario en su salida, mediante el análisis de imágenes Landsat y de Google Earth, en todas las cuales se verificó la presencia de la barra ubicada en la salida del estuario.

*iv. Composición iónica en la columna de agua*

De forma complementaria, se determina la composición iónica para los 5 puntos de muestreo en la columna de agua, para con ello poder comparar la composición de las aguas espacialmente. Esto será realizado por medio de la creación y análisis de diagrama de Stiff, mediante el uso del programa computacional AquaChem 4.0 (AquaChem 4.0 (Waterloo Hydrogeologic. 2003).

*b. Caudal ríos tributarios e interacción con flujos subterráneos*

De manera de conocer el estado del caudal de aguas superficiales que ingresa al humedal del río Huasco se recopiló la información obtenida de la estación DGA “río Huasco Bajo” (6.849.338 N y 286.712 E), la cual registró datos sólo para el período entre 1987-2000 (luego de esto su estatus es “Suspendida”). A partir de esta información, se calcularon los caudales medios anuales y caudales medios mensuales, con el fin de conocer el comportamiento histórico e intra-anual de la principal vía de ingreso de agua al sistema acuático del humedal. Estos datos fueron analizados en relación a la influencia del evento climático ENSO (Niño-Niña) y en particular, fueron descartados para el análisis del comportamiento intra-anual los datos registrados durante 1987, debido a su alto porcentaje de excedencia respecto de la



media, por tratarse de un ciclo climático “Niño” de gran magnitud, definido en la figura como Niño+++ (Figura 5-28)

Respecto de los flujos subterráneos que interactúan con el humedal del río Huasco en su desembocadura, se realizó una revisión bibliográfica de estudios hidrológicos con el fin de definir el estado actual de este componente en el ecosistema en estudio.

*c. Carga de nutrientes*

Con el objetivo de conocer las cargas de nutrientes presente en el humedal del río Huasco, se utilizó la información obtenida en el análisis de caudales del río Huasco (acápite b), en particular la información de caudales medios mensuales.

La carga de nutrientes se calculó a partir de dos parámetros; fósforo total, el cual registra información proveniente de las campañas realizadas en este estudio durante los meses de agosto y noviembre del 2016, y nitrógeno total, el cual presenta información proveniente de dos campañas, diciembre de 2008 (CONAMA y Geonova) y agosto del 2016. Los puntos de muestreo que se utilizaron para calcular la carga de nutriente fue los ubicados en la zona más aguas arriba del inicio del humedal, pese a que ambas estaciones no coinciden en ubicación se considera en términos prácticos como el punto de entrada del agua al sistema (Figura 5-4 y Tabla 5-3).

**Tabla 5-3 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008.**

Punto	Norte	Este	Campaña
H5	285440	6850607	CEA, 2016
M1	284822	6851008	CONAMA y Geonova, 2008

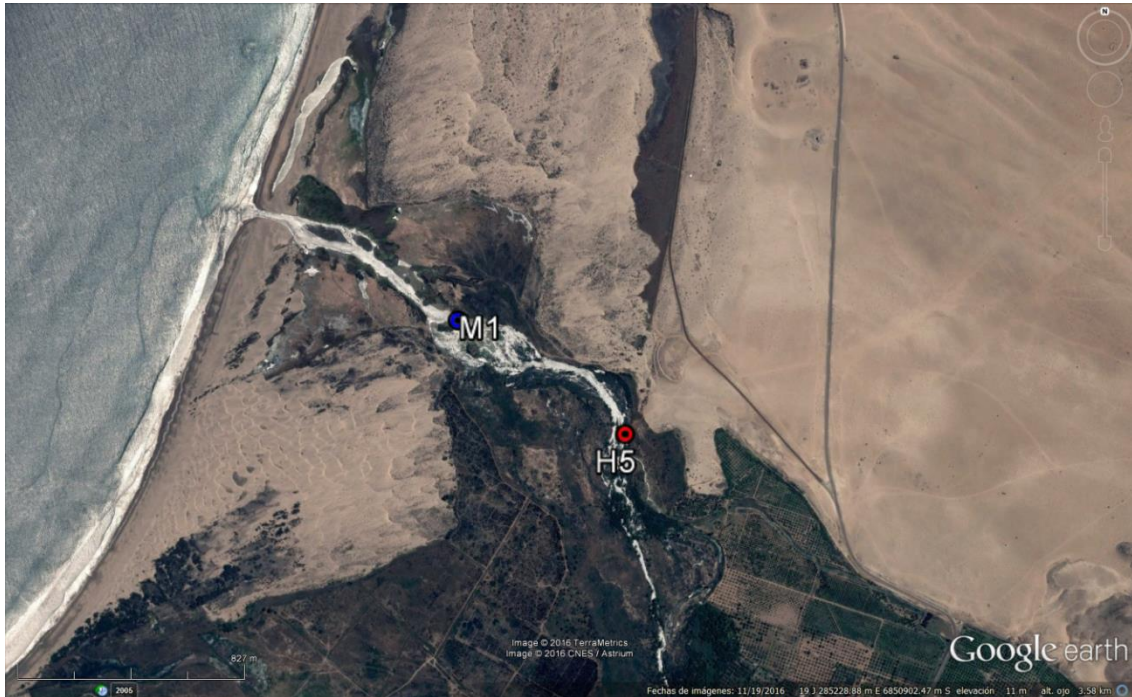


Figura 5-4. Ubicación de puntos de monitoreo para estimación de carga de nutrientes en el Humedal costero del Estuario del río Huasco. Imagen satelital, Google Earth, 2016.

El cálculo para la medición de carga de nutrientes fue el siguiente:

$$\text{Carga Nutriente} = \text{Caudal promedio mensual}_{(1987-2000)} \times \text{Concentración del nutriente}$$

Donde,

- **Caudal promedio mensual:** corresponde al promedio histórico del caudal medio mensual del período 1987-2000, del mes en el cual fue tomada la muestra.
- **Concentración del nutriente (fósforo total o nitrógeno total):** corresponde al valor registrado por CONAMA-Geonova y CEA en sus respectivas campañas.

## **5.2.2 Actividad 2 Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento “Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales”**

### **5.2.2.1 Calidad de agua**

Se realizó un muestreo en la columna de agua y sedimentos durante la campaña de terreno de agosto y noviembre de 2016, en cinco puntos del Humedal costero estuario del Río Huasco. Los parámetros analizados en la columna de agua correspondieron como mínimo a los estudiados en el informe CONAMA (2008) “Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama”, elaborado por GENOVA. Cabe señalar que en el informe mencionado, solamente se indica el estudio de la granulometría y materia orgánica en los sedimentos, pero en el presente estudio además de estos parámetros se incluye el análisis de metales. La ubicación de los puntos de muestreo y la descripción de la toma de muestras, su preservación, transporte, el análisis en laboratorios de las muestra (metodología, laboratorio) y parámetros analizados, se entrega en detalle en el “Informe de Avance - Objetivo Específico 2”.

De los resultados reportados en ese informe, y en comparación con el informe de la CONAMA y Geonova (2008), se establece que las aguas cumplen con los parámetros mínimos establecidos para calidad de agua en humedales costeros (ver en ANEXOS Tabla 14-12).

### **5.2.2.2 Cobertura Macrófitas**

Mediante las campañas realizadas en invierno y primavera del año 2016, se realizó el seguimiento ambiental de ambos periodos hidrológicos para la evaluación del comportamiento del componente macrófitas, específicamente del parámetro de cobertura total. Dicho parámetro, fue desarrollado mediante las metodologías propuestas en el acápite **b** . Cabe mencionar, que para el presente caso el área de seguimiento ambiental se restringe al área de humedal estuarino, es decir, donde existe una dinámica que involucra la interacción tanto de factores bióticos como abióticos. Es por esto, que de acuerdo a los criterios para la evaluación ambiental de humedales se considerarán macrófitas emergentes cuyas especies aportan la principal fuente de carbono al humedal, refugio y reproducción para la avifauna e ictiofauna, entre otras, las cuales pertenecen a géneros tales como *Schoenoplectus* spp. y *Typha* spp.

### **5.2.3 Actividad 3 Calidad de agua del humedal río Huasco.**

Para llevar a cabo este capítulo fue necesario desarrollar un resumen de la caracterización físico-químico de agua y sedimento para el humedal del río Huasco. Para calidad de agua los parámetros se agruparon en 6 grupos:

1. Indicadores físico-químicos
2. Indicadores microbiológicos
3. Inorgánicos
4. Metales

5. Orgánicos y orgánicos plaguicidas
6. Iones mayoritarios

Estos seis grupos fueron comparados con los valores definidos en la NCH.1333 Of.78 para uso de riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco.

En el caso de los sedimentos sólo se compararon metales con la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud et al., 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002), al no existir normativa ambiental en Chile para esta matriz.

#### **5.2.4 Actividad 4 Caracterización del área de influencia del estudio**

De forma general, se realiza una caracterización del área de estudio mediante el levantamiento de información territorial de la zona en estudio y de las demandas de recursos hídricos, ambas como condiciones forzante del sistema.

##### **5.2.4.1 Infraestructura de riego**

La infraestructura de riego fue analizada en base a la información obtenida de la plataforma web IDE Chile, cuya información base fue obtenida de CNR (Comisión Nacional de Riego). En base a esto se elaboró material cartográfico de forma de analizar la distribución de las zonas de riego.

##### **5.2.4.2 Derechos de aprovechamiento de aguas**

La información de derechos de aguas superficiales y subterráneas fue analizada en base a la información obtenida de la DGA (Dirección General de Aguas), con cuya información se elaboró material cartográfico de forma de analizar la distribución espacial de las zonas de extracción de aguas y de su régimen de uso (información recopilada el 20 de octubre de 2016).

##### **5.2.4.3 Extracción de aguas subterráneas y cálculos de caudales superficiales en diversos periodos de retorno (Estación Fluviométrica Nicolasa y Huasco Bajo)**

La información de derechos de aguas subterráneas fue obtenida de la DGA, y fue analizada mediante la elaboración de material cartográfico para definir de las zonas de extracción entorno al área de estudio.

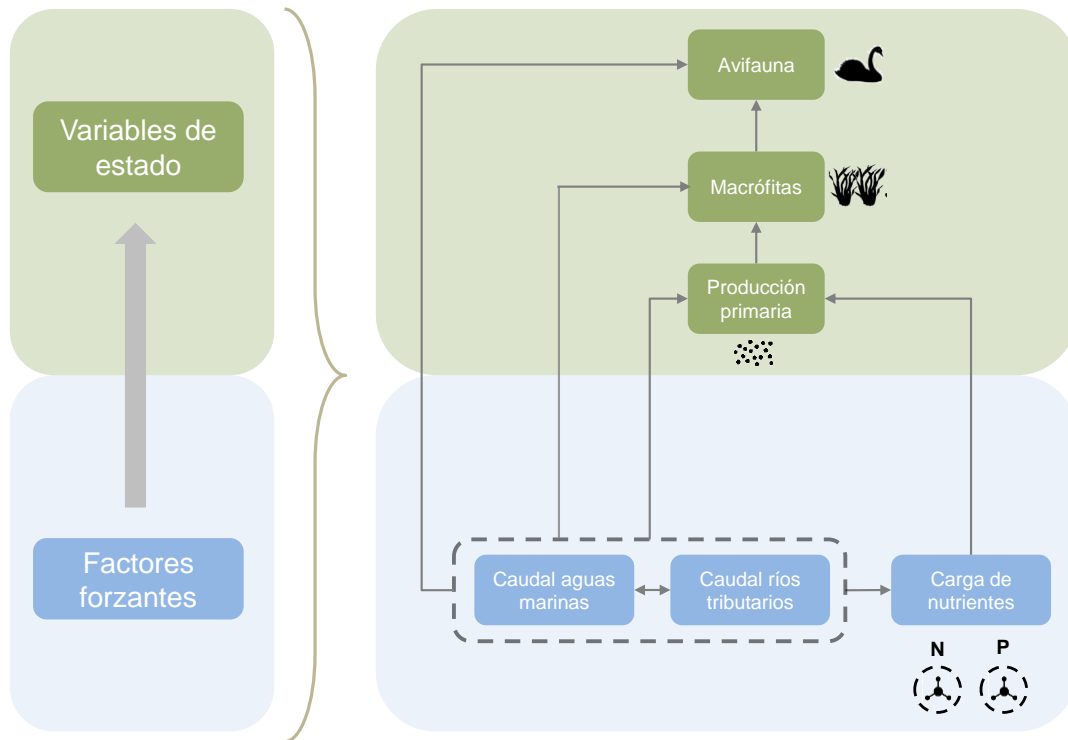
#### **5.2.5 Actividad 5 Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.**

De forma tal de esquematizar el funcionamiento del humedal con énfasis en la dinámica del cuerpo de agua, se recabó información del estado actual de cada uno de sus componentes, agrupados como variables de estado y factores forzantes, esta información provino de estudios anteriores y resultados de los monitoreos en terreno. Además se realizó una caracterización de las presiones sobre el recurso hídrico en términos de la presión de extracción reflejado en los derechos de agua en sus distintos regímenes.

### 5.3 Resultados

A continuación, se entregan los resultados obtenidos por cada una de las componentes del estudio que se encuentran contenidas en el Objetivo Específico 3.

#### 5.3.1 Actividad 1 Descripción de la condición actual del Humedal en cuanto a variables de estado y agentes forzantes.



**Figura 5-5 Esquema general de la interacción entre variables de estado y factores forzantes (izquierda), destacando los componentes detectados durante las campañas de invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco (derecha). Las flechas indican el sentido del flujo de materia y energía o el sentido de la interacción.**

Primeramente, se entregarán los resultados obtenidos para variables de estado y los factores forzantes definidos, para luego entregar los resultados asociados al análisis de otras características y procesos existentes en el sistema en estudio.

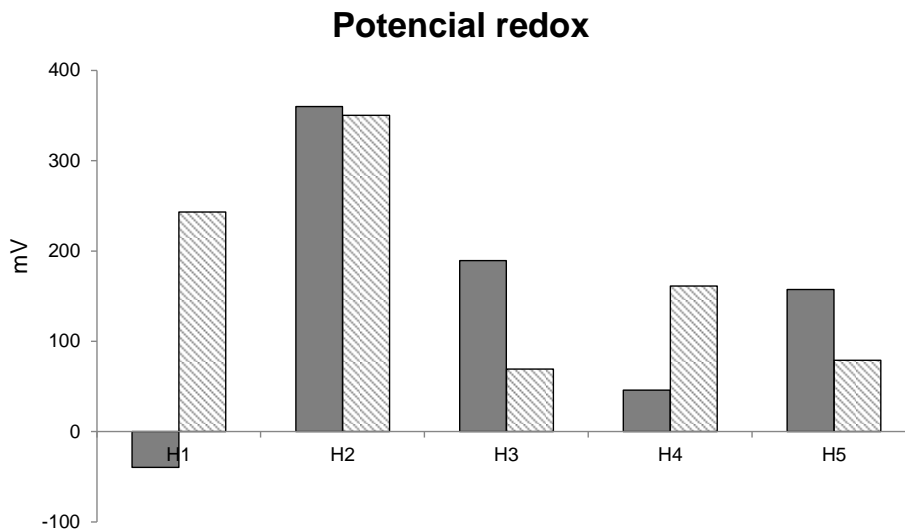
#### 5.3.1.1 Variables de Estado



**Figura 5-6 Variable de estado extraído de Figura 5-5.**

a. *Condiciones de óxido-reducción en el sedimento*

Los valores de potencial redox obtenidos, clasifican a los sedimentos entre rango de ambientes reductores hasta ambientes oxidantes. El ambiente reductor corresponde al punto H1, en la campaña agosto con un valor de -39 mV. El resto de los puntos presentaron valores con potenciales positivos, los que variaron desde 46 mV en el punto H4, hasta los 360 mV en H5; ambos en la campaña de otoño (Figura 5-7).



**Figura 5-7 Potencial redox en sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco Campañas agosto (barra oscura) y noviembre 2016 (barra achurada).**

b. *Composición y abundancia de la avifauna*

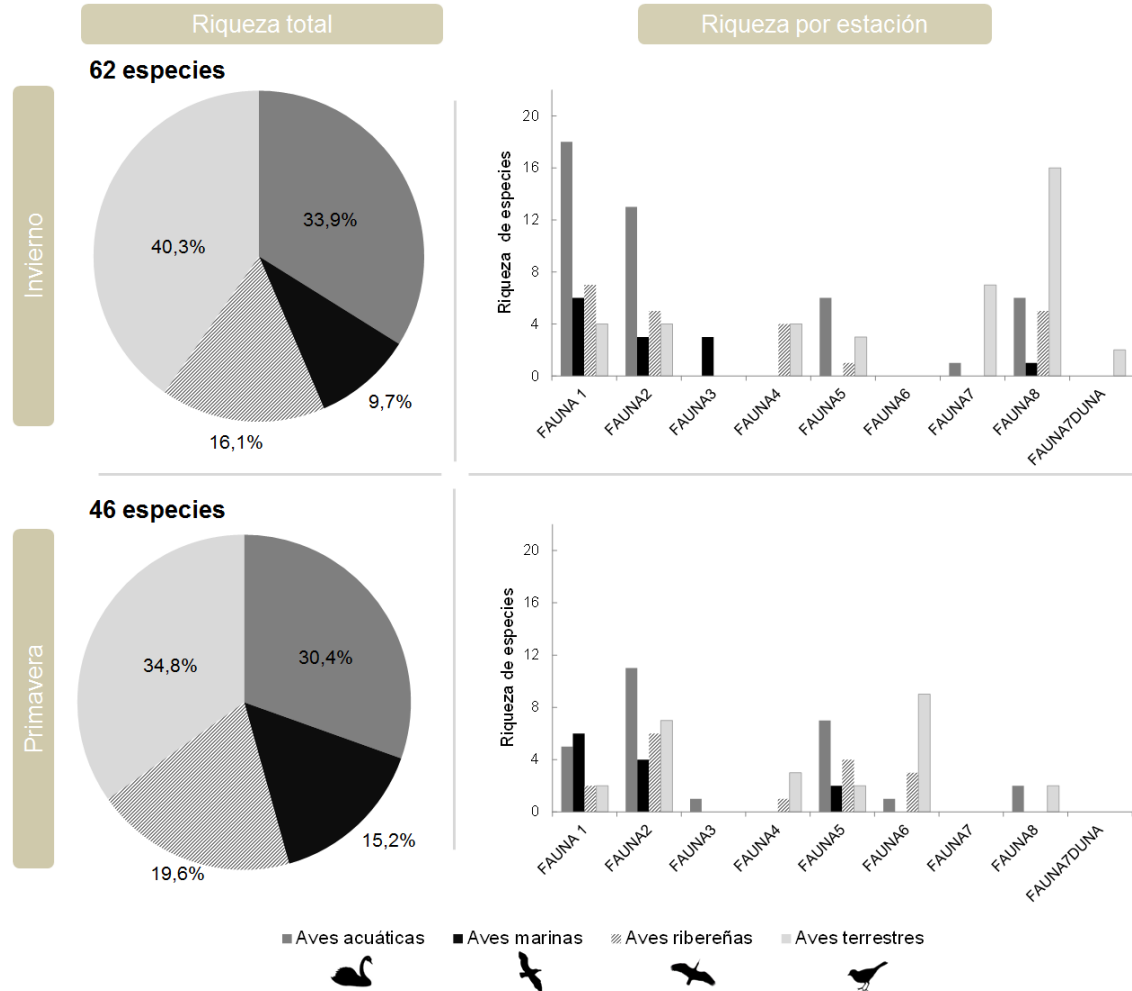
i. *Composición por campaña y estación de monitoreo*

Dentro del Humedal del Río Huasco, se observaron diferencias en la composición y riqueza de especies para cada campaña realizada durante 2016.

Durante invierno se registró una riqueza de 62 especies de aves, de las cuales el 40,3% correspondió a aves terrestres, seguidas de un 33,9% de aves acuáticas, un 16,1% de aves ribereñas y un 9,7% de aves marinas. La riqueza de avifauna fue mayor en la estación de monitoreo FAUNA1, donde se alcanzó un total de 35 especies y donde se concentraron principalmente aves acuáticas (18 especies). Le sigue la estación de monitoreo FAUNA8 que alcanzó una riqueza de 28 especies y donde domino la riqueza de aves terrestres con 16 especies. Por otra parte, la estación FAUNA2 alcanzó una riqueza de 25 especies y su riqueza se concentró en las aves acuáticas con 13 especies. El resto de las estaciones no superó las 10 especies durante invierno, salvo FAUNA6 donde no hubo registro de avifauna durante invierno (Figura 5-8).

Durante primavera, se alcanzó una riqueza de 46 especies de aves, de las cuales el 34,8% fueron aves terrestres, seguidas de un 33,9% de aves acuáticas, un 19,6% de aves ribereñas y un 15,2% de aves marinas. La mayor riqueza durante esta campaña fue alcanzada en la estación FAUNA2 con 28 especies, de las cuales 11 fueron aves acuáticas. Le siguen las estaciones FAUNA1 y FAUNA5 ambas con una riqueza de 15

especies y donde dominaron las aves acuáticas con una riqueza de 5 y 7 especies, respectivamente. El resto de las estaciones no superó una riqueza de cuatro especies. Mientras que en las estaciones FAUNA7 y FAUNA7DUNA no hubo registro de avifauna durante primavera (Figura 5-8).



**Figura 5-8. Riqueza relativa total de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de la riqueza absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).**

ii. *Abundancia de la avifauna por campaña y estación de monitoreo*

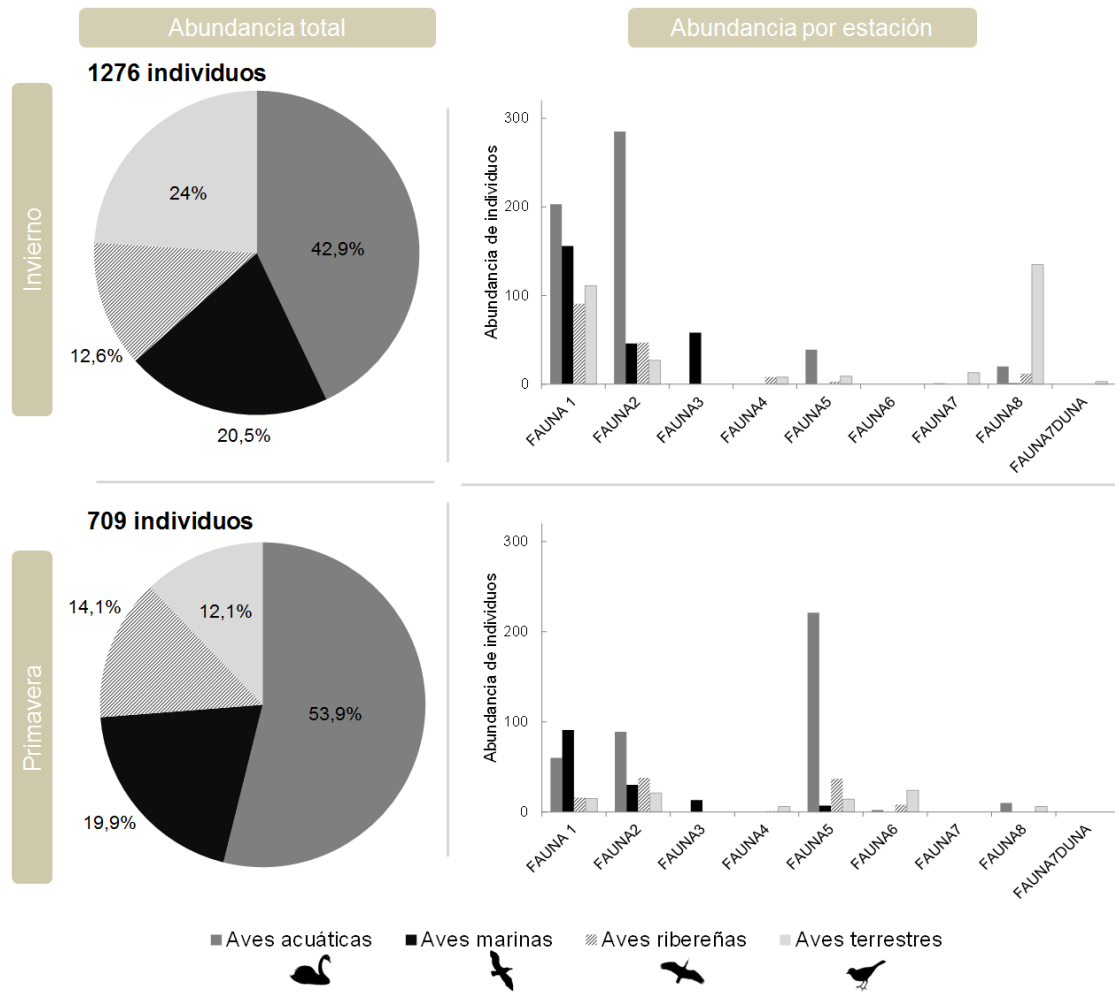
Dentro del Humedal del Río Huasco, durante invierno de 2016 se alcanzó una abundancia total de 1276 individuos de avifauna, de los cuales el 42,9% correspondió a aves acuáticas, seguidas de un 20,5% de aves marinas, un 24% de aves terrestres y un 12,6% de aves ribereñas. La mayor abundancia de avifauna durante esta campaña se alcanzó en la estación FAUNA1 que alcanzó 561 individuos, de los cuales 203 fueron de aves acuáticas y 156 de aves marinas. Seguida de FAUNA2 con 405 individuos totales y donde 285 fueron de aves acuáticas. Por otra parte, FAUNA8 alcanzó 168 individuos y 135 fueron aves terrestres. El resto de las estaciones con registros no superaron los 60 individuos (Figura 5-9).

Dentro de las dos estaciones más abundantes, la dominancia fue en el caso de FAUNA 1 para las especies *Anas sibilatrix*, *Larus modestus*, *Numenius phaeopus*, *Tachycineta meyeri*. Mientras que para FAUNA2 dominaron las especies *Fulica armillata*, *Haematopus palliatus*, *N. phaeopus* y *T. meyeri*

Durante primavera de 2016, se alcanzó una abundancia total de 709 individuos, de los cuales el 53,9% fueron aves acuáticas, el 19,9% aves marinas, el 14,1% aves ribereñas y el 14,1% aves terrestres. La mayor abundancia de avifauna durante primavera de 2016 fue alcanzada en la estación de monitoreo FAUNA5 donde se registraron 279 individuos, de los cuales 211 fueron de aves acuáticas. Seguida de FAUNA1 con 182 individuos, de los cuales 90 fueron aves marinas. Por otro lado FAUNA2 alcanzó los 178 individuos y donde la mayor abundancia fue de aves acuáticas con 89 individuos (Figura 5-9). Dentro de las estaciones más abundantes, fue de *Fulica leucoptera*, *Tringa melanoleuca* y *Anas sibilatrix*, en el caso de FAUNA5. Mientras que para FAUNA1 dominaron en abundancia las especies *Fulica leucoptera*, *Larus dominicanus*, *Cathartes aura* y *Numenius phaeopus*. Por otro lado, para FAUNA2 dominaron las especies *Fulica armillata*, *Tringa flavipes* y *Larus pipixcan*.

La Tabla 13-10 en ANEXOS muestra el detalle de riqueza y abundancia para cada estación de monitoreo durante invierno y primavera de 2016 en el Humedal del Río Huasco.





**Figura 5-9. Abundancia relativa de la abundancia de avifauna registrada en el en el Humedal costero Estuario del río Huasco durante invierno y primavera de 2016 (izquierda). Detalle de abundancia absoluta por grupo de avifauna y estación de monitoreo (derecha).**

c. Cobertura de macrófitas emergentes

i. Campaña de invierno 2016

Cobertura vegetal

Mediante la estimación del parámetro de cobertura vegetal en los puntos de muestreo (H1, H2, H3, H4 y H5), las coberturas registradas en la campaña de invierno muestran en promedio valores del 80%. Los valores mínimos se presentan en la el punto H3 con 30% mientras que los valores máximos se encuentran en H3, H4 y H5 entre un 95 y 100% de cobertura en zonas con vegetación del tipo herbazal y totoral densos respectivamente. Las especies que dominan en cobertura corresponden principalmente a las macrófitas *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus* spp. y la especie hidrófita flotante libre<sup>6</sup> *Azolla filiculoides*.

<sup>6</sup> Especies hidrófitas que flotan sobre la superficie del agua y sus raíces no alcanzan el sustrato subacuático.

### Riqueza florística

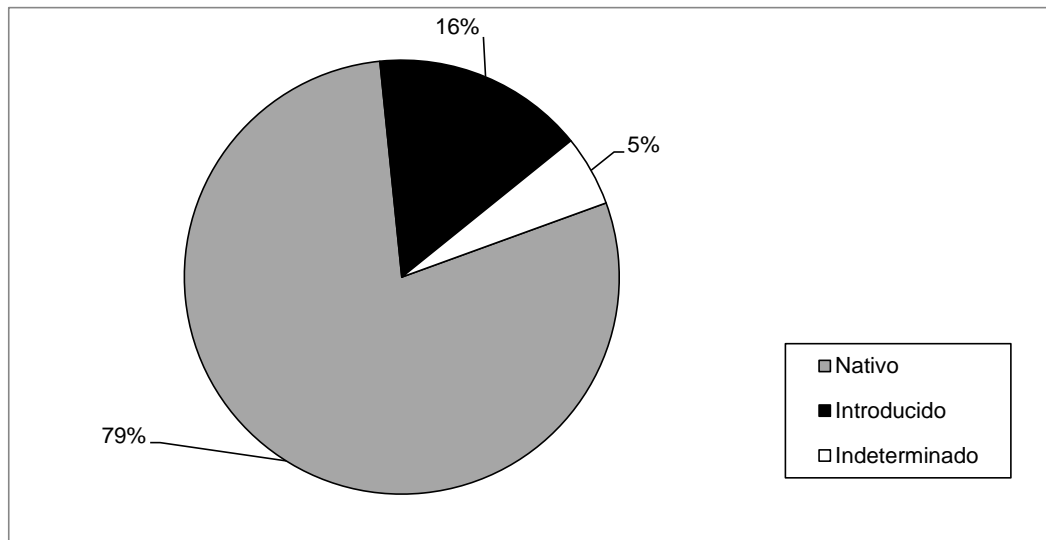
En los puntos de muestreo evaluados, la riqueza de plantas vasculares está compuesta por 19 especies, las cuales están representadas en 3 clases, 8 familias y 15 géneros (Tabla 5-4). La clase Magnoliopsida domina en el número de especies (11) mientras que las familias Asteraceae (compuestas) y Cyperaceae (ciperáceas) fueron las de mayor representatividad con cuatro y tres especies respectivamente.

**Tabla 5-4. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de invierno 2016.**

CLASE	Familias	Géneros	Especies
Filicopsida	1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	8	9	11
Liliopsida (Monocotiledóneas)	5	5	7
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>19</b>

### Origen fitogeográfico

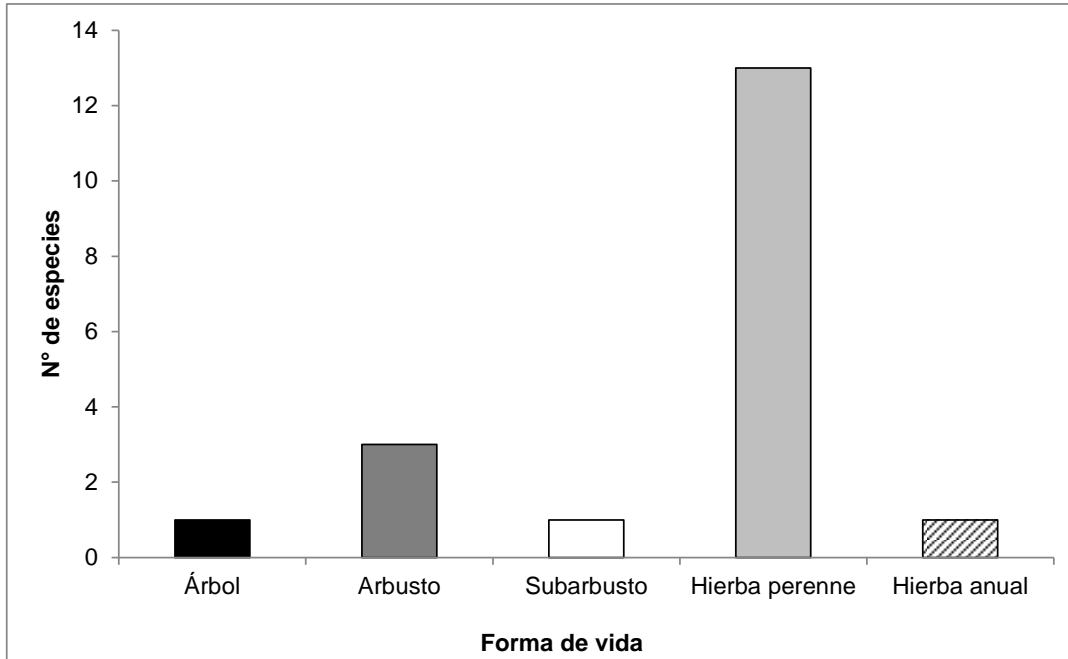
Del total de taxa registradas, aquellas especies con un origen nativo se contabilizaron un total de 15 elementos florísticos (79%), mientras que sólo 3 especies son de carácter exótico o introducido (16%) y una especie (5%) en condición de indeterminado debido a que su identificación taxonómica llegó sólo a nivel genérico y por lo tanto es incierto su origen (Figura 5-10).



**Figura 5-10 Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, invierno 2016.**

### Forma de vida

Con respecto a la forma de vida, la dominancia estuvo representada con mayor frecuencia por el tipo herbáceo; hierbas perennes con 13 especies seguido de los arbustos con 3 representantes. Las macrófitas con sólo un representante y con formas de vida de árbol, subarbusto y hierba anual correspondieron a *Salix humboldtiana*, *Sarcocornia fruticosa* y *Azolla filiculoides* respectivamente (Figura 5-11).



**Figura 5-11. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de invierno 2016 en el área de estudio.**

### Estado de conservación

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, ninguna de ellas posee alguna categoría de conservación de acuerdo a la revisión de los procesos de clasificación de especies del Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

#### ii. Campaña de primavera 2016

### Cobertura vegetal

Para la presente campaña de primavera, los puntos de muestreo mostraron que el parámetro de cobertura vegetal registró valores promedios de 70% aproximadamente siendo el punto H3 el que presentó los menores valores, mientras que el punto H2 y H4 los máximos valores con un 95% en cada uno. Al igual que en la campaña de invierno 2016, las especies de macrófitas dominantes son los herbazales helófitos que viven arraigados al sustrato acuático tales como *Typha angustifolia*, especies del género *Schoenoplectus* y en menor porcentaje (30%) con respecto a la campaña anterior la especie *Azolla filiculoides*. Cabe mencionar, que esta vez se registraron en terreno rastrojos de vegetación ribereña en el punto H3 como también en sectores cercanos al punto H1, específicamente en la desembocadura con individuos en mortandad de la especie hidrófila *Ruppia* sp.

### Riqueza florística

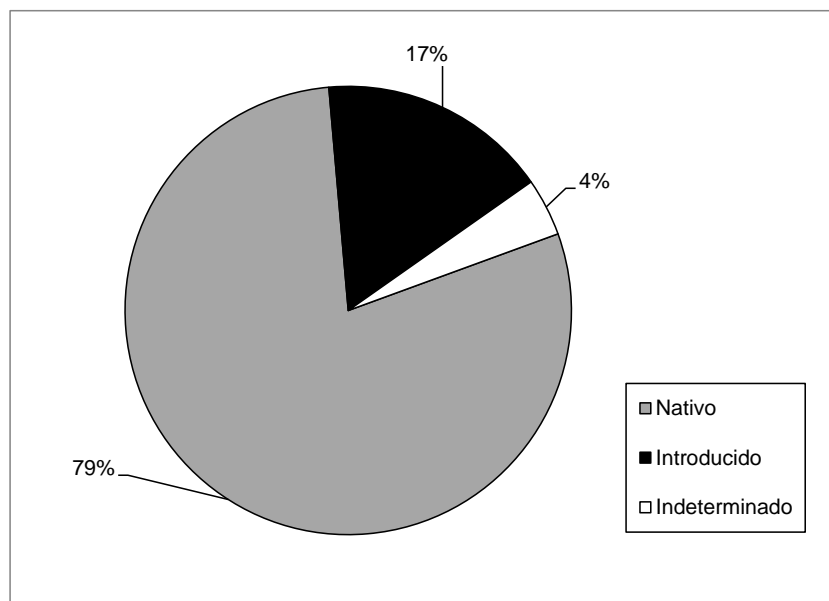
La riqueza florística presente en el humedal está compuesta por 24 especies, las cuales están representadas en 4 clases, 17 familias y 18 géneros (Tabla 5-5). Similar a la campaña anterior, en la campaña de primavera la clase Magnoliopsida domina tanto en el número de especies como también en géneros presentes y familias, las cuales fueron mejor representadas por Asteraceae y Cyperaceae con cuatro especies cada una. Cabe mencionar el hallazgo de *Equisetum giganteum*, taxa que representa tanto una como además una nueva clase taxonómica a la presente campaña.

**Tabla 5-5. Posición taxonómica de la flora vascular presente en la campaña de primavera 2016.**

CLASE	Familias	Géneros	Especies
Filicopsida	1	1	1
Sphenopsida	1	1	1
Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	10	11	14
Liliopsida (Monocotiledóneas)	5	5	8
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>24</b>

### Origen fitogeográfico

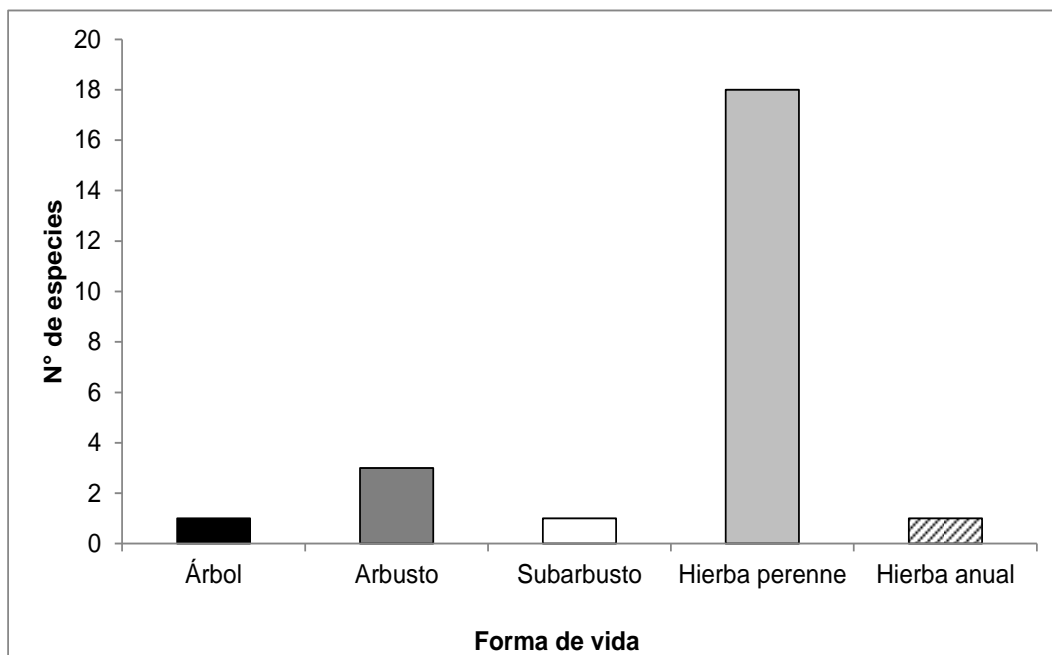
Con respecto al origen fitogeográfico, las especies con un origen nativo suman un total de 15 elementos florísticos (79%) mientras que especies con un origen introducido o alóctono están representadas por cuatro especies (17%). Sólo una especie (4%) está catalogada como indeterminada debido a que su identificación taxonómica no fue suficiente para el seguimiento a nivel geográfico (Figura 5-12).



**Figura 5-12. Origen fitogeográfico de las especies presentes registradas en el Humedal estuarino del río Huasco, primavera 2016.**

### Forma de vida

En la Figura 5-13 se muestran las formas de vida para cada una de las especies, siendo las más abundantes las herbáceas y en específico las hierbas perennes representadas por 18 especies (75%), seguida más abajo por la forma arbustiva con 3 especies (12,5%). En menor relevancia, se ubica la forma arbórea, subarbustiva y hierba anual con solo un representante (4,17%).



**Figura 5-13. Formas de vida de las especies presentes en la campaña de primavera 2016 en el área de estudio.**

### Estado de conservación

Respecto al estado de conservación de las especies registradas, solo *Equisetum giganteum* (Figura 5-14) se encuentra en categoría de Preocupación Menor según el Decreto Supremo 13/2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).



Figura 5-14. Ejemplares de *Equisetum giganteum* registrados en el humedal de Río Huasco, campaña primavera 2016.

Composición y abundancia de peces marinos

La composición de peces encontradas en el estuario se caracterizó por una baja riqueza. No obstante dentro de las especies capturadas, en las dos campañas, fue posible identificar el pez nativo *Mugil cephalus* (Lisa), categorizada como Preocupación Menor (LC) por el RCE y además fue registrada la especie introducida *Gambusia affinis* (Pez mosquito) (Tabla 5-6).

**Tabla 5-6 Sitios monitoreados en el Humedal Costero Estuario del río Huasco, donde fue posible registrar especies ícticas durante el 2016, aquí se detalla su abundancia y estadio de su ciclo de vida.**

Campaña	Punto de muestreo	Especie	Abundancia	Estadio
Invierno	H-5	<i>Gambusia affinis</i>	10	alevín
	H-6	<i>Mugil cephalus</i>	8	juvenil
Primavera	H-1	<i>Gambusia affinis</i>	1	alevín
	H-2	<i>Mugil cephalus</i>	1	maduro
	H-3	<i>Gambusia affinis</i>	3	alevín
	H-4	<i>Gambusia affinis</i>	11	alevín
	H-5	<i>Gambusia affinis</i>	20	alevín
	H-6	<i>Gambusia affinis</i>	8	alevín

El objetivo del presente acápite, fue caracterizar las especies de fauna ícticas dentro del estuario, por lo que este punto es abordado de manera descriptiva. No obstante, es importante establecer que la especie conocida comúnmente como “Lisa” se caracteriza por subir a los estuarios en determinados periodos de su vida (juvenil), por lo que su ciclo de vida es principalmente en el mar. Debido a que la mayor abundancia de este pez fue registrada en H6, no fue incluida en los análisis de variables de estado, ya que este sitio fue solo de monitoreo biológico, por lo que difícilmente los datos obtenidos puedan ser relacionados a otras variables de estudio.

#### *d. Producción primaria en la columna de agua*

Tal como se precisó en la metodología correspondiente al presente acápite, se realizó la clasificación trófica del sistema acuático considerando la posibilidad de que este corresponda a un estuario o a un cuerpo de agua exclusivamente de aguas dulces, dependiendo de la campaña de monitoreo que se analice.

En primer lugar, en base a la concentración de fósforo y nitrógeno total, registrada históricamente en el humedal del río Huasco se realizó la clasificación del estado trófico considerando el estuario como un sistema acuático de agua dulce continental, usando la escala propuesta por Nüenberg (1996), citada en Smith y col. (1999). Esta clasificación, en base a la concentración de nitrógeno total, mostró que todas las estaciones registradas dentro del humedal durante las campañas de primavera 2008 (CONAMA y Geonova) e invierno 2016 (CEA, este estudio) registraron valores sobre el umbral de hipertrofia (1200 µg/L) (Figura 5-15). En términos de su variación histórica, la concentración promedio de nitrógeno fue mayor durante 2008 triplicando el registro de 2016 (Tabla 13-10 en ANEXOS)

Por otra parte, en la clasificación a partir de la concentración de fósforo total se observó que sólo una estación de las registradas dentro del humedal durante la campaña de 2016 registró una concentración en el límite de hipertrofia (30 µg/L), el resto de las estaciones, en ambas campañas (2008 y 2016) presentaron valores bajos, todos en el nivel oligotrófico (<10 µg/L) (Figura 5-16). En términos de la variación histórica, la concentración promedio de fósforo fue mayor durante 2016, aproximadamente 7 veces mayor que el registro de 2008, aunque vale la pena considerar la alta desviación estándar aportada por la alta concentración registrada en H2 (Tabla 13-10 en Anexos)

En términos de las concentraciones promedio de ambos nutrientes por campaña, se observó que el humedal, como sistema de agua dulce, se clasificó en estado hipereutrofizado para nitrógeno total en ambas campañas (Primavera 2008 e Invierno 2016) y como oligotrófico para fósforo total en ambas primavera 2008 y en el umbral mesotrófico en invierno 2016, con el notorio aumento de concentración promedio (Figura 5-16).

Al considerar la clasificación tratando el estuario como un sistema acuático de aguas salobres producto de la mezcla de agua dulce continental con agua marina (estuario), usando la escala de estado trófico propuesta por Bricker y col. (1999) sólo se evaluó los datos registrados durante la primavera de 2016 en términos de la concentración de fósforo, se obtuvo que en noviembre 2016 (primavera) la concentración estuvo prácticamente en el nivel de trofia alto (Figura 5-17).

### Nivel Trófico - Nitrógeno total

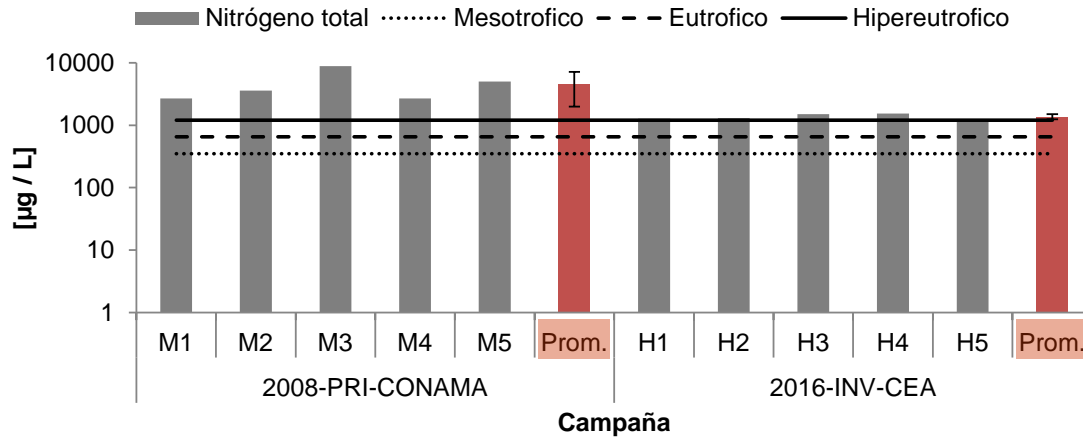


Figura 5-15 Concentración de nitrógeno total registrado en Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.

### Nivel Trófico - Fósforo total

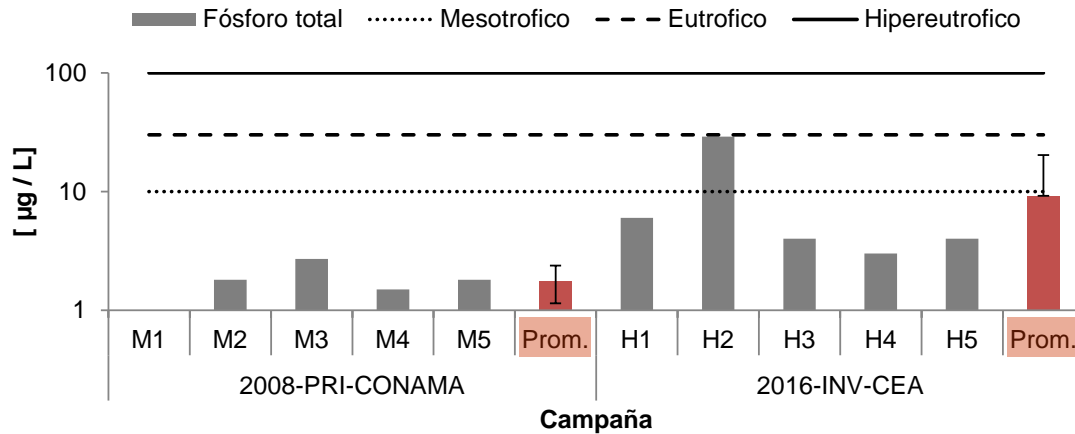


Figura 5-16 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal costero del estuario del río Huasco en dos campañas de monitoreo. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Nüremberg (1996) para sistemas lacustres. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.



### Nivel Trófico - Fósforo total

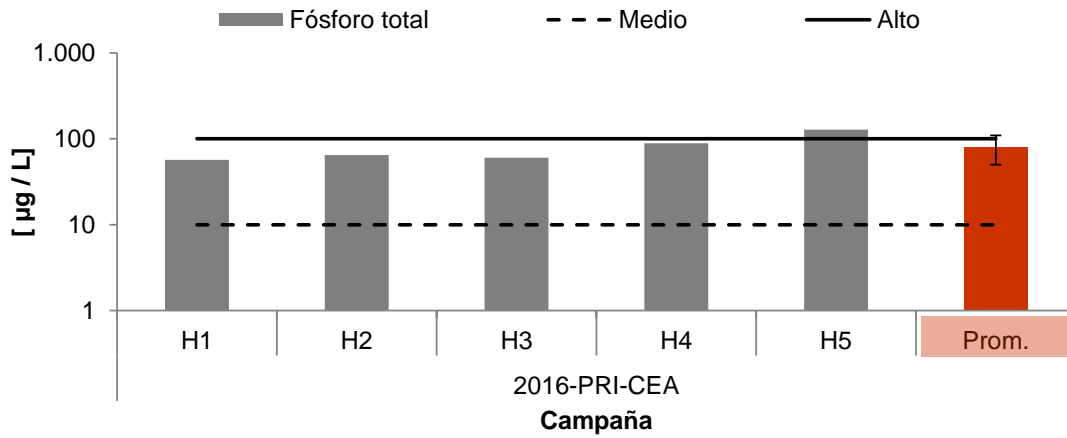


Figura 5-17 Concentración de fósforo total registrado en el Humedal del estuario del río Huasco en la campaña de monitoreo de primavera 2016. En detalle se muestran umbrales de estado trófico según Bricker y col., 1999, para sistemas estuarinos. Se detalla el valor promedio en rojo. La escala del gráfico es logarítmica en base 10.

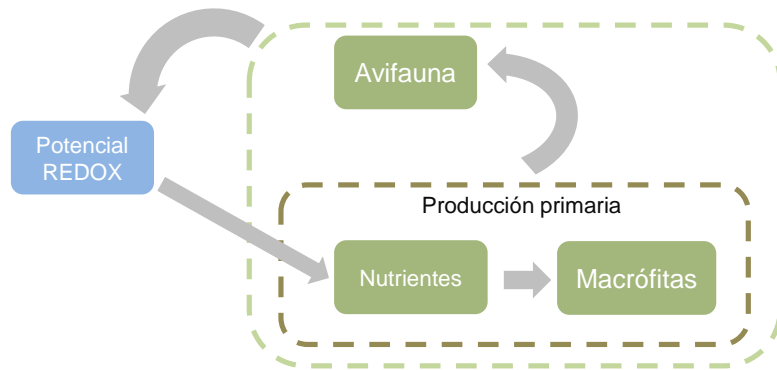
Un resumen de los resultados de estado trófico del humedal del estuario del río Huasco, considerando los distintos nutrientes y las distintas dinámicas de comportamiento en las campañas de monitoreo realizadas durante 2016 se observa en (Tabla 5-7).

Tabla 5-7 Resumen del estado trófico del humedal del estuario del río Huasco. Evaluado para campaña 2008 y 2016. Se utilizó escala de Nüremberg (1998) para laguna de agua dulce y Bricker y col. (1999) para Río-estuario.

Estado Trófico	Campaña		Comportamiento hidrodinámico	Nivel trófico	
	Año	Estación		Nitrógeno total	Fósforo total
CONAMA-GEONOVA	2008	Primavera	Laguna agua dulce	Hipereutrófico	Oligotrófico
		Invierno	Laguna agua dulce	Hipereutrófico	Mesotrófico
CEA	2016	Primavera	Río - estuario	---	Medio-Alto

e. Integración de variables de estado

Dentro de las variables evaluadas, se puede determinar una sucesión secuencial de eventos que las relacionan causalmente (ver Figura 5-18).



**Figura 5-18. Esquema de la interacción de las variables de estado detectadas en el Humedal del Río Huasco. Las flechas indican la relación causal entre cada componente. Las líneas segmentadas agrupan los componentes relacionados con la producción primaria (café) y los componentes biológicos generales (verde).**

En primer lugar, el potencial de óxido-reducción (Redox) se caracteriza por una pérdida (oxidación) o ganancia (reducción) de electrones. Cuando el oxígeno está presente actúa como aceptor de electrones para la respiración microbiana aeróbica. Una vez consumido, el aceptor de electrones alternativo para la respiración microbiana anaeróbica es el nitrato seguido en secuencia por óxido de manganeso, hierro óxido, sulfato y finalmente dióxido de carbono (Patrick et al., 1985). Este tipo de reacciones determina el ciclo de los nutrientes, su disponibilidad, composición de la vegetación y la materia orgánica contenida en el sistema.

Las reacciones Redox son importantes en los sistemas de aguas superficiales, debido a que todos los organismos acuáticos obtienen su energía metabólica a partir de reacciones Redox. Los organismos fotosintéticos reducen el dióxido de carbono de la materia orgánica, utilizando la energía luminosa. Mientras que los organismos no fotosintéticos descomponen los productos fotosintéticos mediante reacciones Redox que requieren un gasto energético (Steinberg y Coonrod 1994). En este sentido, el constante equilibrio y “desequilibrio” es normal en estos sistemas, altamente dinámicos, en que, en cortos periodos es posible observar grandes procesos oxidativos y reductivos en áreas cercanas dentro del sistema. Esta dinámica responde al rol depurador del humedal, que se encarga de degradar e incorporar en la red trófica los componentes que arrastra la cuenca hasta este punto terminal, ya sea orgánico e inorgánico. Por este motivo, es de vital importancia que los componentes que ingresan al río aguas arriba del estuario se encuentren en una forma y cantidad fácil de degradar y a su vez no impliquen proceso bioacumulativos en las especies presentes en el estuario.

La Figura 5-19 resume los valores de cada variable de estado registrada en el Humedal del Río Huasco durante las campañas de invierno y primavera.

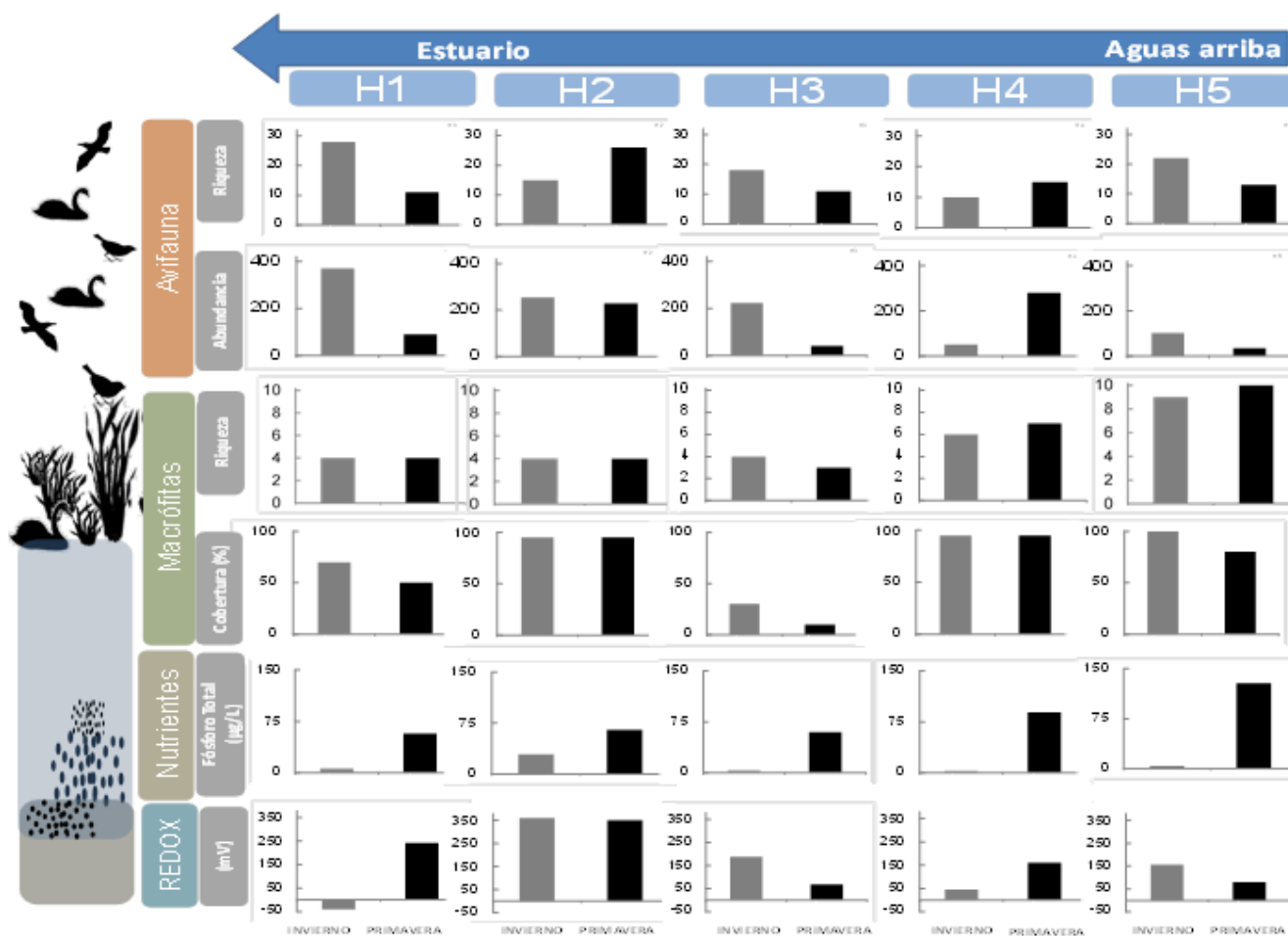


Figura 5-19. Resumen general variables de estado obtenidos durante invierno (barras gises) y primavera (barras negras) para las variables de estado medidas en el las estaciones limnológicas del Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Los resultados que se sintetizan en la Figura 5-19 deben ser visualizados y entendidos de la siguiente manera. De derecha a izquierda, desde el inferior hacia arriba observamos el parámetro redox de calidad de agua, el cual, aumenta considerablemente hacia el sector de la boca o estuario (H2-H1), dado que desde el punto H5 hasta H3 encontramos características de un humedal de agua dulce, es decir, a esta altura no encontramos una diferenciación de humedal costero, sino más bien un humedal continental. Contrario a lo que ocurre con el Redox el nutriente fósforo no aumenta a medida que avanzamos hacia la boca independiente de la estación del año, esto no responde a lo esperado, donde los nutrientes en estos sistemas normalmente y a medida que avanzan a lo largo de una cuenca aumentan, por efecto acumulativo, en la zona costera, esto puede deberse a variados factores, sobre todo al uso del suelo asociado al río Huasco, donde la intensidad de uso agrícola puede influir en la disponibilidad de nutrientes en la parte alta por sobre la zona más baja del río (H3-H2-H1).

En el caso de las macrófitas estas presentan una riqueza mayor en la parte más alejada del estuario, lo que es natural de observar, ya que son pocas las especies vegetacionales acuáticas las que resisten la influencia del mar, por lo que la riqueza disminuye en la zona costera. Junto con ello, la variación en la cobertura ocurre por efecto de la crecida del río en invierno, donde una parte de la vegetación fue aplastada por el agua que rompió en H2 la barrera de arena directamente hacia el mar. Este cambio ocurrido en el cambio de estación influyó en las dos estaciones estuarinas, donde H1 principalmente, pasó de ser una zona semiconectada con el mar, a una laguna salina que en determinados momentos del día se conecta con el mar. Esto provocó una desecación en el área que rodeaba al sitio de muestreo. En tanto, H2 se transformó en un río caudaloso que desembocaba con gran fuerza en el mar.

Esta variación también se observa en la abundancia de especies de aves, las que en invierno se alojaban principalmente en H2 que era un sistema lagunar con abundancia de vegetación y que luego al ser un río de aguas corrientes en primavera, disminuyó las visitas de especies de aves que se trasladaron a la nueva laguna salina (H1). Respecto a las aves es importante destacar que tanto la riqueza como abundancia aumentan en dirección a la zona estuarina y que posiblemente por procesos migratorios, la abundancia fue mayor en invierno que en primavera.

### 5.3.1.2 Factores Forzantes



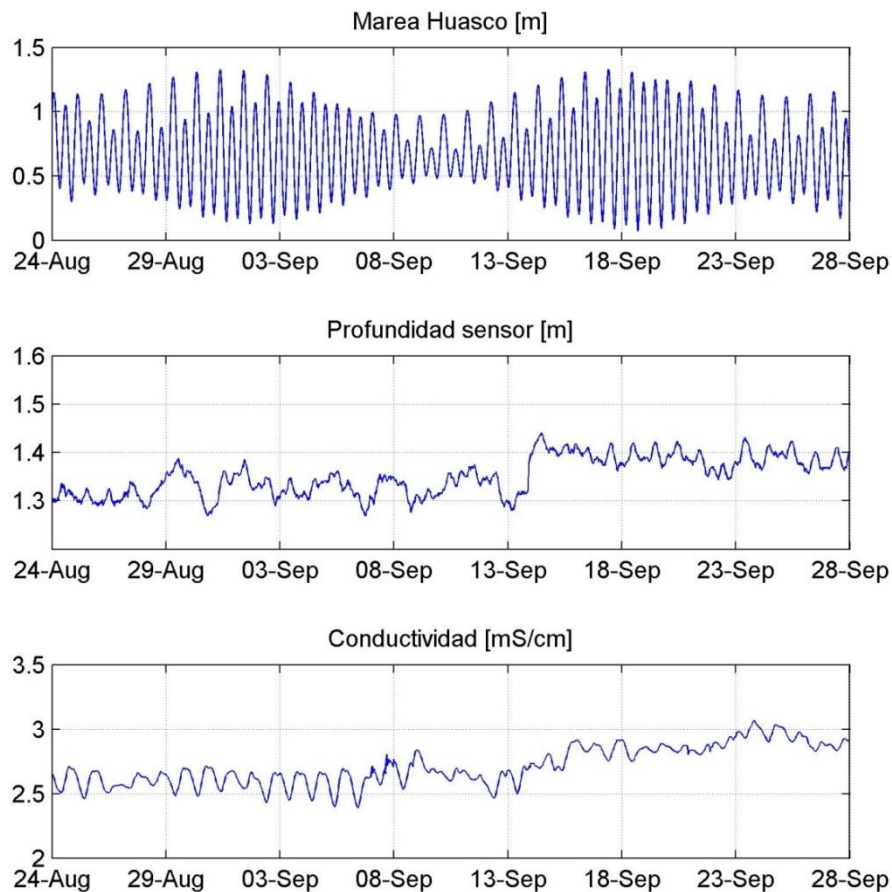
Figura 5-20 Factor forzante extraído de Figura 5-18.

a. Caudal de aguas marinas

A continuación se entregan los resultados por cada punto desarrollado en la caracterización de esta variable forzante.

i. Sensor de presión y conductividad

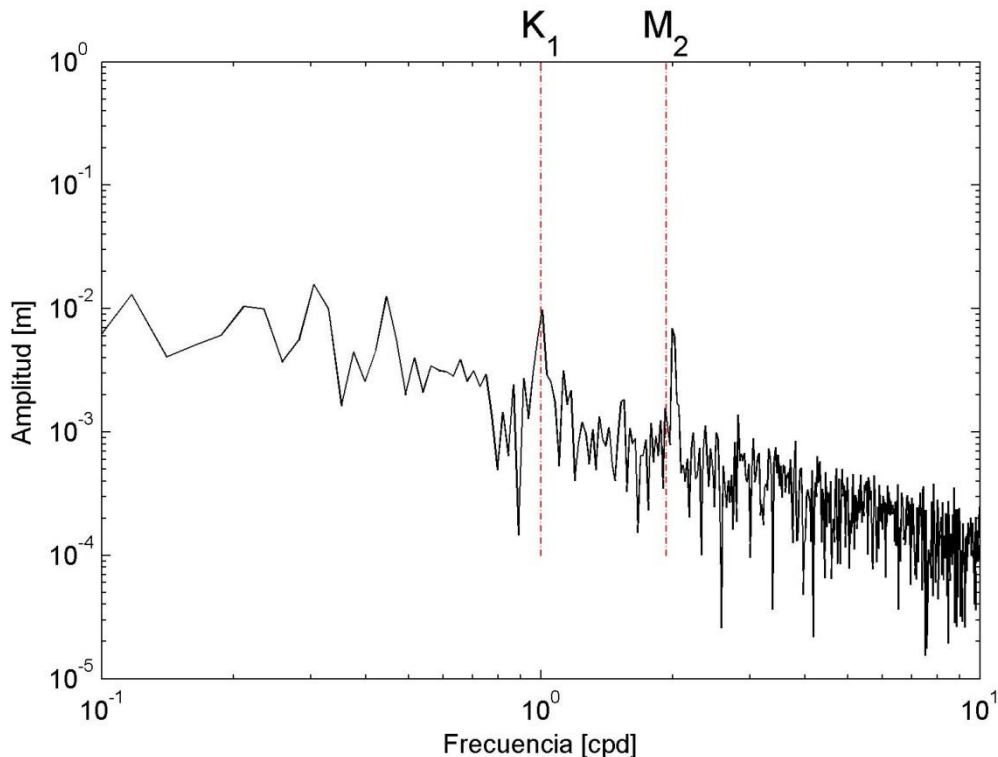
En la Figura 5-21 se presenta la serie de mareas obtenida del SHOA y los registros del sensor durante todo el período de medición (serie de presión y de conductividad). De la serie de profundidad se observa que el nivel en este punto del estuario presenta cierto comportamiento ondulatorio intra-diarario, por lo que pareciera estar influenciado por la marea. Para concluir si efectivamente está influido por la marea, la serie fue sometida a un análisis del espectro de frecuencias, donde se identificó la presencia o ausencia de los principales armónicos asociados a la marea (K1 y M2). Este análisis se presenta en la Figura 5-22, donde se observa que de todas las amplitudes de los distintos modos, destacan (existen peaks) en la frecuencia del modo K1 y en otro punto muy cercano al modo M2. Por lo tanto, se determinó que este punto sí se encuentra influenciado por la marea.



**Figura 5-21. Serie de marea en puerto secundario Huasco y series de profundidades y conductividad medidas por el sensor.**

De la serie de conductividad (Figura 5-21), se aprecian leves variaciones, aparentemente debidas al efecto de la marea. Sin embargo, en todo el período de

medición, el rango de conductividad se presentó entre los 2 y los 3 mS/cm. Estos son valores bajos, considerando que el agua de mar registra valores de 40 o 50 mS/cm.



**Figura 5-22. Espectro de frecuencias generado a partir de la serie de presión registrada por el sensor. Se indican las frecuencias de los modos K1 y M2, correspondientes a los principales modos de la marea.**

## ii. Perfiles CTD

En todos los perfiles realizados durante la campaña de agosto de 2016, se registraron bajas salinidades, levemente inferiores a los 2 psu (Figura 5-23). Además, se observó que en el perfil vertical de la columna de agua, la salinidad se mantuvo constante, sin la presencia de mayores concentraciones de sal en el fondo, esto es, ausencia de cuña salina.

En la Figura 5-24 se presentan los perfiles de temperatura obtenidos durante agosto de 2016. No se registraron gradientes de temperatura considerables, y las temperaturas variaron cercana a los 15°C en todos los perfiles. En el perfil CTD 1, ubicado más cerca de la boca del estuario, se observa una variación de temperatura entre la superficie y las aguas más profundas de un poco más de 1°C.

Debido a la escasa profundidad de la columna de agua y la alta velocidad del cauce registrado durante la campaña de noviembre de 2016 no fue posible realizar perfiles verticales con CTD que fueran representativos del cuerpo de agua.

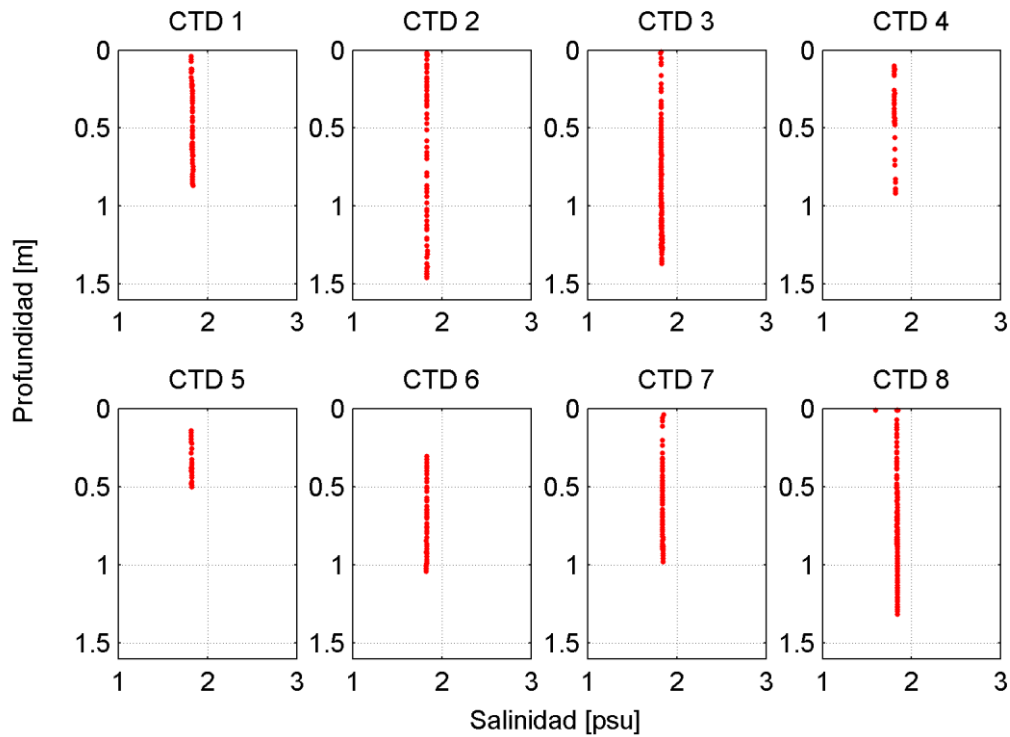


Figura 5-23. Resultado de perfiles de salinidad en el estuario durante campaña agosto 2016.

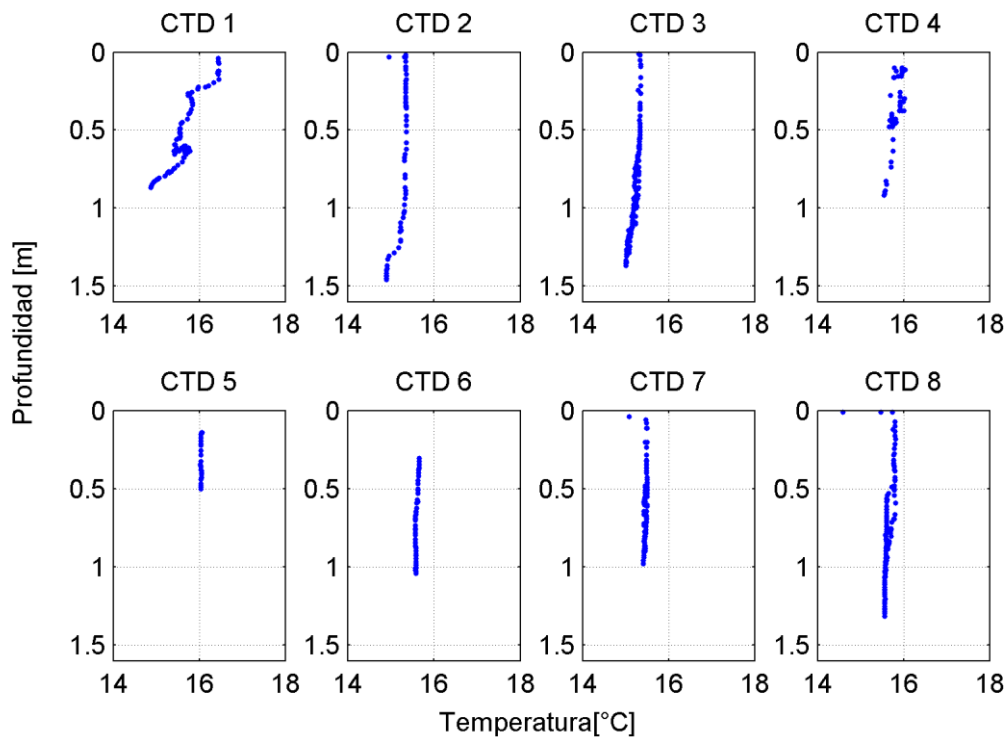
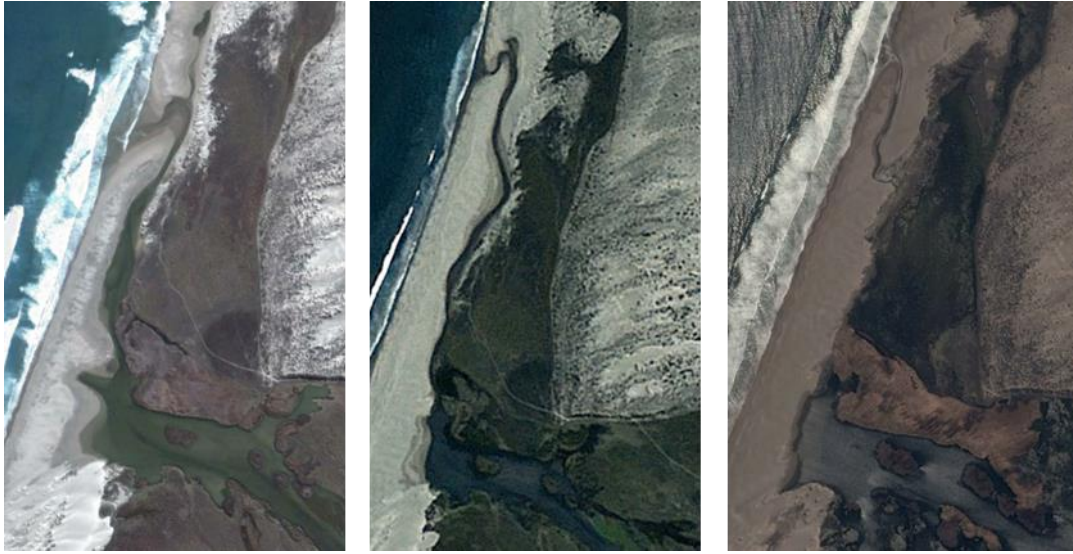


Figura 5-24. Resultados de perfiles de temperatura en el estuario durante campaña agosto 2016.

### iii. Barra del estuario

La dinámica que existe en la zona de la desembocadura del río Huasco está influenciada en parte por la presencia de la barra de arena en la zona litoral. Esto proporciona diferentes escenarios posibles en lo que se refiere a la dinámica del funcionamiento hidrológico. Como se observa en la Figura 5-25, en la cual se presentan vistas de Google Earth en 3 años diferentes, y en la Figura 5-26 donde se presentan 6 imágenes Landsat obtenidas para distintos años; la barra ha experimentado cambios históricos, variando en un sentido N-S la zona de desembocadura.



**Figura 5-25. Comportamiento histórico del Humedal costero Estuario del río Huasco, donde de izquierda a derecha observamos la barra en los años 2005, 2007 y 2013. Extraído: Google Earth.**



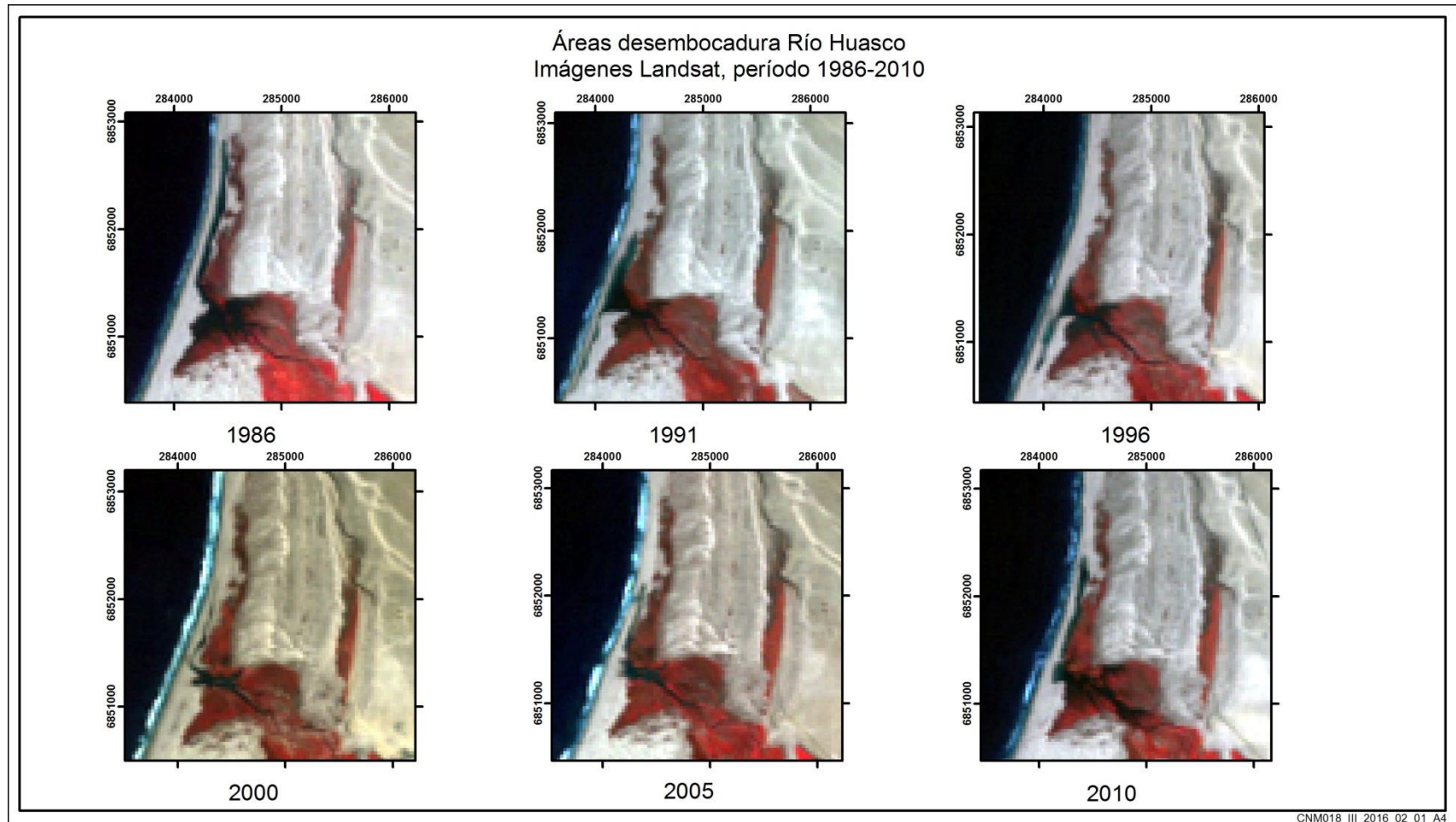


Figura 5-26. Secuencia de imágenes Landsat de la zona de desembocadura del río Huasco, donde se observa la movilidad de la barra y el río desde el año 1986 a 2010.

Además, a partir de las imágenes anteriores, se verificó que la conexión superficial del estuario con el mar es muy pequeña, debido a que la barra está altamente consolidada. Dependiendo del año, se aprecia que el volumen de agua aumenta o disminuye, pero en todas las imágenes se aprecia cómo el curso de agua se desvía paralelo a la costa, por la acción de la barra. En algunos momentos, pareciera que el estuario estuviera casi completamente cerrado, con una muy leve conexión al océano. Por lo demás, es importante considerar la evolución histórica de la extensión del espejo de agua, la presencia de conexión al océano y la zona donde esta ocurre en relación al comportamiento hidrológico estacional e interanual.

*iv. Composición iónica en la columna de agua*

Al estudiar la composición iónica del Humedal costero estuario del Río Huasco, se observó una diferencia temporal de esta, donde en la campaña de otoño se registró una clasificación de sus aguas del tipo sulfatada-sódica con aportes secundarios de cloruro y calcio, lo cual se evidencia en todos los puntos monitoreados (cerca y lejos de la costa). Esta clasificación, no se registró en la campaña de noviembre, en la cual se presentó una variación espacial desde la costa hacia el interior del humedal, donde en H1 la composición iónica fue clorurada sódica, y el resto de los puntos presentaron una composición sulfatada cálcica, con aportes secundarios de sodio. Esta diferencia se encontraría asociada a la temporalidad de los datos, donde en el punto H1 el cuerpo de agua corresponde a una laguna salobre, producida por la entrada de agua de mar a ese sector, y el resto de los puntos correspondería agua propiamente de un río (Figura 5-27 y Tabla 5-8).

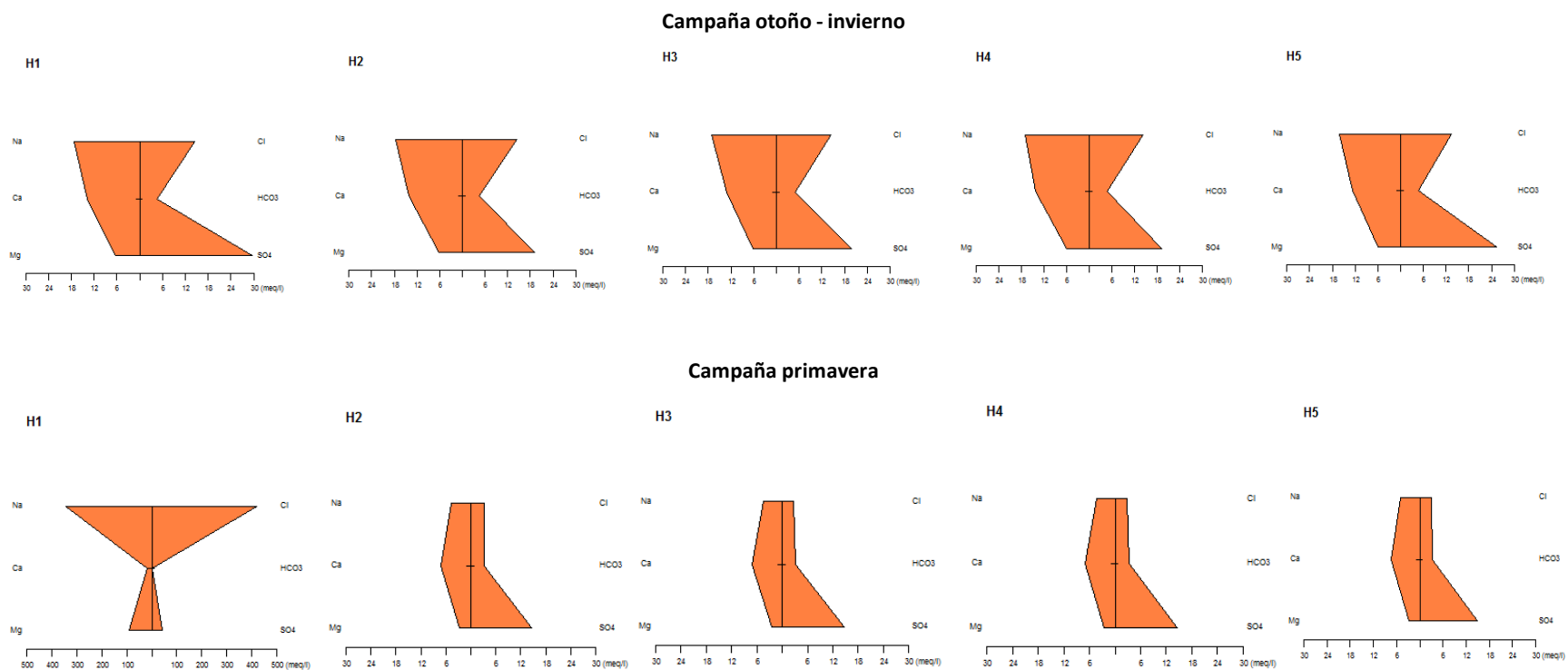


Figura 5-27 Diagramas de Stiff, composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco.

**Tabla 5-8 Composición iónica de las aguas del Humedal costero estuario del Río Huasco.**

Punto de muestreo	Composición iónica otoño-invierno 2016	Composición iónica noviembre
H1	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Na-Cl
H2	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Ca-Na-SO <sub>4</sub>
H3	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Ca-Na-SO <sub>4</sub>
H4	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Ca-Na-SO <sub>4</sub>
H5	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	Ca-Na-SO <sub>4</sub>

*b. Caudal ríos tributarios e interacción con flujos subterráneos*

*i. Ríos tributarios*

Cabe destacar que solo 2 estaciones de control de caudales aguas abajo del embalse Santa Juana (sector medio de la cuenca del río Huasco) se encuentran vigentes, estas son las estaciones “Río Huasco en Puente Nicolasa” y “Río Huasco en Santa Juana”. Para los efectos de este estudio se consideró la estación “río Huasco en Huasco Bajo” que está suspendida, pero cuenta con 12 años de registro.

De acuerdo a la metodología presentada en el acápite b, al evaluar la información recopilada de caudales en la estación de monitoreo de la DGA en la zona cercana al humedal costero del estuario del río Huasco, se determinaron los caudales medios anuales. Además se pudo observar su variación en relación al desarrollo de eventos climáticos Niño-Niña asociado a periodos más lluviosos y más secos, respectivamente Tabla 14-10 en ANEXOS y Figura 5-28).

Por otra parte, al analizar la variación intra-anual del caudal medio mensual no se presentó un patrón claro de variación al considerar el periodo completo de datos (Figura 5-29). Sin embargo, al excluir el periodo 1987 (debido a su alto porcentaje de excedencia, debido a la ocurrencia de un ciclo fuerte de El Niño), puede observarse que la variación entre meses muestra un patrón en los caudales medios. Este patrón permite definir a este sistema fluvial como uno de régimen pluvio-nival, pero preponderantemente pluvial, esto es, el máximo de los caudales ocurre durante la estación de invierno continental, otro máximo (menor al primero) en meses de deshielo en la alta cordillera, y caudales mínimos durante la estaciones seca (verano - otoño) (Figura 5-30).

### Caudal Medio Anual

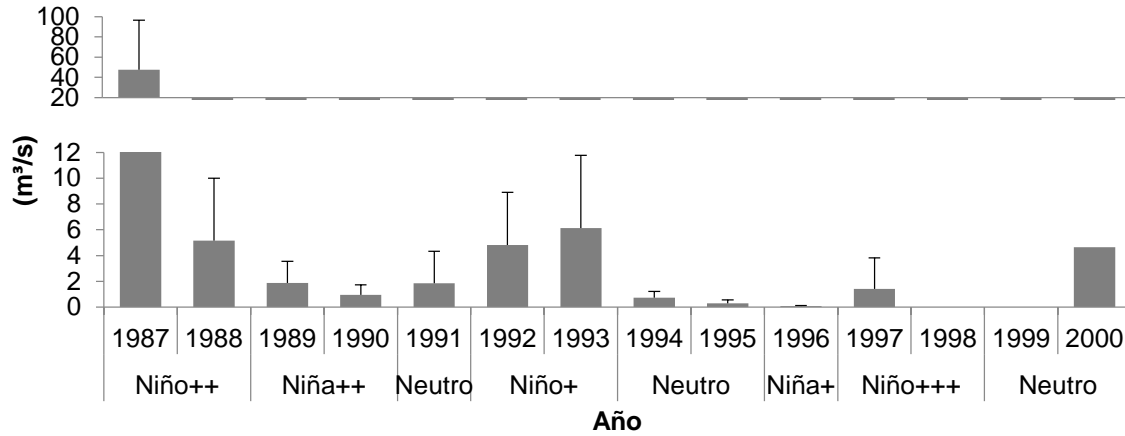


Figura 5-28 Promedio histórico del caudal medio anual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Se detallan los periodos niño-niña. Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA y Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

### Caudal Medio Mensual

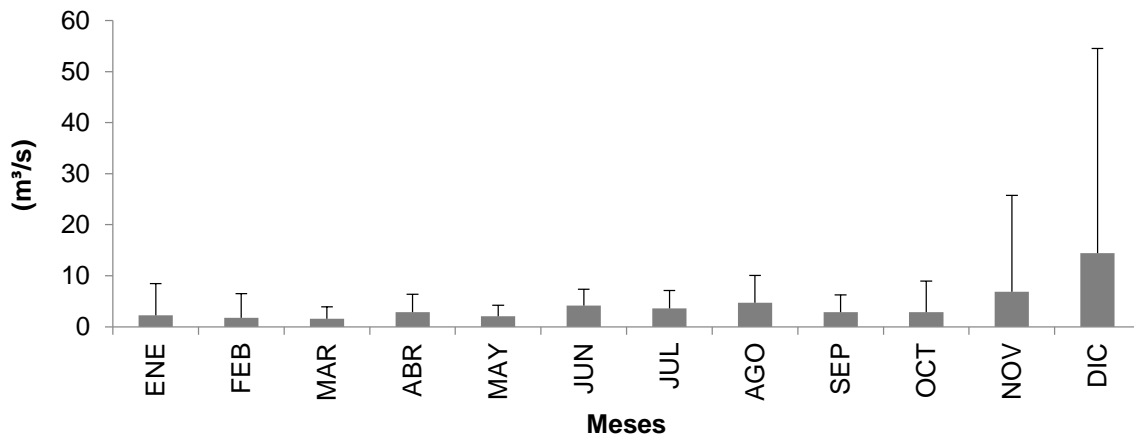
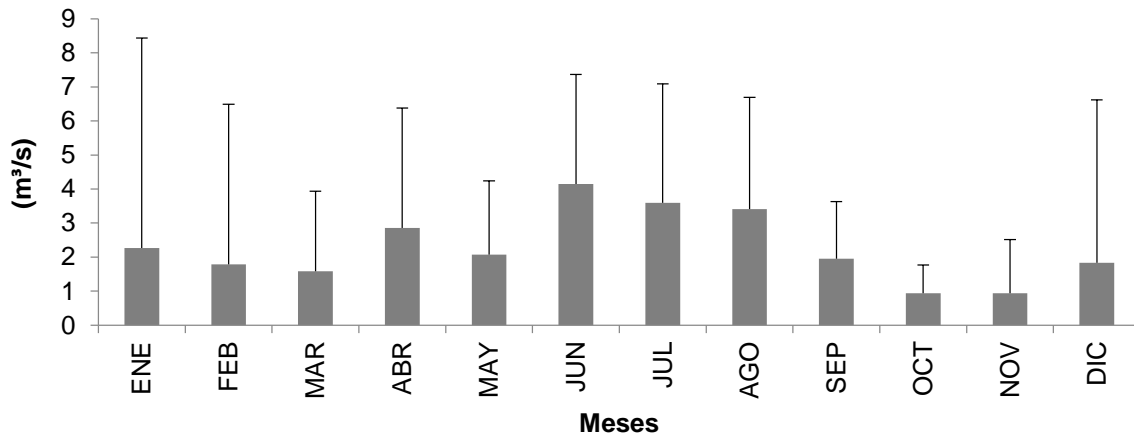


Figura 5-29 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1987-2000. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.

## Caudal Medio Mensual



**Figura 5-30 Promedio histórico del caudal medio mensual para el período 1988-2000 sin considerar el caudal registrado durante el periodo de 1987. Las barras corresponden a la desviación estándar del conjunto de datos. Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.**

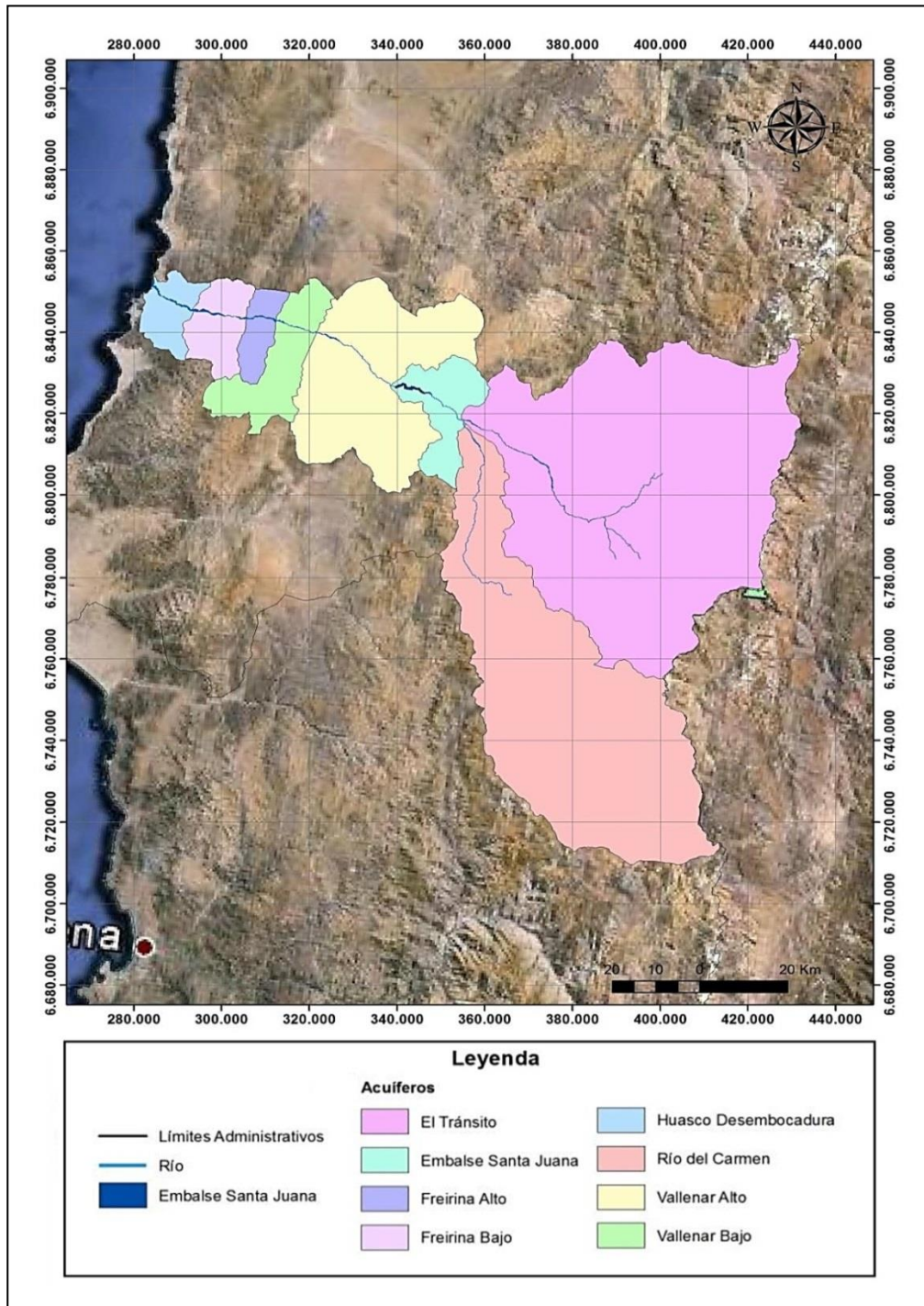
### ii. Flujos subterráneos

En base a la revisión bibliográfica se pudo definir un estado actualizado de los recursos subterráneos en la cuenca del río Huasco y en particular en la zona de su desembocadura.

La pequeña reserva de recursos hídricos que residen en la cuenca ha generado la necesidad de estudiar detalladamente los procesos que afectan su disponibilidad y alteran su capacidad de uso actual.

Es importante considerar en primer lugar que la cuenca está fuertemente influenciada por la operación del Embalse Santa Juana, tanto aguas arriba como aguas abajo de la cuenca. En particular aguas abajo, donde la disponibilidad es consecuencia directa del efecto regulador del embalse sobre el río Huasco y el funcionamiento de los canales de riego.

Para comprender de mejor manera, la DGA ha decretado la división administrativa subterránea de la cuenca en 8 sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común, definidos en función de las características físicas de ellos. Estos sectores son: El Tránsito, Río del Carmen, Embalse Santa Juana, Vallenar Alto, Vallenar Bajo, Freirina Alto, Freirina Bajo y Huasco Desembocadura. La Figura 5-31 presenta la cuenca del río Huasco con esta sectorización aplicada.



**Figura 5-31 División administrativa del acuífero de la cuenca del río Huasco. Fuente DGA-Knight Piesold, 2013.**

El creciente desarrollo industrial de la región, principalmente de los sectores minero y agropecuario ha generado una también creciente demanda sobre los recursos hídricos

superficiales y subterráneos, lo cual, para la cuenca del río Huasco, ha significado una fuerte presión por dichos recursos, tanto en cantidad como en calidad.

Ya en el año 2005 los recursos en la zona final de la cuenca estaban agotados, como puede observarse en la Tabla 5-9, donde se presenta la comparación para la demanda de aguas subterráneas en la cuenca de la cuenca en términos de usos previsible para la demanda comprometida y demanda total a diciembre de 2005 (DGA-DICTUC, 2007).

**Tabla 5-9 Usos Previsibles en Acuífero Río Huasco. Fuente DGA-DICTUC, 2007.**

Sector	Demanda Comprometida 2005 (L/s)	Demanda Total 2005 (L/s)
Huasco Desembocadura	0,0	0,0
Freirina Bajo	0,0	110,5
Freirina Alto	0,0	235,9
Vallenar Alto	43,0	189,0
Vallenar Bajo	273,7	296,2
Aguas arriba E. Sta. Juana	37,4	168,3
<b>TOTAL HUASCO</b>	<b>354,1</b>	<b>999,9</b>

En este escenario se llevaron a cabo varias solicitudes de declaración de agotamiento de los recursos superficiales, declaraciones de áreas de restricción para explotación subterránea en los sectores de El Tránsito, Vallenar Alto y Huasco en Desembocadura, y un consenso general en torno a la situación precaria de los recursos hídricos de la cuenca.

En base a estudios hidrológicos más recientes de la Dirección General de Aguas, se ha actualizado el estado del acuífero de la cuenca, definiendo balances hídricos y caudales sustentables de explotación.

En Tabla 5-10 se presentan los caudales sustentables obtenidos para cada acuífero. En casi todos los casos excede los derechos otorgados (salvo en acuífero Vallenar Alto), por lo que el estudio recomienda nuevos otorgamientos o aprobación.



**Tabla 5-10 Evaluación de la Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Huasco.  
Fuente: DGA-DARH, 2007.**

Sector	Oferta (L/s)	Volumen Total (m <sup>3</sup> /año)
Huasco Desembocadura	28,0	883.008
Freirina Bajo	36,5	1.151.379
Freirina Alto	69,4	2.187.968
Vallenar Alto	65,6	2.068.762
Vallenar Bajo	182,9	5.767.934
<b>TOTAL HUASCO aguas abajo embalse</b>	<b>382,4</b>	<b>12.059.051</b>

*c. Carga de nutrientes*

El resultado de la metodología expuesta en el acápite c demuestra que el humedal del río Huasco presenta en el mes de diciembre (equivalente con campaña CONAMA-Geonova, 2008) un caudal medio mensual de  $1,8 \pm 4,8 \text{ m}^3/\text{s}$  para el período 1988-2000, mientras que para el mes de agosto y noviembre (equivalente con campañas CEA, 2016) presenta un caudal medio mensual de  $3,4 \pm 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0,9 \pm 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente (Tabla 14-10 en ANEXOS). Cabe considerar que se excluye el año 1987, por los motivos ya definidos, de forma que se estima la carga de nutrientes en una condición media del sistema acuático.

A partir de esta información se calcularon las cargas de nutrientes para ambos puntos de muestro H5 (CEA, 2016) y M1 (CONAMA, 2008). Cabe señalar que para fósforo total sólo se calculó la carga de nutriente para las campañas de CEA, 2016, ya que la campaña CONAMA-Geonova no presentó datos comparables con respecto a la campaña CEA. Y en el caso de nitrógeno total, solo se calculó con los datos 2008 y agosto 2016. Los resultados son presentados en Tabla 5-11, y el cálculo realizado para la obtención de estos resultados se presenta a continuación:

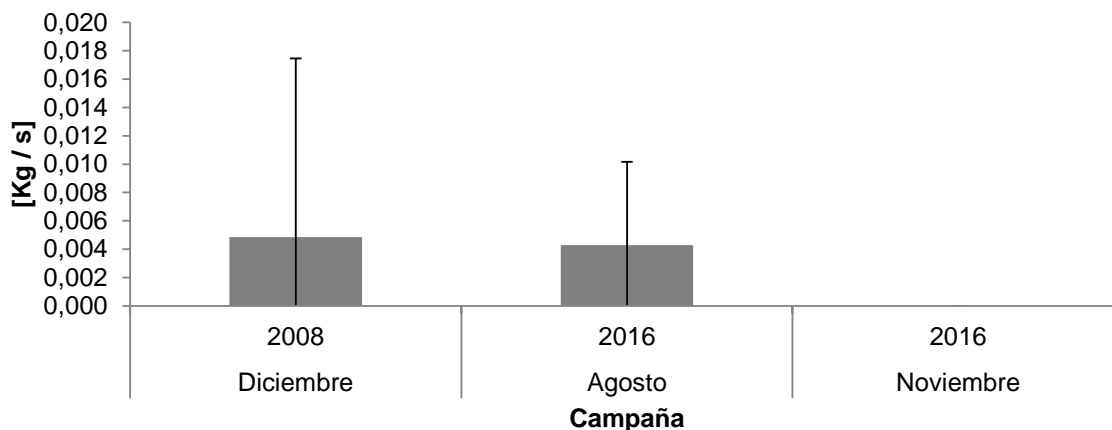
$$\text{Carga Nutriente (kg/s)} = \text{Caudal promedio mensual}_{(1988-2000)} (\text{m}^3/\text{s}) \times \text{Concentración del nutriente (kg/m}^3)$$

**Tabla 5-11 Estimación de la carga (en masa) de nitrógeno total y fósforo total que ingresa al humedal en base a los datos de las distintas campañas de muestreo.**

Carga de nutrientes		Caudal		Nitrógeno Total			Fosforo Total		
Campaña		(m <sup>3</sup> /s)		Concentración	Carga (Kg/s)		Concentración	Carga (Kg/s)	
Mes	Año	Prom	DS	mg/m <sup>3</sup>	Prom.	DS	mg/m <sup>3</sup>	Prom.	DS
Diciembre	2008	1,8	4,8	2700	<b>0,005</b>	0,013	-	-	-
Agosto	2016	3,4	3,3	1260	<b>0,004</b>	0,006	4	<b>0,00001</b>	0,00002
Noviembre	2016	0,9	1,6	-	-	-	128	<b>0,00012</b>	0,00023

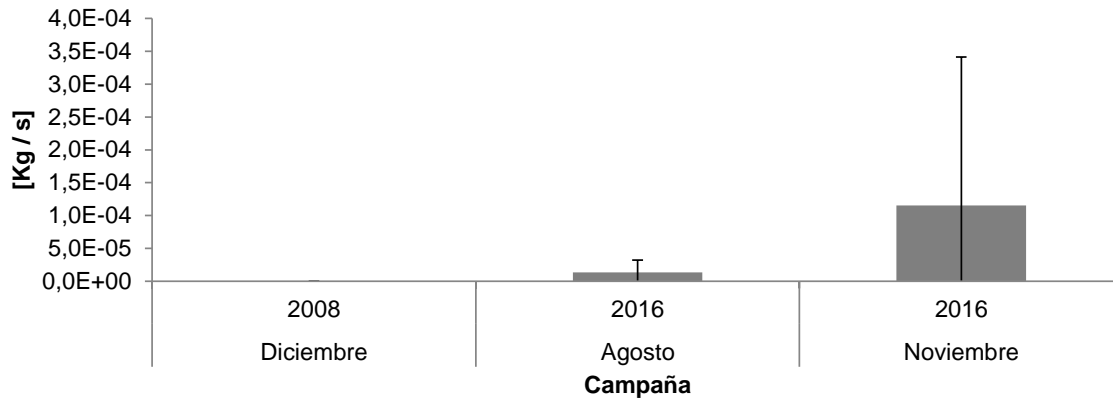
En términos generales se puede concluir que la carga promedio de nitrógeno para la campaña CONAMA-Geonova (2008) fue de  $0.005 \pm 0.013$  kg/s, en tanto que en la campaña de agosto de CEA (2016) fue de  $0.004 \pm 0.006$  kg/s (Figura 5-32). Por otra parte, la carga promedio de fósforo para las campañas de CEA 2016 fue de  $0.00001 \pm 0.00002$  kg/s en agosto y  $0.00012 \pm 0.00023$  kg/s en noviembre (Figura 5-33).

### Carga de Nitrógeno



**Figura 5-32 Concentración de nitrógeno total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para las campañas CONAMA, 2008 y CEA, 2016.**

## Carga de Fósforo



**Figura 5-33 Concentración de fósforo total (kg/s) en el Humedal costero Estuario del río Huasco para la campaña CEA, 2016.**

### d. Integración de factores forzantes y variables de estado

Dentro de los factores forzantes y en términos hidrológicos las dos campañas de terreno realizadas durante 2016 representan dos escenarios cercanos a las condiciones límite del sistema acuático del estuario. Debido a la variación en términos hidrológicos entre campañas de monitoreo, con un segundo semestre más lluvioso de lo normal lo que repercutió de forma directa en el balance hídrico de la cuenca.

Por una parte, durante invierno las condiciones de hidrológicas y de conexión del estuario con el mar potencialmente generaron, en primer lugar, un alto tiempo de residencia del agua y por consecuencia el desarrollo de mayores temperaturas y acumulación de nutrientes en el cuerpo de agua. Esta condición favoreció la producción primaria y el establecimiento de una alta densidad de macrófitas en la zona ribereña, compuesta por juncos elevados y especies arbustivas que constituyen el refugio propicio para el establecimiento de aves acuáticas. A su vez se observó una alta abundancia de Lisas (*Mugil cephalus*), especie abundante en la zona de desembocadura de ríos y que constituye un ítem alimenticio para las aves.

Por otra parte, durante primavera luego de los eventos de lluvia el caudal del río aumentó y la barrera de arena en el litoral cedió, exponiendo la interacción de las aguas marinas con las aguas continentales. Esta condición y generó un efecto físico de arrastre desde el caudal del río, modificando la vegetación y ejerciendo dos tipos de efectos: (i) remoción de cobertura y (ii) pérdida de posición erguida de las plantas, quedando a ras de piso o a una altura inferior (i.e. decumbentes). Esta condición afectó el establecimiento de las aves, especialmente aquellas que buscan refugio o utilizan la vegetación erguida como perchas. Además el aumento del caudal, disminuyó los cuerpos de agua semi-estancadas donde durante invierno se registró alta abundancia de aves acuáticas.

La Figura 5-50 esquematiza las interacciones entre los factores forzantes y las variables de estado presentes en el humedal del Río Huasco.

### **5.3.2 Actividad 2 Mediciones de los parámetros establecidos en el seguimiento mínimo para humedales costeros definidos en el documento “Conceptos y Criterios para la evaluación ambiental de Humedales”**

#### **5.3.2.1 Calidad de agua**

Se realizaron mediciones en la columna de agua y sedimentos del Humedal costero estuario del Río Huasco, en cinco puntos de muestreo, utilizando como mínimo los parámetros estudiados en el informe de la CONAMA 2008, ya que este estudio presentaba los parámetros mínimos mencionados en el seguimiento ambiental. Al comparar los resultados con la campaña 20008, en la campaña de agosto se presentaron menores concentraciones de aluminio total, carbonato, sodio porcentual, materia orgánica, fósforo total, nitrato, ortofosfato, destacando que en estos últimos tres parámetros las diferencias son significativas. De manera opuesta los valores de alcalinidad, amonio, bicarbonato, calcio, conductividad eléctrica, hierro total, sólidos totales disueltos, sulfato, fueron superiores en la actual campaña respecto a la campaña de la CONAMA. En sedimentos, en el informe de la CONAMA, se presentan mayores porcentajes de sedimentos al alejarse de la costa y disminución de las partículas, respuesta que no observada en el monitoreo de otoño-invierno 2016. Respecto a los valores de la campaña de noviembre. Respecto a la campaña de noviembre, se presentaron menores concentraciones de carbonato, sodio porcentual, fósforo total, nitrato, ortofosfato, destacando que en estos últimos tres parámetros las diferencias son significativas. De manera opuesta los valores de alcalinidad, amonio, bicarbonato, hierro total, sulfato, fueron superiores en la campaña de noviembre respecto a la campaña de la CONAMA. En sedimentos, en el informe de la CONAMA, se presentan mayores porcentajes de materia orgánica al alejarse de la costa, al igual que las campañas 2016, referente a los sedimentos, estos variaron en ambas campañas 2016, por lo cual no se estableció una respuesta definida. Los resultados de la campaña agosto 2016 (CEA), noviembre 2016 (CEA) y diciembre 2008 (CONAMA) se muestran en la Tabla 14-10 en ANEXOS).

Es importante destacar que para la columna de agua en las campañas 2016, se monitorearon los metales disueltos (aluminio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobalto, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno níquel, plata, plomo, selenio, vanadio y zinc), iones (calcio total, magnesio disuelto y sodio total) y clorofila “a”; los cuales no fueron monitoreados en la campaña diciembre 2008 (CONAMA). De igual manera en sedimentos los parámetros correspondieron a metales (arsénico, azufre, cromo, hierro, mercurio, níquel y vanadio) pH y potencial Redox.

#### **5.3.2.2 Cobertura macrófitas**

En el marco de lo establecido por la guía “Conceptos y criterios para la evaluación de humedales” (Contreras & De La Fuente 2006), la cobertura de macrófitas emergentes se considera por ser parte de uno de los pilares fundamentales en la estructura y función ecológica dentro de la formación de este tipo de ecosistemas. Dada la importancia de cada una de las especies asociadas al cuerpo de agua, se vuelve relevante considerar las macrófitas helófitas compuestas por formaciones de “totales” de los géneros *Typha* spp.

y *Schoenoplectus* spp. (Figura 5-34) como elementos bioindicadores que evalúan el estado actual de un humedal.

De acuerdo a la Figura 5-35, la evaluación tanto a escala espacial como temporal de macrófitas emergentes muestran comportamientos similares entre las campañas de invierno y primavera de 2016. Por un lado, la variación en la superficie vegetacional de los “parches” de totora no muestra mayores diferencias (0,27 hectáreas) entre ambas campañas, siendo la campaña de primavera de 2016 la que posee mayor superficie de macrófitas emergentes (9,94 ha). Cabe mencionar, que este humedal estuarino estuvo marcado temporalmente por el evento en la apertura del banco de arena ocurrido entre ambas campañas y por lo tanto el efecto visual en el humedal estuvo marcado por el vertimiento de sus aguas hacia el medio marino, convirtiendo así el sistema con características del tipo lótico.



**Figura 5-34 Macrófitas emergentes ubicadas en la sección final del humedal estuarino río Huasco.**

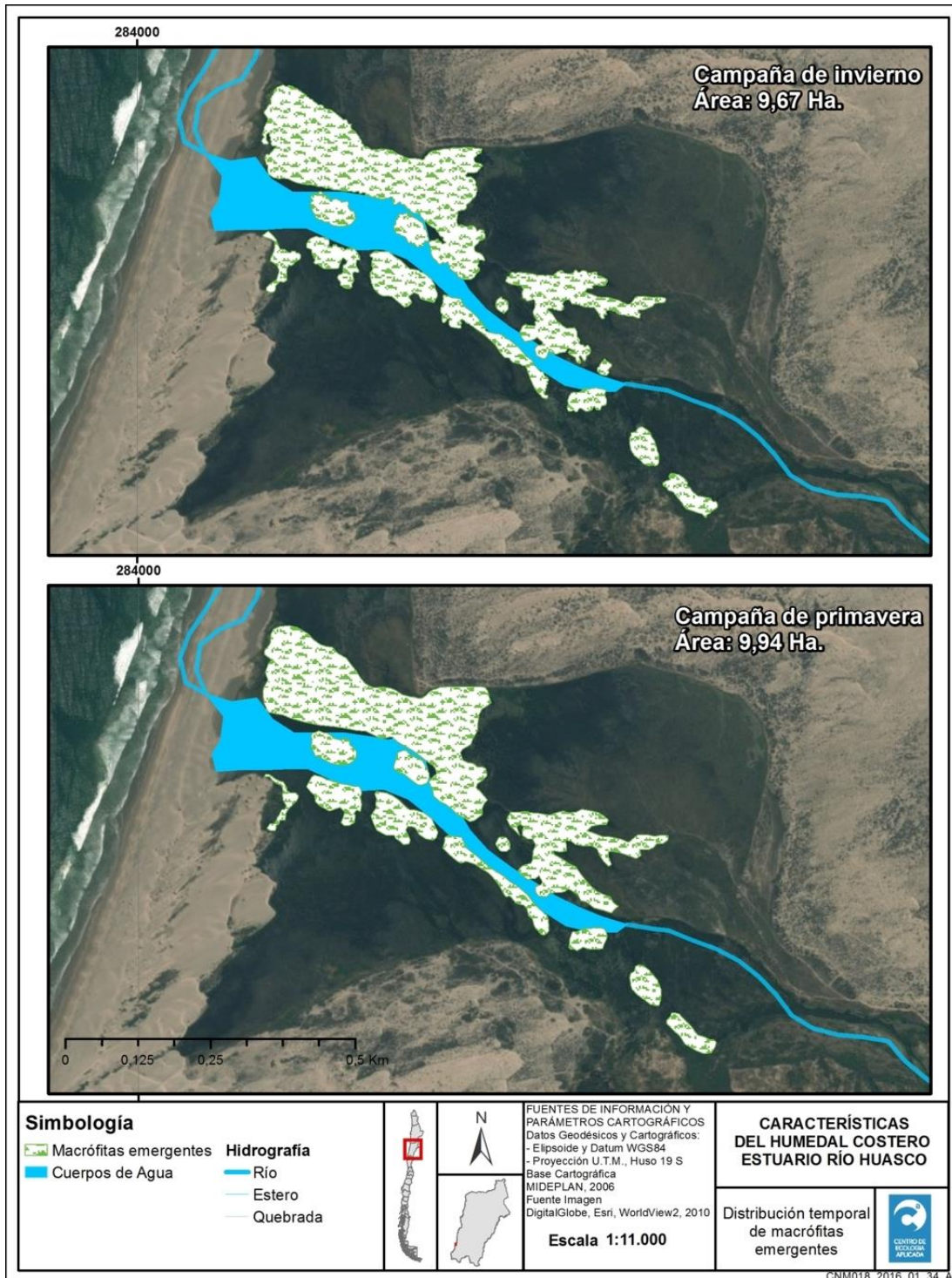


Figura 5-35 Evaluación de la distribución espacial y temporal de macrófitas emergentes (totorales) en el humedal estuarino Río Huasco.

### **5.3.3 Actividad 3 Calidad de agua del Humedal río Huasco.**

#### **5.3.3.1 Columna de agua**

El resultado de los análisis físico-químicos de agua y sedimento obtenidos en las campañas agosto y noviembre 2016 en cinco puntos del Humedal, se presentan en detalle en el “Informe de Avance - Objetivo Especifico 4.2”. Sin embargo, en este capítulo, a modo resumen, los parámetros medidos se comparan con los valores definidos en la NCh1333 Of.78 para uso de riego, recreación con contacto directo y vida acuática, así como con el Anteproyecto de Norma Secundaria de la Cuenca del río Huasco. Mientras que para sedimentos los parámetros se comparan con la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.*, 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002).

En las Figura 5-36, Figura 5-37, Figura 5-38, Figura 5-39 y Figura 5-40 se observó que para todos los puntos de muestreo H1, H2, H3 y H4, en ambas campañas los indicadores físico-químicos presentan un 75% de sus parámetros dentro de los valores establecidos en la NCh.1333 Of.78, mientras que sólo un 25% está fuera del límite referencial. La diferencia se registró en H5 al presentar un mayor porcentaje en la campaña de noviembre (37,5%) de parámetros fuera de la norma, respecto a la campaña de agosto (25%). Los parámetros indicadores microbiológicos, inorgánicos, y orgánicos y orgánicos plaguicidas, para todos los puntos de muestreo y campañas, presentaron un 100% de sus parámetros dentro lo establecido en la norma. Los metales, presentaron en la mayoría de los puntos, una disminución de los parámetros fuera a de la norma desde la campaña agosto hasta la campaña de noviembre, pasando de un 10% de incumplimiento, a un 5%, respectivamente. El punto H1 registró un comportamiento opuesto, aumentando su incumplimiento desde agosto (10%) a noviembre (15%). Finalmente, los iones mayoritarios, disminuyeron su porcentaje de incumplimiento de la normativa desde la campaña de agosto (100%) hasta la campaña de noviembre (95%), en los puntos H2, H3 y H4 y H5, no así el punto H1 el cual mantuvo en ambas campañas el 100% de sus iones mayoritarios sobre los valores máximos establecidos en la NCh.1333 Of.78 (Tabla 14-10 en ANEXOS).

### NCh 1333. Of 78. Punto H1

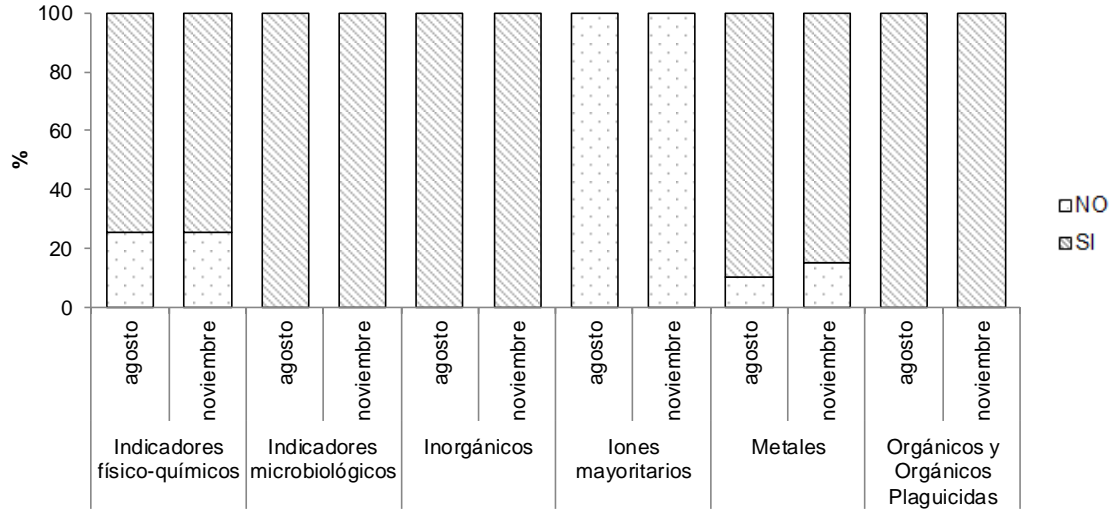


Figura 5-36 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H1.

### NCh 1333. Of 78. Punto H2

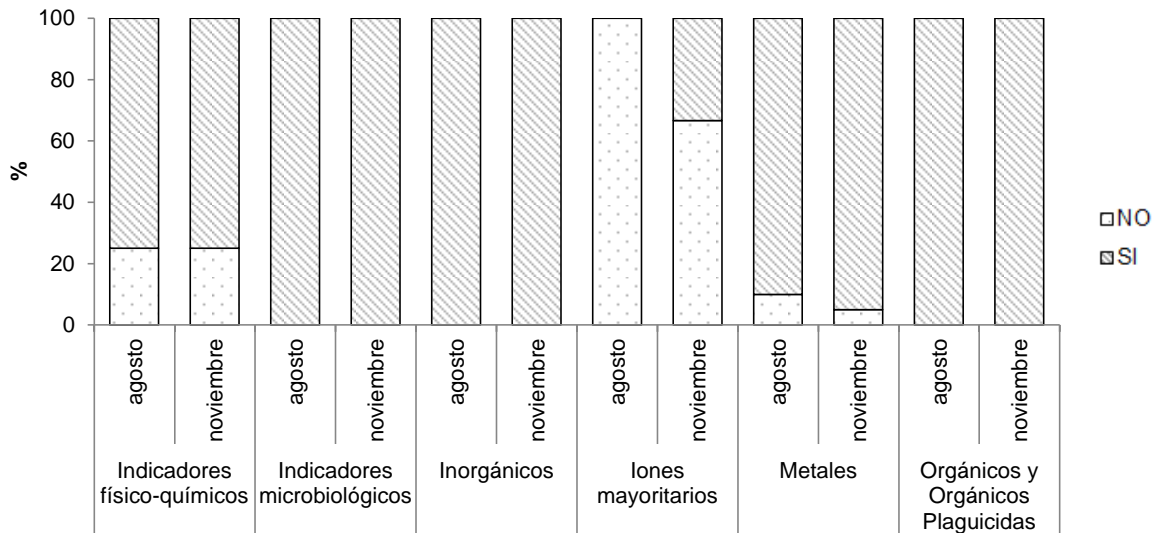


Figura 5-37 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H2.



### NCh 1333. Of 78. Punto H3

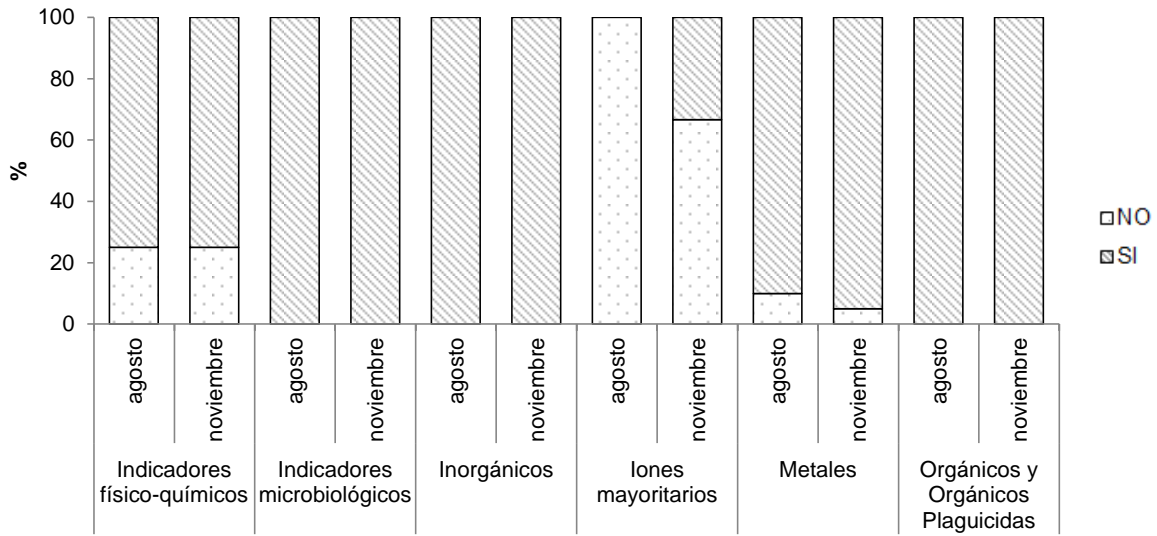


Figura 5-38 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H3.

### NCh 1333. Of 78. Punto H4

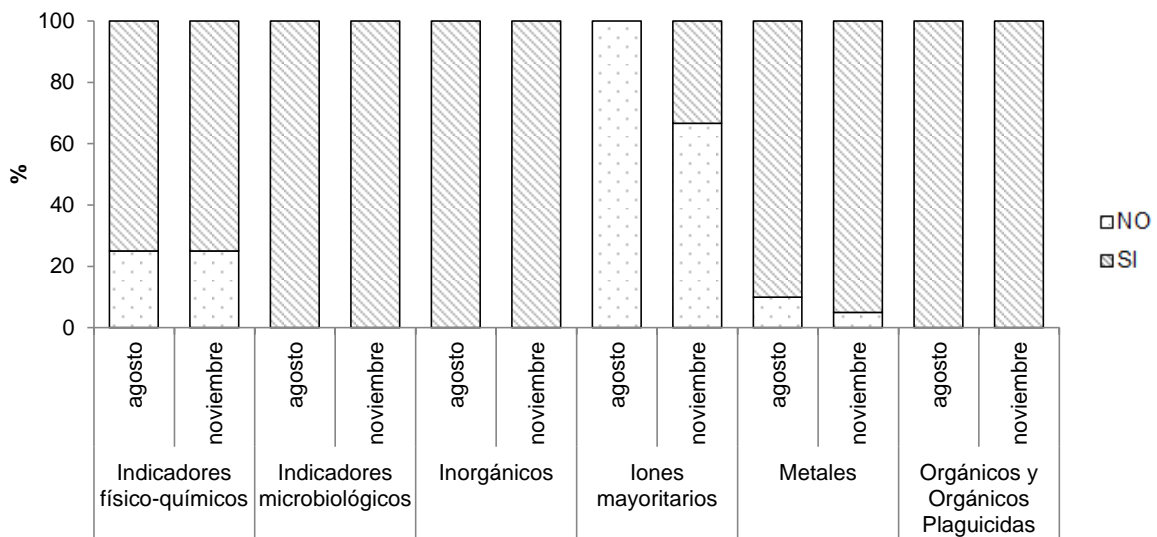
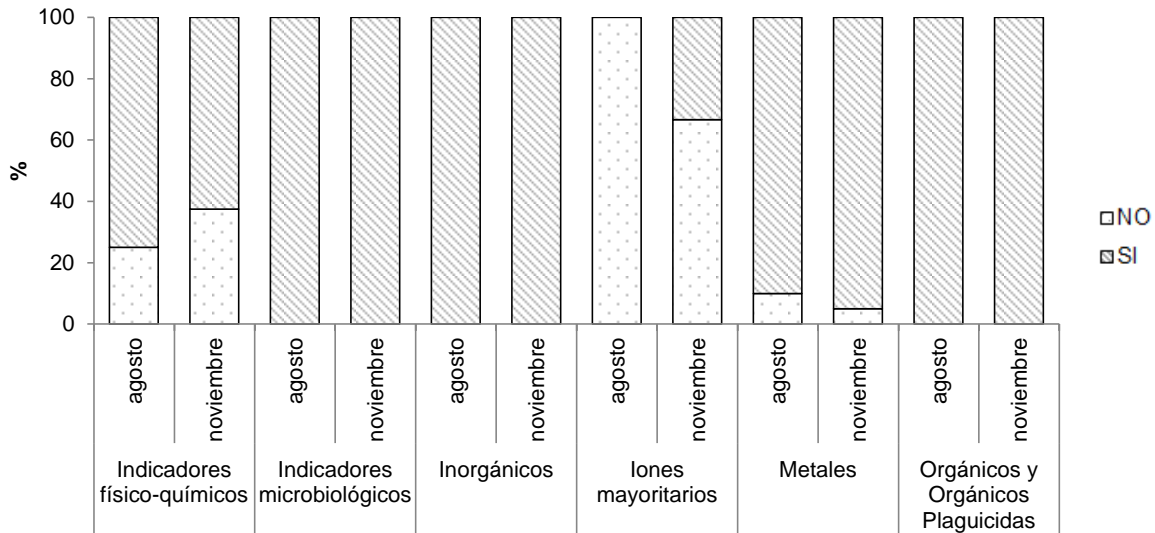


Figura 5-39 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H4.

### NCh 1333. Of 78. Punto H5



**Figura 5-40 Porcentaje cumplimiento de la NCh1333 Of. 78 para el punto de muestreo H5.**

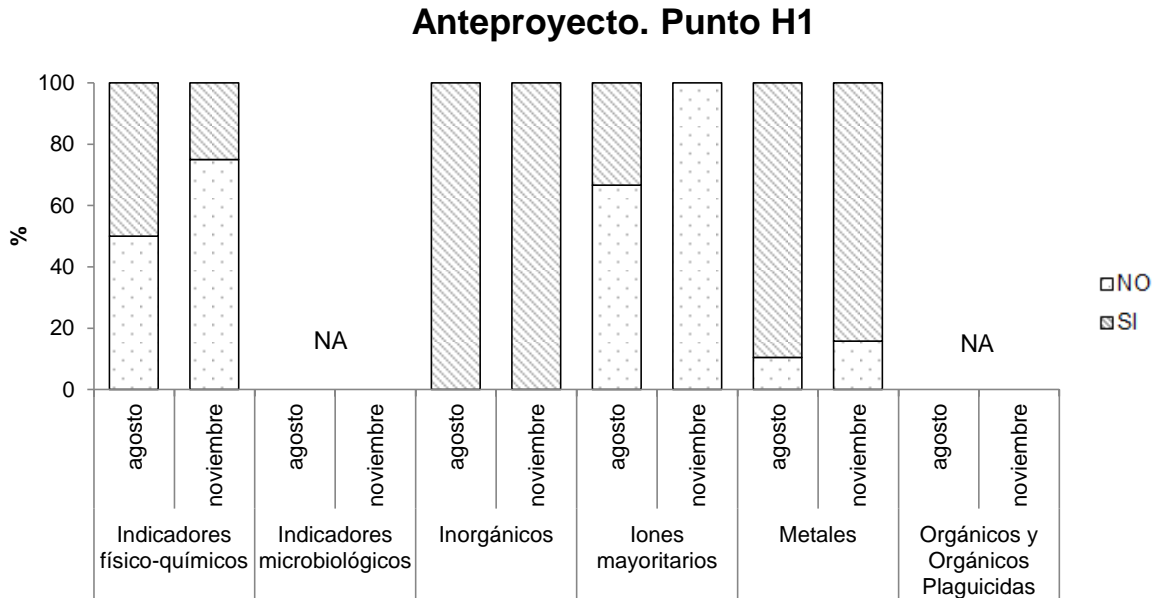
Referente al cumplimiento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de calidad de aguas para la cuenca del río Huasco. Para los indicadores microbiológicos, y los parámetros orgánicos y orgánicos plaguicidas, no se presentaron límites normados en el Anteproyecto.

En los indicadores físico-químicos la mayoría de los puntos registraron variaciones entre las campañas de agosto a noviembre la excepción la registró H5 el cual en ambas campañas registró un 50% de incumplimiento del Anteproyecto. El punto H1 el valor de incumplimiento aumentó desde un 50% en la campaña de agosto, hasta un 75 % en la campaña de noviembre. En los puntos H2 y H3 los valores de incumplimiento disminuyeron desde agosto (75%) a noviembre (25%). El punto H4 de igual modo presentó una disminución del incumplimiento del Anteproyecto desde agosto (75%) hasta noviembre (50%). Para los indicadores inorgánicos, en ambas campañas y todos los puntos, los parámetros cumplieron con el 100% del cumplimiento del Anteproyecto (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).

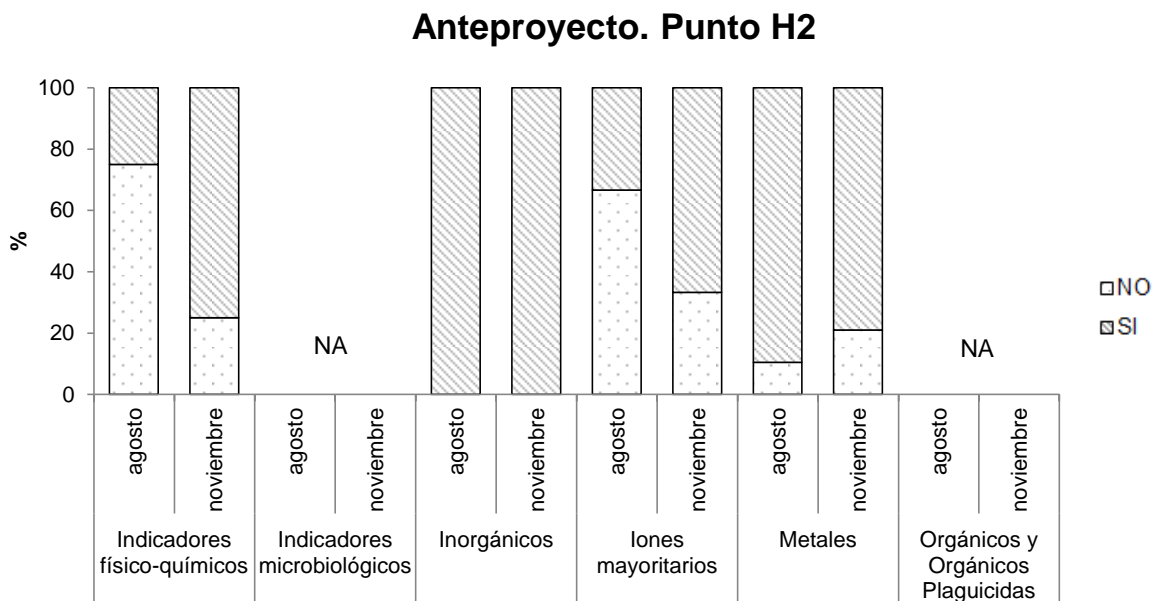
Los iones mayoritarios, presentaron una disminución del incumplimiento del Anteproyecto desde agosto a noviembre en los puntos H2, H3, H4 y H5; registrando porcentajes de incumplimiento desde 66,7% en agosto a un 33,3% en noviembre. El punto H1 mostró un comportamiento opuesto, el cual registró un mayor valor en noviembre (100%) y un menos valor en agosto (66,7%) (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).

Los metales, presentaron diferencias espaciales y temporales en todos los puntos y campañas. Los puntos H3, H4 y H5, presentaron una disminución de los parámetros que incumplieron el Anteproyecto desde agosto hasta noviembre. En los puntos H1 y H2 los

parámetros fuera de los máximos establecidos, aumentaron desde agosto a noviembre (Figura 5-41, Figura 5-42, Figura 5-43, Figura 5-44, Figura 5-45, Tabla 14-10 en Anexo).



**Figura 5-41** Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto de la Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H1. (NA): No aplica.



**Figura 5-42** Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H2. (NA): No aplica.

### Anteproyecto. Punto H3

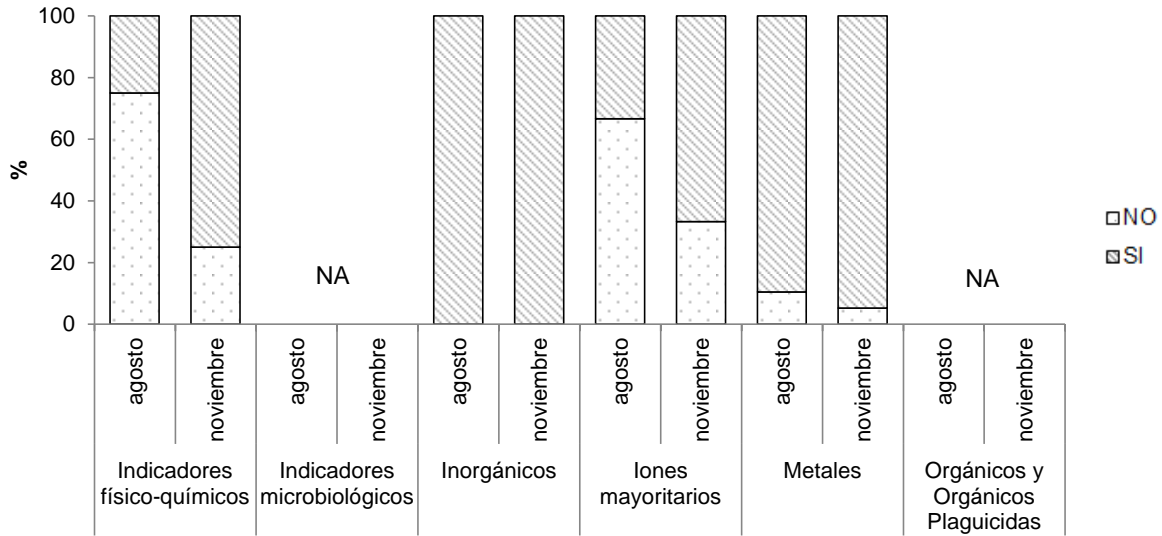


Figura 5-43 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H3. (NA): No aplica.

### Anteproyecto. Punto H4

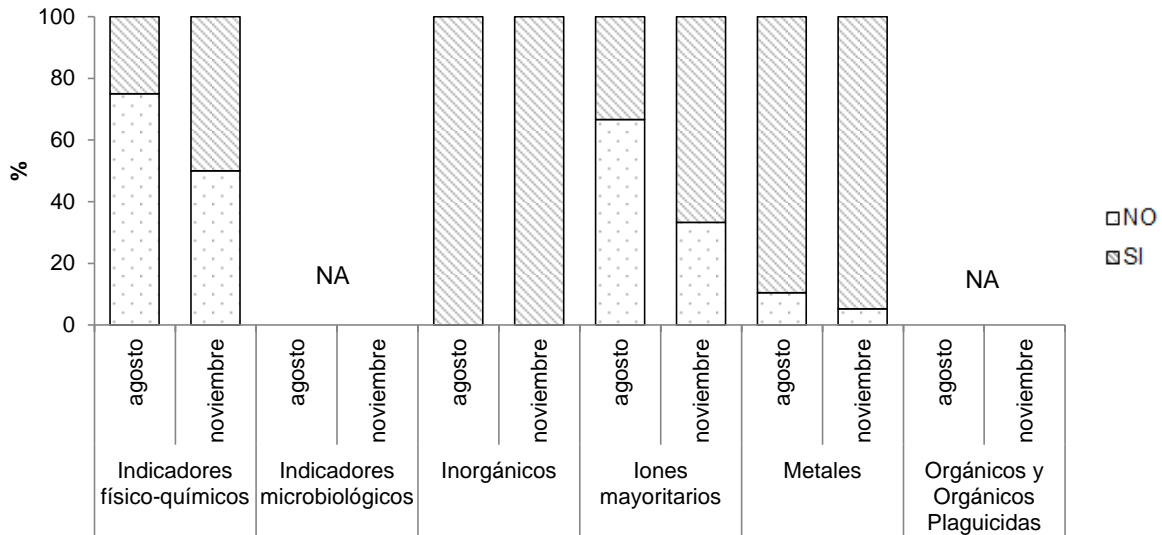


Figura 5-44 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H4. (NA): No aplica.

### Anteproyecto. Punto H5

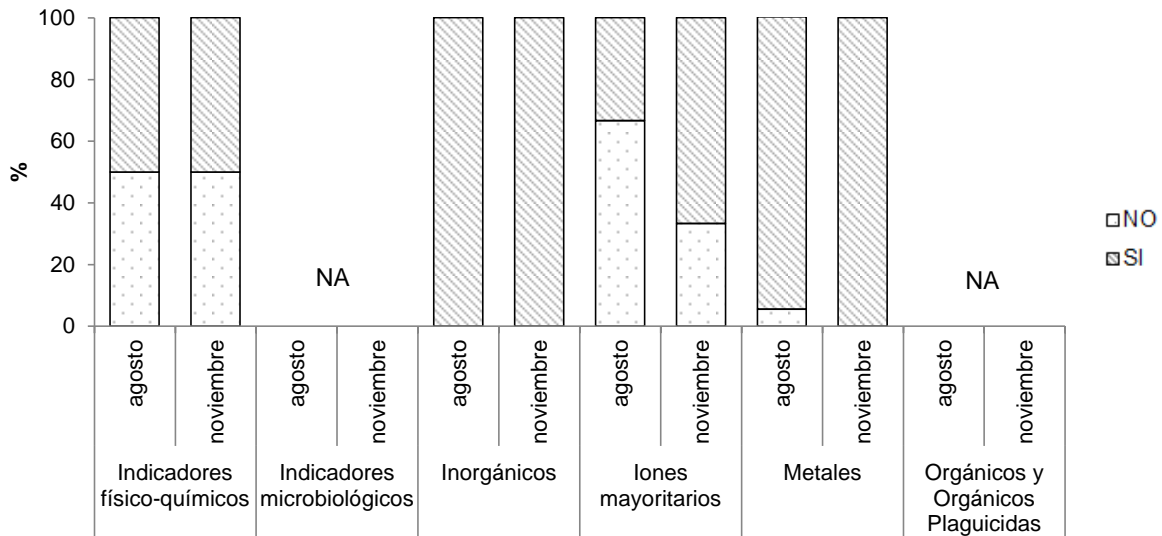
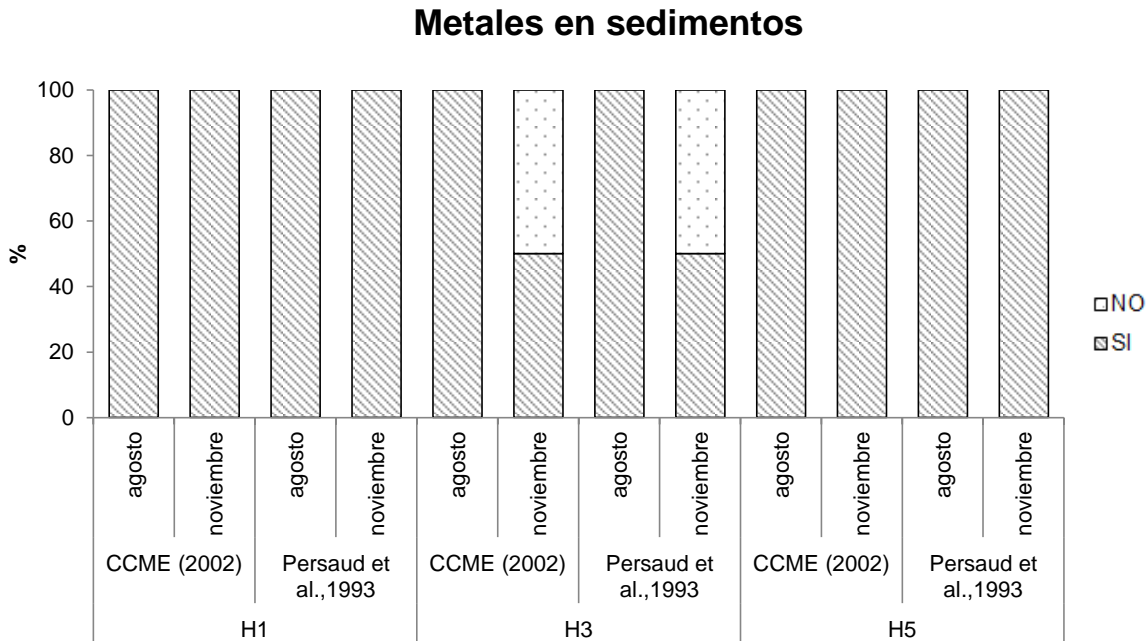


Figura 5-45 Porcentaje de cumplimiento del Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de aguas – Cuenca río Huasco para el punto de muestreo H5. (NA): No aplica.

#### 5.3.3.2 Sedimentos

En sedimentos, se muestrearon tres puntos en el humedal, solo los metales presentaron valores normados en la Guía de sedimentos acuáticos de Ontario (Persaud *et al.*, 1993) y la Norma Canadiense para sedimentos (CCME, 2002). En los puntos de muestreo H1 y H5 los sedimentos presentaron un 100% de las concentraciones de metales bajo los máximos establecidos. Este comportamiento varió en H3, al presentar en la campaña de noviembre valores que superaron los establecidos para CCME (2002), por lo cual el arsénico presentó un valor con un nivel en el que raramente provocaría efectos adversos en la biota; y para arsénico y hierro, según Persaud *et al.*, 1993, estos valores correspondieron a concentraciones con posibles efectos adversos en algunos recursos bentónicos (Figura 5-46, Tabla 14-10 en Anexos).



**Figura 5-46 Porcentaje de parámetros cumplen con la normativa ambiental internacional aplicable para sedimentos**

#### 5.3.4 Actividad 4 Caracterización del área de influencia del estudio

##### 5.3.4.1 Infraestructura de riego

En lo que respecta a la infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco, hasta 2007 la tecnificación del riego no superaba el 20% de la superficie regada presentando una baja efectividad de los sistemas de distribución superficial con pérdidas incluso superiores al 50%. Estas pérdidas están relacionadas principalmente con el deterioro histórico del sistema de canales y su falta de mantenimiento (algunos construidos hace más de 100 años) lo que se ve reflejado en las pérdidas en los canales de conducción, incapacidad de transporte de algunos canales, estructuras en mal estado o colapsadas y falta de unificación de cauces y bocatomas (CIREN, 2007).

La infraestructura de riego actual fue cartografiada en base a la información obtenida de la plataforma web IDE Chile, cuya base de datos fue obtenida de CNR (Comisión Nacional de Riego). En base a esto se presenta en Figura 5-47 la distribución espacial de los canales de regadío en la zona de estudio.

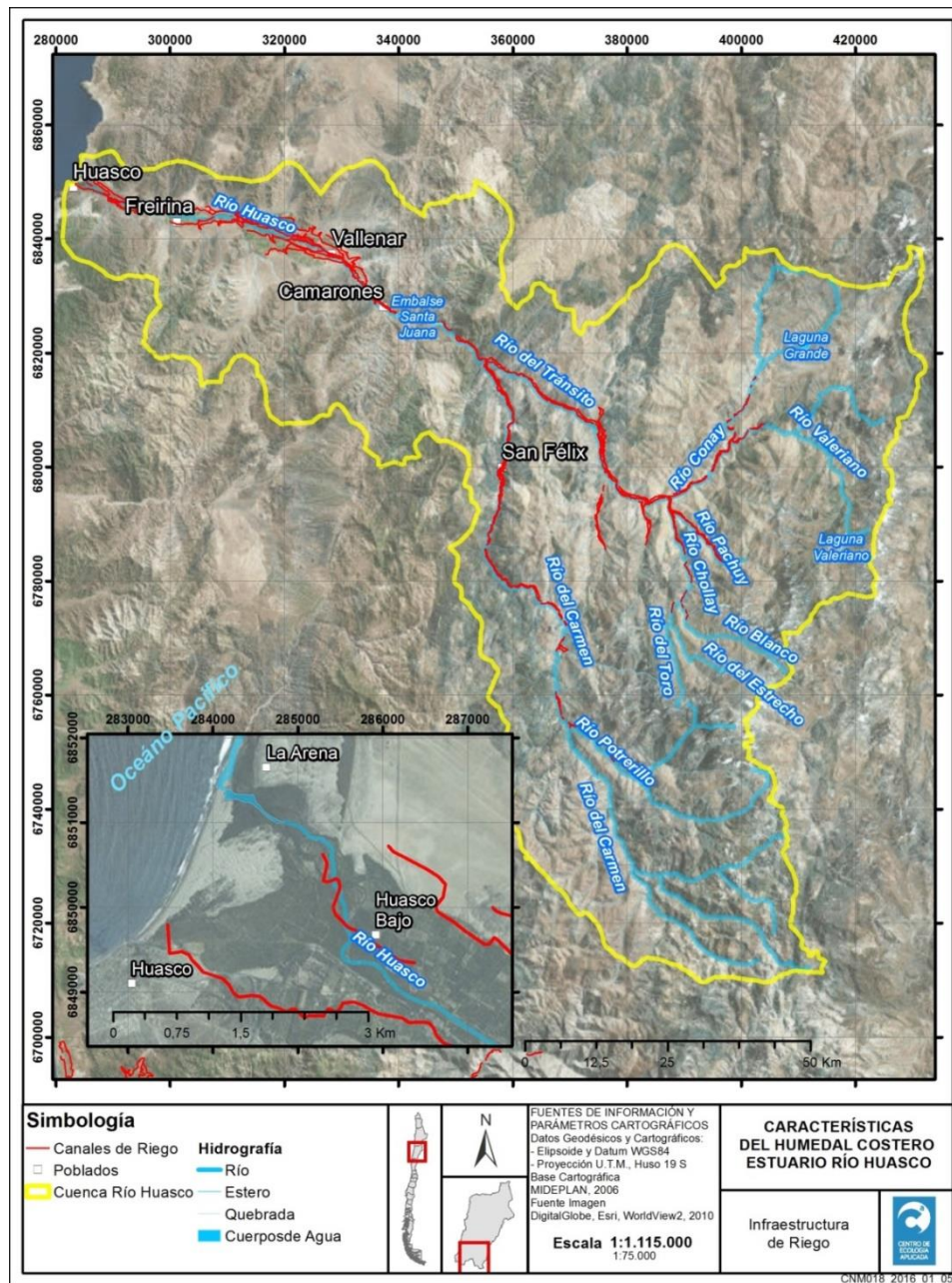


Figura 5-47 Infraestructura de riego en la cuenca del río Huasco y en detalle se presenta la zona del estuario.

Del estudio DGA-DICTUC (2007) se obtiene que el sistema de riego más difundido es el de riego por tendido, satisfaciendo la mayor parte de las necesidades de la zona, pero con un bajo nivel de eficiencia. En la zona de Huasco la eficiencia del riego por tendido es del 30%, la superficie regada son 588.2 ha y la demanda de agua asciende a 13.582.916 m<sup>3</sup>/año (Fuente: [GCF Ingenieros Consultores])

#### **5.3.4.2 Derechos de aprovechamiento de aguas**

Se recopilaron los datos de derechos de aguas superficiales en la cuenca del río Huasco y se detalló en la zona de estudio. Estos derechos fueron clasificados según su régimen de uso, de tipo eventual o permanente y continuo o discontinuo. Los derechos de agua superficial se muestran en la Figura 5-48 y Tabla 5-12.



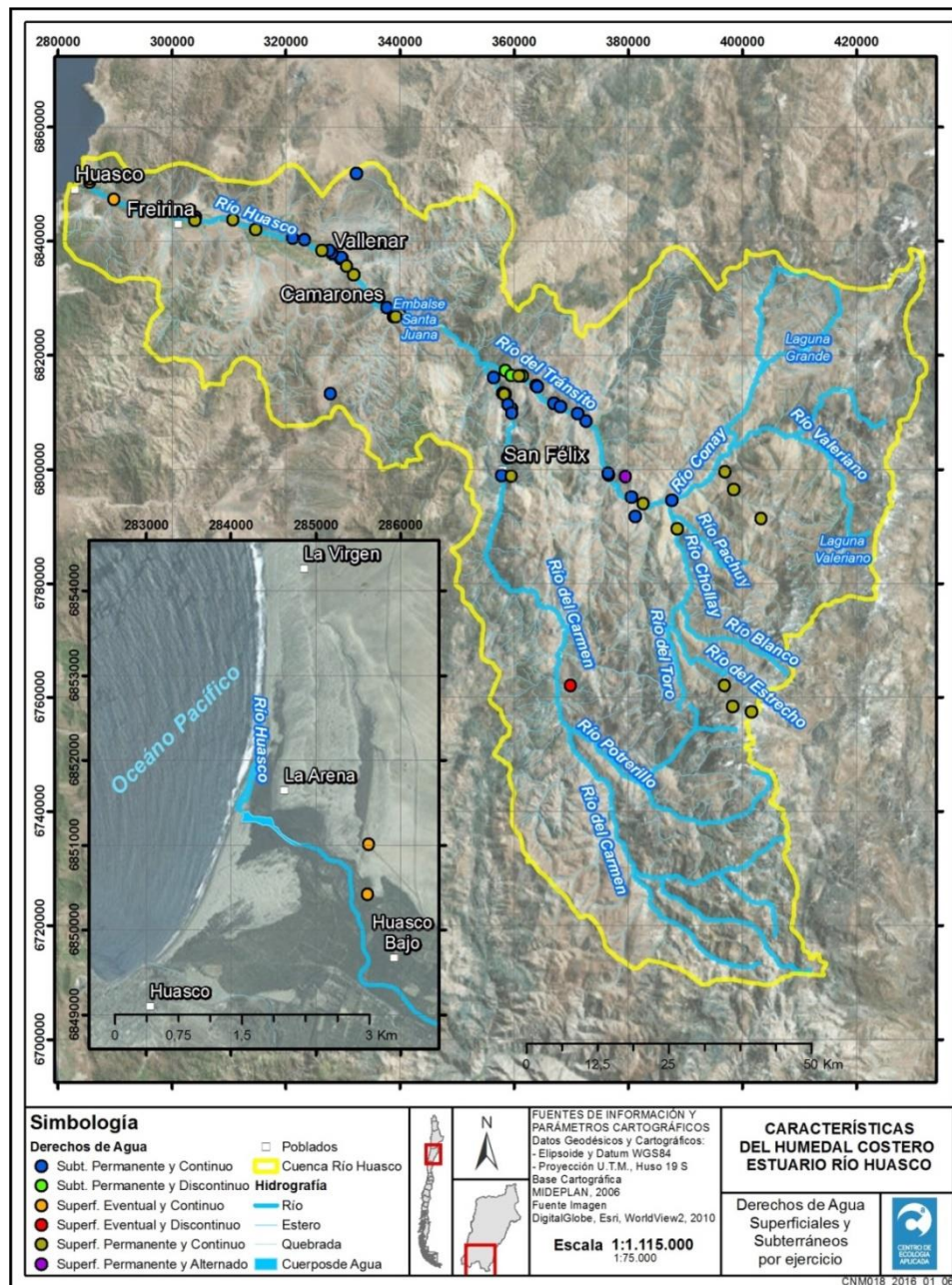


Figura 5-48 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, detallado por régimen de extracción (eventual o permanente, continuo o discontinuo).

### 5.3.4.3 Extracción de aguas subterráneas y cálculos de caudales superficiales en diversos periodos de retorno (Estación Fluviométrica Nicolasa y Huasco Bajo).

Al igual que el acápite anterior se recopilieron los datos de derechos de aguas subterráneas en la cuenca del río Huasco detallado en la zona del estuario, los cuales se muestran en la figura a continuación, junto con los derechos superficiales (Tabla 5-13).

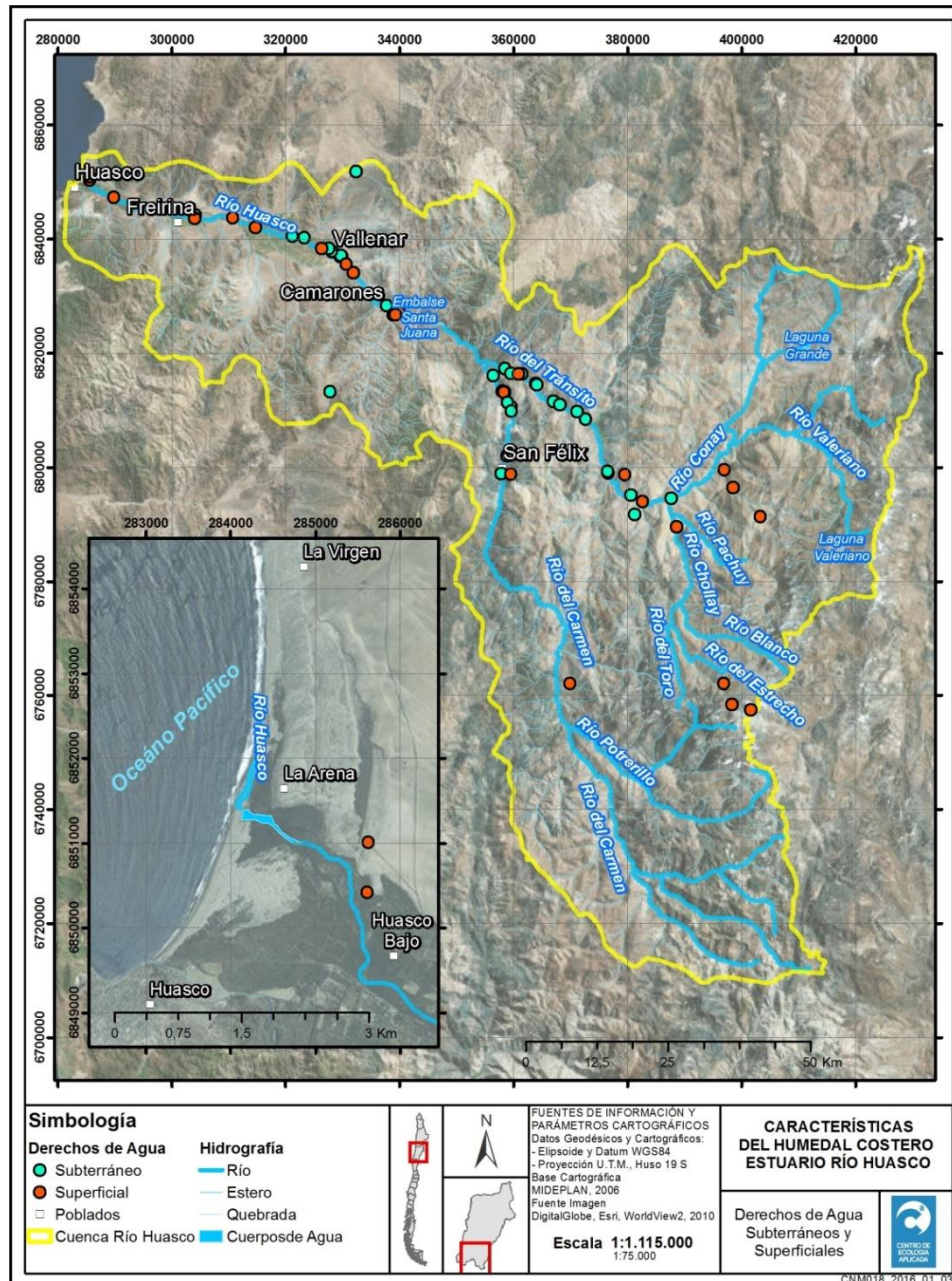


Figura 5-49 Distribución espacial de los derechos de aguas superficiales y subterráneas, existente en la cuenca en estudio. En la zona cercana a la desembocadura tan sólo existen 2 derechos superficiales.

En términos de la disponibilidad de recursos subterráneos en la zona baja de la cuenca del río Huasco, cabe considerar que la mayor parte del aporte al acuífero que subyace al río, está dado por el riego, que alcanza el 93% en el escenario razonable. La mayor parte de éste proviene de la comuna de Vallenar, provenientes de grandes planicies ocupadas por cultivos de alfalfa, praderas y trigo. En esta zona, las precipitaciones aportan una pequeña fracción de la recarga, debido a la baja magnitud de los valores medios anuales y la alta evapotranspiración potencial de la zona.

### **5.3.5 Actividad 5 Funcionamiento y balance hídrico del humedal, esquematizando las entradas y salidas de agua dulce y salobre del sistema.**

En base al análisis de la información recabada para cada una de las variables de estado y de los factores forzantes, así como de la información levantada en terreno y la recopilada de los estudios anteriores se definió un esquema previo de las relaciones en el ecosistema que define el humedal emplazado en el estuario del río Huasco.

La Figura 5-50 representa de manera general las relaciones existentes entre las distintas componentes bióticas y abióticas dentro del humedal del río Huasco.

Para esta conceptualización y en base a los resultados previos, el humedal se delimito como un sistema semi-cerrado, donde el río Huasco es la principal fuente de ingreso de agua y nutrientes disueltos, siendo el mar la receptor final del agua.

Otro factor importante en el balance hídrico del humedal es la extracción de agua superficial y subterránea, la cual es utilizada para riego y consumo, afectando directamente el caudal del río Huasco e indirectamente el caudal que entra al humedal.

Con respecto a los nutrientes, existen dos fuentes de ingresos a la columna de agua del humedal, por una parte están los nutrientes que aporta el río Huasco y por otra parte existe la recarga interna de nutriente que posee el humedal propiamente tal. En este contexto, la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua del humedal modula la producción primaria de este sistema, en términos de biomasa del fitoplancton y la abundancia de macrófitas, los que a su vez constituyen la fuente de alimentación de la ictiofauna y de la avifauna (herbívora y carnívora).

Por otra parte, la dinámica interna de nutrientes en la columna de agua del humedal es afectada por la condiciones de óxido-reducción de los sedimentos, influenciando su biodisponibilidad, la cual se ve reflejada en el aumento de la biomasa fitoplanctónica, desencadenando cambios en el nivel trófico del ecosistema, la cual repercute en la cadena trófica completa.

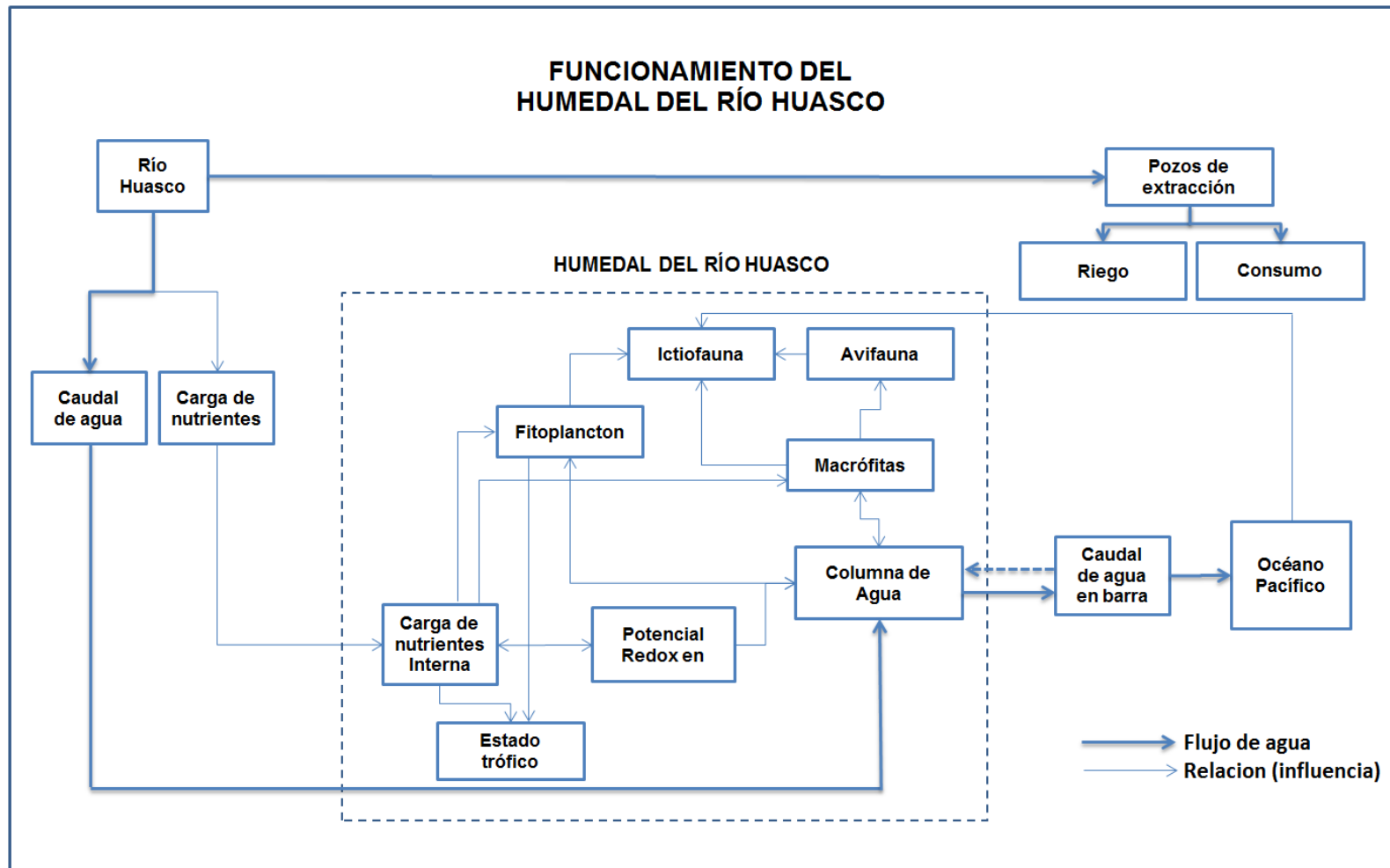


Figura 5-50 Esquema de funcionamiento teórico propuesto del humedal del río Huasco.

## **6 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS Y SUS LÍMITES CARTOGRÁFICOS SEGÚN SUS ROLES DE AVALÚO, EN EL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.**

### **6.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.
2. Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.
3. Determinar derechos de agua superficial o subterránea en caso de existir para cada propietario.
4. Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños.

### **6.2 Materiales y Métodos**

#### **6.2.1 Actividad 1 Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.**

Se revisó el Estudio de la SEREMI de Medio Ambiente 2010 para el Humedal Estuario del Río Huasco, los propietarios ribereños identificados y la cartografía asociada.

El estudio de la Seremi de Medio Ambiente del año 2010, enumera los propietarios de los inmuebles de ese año. Sin embargo, en el estudio no existen referencias de las inscripciones de dominio en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, ni de roles vigentes en el Servicio de Impuestos Internos. Estos antecedentes son necesarios para hacer el seguimiento de la información contenida en el estudio.

Por esta razón se procedió a revisar los registros de ambos servicios, además de otras instituciones y luego comparar con los resultados obtenidos el año 2010.

**6.2.2 Actividad 2 Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.**

La metodología incluyó la revisión de los registros de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, visita a la sede del Servicio de Impuestos Internos de la ciudad de Vallenar, revisión de planos digitalizados por el Centro de Información de Recursos Naturales – CIREN, e información pública del Servicio de Impuestos Internos (Figura 6-1).

Para aquellos terrenos en los que se contaba con antecedentes de registros, fojas e inscripciones se recurrió al Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina identificando el actual propietario del terreno, su dimensión y ubicación.

Para aquellos terrenos en que no se contaba con antecedentes para su búsqueda en el Conservador de Bienes Raíces, se revisaron los roles vigentes en el Servicio de Impuestos Internos.



**Figura 6-1 Metodología de Actualización Propietarios del Humedal Costero Estuario del río Huasco**

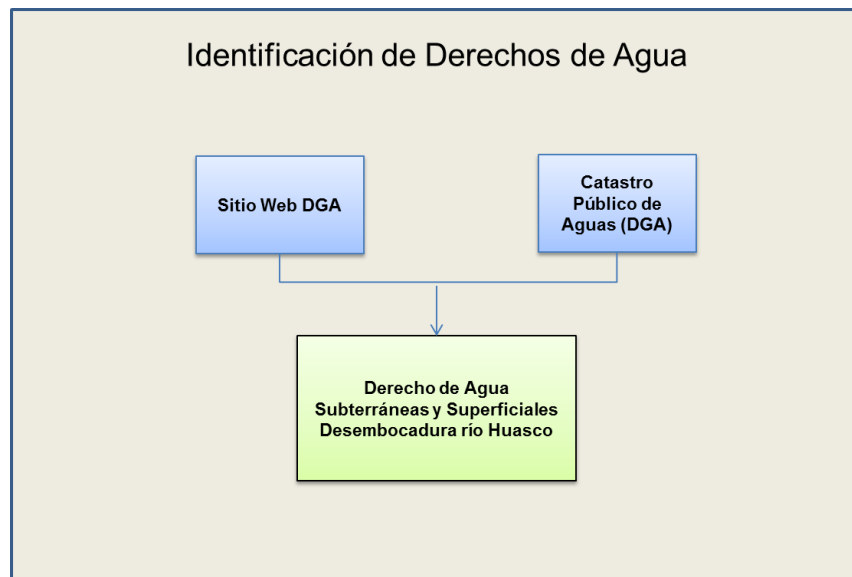
**6.2.3 Actividad 3 Determinar derechos de aguas superficiales o subterráneas en caso de existir para cada propietario**

Para la identificación de los derechos de agua, superficiales y subterráneos, debido a que no existían antecedentes sobre los registros en el Conservador de Bienes Raíces, se revisaron los registros públicos que la Dirección General de Aguas mantiene publicados en su sitio web, en el cual llevan un control respecto de los derechos superficiales y subterráneos que han otorgado a la fecha. Cabe señalar que el procedimiento de inscripción de derechos que establece el Código de Aguas no sanciona la no inscripción de los derechos en el registro señalado por lo que podría estar eventualmente desactualizado o incompleto. Por ello, se ha solicitado por vía de Ley de Transparencia a

la DGA, en Solicitud N° 66654, que nos informe sobre la totalidad de derechos que tenga registrados en el área comprendida entre los puntos indicados en la Tabla 6-1

**Tabla 6-1 Coordenadas (UTM DATUM WGS 84 19S)**

Vértice	ESTE	NORTE
1	287.022	6.848.333
2	283.049	6.848.333
3	283.049	6.854.971
4	287.022	6.854.971



**Figura 6-2 Metodología de Identificación de Derechos de Agua.**

#### **6.2.4 Actividad 4 Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños**

Una vez definidos los propietarios del área ribereña se realizó la cartografía de los polígonos del área perteneciente a cada propietario.

## 6.3 Resultados

### **6.3.1 Actividad 1 Corroborar la información contenida en el estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010.**

Se comparó la información recopilada en el presente estudio con los propietarios del año 2010, y los resultados no siempre son coincidentes. En primer lugar, en el año 2010 se identificaron 23 propietarios y 23 propiedades, mientras que el 2016 se localizaron 49 propietarios y 67 propiedades, de acuerdo a las inscripciones conservatorias halladas y los nombres registrados en el Servicio de Impuestos Internos. Del total de propietarios, 12 están presentes en ambos informes.

Así por ejemplo, existe un lote inscrito en el lecho del río Huasco, el cual se pudo determinar según su inscripción conservatoria que pertenece a Catherinne Schasuss Stone y a los sucesores de Luis Leonel Heraclio Poblete, identificados como Ube Laura Rosas Enrique y Leonel Arturo Poblete Codutti, no obstante que en el informe de año 2010 corresponde a lecho del río Huasco.

También existen lotes que en el informe del año 2010 que son identificados como de propiedad de determinadas personas, respecto de los cuales si bien no fue posible identificar a sus propietarios inscritos en el conservador de Freirina, si fue posible identificar los propietarios registrados como tales en el Servicio de Impuestos Internos.

En cuanto a la distribución espacial de los propietarios, se observa una variación del tamaño y el nombre de los propietarios de los terrenos en el año 2016, con respecto al estudio de año 2010 como se observa en la Figura 6-3, se advierte una subdivisión de algunas propiedades, como el número 14 y 16 de la figura izquierda (año 2010) se ven subdivididos en la figura derecha (año 2016).



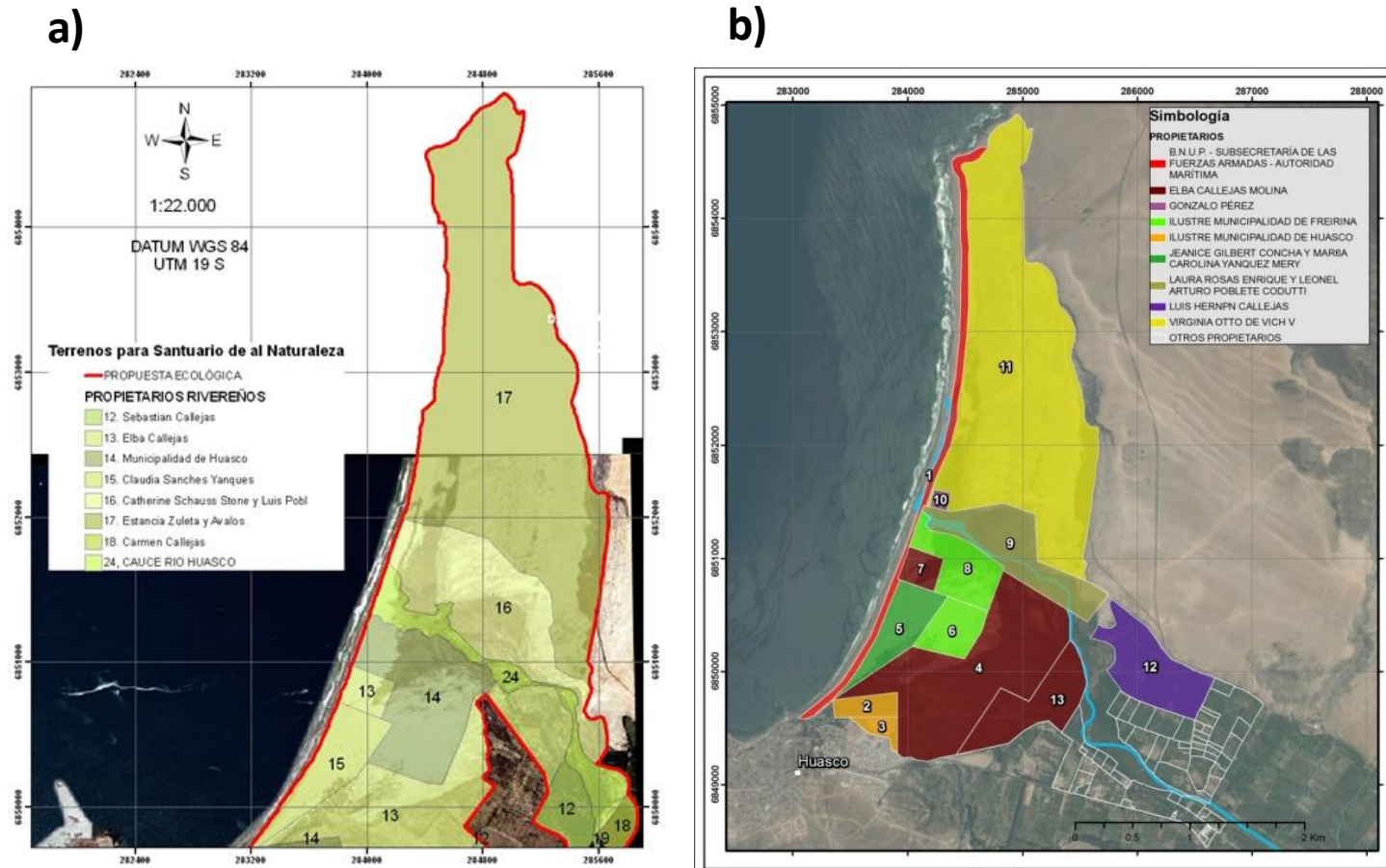


Figura 6-3. Comparación relativa a la ubicación y tamaño de propiedades del Humedal Costero Estuario del río Huasco. a) Mapa generado el año 2010 en el área de estudio y b) mapa actualizado de acuerdo a los resultados obtenidos el año 2016 por CEA.

**6.3.2 Actividad 2 Establecer el listado actualizado de los propietarios y los límites georreferenciados de cada una de las propiedades (Google Earth y Argis, Datum wgs84, huso 18 S), según los roles de avalúo disponibles en el Conservador de Bienes Raíces correspondientes y/o en el Servicio de Impuestos Internos.**

En cuanto a los nombres de los propietarios de los lotes situados en el área de estudio, fue posible obtener información de casi la totalidad de ellos, utilizando como fuente solo registros oficiales, como son el Servicio de Impuestos Internos y el Conservador de Bienes Raíces de Freirina.

De acuerdo a la revisión en el Conservador de Bienes Raíces de Freirina, en el Servicio de Impuestos Internos de Vallenar, y en las Oficinas de CIREN, los propietarios de los inmuebles rivereños y sus superficies.

Respecto a la campaña en terreno, se visitó el Conservador de Bienes Raíces de Freirina y la Oficina Provincial de SII Vallenar con fecha 13 y 14 de septiembre, y con fecha 3 y 4 de octubre, ambos del presente año.

Tabla 6-2 Actualización de propietarios ribereños presentes en el Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

N°	ROL o N° Plano	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
1	1	PLAYA DE MAR	BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO (ARTÍCULO 590 DEL CÓDIGO CIVIL). SEGUN DECRETO LEY N° 340 DE 1960, SU ADMINISTRACIÓN CORRESPONDE A LA AUTORIDAD MARÍTIMA, ÓRGANO DEPENDIENTE DE LA SUBSECRETARÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS	Los BNUP no cuentan con inscripción conservatoria.	No consta del informe existente que se haya fijado la línea de playa o de más alta marea, lo cual es fundamental para distinguir el bien nacional de uso público de los inmuebles privados colindantes con la costa.	315992,9542	31,599295
2	2		ILUSTRE MUNICIPALIDAD HUASCO	DE	Inscrito a fojas 72 VTA N° 65 del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978	105275,4472	10,527545
3	3		ILUSTRE MUNICIPALIDAD HUASCO	DE	Inscrito a fojas 72 VTA N° 65 del registro de propiedad del	61276,80622	6,127681

			Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979		
4	4	ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 73 N° 64 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1979.	1364436,578	136,443658
5	5	LOTE N°1 JEANICE CONCHA CAROLINA MERY GILBERT Y MARÍA YANQUEZ	Inscrito a fojas 218 N° 191 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1992. A fojas 129 N° 115 año 2004 existe transferencia de derechos entre los comuneros.	294179,9531	29,417995
6	6	ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Inscrito a fojas 72 VTA N° 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	209852,3568	20,985236

7	7	LOTE 2-A	ELBA CALLEJAS MOLINA	Inscrito a fojas 58 N° 46 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2001.	99067,5278	9,906753	
8	8		ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	Inscrito a fojas 72 VTA N° 65 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 1978.	326017,6943	32,601769	
9	9		CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Inscrito a fojas 56 n° 43 del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina del año 2009. Especial de herencia N° 417 n° 361 de 2014.	El título que dio origen al predio está inscrito a foja 146 N° 132 del año 1996. Resolución Administrativa N° 343 de 10 de Septiembre de 1996. Rol de avalúo 141-1. Plano: III – 3 – 3--987 S.R Superficie: 81,70	567232,0613	56,723206
10	10		GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO	Revisado índice de propietarios conservador de bienes	Según informe GAC 2007, dicho informe tendría origen por	23868,33441	2,386833

			<p>DUEÑO DE ACUERDO A LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.</p>	<p>raíces de Freirina desde 1996, no se pudo identificar inscripción a nombre de Gonzalo Pérez.</p>	<p>proceso de regularización del Ministerio de Bienes Nacionales por DL 2695. Revisado no hay rol registrado en planos Servicio Impuestos Internos.</p>		
11	11	<p>ESTANCIA ZULETA AVALOS.</p>	<p>VIRGINIA OTTO DE VICH VÁSQUEZ Y SUCESIÓN GREZ ZULOAGA</p>	<p>El inmueble está inscrito a fojas 25vta. N° 23 del registro de 1960.</p>	<p>Anotaciones marginales dan cuenta de enajenación de lotes en zona Punta de Lobos. Plano aerofoto métrico refleja la extensión de la propiedad, inscrito a fojas 52 del Registro de Planos del Conservador de Bienes Raíces de Freirina de 2009.</p>	3094048,334	309,404833
12	12	<p>FUNDO EL PORVENIR O LA CACHINA</p>	<p>LUIS HERNÁN CALLEJAS</p>	<p>Revisados registro de propietarios del CBR de Freirina desde 1996, no se encontró registrado el propietario don Luis Hernán</p>		491761,6045	49,17616

		Callejas. Rol SII 141-2.					
13	13	ELBA CALLEJAS MOLINA		Inscrito a fojas 73, N° 64, del año 1979.		426983,6322	42,698363
14	148-21	PARCELA 1 BELLAVISTA	RENE DEL ROJO ROJO	CARMEN		99840,72116	9,984072
15	SR	JULIO ALVAREZ		TAMBLAY		10645,1708	1,064517
16	148-203	LOTE 2 -B DEL LOTE 2 FUNDO BELLAVISTA	GABRIEL ALVAREZ CERDA	DOMINGO		17405,00898	1,740501
17	148-76	PARCELA 1 LOTES A 2 Y A 4 FUNDO BELLAVISTA	JOSE MACAYA SOTO				
18	148-51	PARCELA BELEN PARTE PARCELA 1 FUNDO BELLAVISTA	JORGE MAMANI CARRIZO	SAMUEL		8866,669895	0,886667
19	148-2	HTO SAGUA	SUCESIÓN MARTINA	SAGUA		2714,644177	0,271464
20	SR	JULIO		TAMBLAY		12182,08896	1,218209

		ALVAREZ			
21	SR	JULIO ALVAREZ	TAMBLAY	12921,73784	1,292174
22	148-22	BELLAVISTA	AURORA BERTA VON MAYEMBERG	208719,2038	20,87192
23	SR	JULIO ALVAREZ	TAMBLAY	12546,69101	1,254669
24	148-8			SIN INFORMACIÓN EN SII	5960,794051 0,596079
25	148-3	QUINTA ROSARIO HUASCO BAJO BELLA VISTA	JUSTO PASTOR LOPEZ PONCE	7762,155514	0,776216
26	148-4	LOS OLIVOS	JULIO ALVAREZ	TAMBLAY	22975,95928 2,297596
27	102-8		GERMAN MAYEMBERG	VON	6470,897293 0,64709
28	148-5	LA MALAGUENA LOTE A B HUASCO BAJO	JULIO ALVAREZ	TAMBLAY	20390,53465 2,039053
29	115-23	LOTE 1 102	SUCESIÓN	LAURA	351,943794 0,035194



		HUASCO BAJO	GONZALEZ CISTERNAS		
30	115-24	LOTE 2 108 HUASCO BAJO	SUCESIÓN LAURA GONZALEZ CISTERNAS	718,388275	0,071839
31	115-25	LOTE 3 114 HUASCO BAJO	SUCESIÓN LAURA GONZALEZ CISTERNAS	737,758335	0,073776
32	114-1		BERTA BARRAZA GALLEGUILLLOS Y OTROS	1076,533061	0,107653
33	114-2		FRESIA TAPIA SANTANDER	903,597737	0,09036
34	114-23	LOTE 1 III-3- 5647 S.R.	MIREYA DELICIA GODOY SEGUA	741,862773	0,074186
35	114-24	LOTE 2 HUASCO BAJO	BLANCA ANTONIA GONZALEZ GODOY	768,708028	0,076871
36	114-21	LOS ALAMOS LOTE 2	HERNAN GUERRA TAPIA	191,079041	0,019108
37	114-25		PEDRO LAUTARO VEGA FLORES	344,486846	0,034449
38	147-7			SIN INFORMACIÓN EN SII	4157,925977 0,415793
39	148-18	LOTE 3 HDA.	ILUSTRE	71215,4861	7,121549

		BELLAVISTA	MUNICIPALIDAD	DE			
			HUASCO				

N°	ROL	PREDIO	PROPIETARIO	INSCRIPCIÓN CBR	OBSERVACIÓN	ÁREA (m)	ÁREA (Ha)
40	141-10	EL SAUCE	GLADIS BARRAZA			31825,59508	3,18256
41	141-11	QUINTA MARZAL ESPERANZA HUASCO BAJO	JULIO TAMBLAY ALVAREZ			49235,92611	4,923593
42	141-12	LA GLORIETA HUASCO BAJO	ELIZABETH GONZALEZ	ROJAS		20186,16746	2,018617
43	141-3	QUINTA SAN MIGUEL -HUASCO BAJO	FISCO DE CHILE			22766,35814	2,276636
44	141-4	LOS PERALES HUASCO BAJO	NELSON GONZALEZ	ZAMORANO		22516,73962	2,251674
45	141-5	QUINTA SAN FRANCISCO	YASNA CARVAJAL	PAOLA LUTZ		33569,7255	3,356973
46	141-6	LOS GUINDOS SECTOR CACHINA	FRANCISCO JAVIER GONZALEZ	ROJAS		55905,04903	5,590505
47	141-7	SAN JUAN HUASCO BAJO S/N	SORIA AVALOS	GREGORIO		28828,39793	2,88284

		ENRIQUE Y OTROS			
48	141-8	EL ANGEL SECTOR LA BELIA DEL TRÁNSITO CACHINA HUASCO BAJO VASQUEZ ALVAYAY		5723,271842	0,572327
49	141-9	QUINTA LA ROSA HUASCO GLADYS BARRAZA BAJO GALLEGUILLOS		47309,07429	4,730907
50	142-17	LOS FALDOS HUASCO BAJO	MANUEL PORTILLA MENA Y OTROS	48978,87619	4,897888
51	142-24	LAS SOZAS	SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	15758,59195	1,575859
52	142-26	LA FAJA	JUAN IRIARTE TAPIA	12124,94233	1,212494
53	142-25	PUENTE ESPERANZA	GUMERLINDA PORTILLO MENA	13208,41423	1,320841
54	142-27	VISTA VERDE LOS CALLEJONES HUASCO BAJO	JORGE DAVID IRIARTE PORTILLA Y OTROS	6652,390152	0,665239
55	142-18	EL TRANSITO SECTOR LA BELIA DEL TRÁNSITO CACHINA HUASCO BAJO VASQUEZ ALVAYAY		7767,794075	0,776779
56	142-19	EL PERAL	ALEJANDRA DE LOURDES BARRAZA GUERRA	6903,112603	0,690311
57	142-28	SAN FRANCISCO	ANA ISOLINA IRIARTE ZUMARAN	7400,183528	0,740018

58	142-24	LAS SOZAS	SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	145583,2975	14,55833
59	142-29	EL RINCO HUASCO BAJO	JAVIER MANUEL RIVERA CARRIZO Y OTROS	5047,016577	0,504702
60	142-30	ESPERANZA HUASCO BAJO	SARA DEL ROSARIO LEDESMA LEDESMA	24260,11987	2,426012
61	142-16	FINCA LEIVA	SUCESIÓN JUAN LEIVA LEIVA	20437,75697	2,043776
62	144-5	SANTA ZULEMA LOTE C	SOLEDAD BILLINGS ALARCON Y OTROS	18662,44324	1,866244
63	142-20	SAN GUILLERMO HUASCO BAJO	MARIA ANGELICA ELIZALDE ELIZALDE	5883,168569	0,588317
64	142-21	SAN JUAN	SUCESIÓN HILDA DORIS ROJAS GONZALEZ	8089,644509	0,808964
65	142-22	EL CONDOR HUASCO BAJO	SARA CISTERNA ROJO Y OTROS	5841,116968	0,584112
66	142-49	EL CONDOR LOTE 1 HUASCO BAJO	SARA CISTERNA ROJO Y OTROS	6100,541475	0,610054
67	142-23	EL VALERIO HUASCO BAJO	ERIKA MARISOL CRISTI SANHUEZA	17877,4809	1,787748

---

68	142-31	LOS CALLEJONES - SECTOR REBECA DEL ROSARIO LA CACJO MOYANO IRIARTE	6344,408249	0,634441
----	--------	---	-------------	----------

---

### **6.3.3 Actividad 3 Determinar derechos de agua superficiales o subterráneas en caso de existir para cada propietario**

Respecto a la identificación de derechos de agua superficial o subterráneos identificados en el área de estudio, se determinaron 28 derechos de agua en el río Huasco pertenecientes a siete propietarios, de los cuales uno es derecho de agua subterránea y 27 superficiales.

Revisados y contratados los archivos públicos en que la Dirección General de Aguas mantiene registrados los derechos de agua que ha otorgado, se identificaron los derechos que se individualizan en la Tabla 6-3 Derechos de Agua del Río Huasco.

Solo tres de los registros de derechos de agua inscritos en el DGA cuentan con las coordenadas de ubicación geográfica del punto de captación del derecho. Los restantes solo poseen una breve descripción de la ubicación y referencias a puntos conocidos, indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 6-3 Derechos de Agua del Río Huasco**

<b>Nombre</b>	<b>Fecha Resol.</b>	<b>Nro. Resol</b>	<b>Tipo Derecho</b>	<b>Ejercicio Derecho</b>	<b>Naturaleza Agua</b>	<b>Clasificación Fuente</b>	<b>Uso Agua</b>	<b>Referencia a Puntos Conocidos</b>
COMPañIA DE ACERO DEL PACIFICO S.A.	08/07/19 81P	194	Consuntivo	Permanente y Continuo	Subterránea	Acuífero	Uso Minero	Se capta mediante elevación mecánica desde 7 pozos profundos, ubicados en la ribera norte del río Huasco, frente a la localidad de Huasco bajo, y se conducirá por una cañería de 6440mts. de longitud hasta un estanque de almacenamiento de 6000m <sup>3</sup> . de capacidad.
COMPañIA MINERA DEL PACIFICO S.A.	17/08/19 87P	307	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Río/Estero	Uso Minero	Las aguas se captaran mediante elevación mecánica, desde un punto ubicado en la ribera derecha del río Huasco, a 0,56 kms. aguas abajo del puente Huasco bajo y frente a la planta de captación de agua "La Selentina".
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Río/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del río Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Río/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del río Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Río/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del río Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Río/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del río Huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.

	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio huasco, 1,9 kms. Aguas abajo del puente Huasco bajo.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.



	11P		o	Continuo		Corriente		Usos	kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera derecha del rio Huasco, 2,4 kilómetros aguas abajo del puente Huasco bajo.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/20 11P	183	Consuntiv o	Eventual Continuo	y	Superficial Corriente	y Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.

	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
	05/09/2011P	183	Consuntivo	Eventual Continuo	y Superficial y Corriente	Rio/Estero	Otros Usos	Ribera izquierda del rio Huasco, 150 metros aguas arriba de la desembocadura del rio Huasco con el mar.
AGROCOMERCIAL AS LIMITADA P			Consuntivo	Permanente y Continuo	y Superficial	Rio/Estero		Las aguas se captaran en el canal el olivar o del bajo, que proceden del rio Huasco, con bocatoma situada en la ribera izquierda de este cauce natural, en el predio rol 148-22 de la comuna de Huasco. Correspondiente al expediente administrativo nc-0303-287, comunidad de aguas canal el olivar o del bajo. Titulo perfeccionado por el 20° juzgado civil de Santiago, de fecha 27 de agosto de 2010, en causa rol c-22061-2009, en el sentido de establecer que los derechos son de carácter consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, de aguas superficiales del rio Huasco correspondientes a 25,20 acciones que equivalen a 72,072 lts. /seg.
CANAL OLIVAR DE ABAJO O		1671	Consuntivo	Permanente y Continuo	y Superficial y Corriente			

### 6.3.4 Actividad 4 Cartografiar y generar metadatos de los polígonos de cada uno de los propietarios ribereños

Respecto a la identificación de los propietarios, y de los deslindes según roles SII e inscripciones en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina, se generó la siguiente cartografía identificando espacialmente a los propietarios.

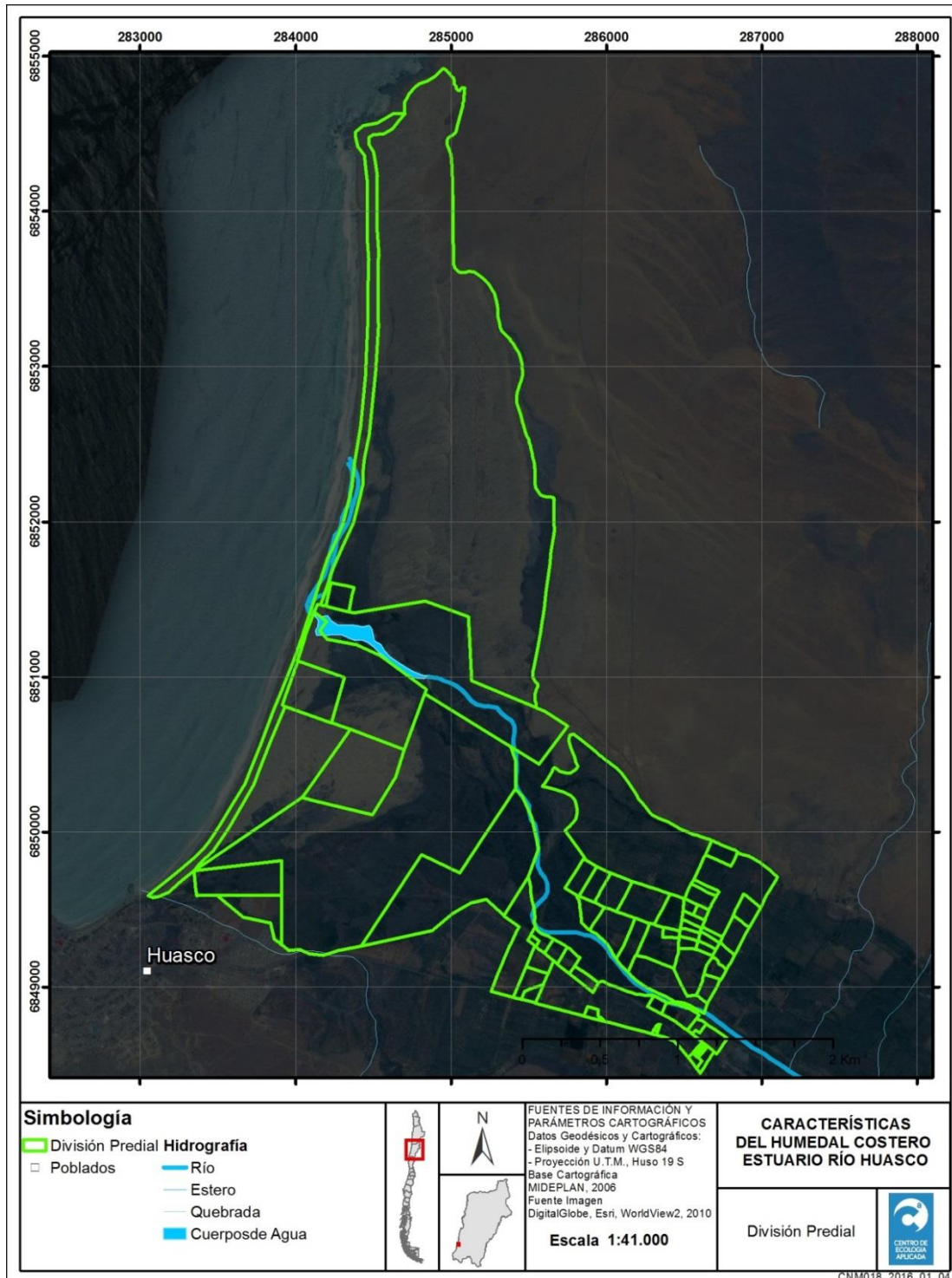


Figura 6-4 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco.

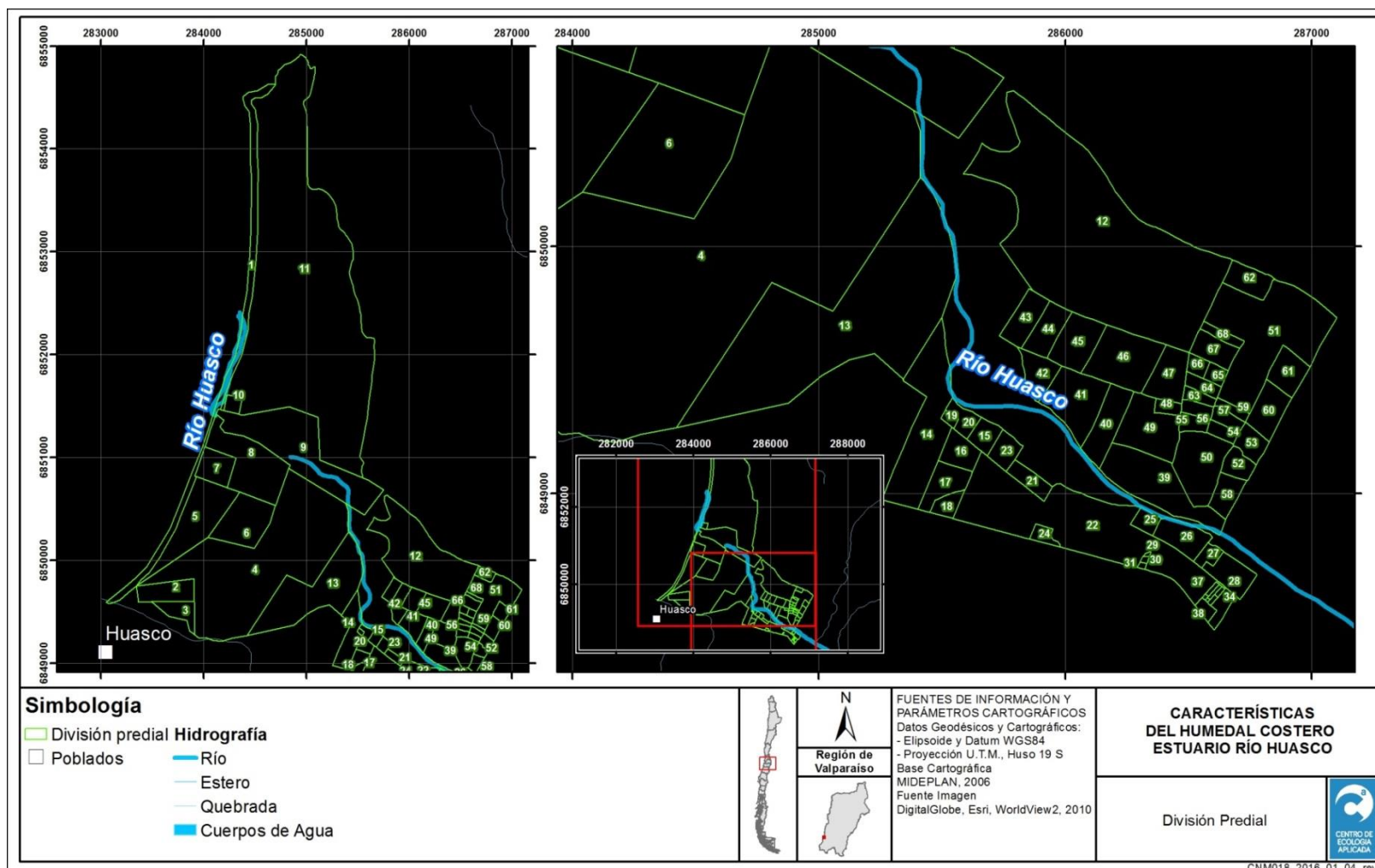


Figura 6-5 División predial del Humedal Costero Estuario del Río Huasco. Donde se observa el número de ROL de cada propiedad

## **7 OBJETIVO ESPECÍFICO 5: GESTIONAR EL APOYO FORMAL DE LOS PROPIETARIOS RIBEREÑOS DEL HUMEDAL COSTERO PARA FORMAR PARTE DE UNA PROPUESTA DE CREACIÓN DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA.**

### **7.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Realizar reuniones periódicas y/o talleres con los propietarios ribereños del humedal en la ciudad de Huasco
2. Realizar reuniones de trabajo con los propietarios utilizando los medios que para el caso estos requieran
3. Efectuar al menos dos talleres para presentación de información y difusión a la comunidad de Huasco (consejeros del CRAS, propietarios, municipio, servicios públicos, comunidades de agua, entre otros)
4. Efectuar al menos dos actividades en terreno que contemple un recorrido por el humedal con el objeto de concientizar a los propietarios, autoridades y servicios públicos respecto de la importancia del humedal.
5. Definir la persona natural o jurídica que asumirá en calidad de gestora o representante el proceso de postulación a Santuario de la Naturaleza del Humedal en cuestión
6. Obtener las cartas de apoyo formal de parte de los propietarios con el compromiso voluntario e informado de crear un santuario de la Naturaleza.

### **7.2 Materiales y Métodos**

El programa contempla que luego de la primera fase de levantamiento de información socio-ambiental, se contacte a las personas clave de la comunidad y también a los propietarios ribereños con el propósito de informar sobre la declaratoria de Santuario y su significancia. Se propone la idea de determinar con la comunidad interesada, a través de un trabajo colaborativo, el polígono que se transformará en Santuario de la Naturaleza.

Para el logro de esta fase se realizaron las siguientes acciones:

#### **7.2.1 Respetto de la identificación de actores**

Se utilizaron las siguientes fuentes:

Información de fuentes primarias: antecedentes proporcionados por informantes claves de la comuna, gobierno local (Municipalidad), dirigentes o líderes locales, propietarios ribereños, entre otros.

### **7.2.2 Respetto del levantamiento de información. Técnicas utilizadas:**

- Observación: es un método de trabajo que se basa en la interacción del investigador con los sujetos investigados en su propio escenario.

- Entrevista: es una técnica de interacción verbal entre el investigador y el entrevistado, lo que permite el acceso al mundo subjetivo del actor social, al que se accede por medio del “discurso” de quien habla.

-Visitas a terreno: es parte del método etnográfico en el cual se articulan distintos métodos de observación directa e indirecta a través de los cuales es posible indagar aspectos biográficos de los actores, registrar actividades y sitios de significación que puedan contribuir al conocimiento de una comunidad y territorio determinado.

-Talleres: a través de diferentes trayectorias y experiencias desde la educación popular, se ha generado, resignificado y recreado un rico acervo metodológico para el trabajo educativo y organizativo con comunidades. Metodologías y técnicas de diverso origen disciplinario y experiencial, eminentemente participativas, conforman un rico cuerpo instrumental para los procesos educativos del tipo taller. El sujeto que asiste al taller vive la experiencia en primera persona, se abre un espacio de diálogo y participación que lo enriquece.

-Encuestas: estudio para obtener un registro de datos pertinentes a la investigación, a través de una serie de preguntas dirigidas a una muestra representativa de la población en cuestión. Posteriormente, se realiza vaciado, análisis y procesamiento de la información obtenida.

Revisar Anexo de encuestas sociales, listas de participación de talleres.

### **7.2.3 Respetto a las Actividades Desarrolladas**

En este marco, entre los meses de noviembre y diciembre de 2016, se levantó información en la comunidad a través de las siguientes acciones (Anexo de encuestas sociales, listas de participación de talleres).

:

- Planificación y gestión de talleres para la comunidad, funcionarios públicos, establecimientos educativos.
- Planificación y gestión de 2 salidas a terreno con la comunidad.
- Contacto con actores relevantes de la fase inicial, profesionales de la Municipalidad de Huasco, líderes ambientales, propietarios ribereños y de comunidades indígenas interesados en la protección del Humedal.

**Tabla 7-1 Carta Gantt de actividades a partir del 29 de noviembre 2016 en la comuna de Huasco**

Actividad	Fecha	Lugar
Taller con Organizaciones Sociales	Martes 29 de noviembre	Sede Junta de Vecinos Nueva Esperanza.
Taller con Directores de establecimientos educativos	Miércoles 30 de noviembre	Salón Municipal
Taller con Servicios Públicos	Jueves 01 de diciembre	Salón Municipal
Salida a Terreno 1: Visita al lugar de estudio (comunidad)	Sábado 03 de diciembre	Estuario Río Huasco.
Salida a Terreno 2: Visitar lugar de estudio (grupo scout)	Viernes 9 de diciembre	Estuario Río Huasco.
Campaña puerta a puerta informativa a los propietarios.	Entre el 29 de noviembre al 08 de diciembre	Propiedades aledañas al Estuario del Río Huasco.
Reunión CRAS de Comuna de Huasco	15 de diciembre	Rotary Club
Presentación del proyecto al Concejo Municipal de Huasco	Miércoles 18 de enero 2017	Municipalidad de Huasco.

## 7.3 Resultados

### **7.3.1 Actividad 1 Realizar reuniones periódicas y/o talleres con los propietarios ribereños del Humedal Costero Estuario del río Huasco en la ciudad de Huasco**

Por medio de los talleres convocados a la población y a los funcionarios municipales, se levantó información acerca de los propietarios de la zona menos degradada del estuario (Anexo listas de participación de talleres). Se aplicó una encuesta de percepción sobre el estuario del río Huasco, cuyos resultados principales se grafican en la siguiente tabla.

**Tabla 7-2 Encuesta social**

Pregunta	Resultado	Análisis preliminar
<b>Conocimiento sobre el humedal</b>	4 responden alto 16 responden medio	57.14% responden que su conocimiento es entre alto y medio
<b>Última visita realizada</b>	18 responden en los últimos	51,42% responden que han

	3 meses	visitado el estuario en los últimos 3 meses.
<b>Actividades que realiza en el estuario</b>	24 responden recreación 10 responden educación 2 pastoreo 2 agrícola	68,57% realiza actividades recreativas 28,57% realiza actividades vinculadas a la educación Sólo un 11,4% realiza pastoreo o agricultura en la zona
<b>Uso que le daría al estuario</b>	Recreativo: 5 Área Protegida: 30	85,71% le daría un uso de protección.
<b>Animales presentes en el estuario</b>	Se mencionan los siguientes animales: Aves Peces Anfibios y reptiles Mamíferos	La mayoría reconoce que el estuario alberga avifauna y peces.
<b>Existe flora y fauna del estuario con valor de conservación</b>	18 contesta afirmativamente y menciona a la aves	51,42% reconoce a las aves como especies con valor de conservación en el estuario.
<b>Factores de deterioro</b>	26 micro-basurales 15 quemas, fogatas o incendios 14 contaminación del agua 13 perturbación de la fauna (perros) 9 erosión o pérdida de suelo 8 caza y saturación por visitas 3 pérdida de cobertura vegetal	Mayoritariamente se reconoce que la zona se usa para botar basura. En segundo lugar, se menciona el incendio como un riesgo que va deteriorando el lugar. En tercer término aparece la perturbación de la fauna, se menciona a los perros vagos como principales perturbadores de fauna.
<b>Apoyo a declaratoria de Santuario de la Naturaleza</b>	35 contesta afirmativamente	100% está de acuerdo con la declaración de Santuario de la Naturaleza el estuario del río Huasco.



<b>Fomento del turismo a través del área protegida</b>	a 35 contesta afirmativamente	100% cree que el área protegida aumentará la actividad turística de la comuna
--	-------------------------------	---

En el Anexo 14.9 se muestran las encuestas graficadas dónde podrá analizar mayores detalles de los resultados.

Resulta interesante constatar que los encuestados visitan regularmente el lugar, constituyéndose el humedal en un hito dentro del paisaje para el habitante de Huasco. Resulta destacable que los encuestados, en su mayoría, reconocen que se trata de un lugar especial en cuanto a la biodiversidad, especialmente por el rol que cumple el humedal frente a la avifauna. Asimismo, reconocen los riesgos que tiene el hecho de que no esté protegido, que perros vagos y algunas otras actividades sin control ocurran ahí.

El 100% de los encuestados asegura estar de acuerdo con la declaratoria de Santuario de la Naturaleza una parte del estuario del río Huasco y cree que ese hecho potenciará la actividad turística de la comuna.

En Figura 7-1 se aprecia una vista general del Humedal Costero cercano a la desembocadura en la primavera de 2016.



**Figura 7-1 Vista general del Humedal Costero Río Huasco, Primavera 2016.**



**Figura 7-2 Camino al estuario, se encuentra basura.**



**Figura 7-3 Caballos aguas arriba, puente camino a Huasco Bajo.**



**Figura 7-4 Visita de perros al humedal, un riesgo.**



**Figura 7-5 Perro alimentándose dentro del Humedal Costero.**

### **7.3.2 Actividad 2 Realizar reuniones de trabajo con los propietarios utilizando los medios que para el caso estos requieran**

Se tomó contacto telefónico y por correo electrónico, datos entregados por Evelyn Reyes, cuidadora de propiedad de Adriana Carrasco heredera de sitio N°9 por ser viuda de Luis Poblete, con:

- Adriana Carrasco (29-nov-2016), propietaria por sucesión de Luis Poblete del sitio N°9 que se encuentra dentro del polígono trazado. Es proclive a la declaratoria siempre y cuando pueda participar y estar informada de las actividades que pueden realizarse y las que quedarían prohibidas una vez declarada Santuario.
- Catherine Schasuss Stone (29-nov-2016), ciudadana australiana que compró en sociedad con Luis Poblete, propietaria del sitio 9 en un 50%. Se negó a hablar con el equipo, avisó que pediría a su abogada que nos contactara, lo que no ha ocurrido.

Se realizaron reuniones presenciales con propietarios en diferentes oportunidades:

- Hernán y Elba Callejas (9-dic-2016): son propietarios debido a la sucesión de Hernán Callejas (padre) del sitio N°12 del mapa. Es una sucesión de 10 hermanos, dos viven en Huasco, los demás en Santiago y Valparaíso. Están proclives a la declaratoria de Santuario e incluso proponen un pedazo de su predio, parte que no se encuentra loteada, como parte del futuro Santuario (ver foto 6). Los hermanos debían ser contactados a través de Nancy Callejas, con quien se sostuvo una conversación telefónica pero no se concretó reunión presencial, por falta de quorum.



**Figura 7-6 Reunión hermanos Callejas, casa de Hernán Callejas (9-12-16).**



**Figura 7-7 Plano de la propiedad loteada Hermanos Callejas**

- Juan Carlos Tamblay (9-dic-2016): familia propietaria del sitio N°15 que es aledaño al polígono que se quiere declarar Santuario, sin embargo, él se manifiesta proclive a la declaratoria. Es vecino de Olivos Centenarios, sitio que se encuentra dentro del polígono propuesto.
- Robinson González (9-dic-2016): su familia (madre y hermano) es propietaria de sitio en el sector fuera del polígono. Se encuentran proclives a la declaratoria.

El contacto con los propietarios municipales, tanto municipalidad de Huasco (predio 2 y 3) como de Freirina (predio 6 y 8), se realizó en primer término de manera telefónica y luego presencial. En el caso de Freirina, la contraparte Mariana Farías, asistió al taller para servicios públicos, realizado el 1 de diciembre de 2016. Con la municipalidad de Huasco hay diferentes contrapartes, principalmente del Departamento de Medio Ambiente y de Turismo, quienes están muy interesados en la declaratoria.

En Anexo Contacto con propietarios, está el listado de propietarios y el estado de contacto.

### **7.3.3 Actividad 3 Efectuar al menos dos talleres para presentación de información y difusión a la comunidad de Huasco (consejeros del CRAS, propietarios, municipio, servicios públicos, comunidades de agua, entre otros)**

Taller a la comunidad realizado el 29 de noviembre, en la Junta de Vecinos N°11 Villa Esperanza, propiciada por la contraparte municipal. Se trata de una Junta de Vecinos con trayectoria en el tema ambiental, interesada en la protección del medio ambiente. 15 personas participaron del taller, donde se dio a conocer el proyecto, los datos generales de flora y fauna obtenidos y la necesidad de darle un estatus de conservación que permita proteger y resguardar el patrimonio ambiental que alberga. Se aplicó encuesta social a los asistentes. En **Figura 7-8** se puede apreciar el taller en la sede vecinal.



**Figura 7-8 Taller comunidad, en la imagen presentación de Manuel Contreras**

Taller a los funcionarios del municipio de Huasco y Freirina, servicios públicos de la comuna, (1-dic-2016). Participaron 15 funcionarios públicos y municipales. Se destaca la participación de un concejal de Huasco, señor Victor Hugo Caballero. (Ver Anexo: lista de asistencia de talleres). En este taller se dio a conocer el proyecto, los hallazgos principales en cuanto a biodiversidad y la función del humedal, razón por la cual merece un estatus de protección legal. Se abre un espacio de debate y consultas, donde los funcionarios más vinculados al resguardo del humedal dieron a conocer su posición frente a la declaratoria. Se aplica encuesta social a los asistentes.

En las Figura 7-9 y Figura 7-10 se observa el taller realizado en el salón municipal de la Municipalidad de Huasco.



**Figura 7-9 Taller Servicios Públicos**



**Figura 7-10 Taller Servicios Públicos**



Taller a establecimientos educativos de la comuna, (30-nov-2016) en el cual se dio a conocer el proyecto, las posibilidades de uso pedagógico del lugar y la intención de declararlo Santuario. Asimismo, se vinculó con el sistema de certificación ambiental de establecimientos educativos SNCAE. Participaron representantes de 4 establecimientos educativos de la comuna (Ver Anexo lista de asistencia).

Por la baja asistencia a la reunión por parte de los establecimientos educativos, se visitó en terreno al resto de ellos, invitándolos a participar del primer terreno al estuario. Los establecimientos visitados corresponden al Liceo Japón; Escuela El Olivar, Escuela Mireya Zuleta; English College Huasco y Escuela Pablo Neruda de Carrizal.



**Figura 7-11 Taller a representantes de establecimientos educativos**

- Reuniones individuales con actores de la comunidad:

Luis Farías (2-dic-2016): miembro del CRAS, dirigente Scout de la comuna, estudioso de la historia de la comuna, guía turístico, proclive a la declaratoria de Santuario.

Hermann Von Mayenberger (9-dic-2016): miembro de la Asociación Gremial Agrícola de la Provincia del Huasco, tuvo tierras en el estuario. Actualmente es dueño del humedal de Carrizal Bajo y es proclive a la declaratoria de Santuario el estuario del Huasco incluyendo el humedal de Carrizal Bajo. Firma carta de apoyo (Ver Anexo Cartas de Apoyo).

Antonella Giglio (9-dic-2016): es representante de la comunidad indígena diaguita de Huasco. No es propietaria, ni tampoco la comunidad que representa, pero esta comunidad está muy interesada en la declaratoria de Santuario ya que por su cosmovisión el agua es un elemento que debe preservarse y cuidarse, los ríos enfermos también enferman las ciudades, por lo que desean que se mantenga sano el estuario. Firma carta de apoyo (Ver Anexos Cartas de Apoyo).

Se realizaron reuniones informativas acerca del proyecto en los establecimientos educativos de la comuna que no asistieron al Taller. Se entrevistó a los directivos de cada uno de los siguientes establecimientos:

- Liceo Japón (Firma carta de apoyo)
- Escuela El Olivar (Firma carta de apoyo)
- Escuela Mirella Zuleta (se deja carta de apoyo)
- English College Huasco (se deja carta de apoyo)
- Escuela Pablo Neruda de Carrizal Bajo (Firma carta de apoyo)



**Figura 7-12: Escuela El Olivar**



Figura 7-13 Escuela Pablo Neruda de Carrizal

**7.3.4 Actividad 4 Efectuar al menos dos actividades en terreno que contemple un recorrido por el humedal con el objeto de concientizar a los propietarios, autoridades y servicios públicos respecto de la importancia del humedal.**

El primer terreno al estuario se realizó el día sábado 3 de diciembre de 2016, partiendo por la entrada a la playa grande. Se convocó a todos los establecimientos educativos de la comuna, junta de vecinos N°11, Unión comunal de JJVV y Municipalidad.

Por parte del Centro de Ecología Aplicada participaron 5 profesionales, 4 biólogos y 1 geógrafo.

A los participantes se les entregó un díptico informativo-educativo sobre el estuario y el entorno, su biodiversidad y necesidad de cuidado y preservación. A continuación el contenido del díptico.

## SALIDA A TERRENO

### ESTUARIO RÍO HUASCO

#### 19 de noviembre 2016

#### DÍPTICO

Esta salida a terreno tiene como objetivo conocer el estuario del río Huasco para proteger y conservar especies de flora y fauna que en ella habitan.



A través de este recorrido, queremos responder a las siguientes preguntas:

¿Qué es un estuario?

¿Qué es un humedal?

¿Qué es un Santuario de la Naturaleza?

¿Qué es una especie con valor de conservación?

¿Por qué conservar?

¿Cuál es la importancia de las dunas?

¿Qué especies del estuario río Huasco están en categoría de conservación?

**Estuario:** es la desembocadura, en el mar, de un río amplio y profundo, e intercambia con esta agua salada y agua dulce, debido a las mareas.

**Humedal:** es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan.

**Santuario de la Naturaleza:** aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas,

paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

**Especie con valor de conservación:**

En el área se encuentran especies de plantas como la cola de caballo, tunilla y copao que se encuentran en estado de conservación definido como preocupación menor. Para animales las especies amenazadas, se encuentran tres especies En Peligro (EN): *Coscoroba coscoroba*, *Plegadis chihi* y *Theristicus melanopis*. Junto a dos especies Vulnerables (VU): *Gallinago paraguaiae* y *Larus modestus*.

**Por qué conservar:** los ecosistemas y la biodiversidad que albergan son el soporte vital de la Tierra. Los humedales filtran los contaminantes del agua; las plantas y árboles reducen el calentamiento global absorbiendo el carbono, los microorganismos descomponen la materia orgánica y fertilizan el suelo, para proveer los alimentos. La biodiversidad ayuda a polinizar las flores y cultivos y también provee comida y medicinas para nuestro bienestar. Sin ella no seríamos capaces de sobrevivir.

**Especies que habitan en el estuario del río Huasco:**

En el humedal de Huasco habitan principalmente especies de aves y peces principalmente, en estos últimos es posible encontrar lisa (especies nativa y gambusias (especie intruducida).

Responde tú:

A cada uno de los participantes se les entregó una colación de marcha, consistente en una fruta, una barrita de cereal y un jugo. En el estuario, se realizaron actividades de observación, de información acerca del estudio de flor a y fauna y de concientización respecto de la fragilidad del ecosistema. De regreso, se realizó una actividad de limpieza de la playa, acumulándose una considerable cantidad de residuos que se depositaron en un basurero de la entrada a la playa grande.

El segundo terreno se realizó el viernes 9 de diciembre de 2016 con el Grupo Scout Licanantay, dirigido por Luis Farías. También se les entregó una colación de marcha a los asistentes.

La participación a estas actividades fue de aproximadamente 40 personas en total, participando unas 30 en el primer terreno y unas 10 en el segundo.



**Figura 7-14 Entrega de colaciones**



**Figura 7-15 Observando la fauna**



**Figura 7-16 Midiendo calidad del agua**



**Figura 7-17 Resolviendo preguntas y dudas**



**Figura 7-18 Observando el estuario**



**Figura 7-19 Perros en el estuario**





Figura 7-20 Usando un instrumento de observación



Figura 7-21 Finalizando limpieza de la playa

### ***7.3.5 Actividad 5 Definir la persona natural o jurídica que asumirá en calidad de gestora o representante el proceso de postulación a Santuario de la Naturaleza del Humedal en cuestión***

Dada la existencia de varios propietarios se recomienda la constitución de una fundación la cual opere como gestora y/ o representante del proceso de postulación, esta fundación debería tener como cuerpo principal la Ilustre Municipalidad de Huasco y su Alcalde, los cuales deberían actuar como articulador y garante del buen desempeño de la fundación.

### **7.3.6 Actividad 6 Obtener las cartas de apoyo formal de parte de los propietarios con el compromiso voluntario e informado de crear un santuario de la Naturaleza.**

Durante el proceso de ejecución del proyecto se buscó se generar un acercamiento con los propietarios, de esta manera obtener las cartas de compromisos, esta carta de compromiso buscaba dar un apoyo simple a la constitución del humedal de río Huasco como Santuario de la Naturaleza. Del total de propietarios consultados se obtuvieron 2 cartas, estas fueron de:

1. Hernán Callejas
2. Rodrigo Loyola (Alcalde de la Comuna de Huasco).

## **8 OBJETIVO ESPECÍFICO 6: DEFINIR EL POLÍGONO QUE SE PROPONDRÁ COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA**

### **8.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutó la siguiente actividad:

1. Sobre la base del apoyo formal a través de cartas elaboradas por los propietarios, definió los límites del polígono que se postulará como Santuario de la Naturaleza. Dado que solo se recogieron dos cartas, la definición de polígono se estableció en función de criterios técnicos ecosistémicos.

### **8.2 Metodología**

#### **8.2.1 Área ecológica objeto de protección**

Para establecer un polígono de conservación, en primer lugar es necesario reconocer el ecosistema a proteger, es decir, qué es para nosotros un Humedal. Posterior a ello, podemos conservar una zona acorde a esta definición.

Para realizar esta delimitación se realizó una reunión con diferentes profesionales, estos fueron:

Cristian Godoy (Ingeniero Hidráulico Phd (c) en Ingeniería), experto en modelación ambiental.

Gonzalo Benavides (Biólogo, Phd en Ecología y Evolución), experto en fauna.

Elizabeth Araya (Bióloga, Msc limnología), experta en limnología.

Esteban Abrigo (Biólogo), experto en ictiofauna.

Fernanda Díaz (Cartógrafa), experta en percepción remota.

D'angelo Duran (Biólogo), experto en humedales.

Tomás Rioseco (Biólogo), experto en ecosistemas terrestres

Cada uno de ellos participó en el desarrollo de los objetivos específicos del proyecto en cuestión, delimitaron dos área considerando los resultados presentados en el Informe de avance 2: Área humedal y Área de conservación, ambas bajo un criterio de delimitación preliminar.

Sobre una imagen satelital extraída de Google Earth cada uno de los 7 especialistas realizó las delimitaciones previamente descritas, luego de ello se sobrepusieron los polígonos y bajo la línea que delimitaba un área específica con 4 o más coincidencias se estableció el polígono presentado en este informe, es decir, el 57% de los participantes establece esta área como polígono preliminar.

Las consideraciones discutidas para la delimitación fueron:

- Cajón del río
- Área sin cultivo agrícola
- Área máxima del estuario
- Variación histórica de la barra
- Zona buffer del cauce del río
- Zona de mayor abundancia de especies con valor de conservación
- Presencia de vegetación
- Interacción con las dunas
- Área histórica del humedal



**Figura 8-1 Imagen de reunión de especialistas para definir polígonos preliminares**



**Figura 8-2 Metodología empleada para delimitación de polígonos. Cada lámina representa lo que cada especialista consideró como delimitación**

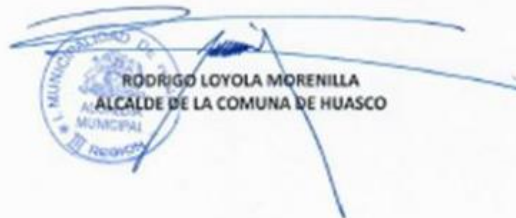
### **8.2.2 Área posible de proteger conforme al consentimiento formal de propietarios del humedal**

A continuación se adjuntan las cartas de consentimiento formal de los propietarios del humedal.


**CARTA DE CONFORMIDAD DE PROPIETARIO PARA QUE PREDIO SEA POSTULADO COMO  
PARTE DEL ÁREA DEL SANTUARIO DE LA NATURALEZA HUMEDAL RIO HUASCO**

YO, RODRIGO LOYOLA MORENILLA, RUT N° 10.256.445-6, PROPIETARIO DEL PREDIO DE NOMBRE LOTE 3 HDA. BELLAVISTA, ROL PREDIAL 148-18 Y LA PROPIEDADES DE LA COMUNA DE HUASCO INSCRITAS A FOJA 72 VTA N°65 DEL REGISTRO DE PROPIEDAD DEL CONSERVADOR DE BIENES RAÍCES DE FREIRINA AÑO 1978, MANIFIESTO MI PLENA CONFORMIDAD Y APOYO A LA INICIATIVA DE DECLARATORIA DE SANTUARIO DE LA NATURALEZA DEL HUMEDAL DE HUASCO, DEL CUAL ESTE PREDIO FORMA PARTE INTEGRANTE.

LO ANTERIOR, PARA SER UTILIZADO COMO PARTE DE LOS DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA DECLARATORIA DEL ÁREA PROPUESTA.



RODRIGO LOYOLA MORENILLA  
ALCALDE DE LA COMUNA DE HUASCO



### CARTA DE COMPROMISO

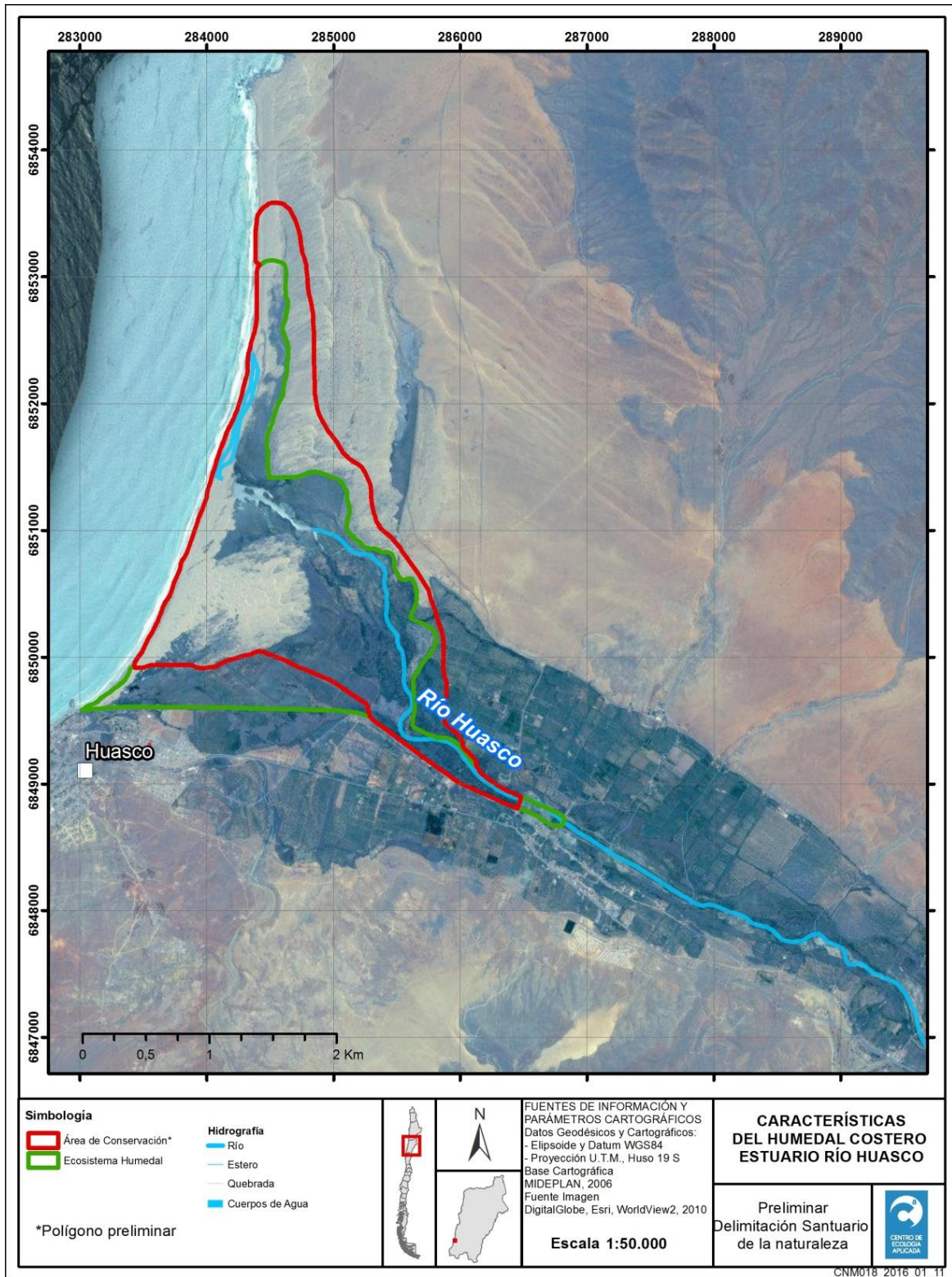
yo Hernán P. Callejas Araya, RUT: 6.128.756-6

EN MI CALIDAD DE PROPIETARIO DEL LOTE N°: 12 / 10 (sucesión) UBICADO EN LA RIBERA DEL  
RÍO HUASCO; MANIFIESTO ESTAR INFORMADO Y DE ACUERDO SOBRE LA POSTULACIÓN DE  
DECLARAR SANTUARIO DE LA NATURALEZA AL ESTUARIO DEL RÍO HUASCO.



### **8.3 Resultados**

A continuación se presenta el mapa (**Figura 8-3**) correspondiente a la **delimitación ecológica de conservación** del proyecto, el cual considera condición biológica, físico-química de calidad de agua y sedimentos además del comportamiento hidrológico histórico del humedal con énfasis en su zona estuarina (En la misma figura se observa el polígono de conservación posible de acuerdo a los 20 propietarios consultados de los cuales dos firmaron la carta de aprobación o consentimiento a la declaración de su propiedad como Santuario de la Naturaleza



**Figura 8-3 Delimitación preliminar del Humedal Costero y zona estimada de conservación.**



## **9 OBJETIVO ESPECÍFICO 7: ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DEL HUMEDAL COSTERO ESTUARIO DEL RIO HUASCO, SEGÚN ECOTIPO EN LOS LÍMITES QUE SE PROPONDRÁN COMO SANTUARIO DE LA NATURALEZA**

### **9.1 Actividades**

Para desarrollar este objetivo específico se ejecutaron las siguientes actividades:

1. Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.
2. Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.
3. Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.
4. Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor lo representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.
5. Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.
6. Realizar talleres y reuniones con servicios públicos competentes, municipio de Huasco, actores locales y propietarios ribereños para establecer el contenido consensuado de la propuesta de Plan de Manejo.
7. Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.

### **9.2 Metodologías**

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron una serie de metodologías, las cuales se explican a continuación.

#### **9.2.1 Actividad 1 Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.**

Para la identificación de los microbasurales existentes en el sector del humedal, durante la ejecución de campañas de terreno de fauna (invierno y primavera 2016) se realizó una actividad de recorrido libre del sector, en cada sitio recorrido se definieron puntos donde se registraron acopio de material de construcción, bolsas de basura y desechos domésticos y de construcción en general, de forma complementaria, se realizó una fotointerpretación de la imagen aérea obtenida mediante un dron en el área de estudio. Junto con ello se realizó una revisión específica en zonas indicadas por lugareños como

sitios donde normalmente la gente va a dejar sus desechos. Una vez recopilados los datos, se desarrolló un mapa cartográfico con los puntos de microbasurales (MB), información relevante para el desarrollo del plan de manejo.

**9.2.2 Actividad 2 Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.**

La información del uso actual estará definida principalmente por la Carta de Ocupación de tierras, la cual permitirá establecer aquellos polígonos donde existe vegetación nativa, cultivos agrícolas y otras actividades.

La identificación de derechos de agua actual y la proyectada se obtuvo mediante solicitud ley de transparencia a la Dirección General de Aguas, esto puede ser revisado en el **Capítulo 4 actividad 3**.

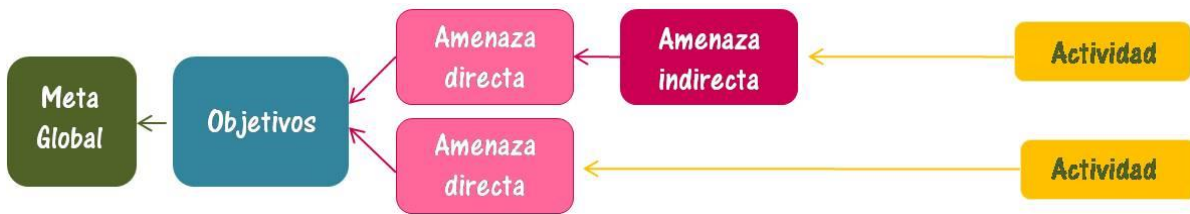
**9.2.3 Actividad 3 Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.**

Parte importante del plan de manejo a proponer se relaciona con la identificación de amenazas críticas y los mecanismos para enfrentarlas. En este proyecto, se abordó este tema mediante el enfoque de *Evaluación de Reducción de Amenazas* (ERA), el que se basa en la participación y el consenso entre actores relevantes del sitio en cuestión y es coherente con los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Bajo la perspectiva ERA, **el éxito de un proyecto de conservación se logrará en la medida que las presiones o amenazas a la biodiversidad sean reducidas** y funciona bajo tres supuestos (Margoluis y Salafsky 1998):

- Casi toda la destrucción de la biodiversidad es inducida por el ser humano.
- Todas las amenazas humanas contra la biodiversidad pueden ser identificadas a escala específica de sitio.
- La reducción actual de amenazas a la biodiversidad puede ser medida.

Por ello, en este proceso, se identifican tanto las **amenazas directas** (factores que afectan de manera inmediata la biodiversidad o causan su destrucción) como las **amenazas indirectas** (factores que influyen o causan las amenazas directas) que afectan la biodiversidad y su conservación en el área (Margoluis y Salafsky 1998).

Las amenazas identificadas y sus relaciones entre ellas y con los objetivos y metas del proyecto se sintetizan gráficamente a través de un modelo conceptual. Este esquema permite resumir los valores, impactos y acciones en torno al sitio de estudio, así como servir de guía para el posterior monitoreo del correspondiente plan de manejo.



**Figura 9-1. Modelo conceptual bajo la perspectiva de Evaluación de Reducción de Amenazas, simplificado de Margoluis & Salafsky (1998).**

Cabe señalar que considerando que el objetivo principal de este proyecto es generar un diagnóstico sobre la biodiversidad de los sitios de estudio y, en función de ello, elaborar una propuesta de plan de manejo, **quienes implementen finalmente las medidas serán los propietarios de los predios o instituciones que queden a cargo de esta tarea.** En ese momento será necesario definir el equipo de trabajo, revisar y adaptar la propuesta de plan de manejo aquí presentada y desarrollar el **plan operativo** y las siguientes etapas de implementación, y análisis posterior en el tiempo.

En la elaboración de los planes de manejo en este proyecto, la identificación de los factores o amenazas que afectaban la biodiversidad en cada sitio se realizó mediante la observación en terreno, revisión de antecedentes bibliográficos, consulta a actores relevantes de la comunidad y expertos en talleres de participación, además de conversaciones con distintos actores a lo largo del desarrollo del proyecto.

Luego de identificar las amenazas que afectan la conservación de la biodiversidad en cada sitio, éstas son jerarquizadas, con el objetivo de identificar las amenazas críticas que serán abordadas de forma prioritaria. El proceso de jerarquización será participativo. En una primera instancia, las amenazas fueron jerarquizadas y comentadas por la comunidad. Se presentaron las amenazas previamente identificadas y se pidió que, según su criterio, se enumerarán del 1 al número máximo de factores identificados.

La jerarquización se basa en una caracterización cualitativa de cada amenaza, según los criterios de Área (superficie dentro del área de estudio en que se presenta la amenaza), Urgencia (inminencia de la amenaza), Intensidad (magnitud relativa de la amenaza) y Oportunidad (factibilidad de influir sobre la amenaza). Además, se incluye los resultados del ejercicio de jerarquización llevada a cabo por los miembros de la comunidad.

Luego de la jerarquización de las amenazas, se seleccionan aquellas amenazas con mayor puntuación para ser abordadas en una primera etapa de manejo de cada sitio. Se desarrollan objetivos específicos en relación a la reducción de cada amenaza y se diseñan actividades específicas para lograr dichos objetivos.

#### **9.2.4 Actividad 4 Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor le representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.**

Diseñar un monitoreo ambiental tiene por objetivo la identificación de cambios en el medio ambiente y específicamente en los elementos de biodiversidad blanco de los planes de manejo (objetos de conservación). Este monitoreo ambiental es parte del plan de manejo y se debe implementar de manera complementaria y paralela a la realización

de actividades para reducir las amenazas. El desarrollo de un monitoreo y seguimiento ambiental permitirá “reconocer cambios en las condiciones ecológicas de un humedal durante un determinado período de tiempo, a través de un proceso de medición, predicción y evaluación” (Ahumada *et al.*, 2011). Un programa de seguimiento ambiental es, por lo tanto, un componente integral de cualquier plan de manejo de humedales y debería permitir evaluar la amplitud y significancia de los cambios que sucedan en el ecosistema.

En base a experiencias de manejo existentes en distintas partes del mundo, se define que el plazo para la primera revisión de los planes de manejo propuestos será de no más de 5 años. Por ejemplo, en México, el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas (LGEEPA) indica que el programa de manejo de un área protegida debe ser revisado cada cinco años. Por otro lado, el Proyecto “Conservación de la Biodiversidad en los Altos de Cantillana, Chile” también contemplaba una duración de cinco años entre el 2005 y el 2009 (Altos de Cantillana y CONAMA 2007). Los parámetros a monitorear dentro de un programa mínimo de seguimiento ambiental fueron seleccionados en base a los documentos *Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales*<sup>7</sup>, y complementados para profundizar el monitoreo de los efectos de los cambios climáticos e hidrológicos a los que la Laguna está expuesta.

Adicionalmente, y bajo el enfoque del manejo adaptativo, se debe realizar un monitoreo para la evaluación del propio proyecto de Plan de Manejo implementado y sus actividades desarrolladas en el tiempo. Este monitoreo no es equivalente ni corresponde al monitoreo de variables ecológicas del sitio, sino que se basa en indicadores diseñados para identificar el avance y efectividad de las actividades propuestas en un plan de manejo. Los objetivos de este monitoreo son evaluar la efectividad del Plan, identificar componentes que contribuyen al éxito o fracaso, revisar los supuestos y aprender de las experiencias.

El plan de monitoreo ha sido organizada respondiendo a la jerarquización de los factores que modulan los sistemas de humedales: parámetros físicos, químicos y biológicos.

#### **9.2.5 Actividad 5 Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.**

La revisión de antecedentes y procesamiento de datos generado en el Capítulo 3 del presente informe en relación a los Factores Forzantes del Humedal Costero Estuario del río Huasco (Actividad 1 inf. Obj. específico 3), permitió determinar la dinámica de caudal y flujos en el humedal con énfasis en el caudal superficial, ya que para determinar los flujos subterráneos en el área es necesario realizar un estudio complementario, con mayor alcance para su determinación. No obstante, el presente documento presenta dos puntos de importancia para el monitoreo de caudal superficial, estos son:

---

1: SAG-CEA. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. 81 pp.

1. Control\_Caudal\_1: Sección inicial del humedal (laguna), aguas abajo del lugar de convergencia del último canal de regadío. En este sitio se observa en los escenarios extremos una morfología de cauce relativamente estable.
  - Huso 19 J (Datum WGS84)
  - 285.252 m E
  - 6.850.838 m S
  - 9 m.s.n.m.
  
2. Control\_Caudal\_2: Punto aguas arriba del humedal, en la cercanía de Huasco Bajo (puente ruta C-470), la forma del cauce también se observa relativamente estable en ambos escenarios.
  - Huso 19 J (Datum WGS84)
  - 286.551 m E
  - 6.848.859 m S
  - 16 m.s.n.m.

**9.2.6 Actividad 6 Realizar talleres y reuniones con servicios públicos competentes, municipio de Huasco, actores locales y propietarios ribereños para establecer el contenido consensuado de la propuesta de Plan de Manejo.**

Se estableció talleres y reuniones con diferentes actores, estos son: Comunidad de Huasco, autoridades municipales, colegios, propietarios entre otros. Todo ello con el objeto de extraer información de aspectos relevantes para la comunidad y que deben ser incluidos como objetos de conservación. El detalle de estas actividades puede ser revisado en el Capítulo 5 (actividad 1- 4) del presente informe.

**9.2.7 Actividad 7 Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.**

La zonificación de un área protegida forma parte de su plan de manejo y ordena el territorio en función de objetivos de conservación (Massera, 2012). Implica la definición y delimitación territorial de sectores con distintos atributos y restricciones de uso, los que se diseñan con el objetivo de conservar los valores y objetos de conservación identificados. En este proyecto se adoptó el esquema de zonificación de las Reservas de la Biósfera de la UNESCO para la elaboración de los planes de manejo. Este enfoque considera tres unidades o zonas de manejo: la zona núcleo, la zona de amortiguación y la zona de transición (Meynard 2002; Schaaf 1999):

Zona núcleo: Esta zona debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación.

Zona de amortiguación: con sus límites bien definidos, ésta rodea la zona núcleo o se encuentra junto a ella. En esta zona sólo se pueden llevar a cabo actividades que sean

compatibles con los objetivos de conservación, como por ejemplo, manejo de la vegetación, reforestación, recuperación de suelos degradados, etc. También se permiten actividades de investigación y recreación.

Zona de transición: esta zona es menos estricta y rodea a las zonas núcleo y de amortiguación. En esta zona ocurre la cooperación y coordinación entre los administradores del área con la población local para desarrollar diversas actividades productivas gestionadas de manera sustentable. Se busca lograr sinergia entre actividades de conservación y las otras actividades tradicionalmente realizadas en la zona, potenciando el valor del lugar y el desarrollo regional. En esta zona también se potencian esfuerzos de difusión, concientización, educación y colaboración.

#### Definición de objetos de conservación

Los **objetos de conservación** consisten en sistemas ecológicos, comunidades naturales y especies focales representativas de la biodiversidad que queremos conservar en un área y que pueden ser monitoreadas. También pueden considerarse los bienes y servicios ambientales, o también llamados *servicios ecosistémicos*, que esta provee, tales como la producción forestal, la calidad de los suelos, las fuentes de agua o el valor escénico en el paisaje, además de valores culturales, afectivos o espirituales (objetos culturales), que también pueden tenerse en cuenta en la elaboración del plan de manejo (Granizo et al. 2006).

Dentro del proceso de elaboración de iniciativas de conservación, la selección y definición de **objetos de conservación** es uno de los aspectos más importantes, ya que debiesen **representar las entidades, valores y/o recursos biológicos que de cierta forma han justificado la creación de un modelo de protección para el sitio**. La finalidad es tener objetos de conservación adecuados sobre los cuales la sociedad pueda llevar a cabo acciones de conservación, razón por la cual el número de éstos debe ser, si bien representativo, limitado y reducido. Entre más detallada sea la selección de los objetos, permitirá un mejor desarrollo de la identificación de sus principales amenazas y los objetivos y actividades relacionadas con ellas.

En este proyecto, la **elección de los objetos de conservación** se basó en lo identificado en la información de **línea de base levantada y revisada en la literatura** y retroalimentada con lo señalado por actores relevantes de la comunidad u organismos asistentes a los **talleres de participación**. Se consideró una valoración de los aspectos identificados en base a los siguientes criterios:

- Especies clasificadas en categorías de conservación, consideradas de Amenaza.
- Especies legamente protegidas bajo otras normativas (monumentos naturales, ley de caza, ley de bosque nativo).
- Representatividad de las especies amenazadas en los sitios, respecto a su distribución total (límites de distribución, rangos de distribución restringidos, etc.).
- Elementos culturales o patrimoniales que destacan por su calidad en términos de ser representativos de los modos de vida pretéritos, su aptitud para la investigación científica, por su buen estado de conservación y su potencial turístico y didáctico actual.

### 9.3 Resultados

En función de lo recopilado con anterioridad y estableciendo los elementos que serán fundamentales para la conservación del humedal se estableció la meta global y específicas que deberían ser los pilares del desarrollo del plan de manejo actualmente definido.

La **meta global** del plan de manejo propuesto para el sector del Humedal Costero Estuarino del río Huasco, es:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental"

Las **metas específicas** de este plan de manejo son:

- Establecer un ordenamiento territorial y la gobernanza del área. .
- Fomentar turismo y educación sustentable de la comuna de Huasco.
- Fomentar el conocimiento, la valorización y protección del área y su biodiversidad.

A continuación se detalla los puntos fundamentales para la elaboración del plan de manejo final.

### **9.3.1 Actividad 1 Identificación de registro en Sistemas de Información Geográfica de micro basurales al interior del área de estudio.**

Durante las dos campañas de terreno realizada durante el 2016 se tomó información respecto a microbasurales existentes en el Humedal de Huasco. Mediante recorrido pedestre y antecedentes de los lugareños, quienes reconocen zonas donde continuamente son dejados desechos. De este modo, se registraron sectores con Microbasurales (MB), término que se utiliza en este documento para referirse a basura acumulada y basura dispersa (Figura 9-2)



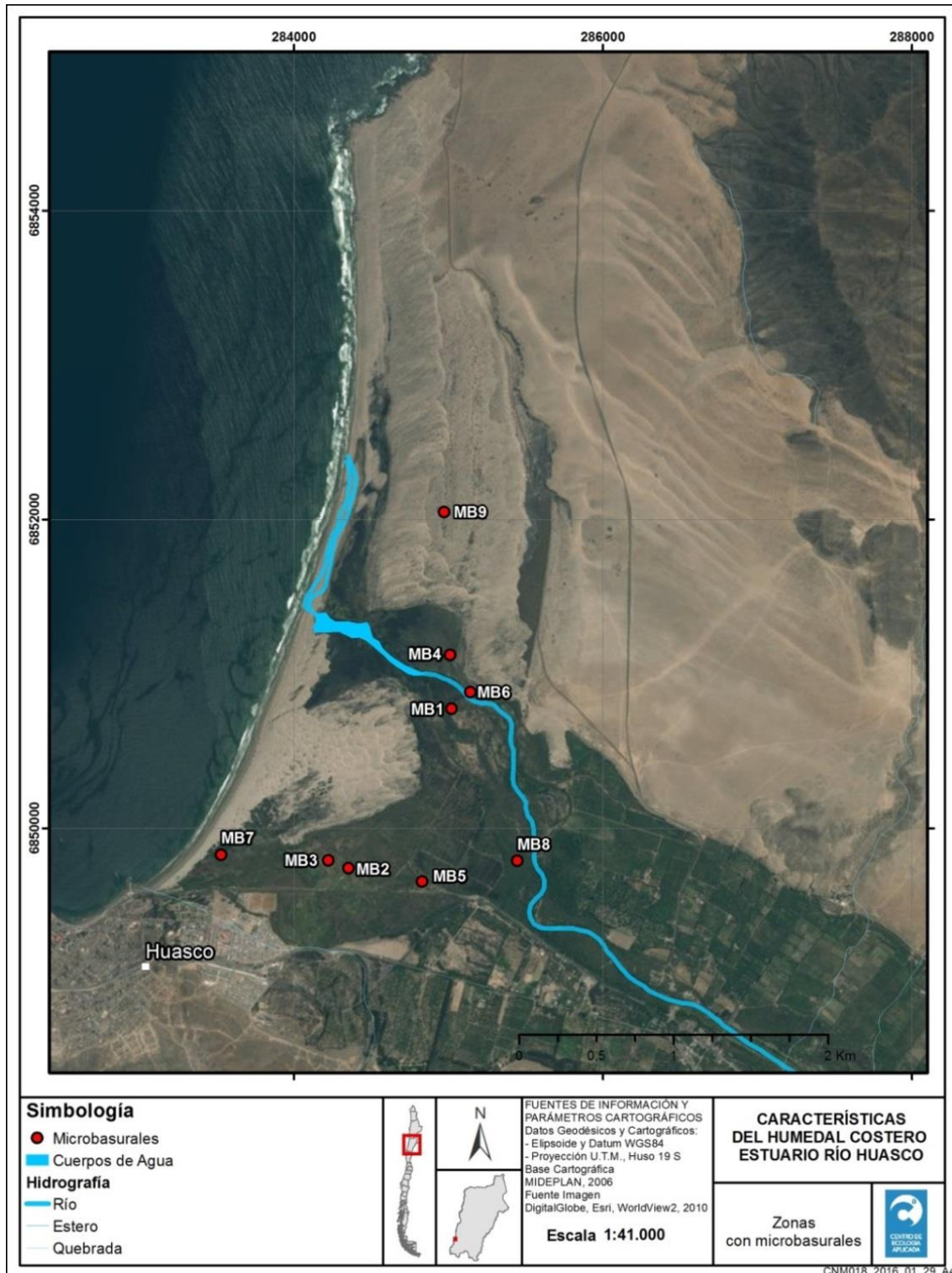
**Figura 9-2 Indica micro basurales (MB) registrados en los puntos MB1 (H3 limnológico) y MB6 (H5 limnológico).**

Los resultados indican la existencia de varios puntos y/o lugares con presencia MB, las cuales tiene diversos orígenes, desde basura proveniente de visitantes, áreas donde son dejados desechos de construcción u otros como neumáticos y áreas de acopio de



diferentes desechos. En total se contabilizaron nueve sitios, los cuales difieren entre tamaño y tipo de basura ( Figura 9-3).

La Figura 9-3 indica posición de MB, los cuales han sido corroborados mediante imágenes áreas tomadas mediante dron. Estos sitios fueron revisados durante la campaña de primavera y muchos de ellos se encontraban con menor cantidad de desechos, lo cual puede ser por dos motivos: i) a crecida del río arrastró parte de la basura hasta la desembocadura o ii) estas fueron extraídas en actividades de limpieza realizadas por algunos grupos ambientalistas de Huasco.



**Figura 9-3. Posición de sitios donde fueron identificados microbasurales (MB) durante el 2016 en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.**

**Tabla 9-1. Descripción específica de la ubicación de microbasurales**

Punto	Observación	E	S
<b>MB1</b>	Micro Basural, borde de río.	285021	6850774
<b>MB2</b>	Basura dispersa, camino interior.	284356	6849743
<b>MB3</b>	Basura dispersa	284224	6849793
<b>MB4</b>	Basura dispersa	285013	6851122
<b>MB5</b>	Basura dispersa	284831	6849657
<b>MB6</b>	Micro Basural, borde de río.	285144	6850882
<b>MB7</b>	Presencia de basura en Matorral adyacente a la línea de costa. Posible arrastre por el viento. Presencia de guarenes	283531	6849830
<b>MB8</b>	Basura dispersa a lo largo de línea del tren, no en acopios.	285448	6849790
<b>MB9</b>	Basura a lo largo de matorral achaparrado. Presencia de ratón orejudo de Darwin	284974	6852048

Las coordenadas se encuentran disponibles en ANEXO digital de bases cartográficas.

**9.3.2 Actividad 2 Realizar un diagnóstico de los actuales usos del humedal, sus probables usos a futuro, identificando la situación actual y proyectada de derechos de agua superficial y subterránea, en relación al abastecimiento hídrico del Humedal.**

Según los levantamientos de información relevada en la Carta de Ocupación de Tierras, en el sector de la desembocadura del humedal de Huasco se definió un área de 752 ha (Figura 3.2-1), que es el área correspondiente al mapa de cobertura de la vegetación, en esta área de describieron sectores por criterio geomorfológico, tales como:

-Planicie ribereña, la cual está compuesta principalmente por plantas de especies macrófitas (acuáticas y palustres) vegetación típica de borde de río.

-Borde Costero, zona litoral con fuerte presencia de duna. Abunda vegetación hidrófita y algunas especies de ambientes salinos.

-Dunas intermedias, zona con presencia de dunas estabilizadas que se encuentran contiguas al sector de borde costero. Estas dunas no tienen mayor influencia hídrica, por lo que la cobertura vegetal en general es menor, y además la composición de especies varía respecto a los sectores de mayor humedad superficial.

Todas las áreas anteriormente descritas presentan coberturas principalmente determinadas por presencia de vegetación nativa y cuerpos de aguas. Solo en el sector

de planicie ribereña, es posible determinar presencia de usos de suelo relacionados con actividades antrópicas, tales como cultivos agrícolas, plantación forestal y caminos.

En total el área presenta 552,81 ha de vegetación nativa compuesta por herbazales, matorrales y bosques, además el sector de dunas intermedias tiene una cobertura de 75,03 ha, este sector se describe como una zona de vegetación escasa. Cabe señalar que en área de la planicie ribereña se identificaron presencia de zonas urbanas con 11,73 ha y zonas agrícolas con 79,3 ha. Además durante el periodo de trabajo el cuerpo de agua se constituyó con 34,12 ha. Todos estos usos actuales son los elementos que modelan el paisaje actual del humedal.



Figura 9-4 Límites del humedal definidos con criterios de formaciones vegetacionales.

Respecto a los usos hídricos, se identificaron derechos de agua superficial o subterráneos identificados en el área de estudio, se determinaron 28 derechos de agua en el río Huasco perteneciente a siete propietarios, de los cuales uno es derecho de agua subterránea y 27 superficiales, estos se utilizan para usos de riego y consumo humano. No existe evidencia actual de que las áreas de cultivo tiendan a aumentar, de hecho se pueden distinguir algunos sitios abandonados donde en el pasado se realizaron actividades agrícolas.

Fue posible identificar actividad ganadera, para lo cual se utilizaba modificación de cauce del río para aumentar el área de pastoreo, esto fue relatado por personas de la comunidad en los procesos de talleres.

Además de manera esporádica se realizan actividades turísticas de canotaje dentro de la laguna y circuitos para la observación de aves.

A continuación se detalla el uso actual del humedal y se jerarquiza según su intensidad de uso actual y la proyección futura bajo la mantención de condiciones actuales, se indica + para aquellas actividades que deberían aumentar, 0 para aquellas que se mantienen y – para aquellas que disminuirán:

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura (actividad productiva)	0
2	Urbano (actividad uso habitacional)	+
3	Cuerpo de agua (actividades recreacionales)	-
4	Microbasurales	+
5	Observación de aves	0
6	Senderismo	0
7	Pesca deportiva	-
8	Ganadería	+
9	Educación	+

A continuación se detalla cuadro explicativo de las proyecciones definidas cualitativamente bajo las condiciones actuales en el humedal.

Ubicación	Usos territoriales / Actividades	Probable proyección futura
1	Agricultura	Dado el uso territorial histórico, la disminución de recurso hídrico y los costos de la tecnificación, no se prevé aumento de la producción agrícola dentro del área establecida como humedal. Además existen evidencias de áreas agrícolas abandonadas.
2	Urbano	Según lo indicado en talleres, existirían proyectos inmobiliarios en áreas aledañas al humedal.
3	Cuerpo de agua	Bajo escenario de cambio climático y el aumento del uso del recurso hídrico se estima una disminución del cuerpo de agua.
4	Microbasurales	En el caso de no existir regulación de ingreso el humedal puede aumentar el área usada como microbasurales.
5	Observación de aves	De no existir un plan de manejo y protección del área no debiese existir de manera espontánea un aumento de las personas atraídas por actividades turísticas en el humedal.
6	Senderismo	
7	Pesca deportiva	
8	Ganadería	Bajo la condición de desregulación del territorio podría aumentar las cabezas de ganado en el área.
9	Educación	Las áreas silvestres protegidas y no protegidas son un polo de desarrollo educacional, por lo tanto este humedal debería tener un aumento del uso para educación, tanto para reforzar aprendizaje positivo (ej. Conservación) como negativo (ej. Contaminación)

### **9.3.3 Actividad 3 Identificar las presiones y amenazas directas e indirectas que se ejercen actualmente y en el futuro sobre el humedal costero y las estrategias para afrontarlas.**

.A continuación se detalla una jerarquización preliminar de las amenazas consideradas por el equipo de trabajo de CEA.

Las amenazas directas identificadas para las características ecológicas del humedal de Huasco y su jerarquización se muestran en la Tabla 9-2.

**Tabla 9-2. Jerarquización de las amenazas directas identificadas para el Humedal de Huasco, Región de Atacama, Chile.**

Amenaza	Jerarquía			
	Urgencia	Intensidad	Oportunidad	Total
<b>Cambios en régimen hídrico</b>	Alta	Alta	Media/ Alta	8.5
<b>Presencia de perros</b>	Media/Alta	Media	Media/ Alta	7
<b>Contaminación</b>	Media	Media	Baja	5
<b>Microbasurales</b>	Media	Media	Alta	7
<b>Cambio del uso de la tierra</b>	Media	Baja	Baja	4

Además, se identifican al menos dos amenazas indirectas, esto es, elementos de carácter más amplio que, dando pie a que surjan amenazas directas, afectarían el cumplimiento del Plan de Manejo. Estas amenazas indirectas están relacionadas con:

- La falta de valoración del humedal,
- Falta de un modelo de Gobernanza integrado para el sitio.
- Falta de enfoque de paisaje en el humedal, no existe ordenamiento del territorio.

Cabe señalar que las amenazas directas definidas como cambio del régimen hídrico, presencia de perros y microbasurales, son amenazas que tienen posibilidad de ser revertidas con oportunidad de mejoras.

La primera referida al cambio del régimen hídrico, si bien tiene implícito los efectos del cambio climático, también puede ser manejado en el ordenamiento de las actividades de extracción de agua, aguas arriba del humedal y aguas abajo del embalse existente en la zona.

Dada la importancia del régimen hidrológico sobre el humedal es pertinente indicar que se deben comprender las causas que están detrás de los cambios hidrológicos que ha experimentado el humedal, sus consecuencias en el mediano plazo, y las medidas que pueden tomarse para revertir esta situación es, por lo tanto, una prioridad para este Plan de Manejo. Es importante determinar las demandas futuras por agua potable y también para riego, lo cual podría tener efectos en el balance hídrico del humedal, esto sumado a los pronósticos de aumento de sequías podría generar cambios en el estado ecológico del sistema.

Tal comprensión debe tomar en cuenta al menos dos aspectos: por un lado las actividades antrópicas que se realizan en la cuenca del río Huasco, las cuales tienen potencial influencia sobre la calidad y cantidad del caudal de agua, así como la variabilidad climática, tanto aquella relacionada con fenómenos con gran influencia en la



zona (como es el caso de Niño), como con aquellos más recientes e inciertos, como es el caso del cambio climático global.

En cuanto a las actividades antrópicas en la cuenca Huasco, se deben tener claros antecedentes y cuantificados acerca de la diversidad y magnitud de actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca, aguas arriba del humedal, y como éstas podrían afectar tanto la magnitud del caudal superficial como su calidad. Se sabe que en esta cuenca se realizan actividades de agricultura, captación de agua potable y extracción de áridos.

Respecto a la presencia de perros vagos y microbasurales, la primera amenaza es fundamental para el desarrollo de las actividades reproductivas de las especies de fauna nativa, la ausencia de una regulación que permita el control de los perros en las áreas protegidas, y de una que apunte a la tenencia responsable de mascotas en las zonas pobladas, así como el desconocimiento sobre los efectos de los perros sobre el sistema y la fauna silvestre, son las amenazas directa. En tanto, la segunda amenaza (microbasurales) es un elemento que genera problemas en cuanto ser foco atracción de perros vagos y especies de roedores exóticos. Ambas amenazas fueron definidas con una oportunidad de reducción alta, ya que esto depende las medidas adoptadas en el plan de manejo referente al control de ingresos al área.

La contaminación y el cambio de uso de tierra, son actividades que tiene una baja probabilidad de ser reducidas, ya que las decisiones de modificar estas amenazas estarían relacionadas con procesos y decisiones en otro ámbito que no estarían relacionadas con la ejecución específica del plan de manejo.

Por último, la definición de amenazas indirectas detectadas, como la baja valoración del humedal y la falta de gobernanza, deben ser amenazas que deben ser abordadas de manera explícita en el plan de manejo, la primera con medidas orientadas a la educación ambiental y la segunda con un estatuto claro de la administración del área silvestre protegida.

#### ***9.3.4 Actividad 4 Establecer el monitoreo del humedal en función del ecotipo que mejor le representa, priorizando en orden jerárquico el resguardo de las variables físicas, químicas y biológicas.***

Se indica a continuación, la propuesta de monitoreo mínimo que se deberá realizar para controlar los patrones y procesos ambientales que ocurren en humedal de Huasco. El presente plan de seguimiento permitirá conocer las dinámicas temporales y establecer criterios frente potenciales perturbaciones o cambios que ocurran en el ecosistema

El presente plan de seguimiento, permitirá la caracterización ecosistémica integrada y el diagnóstico del humedal, en el que se propone un programa de monitoreo, especificando los parámetros a monitorear, su frecuencia de muestreo, las metodologías y técnicas de medición. Estos parámetros a monitorear se explicitan en las Tabla 9-3, Tabla 9-4 y Tabla 9-7.

#### **9.3.4.1 Parámetros ambientales físicos**

La evaluación de los parámetros físicos dominantes es relevante para definir el origen de los posibles cambios de los parámetros biológicos y químicos, de esta manera se definen tres elementos para seguimiento: meteorología, hidrología y condición de borde de la Laguna. La integración de estos parámetros de manera temporal permitirá entender el funcionamiento de los elementos físicos que fuerzan el ecosistema.

Se establece la necesidad de contar con sistema de seguimiento continuo y en línea de condiciones meteorológicas, niveles freáticos y nivel del humedal. En tanto, los parámetros de estimación del espejo de agua y evolución de condiciones de borde ya se realizan en las estaciones de primavera y verano, con la lógica que al comienzo de primavera debería ser la expresión máxima del espejo de agua por las lluvias invernales, y finales del verano el área del espejo de agua se ve drásticamente reducida por disminución de aportes de agua por parte del río Huasco.

**Tabla 9-3 Propuesta de Parámetros Físicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal costero estuario del río Huasco.**

Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/ seguimiento	Frecuencias del monitoreo/ Registro	Disponibilidad de la Información/ Método adquisición
Meteorología	Precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, magnitud y dirección del viento.	Estación meteorológica de registro continuo y transmisión de datos	Registro continuo	Transmitida/Autónomo
	Medición de nivel freático	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 4 estaciones que logren dar cuenta del gradiente de carga en la napa freática)	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo
Hidrología	Medición de nivel de laguna	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo	Registro continuo	Transmitida/Autónomo o Recuperación mensual de datos/Autónomo
	Batimetría/ Topografía	Escandallo, ecosonda o Estación Total, según definición de criterios técnicos	Primavera- Verano, cada dos años	Terreno
	Estimación del espejo de agua	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
Evolución de condiciones de borde	Determinación de la dinámica temporal de dunas y barra como condición de borde	Imágenes multi o hiperespectrales	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno

#### **9.3.4.2 Parámetros ambientales químicos**

De acuerdo a los parámetros considerados básicamente en las cuencas hidrográficas en Chile, y en relación a los anteproyectos de normas secundarias de calidad de agua en cuencas asociadas a estuarios, se ha definido una tabla de parámetros que se ajustan a los requerimientos de monitoreo de un sistema altamente variable como un Humedal Costero.

Si bien en esta propuesta determinamos que los valores In situ (ver Tabla 9-4 ) son la primera medida a considerar (temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, entre otros), estas deben ir acompañadas de la medición de componentes que comúnmente se arrastran y acumulan en la zona terminal de los ríos. Si bien, el embalse Santa Juana, puede retener, en alguna medida, algunos de estos componentes en el fondo del embalse en periodos de menor caudal, los sólidos suspendidos que retienen metales y nutrientes finalmente llegan al estuario cuando el caudal sube y el embalse libera mayor cantidad de agua, por lo que es necesario establecer la condición en que los metales, materia orgánica, macro elementos entre otros, llegan al estuario y si estos pueden causar algún tipo de efecto negativo en la biota presente en el ecosistema.

Por otro lado, muchos componentes como metales pesados tienen efectos a largo plazo en los organismos, por efecto de bioacumulación, por lo que deben ser constantemente monitoreados, en la columna de agua y sedimentos. Junto con ello, y conforme a los resultados obtenidos en este estudio existe un grupo de parámetros que no cumplen con las Normas comparadas, ya sean nacionales o internacionales. Por ello también fueron incluidas en el grupo de parámetros a monitorear (ver Tabla 9-5)

La medición de los parámetros aquí sugeridos (Tabla 9-6) permiten dar cuenta del estado trófico del humedal y la calidad de agua de la misma. Sin embargo, se estima necesario generar un sistema continuo de medición de variables idealmente en las cuatro estaciones del año, para establecer la relación entre el ingreso de componentes al sistema acuático y el efecto de la disminución de caudal en periodos de verano y lo contrario en épocas de deshielo y lluvia. De esta manera, se obtendrán valores que permitan generar datos históricos y establecer patrones de comportamiento del agua en este sistema altamente dinámico.

**Tabla 9-4. Método de monitoreo para el seguimiento de parámetros In Situ Y Clorofila “a” del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo de Humedal de Huasco.**

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición
Calidad del medio acuático	Calidad de Agua	Medición de variables generales: Temperatura y Conductividad	Estación autónoma con sensor de nivel de registro continuo (al menos 3 estaciones – 1 incluida en medición de nivel)	Registro continuo	Transmitida/ Autónomo o Recuperación mensual de datos/ Autónomo
		Medición puntual de indicadores de la calidad de agua en estaciones definidas al interior de la laguna (Temp., pH, O.D. y C.E. in-situ)	Medición puntual con maleta multiparamétrica en al menos 5 puntos al interior de la laguna (caracterización de diferentes zonas / dulce-salina)	Semestral	Inmediata/Terreno
		Medición puntual de clorofila A en estaciones definidas al interior de la laguna ( <i>estado trófico y nivel de producción</i> )	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 5 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Semestral	Análisis laboratorio/Terreno Inmediata/Terreno
	Calidad de Sedimentos	Medición de Potencial Redox, pH, C.E. en muestras de sedimentos	Muestreo puntual con posterior análisis de laboratorio en al menos 5 puntos al interior de la laguna (muestreo en entorno de puntos definidos para calidad de agua)	Semestral	Análisis laboratorio/Terreno

**Tabla 9-5 Lista de parámetros de Calidad de Agua que en algún momento del monitoreo de 2016 (invierno y/o primavera) sobrepasaron los límites sugeridos por las normas de referencias consideradas en este estudio (NCh1333. Of78: Norma chilena de Calidad de agua para diferentes usos y Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad de Agua para la Cuenca**

PARÁMETRO	H1		H2		H3		H4		H5	
	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera
Conductividad eléctrica	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Oxígeno disuelto										Blue
RAS										
Sólidos disueltos totales	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Turbidez				Yellow						
Aluminio total										
Boro total	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Cobre total										
Hierro total										
manganeso total										
Zinc total										
Cloruro	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sodio porcentual	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sulfato	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sodio	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Litio total	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

NCh 1333. Of78:

Riego



Vida acuática



Recreación



Anteproyecto NSCA Cuenca del río Huasco



**Tabla 9-6 Parámetros físico químicos sugeridos para el monitoreo del Humedal Estuario del río Huasco.**

---

**In situ**

---

- Conductividad eléctrica
  - Salinidad
  - pH
  - Temperatura
  - Oxígeno disuelto
  - Turbidez
- 

**Físicos y Químicos**

---

- Potencial redox
  - Sólidos suspendidos totales
  - Sólidos disueltos
  - Sólidos flotantes
  - DQO
- 

**Macroelemento**

---

- Carbonatos\*
  - Sulfato
  - Sodio y Sodio porcentual
  - Calcio
  - Cloruro
  - Potasio
- 

**Orgánicos**

---

- Aceites y grasas
- 

**Metales**

---

- Aluminio total y disuelto
- Arsénico

- Cobre total y disuelto
  - Cadmio disuelto
  - Cromo
  - Hierro total y disuelto
  - Manganeso total y disuelto
  - Molibdeno
  - Zinc total y disuelto
  - Boro total y disuelto
  - Plomo disuelto
- 

#### **Nutrientes y Clorofila “a”**

---

- Fósforo Total
  - Ortofosfatos
  - N-Amonio
  - N-Nitrito
  - N-Nitrato
  - Nitrógeno Total
  - Clorofila “a”
- 

#### **Microbiológicos**

---

- Coliformes fecales
  - DBO5
- 

#### **9.3.4.3 Parámetros ambientales biológicos**

En el Humedal se definen cuatro elementos de mayor sensibilidad a los cambios ambientales por lo que es de interés considerar su seguimiento para detectar cambios en el ecosistema, estos son: la ictiofauna, avifauna, vegetación y macroinfauna o macroinvertebrados bentónicos. Los dos primeros se definen principalmente por su abundancia y riqueza, donde cualquier cambio sostenido en el tiempo estaría indicando posibles modificaciones en el medio físico y químico. Se sugiere mantener el actual monitoreo, el que está basado en un método observacional cuantitativo, donde la frecuencia de monitoreo para ictiofauna está definida por estacionalidad contrastante (invierno y verano) y la frecuencia de monitoreo para avifauna está definida de manera trimestral, ya que la llegada o salida de grupos migratorios es diferencial.



Dado que en el ecosistema del humedal uno de los elementos de mayor relevancia es la vegetación, en la actualidad, se realiza un plan de seguimiento definido por monitoreo de abundancia (porcentaje de cobertura) y riquezas de especies, conducido con frecuencia semestral. Adicionalmente, se desarrolla una evaluación con herramientas de percepción remota de la condición de la vegetación y su cobertura, dando énfasis en la presencia de unidades descritas por vegetación hidrófila.

Junto con lo anterior es necesario saber cómo se comportan aquellos organismos presentes en el medio acuático y que son alimento basal para especies de peces y aves. Cuando hablamos de especies bioindicadoras nos referimos precisamente a estos grupos de menor tamaño, macroinvertebrados, que permanecen por largos periodos en un área delimitada en el humedal, específicamente en los sedimentos. Esto permite que a través de su riqueza y abundancia podamos definir el estado de la columna de agua y establecer relaciones tróficas con los principales consumidores.

El monitoreo de estas variables nos permite tener una visión global del estado ambiental del ecosistema, ya que tendremos datos de especies en diferentes niveles tróficos y con preferencias de hábitat diferenciados: terrestres y semi-acuático (aves), acuático presentes en la columna de agua (peces) y en sedimentos (macroinvertebrados) (ver Tabla 9-7).

**Tabla 9-7 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para informar el manejo del Humedal de Huasco.**

Componente	Tipo de monitoreo	Variable de seguimiento	Método de monitoreo/seguimiento	Frecuencias del monitoreo/Registro	Disponibilidad de la Información/Método adquisición
Biológico	Biota Acuática	Caracterización de ictiofauna	Estudio de terreno	Semestral	Inmediata/Terreno
		Macroinvertebrados	Estudio de terreno	Semestral	Laboratorio
	Fauna	Catastro de aves y análisis de cambio en riqueza y abundancia	Estudio de terreno y/o campañas de registro fotográfico autónomo diurno (análisis de <i>time-lapse</i> intensivo en sectores de alimentación y nidificación principales)	Trimestral	Inmediata/Terreno
	Vegetación	Identificación y segmentación de agrupaciones vegetacionales	Utilización de imágenes multi e hiperespectral	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
		Estimación y análisis del cambio de áreas vegetacionales hidrófilas	Utilización de imágenes multiespectral	Primavera - Verano	Inmediata/Terreno
		Determinación de zonas hábitat faunístico	Reconocimiento en terreno de agrupaciones vegetacionales o hábitat para fauna	Trimestral	Inmediata/Terreno

#### **9.3.4.4 Actividad 5: Incluir propuesta de punto de monitoreo de caudal / flujo en aguas subterráneas y superficiales.**

Según la información recopilada en el **Capítulo 3** del presente informe, se puede observar que existen datos históricos disponibles respecto al comportamiento de las aguas superficiales de la cuenca del río Huasco. No obstante, la zona con características estuarinas no ha sido considerada en los monitoreos de la cuenca, posiblemente porque el uso hasta hoy en día es mayoritariamente natural. En este sentido, y persiguiendo los objetivos del presente estudio, de caracterizar para proteger y conservar una zona de alta biodiversidad, es que se propone aumentar en dos puntos el monitoreo de caudal en áreas cercanas a la boca del estuario. Debido a la superficie del humedal, no es necesario un tercer punto de monitoreo de caudal. Es importante recalcar la necesidad de mantener la continuidad operacional de la estación de medición de caudal de la Dirección General de Aguas, la cual actualmente no se encuentra operativa.

La ubicación se propone en relación a la alta variabilidad física de la zona costera, la cual, en periodos puede comportarse como un sistema lagunar de agua dulce y en otros periodos como un río caudaloso que forma un estuario al desembocar en el mar (ver Figura 3-1 del Capítulo 2). Por ello, los puntos se sitúan en una zona intermedia en el humedal y una zona alta o aguas arriba respecto al área considerada estuario en este estudio. El primer sitio de monitoreo de caudal corresponde a un área cercana al punto limnológico H-3 y el un segundo sitio de monitoreo de caudal superficial se acerca al sitio de limnológico H-5 (ver Figura 9-5).



**Figura 9-5 Puntos sugeridos para el establecimiento de equipamiento para el monitoreo de caudal superficial**

### **9.3.5 Actividad 7 Incorporar la zonificación preliminar que establezca el uso a fin de cumplir los objetivos de conservación planteados para el área.**

En el sector se definieron tres tipos de zonas basadas en los lineamientos de la zonificación del programa El Hombre y la Biósfera de la Unesco (Meynard 2002; Schaaf 1999). La distribución espacial de las zonas definidas se presenta en la Figura 9.3-9-6, a continuación se describen cada una de ellas:

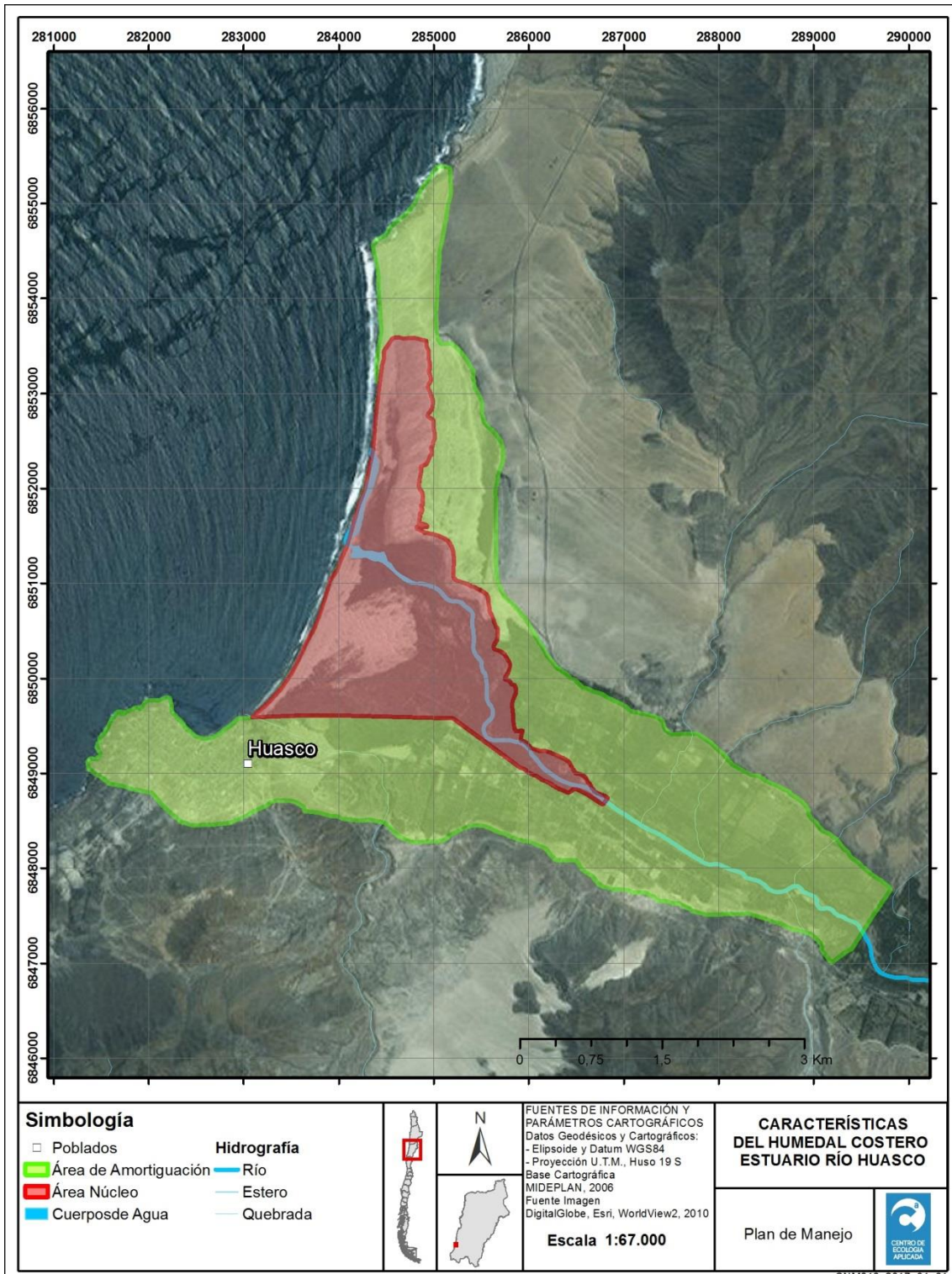
Zona núcleo: La elección de esta zona se basó en la elección de lugares que concentran elementos de interés de acuerdo a los objetos de conservación definidos. Esto representa un total de 461,917 ha, las cuales contienen principalmente:

- Cuerpo de agua desde aguas debajo del puente hasta el área de rompimiento de la barra de arena, donde el río evacua hacia el mar. Hábitat de especies de aves acuáticas y presencia de peces como lisa.
- Planicie ribereña con presencia de especies nativas, hábitat para aves y fauna, principalmente
- Campos dunares consolidados, condición geomorfológica fundamental para el desarrollo del humedal y su dinámica hidrológica.

Zona de amortiguación: Esta relacionada con todo el territorio contiguo al área de Zona Núcleo, en esta área de un total de 394,38 ha se encuentran campos dunares, predios agrícolas, áreas urbanas y sitios con vegetación escasa.

Zona de transición: Definida como un área de uso múltiple relacionada principalmente al desarrollo económico y humano de la zona, en la que se buscará promover el uso sostenible del área vinculándose con los objetivos de conservación del humedal. Corresponde a la zona con menos restricciones, se ubica rodeando a las zonas de núcleo y amortiguación. Para el sitio las zonas de transición están dadas por las áreas industriales y la cuenca terminal del río Huasco. Su condición es comunal por lo tanto no se definen específicamente los límites.

La figura 3.6-1 indica la zonificación propuesta, cabe mencionar que el área núcleo contiene todos los elementos constituyentes del ecosistema de humedal. El área núcleo según los registros presenta 20 propietarios los cuales tienen predios que participan en el área definida como óptima para su conservación y protección (Tabla 3-9).



CNM018\_2017\_01\_01

**Figura 9.3-9-6 Definición de zonación preliminar.**

**Tabla 9-9 Propuesta de Parámetros Biológicos del Plan de Seguimiento Ambiental para  
informar el manejo del Humedal de Huasco.**

<b>PROPIETARIO</b>	<b>Hectáreas</b>
AURORA BERTA VON MAYEMBERG	1,17
BIEN NACIONAL DE USO P B LICO	22,05
ELBA CALLEJAS MOLINA	9,91
ELBA CALLEJAS MOLINA	113,80
ELBA CALLEJAS MOLINA	30,17
ELIZABETH ROJAS GONZALEZ	0,72
FISCO DE CHILE	1,08
GERMAN VON MAYEMBERG	0,02
GLADIS BARRAZA	1,09
GLADYS BARRAZA GALLEGUILLOS	0,36
GONZALO PEREZ	2,39
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	20,99
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	32,60
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	9,85
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE HUASCO	7,06
JEANICE GILBERT CONCHA Y MAR6A CAROLINA YANQUEZ MERY	29,42
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,43
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,09
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	1,33
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,00
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,59
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,59

<b>PROPIETARIO</b>	<b>Hectáreas</b>
JULIO TAMBLAY ALVAREZ	0,62
JUSTO PASTOR LOPEZ PONCE	0,78
CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	54,91
LUIS HERNPN CALLEJAS	0,66
LUIS HERNPN CALLEJAS	0,45
MANUEL PORTILLA MENA Y OTROS	0,37
NELSON ZAMORANO GONZALEZ	0,02
RENE DEL CARMEN ROJO ROJO	3,48
SANTIAGO ISRAEL ROJAS GONZALEZ	0,05
VIRGINIA OTTO DE VICH V	114,87
<b>TOTAL</b>	<b>461,92</b>



**10 OBJETIVO ESPECÍFICO 8: PREPARAR UN COMPLETO EXPEDIENTE CON INFORMACIÓN ESENCIAL PARA LA CREACIÓN DE UN SANTUARIO DE LA NATURALEZA DE ACUERDO A LOS REQUISITOS DE LA GUÍA DEFINIDO POR EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, DOCUMENTO FINAL QUE ESTARÁ A DISPOSICIÓN DEL CONSEJO DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA COMUNA DE HUASCO.**

Este objetivo se desarrolló como un documento independiente:

Anexo: **Expediente\_Humedal Huasco\_v1**

## 11 DISCUSIÓN

### 11.1 Estado del arte del humedal

Los humedales corresponden a uno de los ecosistemas más productivos y cumplen además funciones ecológicas fundamentales para el hombre como la regulación hidrológica y provisiones o beneficios de los cuales dependen las comunidades locales vecinas a estos ambientes (Canevari *et al.* 1999, Landgrave & Moreno-Casasola, 2012).

En este contexto, el humedal costero del río Huasco se constituye como un sitio de gran importancia ecológica y el conocimiento de las dinámicas locales que ocurren en los diferentes aspectos que lo componen, se vuelve esencial a la hora de avanzar en la gestión y proceso de creación del Santuario de la Naturaleza.

La calidad del agua del humedal Huasco ha sido definida por diversos autores como de clase “De Excepción” según los valores de oxígeno disuelto, pH, zinc, níquel, selenio, arsénico, DBO<sub>5</sub>, color, sólidos suspendidos, amonio, cianuro, fluoruro, nitrato y sulfato, como muy buena calidad (Clase 1) respecto a coliformes fecales y totales, aguas de buena calidad (Clase 2) según los valores de RAS, cobre, cromo, hierro, manganeso y molibdeno. La Clase 3 (aguas de calidad regular) se asignó según sulfato, aluminio y sólidos disueltos, las mayores concentraciones de sulfato que se encuentran en estas aguas pueden ser efecto de los depósitos de estériles en el río provenientes de la minería; el aluminio a su vez, se produce generalmente por el derretimiento de nieve ácida y los sólidos disueltos están asociados a la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua. La Clase 4, corresponde al tipo de agua más preocupante ya que corresponden a aguas de mala calidad, los parámetros que la clasifican en este grupo son los valores registrados de conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro, las altas concentraciones y cloruro son consecuencia, al igual que los sólidos disueltos por la litología de la cuenca, la cual presenta naturalmente compuestos que fácilmente se disocian en iones con el agua, las concentraciones de boro se asocian a las co-precipitaciones de boratos que ocurren entre los estratos sedimentarios de la cuenca y a evaporizas o pequeños salares que concentran boro, permitiendo que este escurra especialmente durante el período estival en que ocurren los derretimientos nivales. (DGA, 2004). Las altas concentraciones de sulfatos presentes en el agua del estuario son corroboradas Ávalos *et al.*, (2009), quien menciona que existe un condicionamiento asociado a la influencia geográfica y a recargas cercanas a la costa.

Referente a los sedimentos del estuario del río Huasco, la CONAMA (2008) presentó un estudio sobre esta matriz donde se infirió una disminución del tamaño de las partículas sedimentarias, desde desembocadura hacia zonas más alejadas de ella, y mayor proporción de materia orgánica al acercarse a la desembocadura, proveniente de la descomposición de la abundante vegetación presente en el estuario. Es de suma importancia un estudio de los sedimentos de un ecosistema acuático, ya que estos reflejan la calidad de sus aguas (Azevedo *et al.*, 1988).

De acuerdo a la descripción bioclimática de Luebert y Pliscoff (2006) el área de estudio coincide parcialmente con tres pisos vegetacionales, ya que los límites no son absolutos: Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*,

## Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum* y Matorral Desértico Mediterráneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

La vegetación presente en el norte de Perú y la IV Región de Chile presenta una anormal floración masiva producto del aumento inusual de las lluvias (Manrique *et al.*, 2010), esto a causa del fenómeno denominado El Niño Oscilación Sur (ENOS) producto del debilitamiento de los vientos alisios del Ecuador y el aumento de las temperaturas superficiales de las aguas oceánicas, ocurrente entre cada 3 a 6 años (Juliá *et al.*, 2008). En el caso específico de la Región de Atacama, debido a la aridez comentada previamente, el cambio entre un año normal y un año con ENOS, causa el fenómeno denominado “desierto florido” (Gutiérrez, 2008).

A pesar de que hay pocos estudios sobre el desierto florido en la Región de Atacama (Gutiérrez *et al.*, 2000; Vidiella, 1999; Armesto y Vidiella, 1993; Armesto *et al.*, 1993), se ha demostrado que se necesita sólo una lluvia de 15 mm para gatillar la floración del desierto florido, umbral que podría ser aún menor en los sectores costeros, donde la humedad relativa es mayor (Gutiérrez, 2008). Armesto y Vidiella (1993) señalan un aumento en un 90% de cobertura en especies anuales y geófitas en el desierto costero, lo cual en otros años viene a ser un porcentaje irrelevante.

Cabe destacar los datos obtenidos por Armesto *et al.* (1993), la cantidad de lluvia requerida para activar el desierto florido es mayor al necesitado por algunas especies introducidas (5 mm), las que sin embargo, no son capaces de colonizar este ecosistema debido a que cuando caen lluvias de un rango entre 5 y 15 mm, pueden germinar, pero no sobrevivir debido a la posterior sequía. En cambio, las especies nativas que presentan un umbral relativamente alto de germinación, aseguran que su emergencia sea en años ENOS, por lo que la disponibilidad de agua está asegurada.

Vidiella *et al.* (1999) determinaron que en Carrizal Bajo (costa de la Región de Atacama), a partir de una lluvia de 20 mm a inicios de Agosto de 1989, la estación de crecimiento se activó inmediatamente después de la lluvia, durando hasta 19 semanas. El máximo de floración se produjo a los dos meses (fines de Octubre), y luego de ésta, la cobertura vegetal fue disminuyendo.

En cuanto a la fauna, los estudios consultados señalan que el humedal destaca por la presencia de especies nativas de gran valor para la conservación. Los anfibios son escasos en la costa de la zona norte, concentrándose principalmente en vertientes, quebradas y ríos. Según Veloso (2006), en el área de estudio es probable encontrar dos especies, siendo el Sapo de Atacama (*Rhinella atacamensis*, antes conocida como *Bufo atacamensis*) el más frecuente. Esta especie puede soportar amplios períodos de sequía, por su condición de sapo de rulo (Ceí, 1962). Ha sido registrada en sectores relativamente cercanos al área de estudio (Jorge Mella, com. pers). La otra especie potencial es el Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), asociada a cuerpos de agua como pozos y esteros (Veloso, 2006).

Dentro del Humedal del Río Huasco la fauna de vertebrados está dominada por las aves, las cuales poseen una mayor riqueza y abundancia. Principalmente debido a la disponibilidad del recurso hídrico y de condiciones de hábitat adecuadas para el refugio y la nidificación de aves migratorias. Gran parte de la fauna identificada dentro del Humedal concuerda con la literatura de este grupo respecto a su distribución geográfica y los

hábitats que ocupan. La avifauna descrita para esta región corresponde a especies costeras más especialistas de hábitats concentradas en las playas y roqueríos costeros, tales como gaviotas, gaviotines, playeros, chorlos, cormoranes, pelícanos, pilpilenes, rayadores, zarapitos y piqueros, además de aves acuáticas como las garzas (Martínez y González, 2005; Jaramillo, 2005). Por otra parte, más al interior en las zonas de quebradas y matorrales se pueden encontrar rapaces diurnas como Aguilucho, Águila, Cernícalo y halcones (Muñoz-Pedrerros et al., 2004; Martínez y González, 2005; Jaramillo, 2005), y rapaces nocturnas como Lechuza, Tucúquere, Pequén y Chuncho (Muñoz-Pedrerros et al., 2004), además de otras especies, como Perdiz, Vari, Bailarín, Perdicitita cojón, Perdicitita, Tórtola, Picaflor gigante y Picaflor chico (Jaramillo, 2005). En zonas más bajas del valle, se pueden encontrar varias especies relativamente comunes y frecuentes de la zona central, como los paseriformes Diuca, Chercán, Diucón, Chincol, Cachudito, Rara, Zorzal, Tenca, Tordo, Trile, Mirlo, Loica, Gorrión, entre otros. Además de algunos no paseriformes, como Peuco, Queltehue, Bandurrias, Huairavo, Tortolita cuyana, Paloma de alas blancas, Gallina Ciega, Becacina, Tiuque, Codorniz, jotes y caranchos (Torres-Mura et al., 2011).

Los mamíferos de la zona norte son un grupo de baja riqueza. Los mamíferos de gran tamaño, como el Guanaco (*Lama guanicoe*), Zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), y Zorro chilla (*Pseudalopex griseus*) son escasos y/o esporádicos en el sector, y utilizan grandes áreas abarcando todos los ambientes (Campos, 1996; Contreras, 2000). Por lo que es común encontrar dentro de los registros de la caracterización de este grupo escasos individuos o solo evidencia indirecta de su presencia (fecas, huellas).

Por otra parte, los micromamíferos corresponden en su gran mayoría a roedores, como el Lauchón orejudo (*Phyllotis darwini*), Ratoncito oliváceo (*Abrothrix olivaceus*), Ratón colilargo (*Oligoryzomys longicaudatus*), Degú (*Octodon degus*), Ratón chinchilla (*Abrocoma bennetti*) y el único marsupial presente en la zona, la Yaca (*Thylamys elegans*). Estos micromamíferos se concentran en sectores de quebradas, con matorrales y roqueríos (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yáñez, 2009). Dentro de las especies que utilizan hábitats más específicos, el Cururo (*Spalacopus cyanus*), roedor fosorial endémico de Chile, muestra preferencia por ambientes arenosos (Iriarte, 2008, Torres-Mura et al., 2011) y posee una baja movilidad, además de ser una especie territorial. Este micromamífero es capaz de conectar vastas extensiones de terreno debido a su capacidad de construir galerías subterráneas. Los murciélagos son frecuentes en la zona, registrarse 8 de las 11 especies presentes en Chile de acuerdo a la literatura, estando representada tres de las cuatro familias a nivel mundial. Estas especies son *Desmodus rotundus*, *Myotis chiloensis*, *M. atacamensis*, *Histiotus macrotus*, *H. montanus*, *Lasiurus borealis*, *L. cinereus* y *Tadarida brasiliensis* (Galaz y Yáñez, 2006). De estas, siete son consumidoras de insectos voladores y una se alimenta de sangre de animales silvestres y domésticos (Iriarte, 2008), por su preferencia insectívora estos integrantes son de gran importancia en el control de plagas. Estas especies son de hábitos nocturnos, teniendo bien determinados lugares y horarios de caza. La mayoría de las especies solo están activas unas pocas horas al día, ya sea en el atardecer, durante la noche o en el amanecer, pudiendo estar un 80% de su vida en reposo (Galaz y Yáñez, 2006).

Los reptiles de áreas costeras de la zona norte son un grupo muy diversificado, encontrándose varias especies (15 en total), la mayoría de ellas lagartijas y lagartos del género *Liolaemus*, en sectores asociados a matorrales y roqueríos (Vidal y Labra, 2008).

Las especies de *Liolaemus* potencialmente presentes en el sector de estudio son: *L. atacamensis*, *L. platei*, *L. silvai*, *L. nitidus*, *L. lemniscatus*, *L. fuscus*, *L. tenuis*, *L. nigromaculatus*, *L. josephorum* y *L. chiliensis* (Nuñez *et al.*, 2001; Torres-Mura *et al.*, 2011; Troncoso y Marambio, 2011; Valladares, 2011; Marambio-Alfaro e Hiriart-Lamas, 2013). Actualmente *L. bisignatus* y *L. nigromaculatus* son la misma especie según Troncoso y Garin (2013).

Las culebras son otro grupo de reptiles presente, de las cuales se registran dos especies: la culebra de cola corta (*Tachymenis chilensis*) y la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), asociadas a matorrales, roqueríos y cuerpos de agua (Donoso-Barros, 1966; Greene y Jaksic, 1992; Mella, 2005; Marambio-Alfaro e Hiriart-Lamas, 2013). Dentro de los lagartos de la zona, está la Iguana chilena (*Callopistes Maculatus*) y el Lagarto Corredor de Atacama (*Microlophus atacamensis*). La Iguana chilena es el lagarto más grande de nuestro país, asociado a matorrales y sectores rocosos (Mella, 2005), mientras que el Lagarto Corredor se restringe a roqueríos costeros (Donoso-Barros, 1966 y Ortiz, 1980). Casi todas las especies de reptiles indicadas son endémicas de Chile, la mayoría amenazadas. Varias de ellas presentes sólo en sectores costeros de la zona central y norte, y todas tienen baja movilidad (Donoso-Barros, 1966; Veloso & Navarro, 1988; Mella, 2005; Pincheira-Donoso & Nuñez, 2005; Vidal & Labra, 2008; Torres-Mura *et al.*, 2011; SAG, 2012).

En cuanto a la biota acuática, la documentación reflejó una dominancia de algas pardas (Phaeophyceae), verdes (Chlorophyta) y rojas (Rodophyta) en el área marina circundante al Estuario Humedal Huasco, específicamente en las zonas inter y submareal rocoso. Según Vásquez y Vega (2004), los ambientes intermareales y submareales someros de fondos duros, presentan amplias coberturas de algas pardas de los órdenes Laminariales, Fucales y Durvilleales, las cuales cumplen un rol fundamental tanto por ser la base de las cadenas tróficas, como por su propiedad ingenieril, puesto que al aumentar la complejidad del hábitat se crean zonas de refugio para invertebrados y peces (Vásquez y Santelices; 1984; Vásquez, 1992, Vásquez *et al.* 2001; Vásquez y Vega, 2004; Vega y Vásquez, 2005; Tala, 2004).

En tanto, la fauna bentónica marina se vio representada principalmente por moluscos, artrópodos y poliquetos adheridos al sustrato. Los moluscos, son el grupo más diverso presente en la costa de Chile, el cual presenta su mayor diversidad en el norte del país (Lancellotti & Vásquez, 1999). De igual manera el orden de los Decápodos (Crustacea) han tendido a presentar gradientes latitudinales ascendentes hacia la zona norte de Chile (González, 1990; Menzies, 1962).

En cuanto a la ictiofauna, se describieron cinco especies nativas en categoría de conservación: Bagre chico (*Trichomycterus areolatus*) en categoría "Vulnerable" según DS 51/2008 MINSEGPRES, Puye (*Galaxias maculatus*), "Vulnerable" según DS 19/2012 MMA, Pocha (*Cheirodon pisciculus*) "Vulnerable" según DS 19/2012 MMA, Lisa (*Mugil cephalus*) en "Preocupación Menor" según DS 52/2014 MMA y Pejerrey del norte (*Basilichthys microlepidotus*) "Vulnerable" según DS 51/2008 MINSEGPRES, además de la introducida Gambusia (*Gambusia holbroki*) sin categoría de conservación en Chile. El bagre chico tiende a encontrarse río arriba, en la zona rítrónica, refugiándose bajo bolones en fuertes corrientes (Campos *et al.* 1993); la pocha en la zona superficial de los cursos de agua, referentemente remansos de orilla (Eigenmann, 1909); mientras que el pejerrey del norte vive refugiado entre la vegetación acuática (Vila *et al.*, 2006). Por otro lado, el puye

presenta poblaciones diadrómicas, las cuales migran a las zonas estuarinas durante el desoven primavera, para posteriormente nadar río arriba en estado juvenil (Campos, 1979; Arratia, 1981; Campos *et al.*, 1993). La Lisa, es considerada una especie marina, pero que suele penetrar en las zonas de estuario y agua dulce (Oliver, 1943; Mann, 1954). En cuanto a la gambusia, ésta ha sido considerada por la IUCN como una de las 100 especies invasoras más peligrosas a nivel global, debido a su alta capacidad adaptativa y de dispersión en aguas dulces, salobres y salinas (Fishbase, 2004).

Cabe destacar además, la escasa presencia del camarón de río (*Cryphiops caementarius*), en categoría “Vulnerable” (según DS 52/2014, MMA). Estos organismos migran hacia la desembocadura de los ríos, lugar donde se reproducen y liberan las larvas en las zonas estuarinas y potamón (GESAM, 1999; Jara, 1994; Castro, 1966). Según lo descrito en la literatura (GESAM, 1999), la construcción de embalses en las regiones del norte chico habrían significado la desaparición del camarón aguas arriba de las presas, puesto que éstas impide el regreso de ejemplares aguas arriba del río luego del periodo reproductivo (Retama, 1981; Bahamonde *et al* 1998; Castro, 1966).

## 11.2 Condición biodiversidad actual

Los resultados descritos para las campañas de línea de base han reflejado una predominancia de artrópodos y moluscos en el área de estudio del Humedal Huasco. La riqueza y abundancia de artrópodos en los humedales depende de factores naturales como las características del espejo de agua, el tipo de vegetación y las características del agua (Amat & Blanco, 2003), además de factores antrópicos, como lo son los depósitos y acumulación de basura y aguas residuales (Amar & Quitiaquez, 1998). En los humedales, la proliferación de artrópodos, se ve reflejada en la avifauna, anfibios y micromamíferos que basen su dieta en éstos. Entre estos organismos se destacó la especie *Leydigia leydigi* (Cladocera). Los cladóceros son crustáceos de pequeño tamaño que han evolucionado principalmente en agua dulce, aunque se han encontrado también en zonas de influencia marina (Elías-Gutiérrez, *et al.* 2008). Por otro lado, los moluscos, son el grupo más diverso presente en la costa de Chile, el cual presenta su mayor diversidad en el norte del país (Lancellotti & Vásquez, 2000). En específico, los gastrópodos del género *Heleobia* (*Heleobia* sp.) son asignados al gremio de los detritívoros (Pereira *et al.*, 2011), por lo cual no es de extrañar su alta abundancia en zonas de alta vegetación acuática. Esta dominancia se ha mantenido desde el 2005.

De manera contraria, la ictiofauna registrada durante la campaña de otoño-invierno 2016, describió sólo una especie correspondiente a la Lisa (*Mugyl cephalus*), en contraste a las 6 especies registradas a nivel histórico. Esta disminución de ictiofauna presente en el humedal, sumado a la ausencia del camarón de río, podría deberse tanto a cambios en la calidad del agua, como a una disminución en el recurso alimenticio.

Referido a la vegetación, en terreno se identificaron 30 unidades vegetacionales, son pocas las especies que dominan en el Área de Estudio: *Adesmia littoralis*, *Tessaria absinthioides*, *Typha angustifolia*, *Distichlis spicata*, las cuales se asocian entre sí para formar los distintos tipos vegetacionales alternando dominancia y manteniendo el continuo vegetal. Adicionalmente, de acuerdo a Gajardo (1994) estas comunidades salobres dominadas por las especies mencionadas, históricamente han sufrido alteraciones por parte de la influencia humana.

Las características de la vegetación estudiada está determinado en gran parte por la influencia del cuerpo de agua y/o laguna presente en el área de estudio, ya que este acuífero representa condiciones vegetales exclusivas y particulares propias de sistemas estuarinos, los cuales representan sistemas frágiles y complejos donde se produce una interacción dinámica entre variables físicas, químicas y biológicas (Kennish & Paerl, 2010).

De acuerdo a la composición florística existente está representada principalmente por elementos macrófitos de hábito herbáceo típicos de estos ambientes lénticos, los que en su conjunto forman asociaciones extensas del tipo totoral-juncal (Ramírez & San Martín, 2006). A su vez, estos autores hacen mención de la importancia de este tipo de elementos florísticos como la utilización de estas plantas acuáticas como indicadores de calidad ecológica.

Adicionalmente, se observa que las formaciones vegetacionales en general son pobres en diversidad debido a la relación con el parámetro de salinidad que presenta los humedales de sistemas semiáridos (Figueroa et al., 2009), siendo características las formaciones de especies del género *Sarcocornia* y *Distichlis* como especies dominantes en los sectores más salinos.

La familias más representada fue la familia Asteraceae lo que coincide con lo reportado por Marticorena (1990), la cual indica la tendencia de este grupo como el más importante a nivel nacional.

Con respecto al estado de conservación de las especies, se identificó solo una especie en alguna categoría de conservación vigente, según los decretos supremos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA). La especie *Eulychnia acida* var. *procumbens* posee características de ambientes semiáridos y/o asociada principalmente a formaciones vegetacionales de carácter xerofítico. Esta interacción entre comunidades vegetacionales ocurre por el acercamiento transitorios de elementos florísticos del norte con muchos elementos provenientes del sur (Gajardo, 1994).

A diferencia de otros componentes biológicos (avifauna p.e), los trabajos realizados en la desembocadura del río Huasco son escasos, particularmente en la descripción de los elementos florísticos que habitan los ecosistemas estuarinos de la zona. Esto conlleva a que los análisis históricos no existen y por lo tanto se da la necesidad de crear bases de datos lo cual podría ayudar a comprender los distintos cambios en el tiempo de la diversidad biológica en el Área de Estudio.

Dada la existencia de una serie de taxa y componentes biológicos, no es posible determinar un componente en específico que dé cuenta del valor del humedal, es más bien su complejidad y su biodiversidad lo que permite la importancia de conservar el sistema. El estuario del río Huasco constituye, junto a la desembocadura del río Copiapo, ubicado a 130 km, el límite norte de este tipo de humedales costeros. Producto de la conexión al mar de las últimas cuencas exorreicas hacia el norte, estos humedales son únicos en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica, distantes aproximadamente a 800 km de la siguiente desembocadura, el río Loa, por el norte, y a unos 160 km del río Elqui, por el sur. Es parada de aves migratorias y refugio para fauna silvestre litoral.

### **11.3 Funcionamiento del humedal**

Del punto de vista de los factores forzantes que operan en el sistema es posible determinar el humedal como ecosistema o sistema acuático no es una estructura separada de su entorno, como sistema hidrológico es, en gran parte, consecuencia de su morfometría y del tiempo de permanencia del agua en el mismo.

En este contexto el efecto de los factores forzantes definidos en el presente estudio fueron los principales agentes moduladores sobre las variables de estado, estos dieron cuenta del estado ecológico del ecosistema en las distintas campañas. En particular, durante el presente estudio pudieron observarse dos escenarios hidrológicos opuestos los que, a la luz de los resultados, influyeron de forma directa en cada componente del ecosistema, siendo el factor forzante principal el caudal tributario que alteró de manera significativa la morfometría y el tiempo de permanencia del agua dentro del humedal.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en el presente estudio con énfasis en las diferencias observadas entre las campañas de monitoreo en cada variable de estado, factor forzante y su interrelación. Además, cuando aplica, se compara el estado actual en relación al estudio de CONAMA-Geonova en 2008.

### **11.4 Variables de estado**

#### **11.4.1 Producción primaria en la columna de agua**

La producción primaria del ecosistema acuático del humedal del estuario del río Huasco en el presente estudio fue analizada considerando los distintos escenarios observados en las campañas de terreno. Tal como, en la mayor parte de los análisis realizados, el comportamiento hidrológico generó dos estados del sistema, por lo cual la evaluación de la condición trófica fue adaptada a estos dos estados. Para los casos analizados se registraron niveles de trofía medios a altos, sin embargo la correlación entre nivel de nutrientes y productividad primaria no fue necesariamente directa debido a las diferencias en la geomorfología del humedal, cambiando desde un ecosistema léntico a otro lóxico.

Este cambio, genera que en el primer caso la producción primaria del ecosistema acuático este limitada principalmente por la disponibilidad de los nutrientes (Vollenweider 1969; Dillon & Rigler 1975), en un ambiente con menor turbidez y mayor tiempo de residencia del agua. Sin embargo, en el escenario opuesto, la productividad pasa a depender en mayor manera de estos últimos parámetros, aunque la concentración de nutrientes sea incluso mayor por efecto del arrastre y el lavado de los suelos (Movellan, 2003). Este proceso ya es conocido pues el ecotono que da al forma estuario, se incorporan otras variables que definen el estado trófico, tales como el régimen de mareas y la variación del caudal de agua continental (Bricker et al. 2003).

#### **11.4.2 Cobertura de macrófitas emergentes**

De acuerdo a Ramirez & San Martín (2006), las características que posee el humedal estuarino río Huasco son parte de ecosistemas azonales del Norte Chico, en zona exorreica y que no permiten la sobrevivencia de especies acuáticas. Sin embargo, río abajo y en las cercanías del mar la corriente se aquieta y permite la formación de lagunas salobres donde abundan especies macrófitas (acuáticas y palustres). En el área de



estudio, la diversidad de elementos florísticos (24 especies) observados en el humedal proporciona una composición variada, refugio como hábitats para algunas especies ícticas y una oferta de alimento para la fauna y otros organismos (San Martín *et al.* 2011), sin embargo, es importante destacar que como variable de estado el parámetro de cobertura vegetal total es más relevante del humedal. (Contreras & De La Fuente 2006).

Esta cobertura vegetal, promedia por sobre el 60% en los puntos de muestreo observados tanto de macrófitas acuáticas como de macrófitas palustres, y normalmente estas plantas vasculares forman grandes poblaciones debido al predominio de su reproducción clonal o vegetativa (Grace 1993) la cual es característico del humedal en estudio con especies tales como *Typha angustifolia* o *Schoenoplectus americanus*. Estas últimas macrófitas son importantes bioindicadores en el funcionamiento y dinámica de un humedal (San Martín *et al.* 2003), por lo que determinan el estado sanitario ante cualquier impacto de origen natural o antrópico.

A pesar de la escasa variación espacial de la cobertura de macrófitas (totora) evaluada entre ambas campañas pre y post modificación de la barra dunar, cabe mencionar que las variaciones de otros parámetros tales como cambios en la concentración de salinidad, nutrientes (nitrógeno, fosforo, etc.), modificación del sustrato, periodos hidrológicos extremos (estiaje y crecidas de caudal), entre otros, podrían también estar influyendo en posibles efectos de estrés que afecta a las plantas por un tiempo determinado (Lambers *et al.* 2008) y por ende en la dinámica de las coberturas vegetales.

#### **11.4.3 Composición y abundancia de peces marinos**

La ictiofauna en el área de desembocadura se caracteriza por presentar peces tolerantes a salinidades mayores y fluctuantes y que con frecuencia migran hacia o desde el mar, lo que ocurre en diferentes estadios de su desarrollo dependiendo de la especie (Vila *et al.*, 2006). En este contexto, la composición de peces encontradas en el humedal del estuario del río Huasco se caracterizó por una baja riqueza, compuesta solo del pez nativo de aguas marinas, Lisa y por la especie introducida, pez mosquito. Esta comunidad de peces experimentó un cambio estacional importante en su abundancia, probablemente asociado a la época de reproducción por condiciones ambientales más favorables, pese al cambio de escenario hidrológico. Este evento repercutió principalmente en la disminución casi completa de población de Lisa, probablemente por la dificultad de atravesar la zona de la desembocadura con un caudal del efluente mucho mayor.

#### **11.4.4 Composición y abundancia de la avifauna**

A diferencia de los ecosistemas terrestres los humedales presentan variabilidad temporal y espacial. Esto repercute sobre la diversidad biológica que habita estos ecosistemas, ya que deben adaptarse a estas condiciones, incluso a cambios extremos, como ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación.

En términos de diversidad faunística, los humedales ofrecen a las aves acuáticas refugio y recurso alimenticio y proporcionar lugares para su nidificación, además de ser importantes sitios de concentración durante los periodos de migración de estas especies. A su vez, la avifauna acuática es un buen indicador del estado de conservación y del correcto funcionamiento de los humedales (Morrison 1986, Kushlan 1993). Como se observó durante las campañas realizadas durante 2016, la mayor riqueza de especies estuvo

asociada a los cuerpos de agua presentes en el estuario y en zonas de densa vegetación, lo que indica una alta heterogeneidad espacial desde la perspectiva de la avifauna. Las cuales habitualmente no se distribuyen de forma uniforme dentro de los humedales; por el contrario, su riqueza y abundancia están asociadas a características ambientales locales y a requerimientos particulares de cada especie (Weller 1999).

Temporalmente, la composición de especies sufrió modificaciones en primavera respecto a lo registrado durante invierno, observándose que la riqueza total de avifauna tuvo una reducción del 25% durante primavera, evento potencialmente asociado a la ruptura de la barrera del estuario y disminución de los cuerpos de agua de bajo flujo que suelen estar asociados a zonas de refugio y de búsqueda de alimento para las aves. Sin embargo, en términos generales, en ambas campañas hubo dominio de las aves acuáticas y terrestres, evidenciándose un incremento de la riqueza de aves marinas durante la campaña de primavera, que coincide con un periodo cálido y de potencial reproducción de especies migratorias.

Los cambios en la riqueza y abundancia de la avifauna contribuye en el entendimiento de como cambios en el hábitat y factores físicos se traducen en variaciones de estas especies indicadoras del funcionamiento de estos ecosistemas (Blanco & Canevari 1993).

## **11.5 Factores forzantes**

Tal como su definición lo menciona los factores forzantes estudiados ejercieron gran regulación en el funcionamiento del ecosistema, en particular sobre su dinámica temporal. Sin embargo y pese a no estar incluido de forma directa dentro de los elementos estudiados, el fenómeno climático de El Niño (Oscilación del Sur, ENOS) fue probablemente el principal agente modulador de la variabilidad observada en el humedal del estuario del río Huasco.

El Niño, Oscilación del Sur (ENOS), corresponde a un evento climático natural que se desarrolla en el océano Pacífico ecuatorial central, la fase cálida de ENOS conocida como El Niño se manifiesta, principalmente, por un aumento de la temperatura superficial del mar y una disminución de los vientos alisios en el lado este del océano Pacífico. Estas condiciones anómalas generan fuertes precipitaciones y cambios notables en el clima, tanto en los países ribereños del Pacífico sudoriental, como en otras partes del mundo (Maturana y col., 2004). De todas formas es importante señalar, que la relación entre el ENOS y la precipitación, sólo explica una parte (50%-60%) de la variabilidad estacional, por lo que no se debe considerar como una regla (DMC, 2017).

### **11.5.1 Caudal de aguas marinas**

Los estuarios como sistemas dinámicos, presentan una condición físico-química variable, dominada fundamentalmente por el caudal del río afluente, el nivel de marea, el oleaje y la morfología del cauce (Fischer y col., 1979). De acuerdo a Dalrymple y col., (1992), una laguna costera como el estuario observado durante agosto 2016, corresponde a un estuario blindado, diferenciándose de la mayoría de los estuarios por el alto tiempo de retención de sus aguas, debido al cierre estacional o permanente de su desembocadura, lo que a su vez las hace más frágiles ambientalmente hablando (Sandoval, 2009).

Los estuarios como el humedal del río Huasco, que se encuentran cerrados al océano en forma estacional reciben la denominación “ICOLLS” (Intermittently Closed and Open Lakes and Lagoons). Normalmente existen en ambientes costeros con bajos niveles de marea, donde las corrientes son dominadas por el oleaje y en los cuales el clima y los caudales de aguas continentales presentan importante estacionalidad. El cierre de la “boca” se da por la generación de una barra debido al transporte de sedimentos del mar por parte de las corrientes longitudinales y normales a la costa, dependiendo del tipo de oleaje. El cierre puede mantenerse por largos períodos de tiempo, dependiendo éste de la intensidad y tiempo de duración de tormentas que puedan incrementar el oleaje, o la magnitud de los caudales de agua dulce que fluyen en dirección al océano los que eventualmente podrían lograr el rompimiento de la barra (Ranasinghe y col., 1999), tal como lo observado durante la campaña de noviembre.

Considerando su hidrodinámica, los estuarios pueden clasificarse a partir de su grado de estratificación en diferentes tipos, de acuerdo a su respuesta frente a la intrusión salina. Aunque tiene cierta correspondencia con la clasificación geomorfológica, esta no es absoluta. Es importante destacar que los estuarios son sistemas dinámicos, por lo que su grado de estratificación puede variar en el tiempo con una frecuencia normalmente asociada a la estacionalidad de sus afluentes de agua dulce y una variabilidad mensual y horaria asociada al nivel de marea. En el caso de barras, los períodos de cierre y apertura también afectan el grado de estratificación. Además, los estuarios pueden clasificarse según el grado de influencia que tienen las mareas sobre su dinámica. Se puede diferenciar entre estuarios micromareales, mesomareales y macromareales o megamareales. En el caso de lo observado en el humedal del estuario del río Huasco, permite clasificarse como micromareal pues posee un rango mareal inferior a 2 m, y está generalmente dominado por oleaje y corrientes fluviales (Cienfuegos et al, 2012).

Durante las campañas de estudio no pudieron observarse las 3 zonas que definen un estuario típico según DGA (2009).

### **11.5.2 Caudal ríos tributarios y flujos subterráneos**

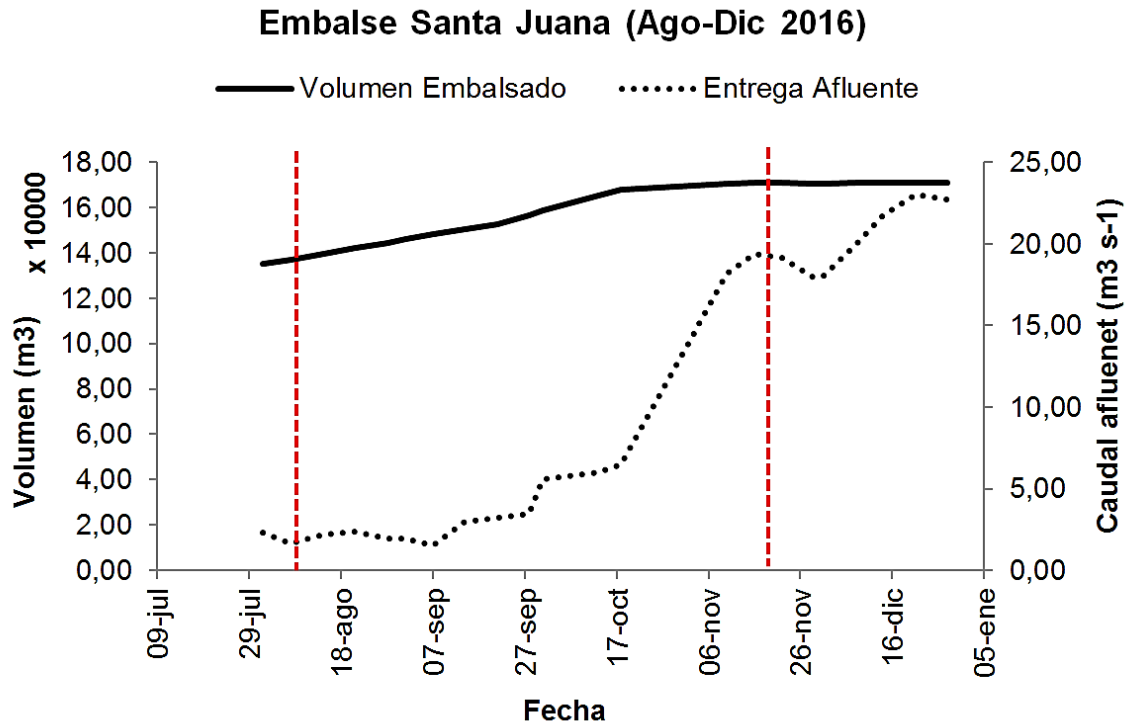
Al considerar que la cuenca del río Huasco se encuentra inmersa en la parte meridional de la zona Hiperárida Desértica (Santibáñez y col., 2008) se espera observar un régimen mixto (pluvial y nival), con caudales máximos durante la época estival dependiendo de la cantidad de nieve acumulada en la cabecera de las cuencas. Los caudales mínimos, por otro lado, se presentan en otoño, los que aumentan en el invierno en función de la cantidad de agua precipitada (Fuster y Llambías, 2010). El río Huasco es un representante de estos ecosistemas fluviales, los que pueden registrar una alta variabilidad en su caudal, observándose amplias fluctuaciones hidrológicas entre años y también estacionalmente (Vila et al., 2006). El régimen hidrológico de este sistema es muy variable, con características francamente nivales en algunos años con crecidas de noviembre a enero. En años más secos las crecidas provienen de precipitaciones directas en los meses de invierno (DGA, 2007). En términos de las probabilidades de excedencia de los caudales medios mensuales, en probabilidades mayores al 35%, el río posee régimen pluvial y para probabilidades menores a 35% posee carácter mixto con mayor tendencia nival (DGA-DICTUC, 2007).

La disponibilidad de los recursos de la cuenca está fuertemente influenciada por la operación del Embalse Santa Juana, tanto aguas arriba como aguas abajo de la cuenca. En particular aguas abajo, donde la disponibilidad es consecuencia directa del efecto regulador del embalse sobre el río Huasco y el funcionamiento de los canales de riego (DGA, 2007).

En este contexto y en términos hidrológicos, las dos campañas de terreno realizadas durante el presente proyecto representan dos escenarios cercanos a las condiciones límite del sistema acuático del estuario, pudiendo observarse los periodos de “estiaje” y de “avenida”. Esto debido a que durante 2016 se registró un evento climático “Niño” (ENSO), con un segundo semestre más lluvioso de lo normal lo que repercutió de forma directa en el balance hídrico de la cuenca. Esto se reflejó en el volumen de agua embalsado en el embalse Santa Juana, ubicado en la zona media de la cuenca del río Huasco, el cual aumento desde 80 a 101% de su capacidad de embalsamiento entre agosto y diciembre de 2016 y asimismo aumento su caudal de entrega al afluente del río desde 2.3 a 23.0 m<sup>3</sup>/s.

**Tabla 11-1 Comportamiento Embalse Santa Juana durante 2016. Se muestran datos del volumen embalsado y del caudal de salida, con datos cada 7 días. Fuente: <http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/>**

Fecha		Cota	Volumen Embalsado	Capacidad de embalse	Entrega Afluente
		msnm	Mill. M <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
Agosto	01-ago	637,700	135031	79,49%	2,30
	07-ago	638,250	137044	80,67%	1,64
	14-ago	638,960	139681	82,22%	2,17
	21-ago	639,590	142046	83,62%	2,35
	28-ago	640,220	144435	85,02%	1,96
Septiembre	01-sep	640,640	146030	85,96%	1,95
	07-sep	641,200	148179	87,23%	1,50
	14-sep	641,760	150376	88,52%	2,95
	21-sep	642,370	152749	89,92%	3,19
	28-sep	643,370	156734	92,26%	3,45
Octubre	01-oct	643,820	158551	93,33%	5,58
	13-oct	645,450	165192	97,41%	6,00
	18-oct	646,090	167876	98,99%	6,50
Noviembre	10-nov	646,760	170694	100,65%	18,15
	16-nov	646,755	170757	100,69%	19,39
	22-nov	646,770	170736	100,68%	19,16
	29-nov	646,741	170614	100,60%	17,90
Diciembre	01-dic	646,743	170622	100,61%	18,03
	08-dic	646,775	170757	100,69%	19,92
	14-dic	646,788	170812	100,72%	21,76
	21-dic	646,818	170939	100,80%	23,03
	28-dic	646,804	170880	100,76%	22,74

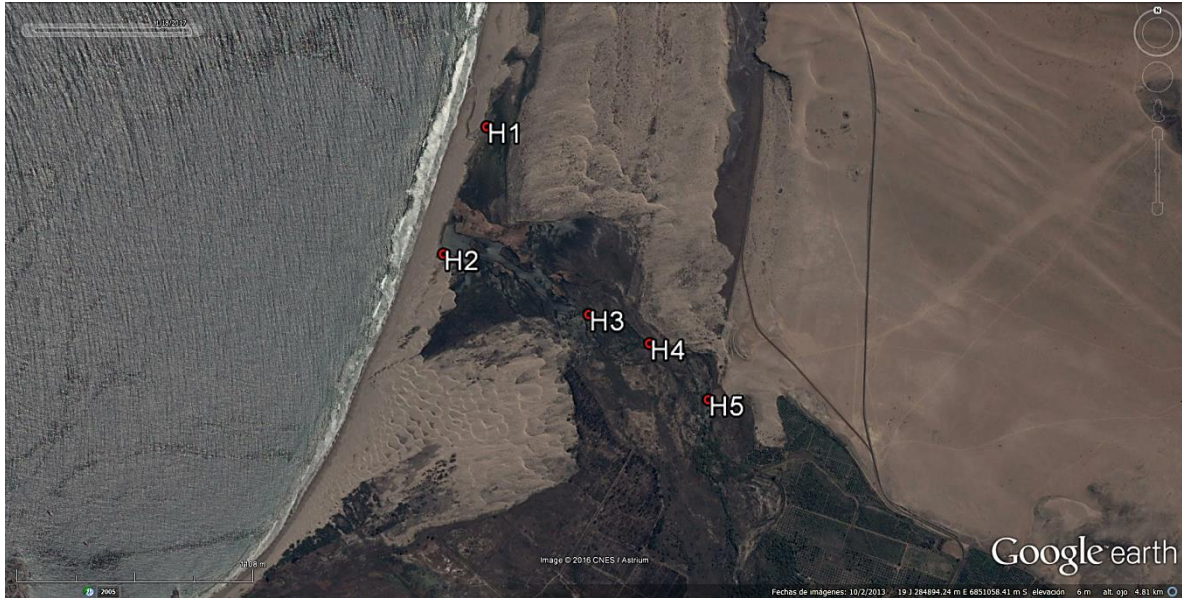


**Figura 11-1. Comportamiento del embalse Santa Juana en el periodo entre agosto y diciembre de 2016. En línea roja punteada se muestra la fecha de las campañas de monitoreo. Fuente: <http://www.riohuasco.cl/minutas-2016/>.**

En este contexto, durante la campaña de invierno (agosto 2016) se observó el periodo de estiaje del estuario (menor nivel de agua producto de la sequía o mínimo caudal afluyente) con un sistema de agua dulce sin intrusión salina, ausencia de gradientes de salinidad (ver acápite a), bajo caudal del afluyente (observación cualitativa) y escasa conexión superficial con el mar debido al desarrollo de la barra de arena en el litoral (sólo flujo desde humedal hacia el mar). Estas condiciones probablemente generaron, en primer lugar, un tiempo de residencia del agua alto (en términos comparativos) y por consecuencia condiciones favorables para la acumulación de nutrientes y alta producción primaria, entre otros.

En cambio, durante la campaña de primavera (noviembre 2016) se observó un periodo de avenida (evento de crecida por altos niveles del afluyente), con el gran aumento de caudal del río Huasco producto de lo cual la barrera litoral se deshizo y el río se conectó con el mar directamente desde su entrada a la zona del humedal. De esta forma, se generó una zona predominantemente fluvial, con agua dulce, mezclada, turbia y con alta concentración de nutrientes y otros elementos arrastrados desde cuenca arriba. También se generó una desconexión de la zona de desembocadura en estiaje, transformándose en una pequeña laguna de agua hipersalina.

A.

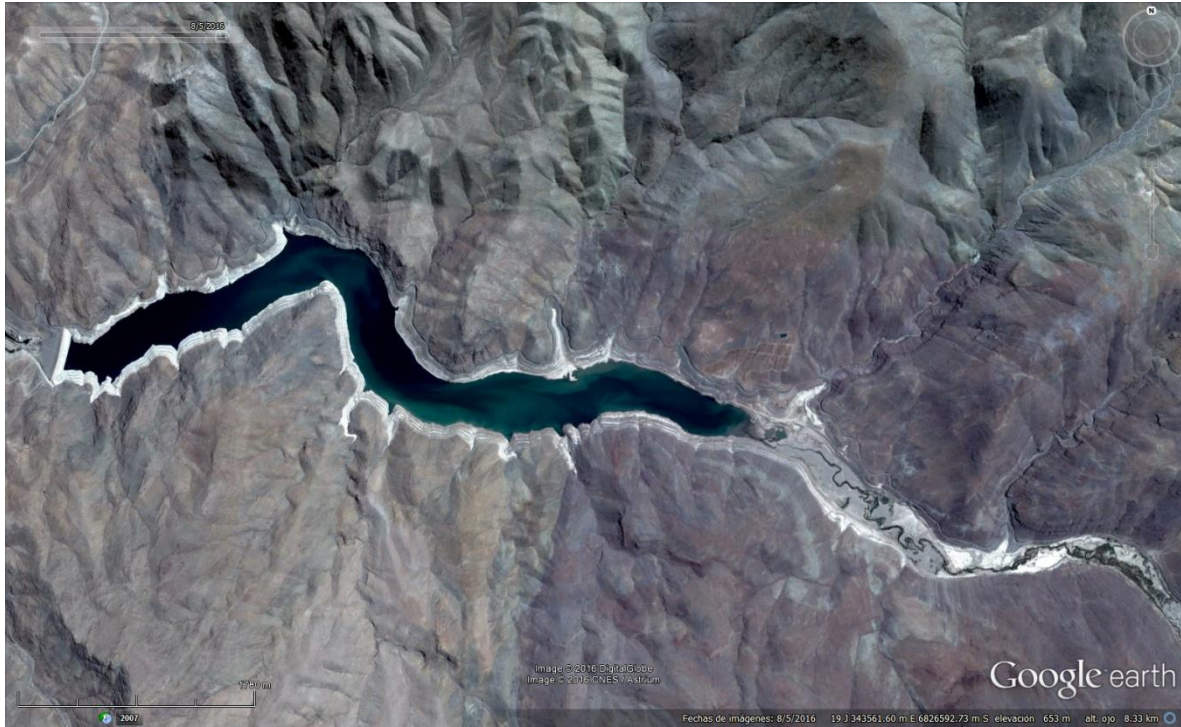


B.



**Figura 11-2. Imagen satelital del sector de la desembocadura del río Huasco. En detalle se muestran los puntos de monitoreo del presente estudio. A) Imagen octubre 2013 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016.**

A.



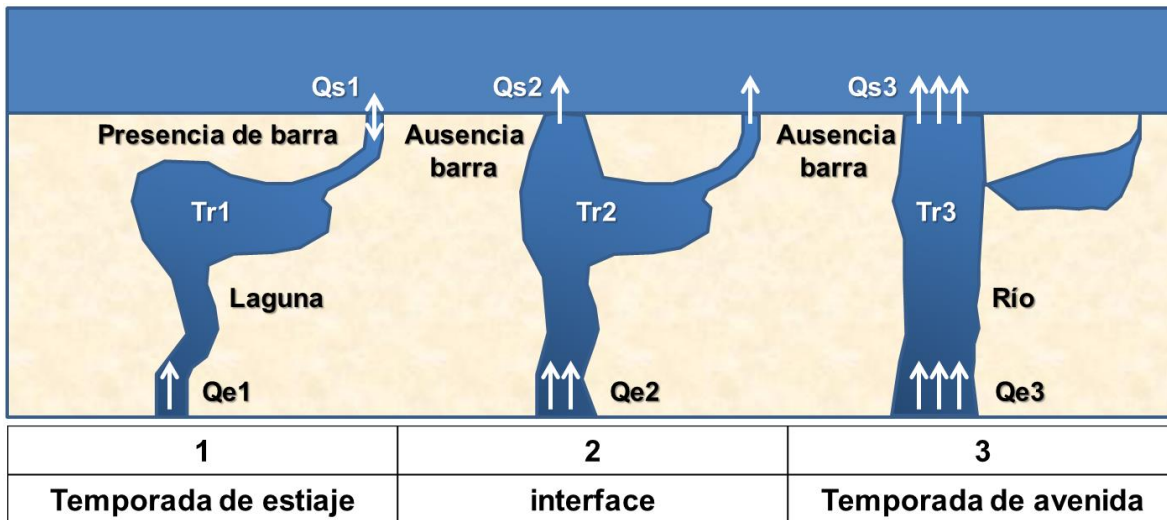
B.



**Figura 11-3. Imagen satelital del sector del embalse Santa Juana en la zona media de la cuenca del río Huasco. A) Imagen agosto 2016 y B) imagen noviembre 2016. Fuente: Google Earth, 2016.**



A modo de resumir el comportamiento hidrológico y la variación geomorfológica que presentó el estuario del río Huasco durante el presente estudio se elaboró un esquema simplificado de forma de comprender los fenómenos observados. En la Figura 11-4 se presentan tres estados teóricos posibles de encontrar, el primero (1) corresponde a la temporada de estiaje, representada en la campaña agosto de 2016 con caudales de entrada menor ( $Q_{e1}$ ), presencia de barra y un caudal teóricamente bidireccional de conexión con el mar ( $Q_{s1}$ ), y por ende un tiempo de retención alto ( $Tr_1$ ); el sistema se comporta como una laguna. Luego, en la medida que el caudal de entrada aumenta ( $Q_{e2}$ ) la barra se abre por lo que el caudal de salida aumenta ( $Q_{s2}$ ) y el tiempo de retención ( $Tr_2$ ) disminuye; el sistema está en una fase intermedia entre un laguna y un río. Finalmente, en la temporada de avenida, representada por lo observado durante noviembre de 2016, el caudal de entrada es máximo ( $Q_{e3}$ ), la barra ya ha desaparecido completamente lo que permite que el caudal de salida sea máximo también ( $Q_{s3}$ ) y de esta forma el tiempo de retención ( $Tr_3$ ) llega a su mínimo.



**Figura 11-4. Esquema simplificado de la geomorfología del estuario del río Huasco en términos de su variación temporal entre campañas. Elaboración propia.**

Es esperable que el sistema acuático que conforma el estuario del río Huasco se comporte de forma dinámica, variando entre estos estadios geomorfológicos en directa dependencia con el escenario hidrológico en el que se encuentre la cuenca. De esta misma manera, el ecosistema que sustenta el humedal será influenciado fuertemente y de forma diferenciada en cada uno de sus componentes por el cambio de escenario, pudiendo generarse alteraciones en la condición trófica, estructuras comunitarias planctónicas, de avifauna e ictiofauna, entre otras. Estas eventualmente tendrán de nuevo las condiciones de su estado inicial, ante lo cual podrán reestablecerse y reestructurarse en un nuevo ensamble, que durará el tiempo que tarde el ciclo hidrológico en repetirse.

### 11.5.3 Calidad del agua

Un hecho importante que se visualiza es la tendencia natural de salinización de las aguas (en el sentido del flujo) como resultado de interacción con el medio, tendencia evidenciada por la composición iónica, y en particular por las sales de Cloruro y Sulfato (CNR-GCF

Ingenieros, 2006). De acuerdo con lo anterior, se observa una tendencia de salinización natural también en las aguas subterráneas debido a su flujo en un ambiente desértico, y al uso y reuso de las mismas (CNR-GCF Ingenieros, 2006).

En un estudio publicado por la DGA (DGA-Cade Idepe, 2004) sobre la calidad objetivo en cursos y cuerpos de agua superficial, se concluye que la calidad natural del río Huasco fue clasificada como buena, en donde exceden respecto a un agua pura algunos metales como el cromo, hierro, boro, manganeso, molibdeno, aluminio, sulfatos y la conductividad eléctrica. Dicho estudio también concluye que la litología influye en la presencia de muchos iones en solución, principalmente metálicos. De igual forma a lo observado en términos generales en el presente estudio.

#### **11.5.4 Potencial redox**

El potencial de redox como resultante de los procesos de degradación de la materia orgánica por las bacterias varía entre valores positivos en aquellos sitios donde se encuentran metabólicamente activos los microorganismos aerobios estrictos (que utilizan oxígeno) en casi la totalidad de las estaciones, para ambas campañas, lo que infiere el consumo de nutrientes por oxidación de compuestos. Mientras que los anaerobios estrictos (que metabolizan en ausencia de oxígeno) solo demuestran actividad metabólica en potenciales redox negativos, como se observó solo en H1 durante la campaña de agosto, en este caso esta condición se relaciona con la solubilización de compuestos desde los sedimentos hacia la columna de agua, tal como nutrientes o metales en sus formas reducidas, con los consecuentes efectos sobre la productividad (Fenchel & Riedl, 1970; Gauthier, 1973; Lynch y Poole, 1979).

#### **11.5.5 Propietarios del humedal**

Debido a la situación de indefinición del cauce del río, se propone que la autoridad ambiental propicie ante los órganos públicos que correspondan, a establecer en el área de estudio, medidas de protección ambiental a través de los instrumentos de planificación vigentes. Si existiese una definición legal del espacio que corresponde cauce natural del río en esa zona, la tarea sería mucho más expedita al tratarse en ese caso de un Bien Nacional de Uso público.

En virtud de lo anterior, se recomienda explorar otras herramientas legales de protección que podrían lograr el mismo objetivo, como pueden ser los instrumentos de planificación territorial. En dicha línea, entendemos que se está discutiendo en sede administrativa el Plano Regulador de la Comuna de Huasco. Nuestra opinión, es que la autoridad ambiental participe en el proceso de discusión del IPT señalado, y se proponga una zona de protección ambiental en el área de interés, tal como lo hacen otros instrumentos.

Solo a modo de ejemplo, la regulación del Plano Regulador Metropolitano de Santiago (PMRS) dispone para las Áreas de Valor Natural y/o Interés Silvoagropecuario, ciertas regulaciones y protección.

De acuerdo a la regulación que hemos expuesto de ejemplo, el área que el PRMS ha denominado Áreas de Preservación Ecológica, serán mantenidas en estado natural, para asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como asimismo preservar el patrimonio paisajístico; solo se podrán desarrollar actividades que aseguren la

permanencia de los valores naturales, restringiéndose su uso a los fines: científico, cultural, educativo, recreacional, deportivo y turístico, con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación.

Respecto al último párrafo referido al ingreso de los proyectos al SEA, hay jurisprudencia contradictoria, debiendo ser la autoridad ambiental quién debe estudiar su aplicación u otra que pueda ofrecer el máximo de protección al área de estudio.

En consecuencia lo expuesto en el PRMS ofrece un nivel o categoría de protección con objetivos de protección muy similares a la categoría Santuario de la Naturaleza, por lo que puede ser una alternativa a estudiar por parte de las autoridades para mejorar la situación ambiental del área de estudio.

### **11.6 Área de protección y amenazas**

En función de criterios ecológicos se determinó un área de protección llamada zona núcleo (es el área definida como Santuario de la Naturaleza), la cual debe estar bajo protección oficial y debe ser lo suficientemente grande para cumplir los objetivos de conservación. La influencia humana se restringe a actividades de investigación, monitoreo y recreación. En este sentido esta área cuanta con una superficie de 461,91 ha, las cuales representan la totalidad del espejo de agua desde aguas abajo del puente hasta la desembocadura, esta área presenta 20 propietarios. Además esta área cuenta con vegetación ribereña y sistemas dunares que aseguran la dinámica hidrológica del humedal. La protección de esta área y la complementariedad de las zonas de amortiguación y de transición ayudaran a cumplir la meta global del área que se define como:

"La mantención de las características ecológicas del humedal de Huasco, inspirando el desarrollo sustentable, la investigación y la educación ambiental".

El área presenta amenazas de tipo directa dentro de las cuales la de mayor riesgo es aquella relacionada con el camino de los patrones hidrológicos del humedal, esto fomentado por cambio de régimen de lluvias (cambio climático) y el uso de no regulado de agua, además se presentaron amenazas derivadas de la falta de regulación y ordenamiento territorial, como son microbasurales y presencia de perros vagos.

## 12 CONCLUSIONES

### 12.1 Estado del Arte

Las siguientes conclusiones resultan de una exhaustiva revisión bibliográfica realizada para diferentes componentes (biológicos, físico-químicos, hidrológicos etc.) en documentos de origen científico, técnico, legislativo entre otros, lo que permite concluir de manera general el estado del sistema.

Se recopilaron y analizaron un total 14 informes de carácter científico técnico de la región de Atacama, 8 estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), 11 Declaraciones de Impacto Ambiental y 14 publicaciones científicas en el área de estudio.

El área de estudio presenta tres pisos vegetacionales: Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Eulychnia breviflora*, Matorral Desértico Mediterráneo Costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum* y Matorral Desértico Mediterraneo Interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

Se encontraron un total de 281 especies de flora, de las cuales se presenciaron cinco clases de flora vascular: Equisetopsida, Filicopsida, Filicopsida, Liliopsida y Magnoliopsida. Del total 181 son endémicas, 68 especies de origen nativo y 32 adventicias. Respecto a la forma de vida se identificaron 144 especies de hábitos herbáceos, 86 especies arbóreas, 27 y 24 sufrútice.

Se registraron 37 especies de flora clasificada en alguna categoría según las normativas vigentes. 9 especies se encuentran amenazadas, 17 se encuentran catalogadas en no amenazadas y 244 especies no se encuentran clasificadas.

En general, la calidad natural del estuario Huasco descrita en los documentos corresponde a agua de buena calidad, donde exceden la clase de sulfato, aluminio, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, concentraciones de cloruro y boro.

La litología de la cuenca la caracteriza por poseer en sus aguas muchos iones en solución, principalmente metálicos.

La gran actividad minera existente en la cuenca, ha influido en la calidad de agua de esta, viéndose afectada en las concentraciones de metales en solución.

Los sedimentos del estuario se encuentran condicionados espacialmente, con características de arenas y mayor materia orgánica en zonas más cercanas a la desembocadura.

Dentro de la fauna registrada para el Humedal del Río Huasco fueron registrados los grupos taxonómicos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Las aves fueron las de mayor riqueza y abundancia, superando el 50% en los estudios recopilados.

En general, más del 60% de la fauna es de origen nativo. Sin embargo también se registra alto grado de endemismo, el que asciende al 8,5% de la riqueza histórica registrada. Posicionado al humedal como un ecosistema con diversidad única.

En el Humedal del Río Huasco también hay presencia de especies introducidas, las que alcanzan el 2,4% de la riqueza y todas corresponden a micromamíferos. Siendo los roedores los más frecuentes.

En todos los estudios recopilados, desde 1995 a 2006 se registraron especies en categoría de conservación de amenaza: En Peligro o Vulnerables. Como también especies en categoría fuera de amenaza con la categoría de Preocupación Menor como las frecuente.

En este Humedal hay riqueza de reptiles endémicos y nativos y gran parte de ellos están con problemas de conservación. Por lo que además de ser un ecosistema rico en diversidad, también es un ecosistema frágil debido a que estas especies son de baja movilidad.

Respecto a la fauna del Humedal del Río Huasco existe escasa información que dé cuenta de sus potenciales cambios temporales, especialmente respecto a la avifauna acuática y marítima. Ya que estas últimas son de gran importancia para determinar el estado de este tipo de ecosistemas debido a que lo utilizan como sitios de refugio, alimentación y nidificación.

La biota acuática presente en el Humedal Estuario Huasco y sus alrededores se describe la presencia de algas pardas (Phaeophyceae), verdes (Chlorophyta) y rojas (Rhodophyta).

La fauna bentónica marina fue dominada principalmente por organismos del filo Mollusca, Arthropoda y Polichaeta.

Se encontraron cinco especies de peces nativos (*Trychomycterus areolatus*, *Galaxias maculatus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Mugil cephalus*, *Cheirodon pisciculus*) y una especie introducida (*Gambusia holbroki*).

Se registra la presencia del camarón de río *Cryphiops caementarius*. Sin embargo su densidad es baja.

### **12.1.1 Biodiversidad actual**

Históricamente, la fauna planctónica y bentónica del humedal Huasco ha sido mayoritariamente representada por organismos artrópodos (cladóceros y ostrácodos indeterminados), y por moluscos (principalmente gastrópodos). Situación que se ha mantenido en la primera campaña de otoño-invierno del 2016. Pese a haber sido descrito a nivel histórico, en la presente campaña no hubo registro del camarón de río (*Cryphiops caementarius*).

La riqueza de ictiofauna nativa ha disminuido a nivel histórico. Habiéndose registrado una única especie (*Mugil cephalus*) en la presente campaña, en los puntos H-5 y H-6 y se encuentra en categoría de conservación como Insuficientemente conocida en el área de estudio (DS 52/2014 MMA).

El grupo de los anfibios, que corresponden a especies de escasa movilidad y dependientes estrechamente del recurso hídrico, solo han sido registrados durante 2005 con dos especies.

La vegetación presente el Área de Estudio se define por las condiciones particulares del sector.

En las zonas costeras inundadas con plantas acuáticas aparecen especies típicas de pajonales y juncuales como *Thypha angustifolia*, *Juncus effusus*, *Cortaderia sp.* A continuación, en sectores costeros aledaños a los cuerpos de agua, y todavía influenciados por la intrusión marina, las especies existentes más representativas son *Sarcocornia fruticosa*, *Tessaria absinthioides*, y *Distichlis spicata*, las que suelen ocupar este tipo de hábitats.

Finalmente, en las dunas de altura, aparecen especies que se desarrollan en ambientes más secos pero con influencia costera, *Adesmia litoralis*, *Tiquilia litoralis* y *Nolana salsoloides*.

La cobertura varía en consideración a la cercanía a los cuerpos de agua, llegando a cubrimientos densos de vegetación en el estuario mismo y en la planicie fluvial, y a coberturas escasas en las distintas dunas del Área de Estudio.

Con respecto al listado de especies de la flora vascular presente en el área de estudio, ésta se compone de 25 especies, las cuales se distribuyen en 4 clases, 19 familias y 24 géneros. La mayor representatividad estuvo dada por la clase Magnoliopsida con 19 especies, mientras que la familia Asteraceae dominó con 3 especies.

En relación al origen fitogeográfico, del total de especies registradas un 44% corresponde a especies nativas no endémicas seguido de un 32% de especies endémicas.

Las formas de vidas dominadas por hierbas perennes estuvieron representadas por 8 especies (32%), seguido de la forma arbustiva con 6 especies (24%). La forma de vida menor representada fue suculenta con solo 1 especie (4%).

De acuerdo a la revisión de las especies en categoría de conservación, se identificó una especie que corresponde a *Eulychnia acida* var. *procumbens* (Preocupación menor) de acuerdo al D.S 41/2011 del MMA.

Dada la importancia en la georreferenciación, cartografía y metadatos de los elementos florísticos y vegetacionales, esta comprende el almacenamiento completo de la información para todas las campañas realizadas en el presente estudio del humedal estuarino del río Huasco.

La información bibliográfica disponible para analizar cambios de diversidad biológica que comprende entre los años 2005-2016, no son lo suficientemente representativos como tampoco datos obtenidos directamente en el área de estudio.

En las campañas de terreno efectuadas en el humedal de Huasco en el invierno del 2016, en fauna se detectaron un total de 64 especies, la mayor parte de las cuales correspondieron a aves (94%).

A partir de la legislación vigente, se estableció que de este conjunto de 64 especies de vertebrados, seis de ellas se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación, ya sea derivado de alguno de los doce decretos que han oficializado los listados de especies según lo delineado en el Reglamento para la Clasificación de

Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), o de lo señalado en el Reglamento de la Ley de Caza vigente.

De estas seis especies, tres están clasificadas como En Peligro (EN), dos en categoría de Vulnerables (VU), una en categoría de Insuficientemente Conocida (IC) y una en preocupación Menor (LC). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En el humedal de Huasco, los resultados obtenidos en terreno a la fecha, indican que el grupo mayoritario de vertebrados terrestres presente corresponde a las aves, dentro de las cuales, las asociadas a los cuerpos de agua son muy relevantes. Debe tenerse presente eso sí, que estos resultados corresponden a campañas desarrolladas en invierno, faltando aquellas que serán ejecutadas en épocas más favorables (primavera y/o verano).

De las especies detectadas, todas aquellas clasificadas en alguna categoría de conservación que indique un grado de riesgo, correspondieron a especies asociadas a los cuerpos de agua, siendo ya sea ribereñas (*Theristicus melanopis* y *Gallinago paraguayae*), acuáticas (*Coscoroba coscoroba*, *Anas platalea*, *Ardea cocoi* y *Plegadis chihí*) o marinas (*Larus modestus*). Estas especies se encuentran preferentemente en las áreas más cercanas al mar.

En razón de los resultados obtenidos a la fecha, aparece como un objeto de conservación importante del humedal, aquellos hábitats y especies de avifauna asociadas al cuerpo de agua presente en el sector, preferentemente aquellos cercanos al mar, ya que este grupo de aves es muy diverso y abundante, y además, contiene todas las especies clasificadas en categoría de conservación detectadas a la fecha.

### **12.1.2 Funcionamiento ecosistémico**

El humedal costero formado por el estuario del río Huasco se puede definir como un sistema semi-cerrado, donde el río Huasco es su principal fuente de agua y nutrientes y el mar el receptor final, con el cual interactúa parcialmente por el fenómeno de propagación de la onda de marea aguas arriba de la desembocadura.

En periodo de estiaje (menor nivel de agua del sistema) la desembocadura es ocluida por una barrera formada por arena proveniente del litoral, por lo cual el intercambio de agua a través del efluente (mínimo en dicho periodo) ocurre en una zona más al norte donde probablemente el nivel del terreno permite el escurrimiento del agua hacia el mar.

En lo que respecta a los caudales de aguas marinas, el análisis del espectro de frecuencias al que fue sometida la oscilación del nivel del agua durante la campaña de invierno, permitió identificar la existencia de influencia de la marea. Pese a esto, el rango de variación de la conductividad presentó una baja variación, manteniéndose en el rango de aguas Oligohalinas (0.5 – 5.0 g/L). Además, la columna de agua no presentó estratificación térmica ni salina (cuña) y la composición de las aguas fue sulfatada-sódica con aportes secundarios de cloruro y calcio, lo cual evidencia que las aguas no fueron de origen marino. En este escenario la oclusión del humedal debido a la presencia de la barra ejerció una barrera al paso del caudal de aguas marinas hacia el interior del humedal. Además esto generó un tiempo de retención del agua tal que la transparencia,

la asimilación de nutrientes exógenos y la recarga interna de nutrientes desde los sedimentos (a lo menos en la zona terminal de la laguna) son suficientes para el desarrollo de macrófitas (Juncos y plantas flotantes que cubren aproximadamente el 60% del espejo de agua) y comunidades planctónicas (con nivel trófico desde meso a hipereutrófico), estas constituyen la principal fuente de carbono del sistema, sustentando la fauna de invertebrados donde se entrelazan herbívoros (aves y peces) y consumidores secundarios (aves y peces).

Por otra parte, durante primavera (noviembre) se presentó un periodo de avenida en el río Huasco provocado principalmente por un segundo semestre más lluvioso de lo normal (ciclo evento Niño). Ante esto el humedal experimentó un cambio geomorfológico por el incremento en el caudal de entrada del río desde 2 m<sup>3</sup>/s en agosto a 19 m<sup>3</sup>/s en noviembre, convirtiéndose en un sistema acuático con características más lólicas (río) que lenticas (laguna). Producto de esto la barra de arena litoral se dispersó completamente y el río se conectó con el mar en forma directa desde su entrada a la zona del humedal, dejando aislada la antigua zona de desembocadura que se transformó en un pequeño espejo de agua Euhalino ( $\approx 30$  g/L, composición clorurada sódica), además generó el arrastre de gran cantidad de material y sedimentos provenientes no solo del humedal sino también desde aguas arriba. Este cambio también se reflejó en la composición de las aguas, que tuvieron un carácter iónico sulfatado cálcico, sin variación de la conductividad ni cuña, manteniéndose en el rango de agua dulce (<0.5 g/L), evidencia de la inexistencia de la zona mezcla. En este escenario la reducción de las zonas de agua de bajo flujo y la disminución de la altura de la columna de agua del humedal causó la disminución de las zonas de refugio y de búsqueda de alimento para las aves y probablemente también para los peces. En términos del nivel de trofía el bajo tiempo de residencia del agua en la zona del humedal generó un sistema fluvial con sedimentos oxigenados y poca productividad pese a la alta concentración de nutrientes que contenía el agua, probablemente producto de la escorrentía superficial que aportó la cuenca.

De los resultados reportados en ese informe respecto la calidad fisicoquímica del agua, y en comparación con el informe de la CONAMA y Geonova (2008), se establece que las aguas cumplen con los parámetros mínimos establecidos para calidad de agua en humedales costeros.

### **12.1.3 Propietarios del humedal**

Existen diferencias entre los propietarios identificados en el Estudio de la SEREMI de Medio Ambiente del año 2010 y los identificados en el presente informe. Dicha diferencia se explica, ya que este el primero incluye ocupantes de hecho.

Se identificaron 26 propietarios y 44 propiedades adicionales a las identificadas el año 2010, en la misma área de estudio. Se identificó una mayor subdivisión de los terrenos en el presente además de un terreno inscrito en el lecho del río Huasco.

Del estudio del área, es importante señalar que no se ha declarado la línea de más alta marea, la cual tiene por objeto distinguir entre el bien nacional de uso público “playa” o “terrenos de playa”, dependiendo de cada caso, de los deslindes de la propiedad particular inscrita en los respectivos registros conservatorios (DFL 340 de 1960).



Respecto al cauce del río y sus deslindes con las propiedades privadas, estos no han sido fijado de acuerdo al procedimiento establecido en el Decreto Ley N° 609 del año 1978 del Ministerio de Bienes Nacionales, y a las normas contenidas en el Código de Aguas y el Código Civil.

Dada la inexistencia en la demarcación del deslinde del río, así como de la línea de la más alta marea y teniendo en cuenta la legislación aplicable a la materia, dicho proceso podría tomar un muy largo tiempo, lo cual podría eventualmente entrapar el objetivo de proteger ambientalmente el área de estudio. Dicho entrapamiento se produce en la práctica legal al superponerse las normas que tienen por objeto la delimitación del cauce del río, con el modo de adquirir de la accesión de inmueble a inmueble que contempla los artículos 649 y siguientes del Código Civil.

#### **12.1.4 Apoyo propietarios y ciudadanía**

Un elemento central que guía la metodología de este trabajo, parte de la base de una experiencia anterior, en la cual se trató de establecer un Santuario en esta zona, la cual no tuvo éxito, haciendo necesario un reconocimiento mayor y profundo respecto de la zona de estudio para propiciar que en esta ocasión el involucramiento con los propietarios sí tenga el resultado deseado.

Espacio propicio para hacer partícipe a toda la comunidad en la definición del polígono que será Santuario de la Naturaleza.

Comunidad participativa en temas socio-ambientales, conformando un Comité Ambiental Comunal, que se encuentra operativo en el SCAM y también a causa del PRAS, existe un comité de representantes de la sociedad civil a nivel comunal conocido como CRAS.

Autoridades locales propietarias de sectores del humedal, dispuestas a la Recuperación, Conservación y Protección del Estuario del Río Huasco.

Existe por parte de la educación formal, trabajo de educación al aire libre.

Existe un grupo scout activo que visita normalmente el estuario del río y sus alrededores.

Hay interés del propietario privado del Humedal de Carrizal Bajo de declararlo Santuario. Si existen conexiones de especies entre el estuario del Huasco y este humedal, es una buena oportunidad de incorporar ese espacio a este proceso.

En general, la comunidad está proclive a la declaratoria de Santuario, incluyendo a los propietarios contactados hasta la fecha.

Las personas estiman que la protección del estuario del Huasco redundará en un mejoramiento de la actividad turística de la comuna.

Se concretaron dos cartas de apoyo una obtenida por parte de la municipalidad de Huasco y la otra de Don Luis Hernán Callejas. Dada la dificultad de trabajo con los propietarios esta actividad continuará incluso una vez concluida la consultoría.

## **12.2 Área de protección**

El sector del próximo Santuario de la Naturaleza, es el área donde se encuentra el humedal, la cual considera 461,91 ha, donde se representan todos los ambientes característicos del ecosistema del humedal Estuarino Costero del Río Huasco.

### 13 REFERENCIAS

- AHUMADA, M., AGUIRRE, F., CONTRERAS, M., & FIGUEROA, A. (2011). Guía para la conservación y seguimiento ambiental de humedales andinos.
- AHUMADA, M. & L. FAÚNDEZ (2009). Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión Altiplánica (SVAHT). Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Santiago. Chile. 118 pp.
- AHUMADA, R (1992) Patrones de distribución espacial de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb, en sedimentos superficiales de Bahía San Vicente, Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*. 27 (2): 256 - 282.
- AMAT, G. & E. BLANCO (2003) Artrópoda de los humedales de la Sabana de Bogotá. Págs. 90-106 en: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y Conservación internacional – Colombia (eds.). *Los Humedales de Bogotá y la Sabana*. Tomo I, Bogotá.
- AMAT, G. & G. QUITIAQUEZ (1998) Un estudio de la entomofauna de humedales: El Humedal Juan Amarillo en Bogotá. Págs. 107 – 123 en: E. Guerrero (ed.). *Una aproximación a los humedales en Colombia*. Fondo FEN Colombia- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Bogotá.
- ARRATIA G (1981) Géneros de peces de aguas continentales de Chile. *Publicación ocasional n° 34*, Museo Nacional de Historia Natural. 34:3-108.
- ARRATIA, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. *Publicación ocasional n° 34*. Museo Nacional de Historia Natural. (34): 34:3-108.
- ÁVALOS, P., FERNÁNDEZ, H., RETAMAL, R., HERRERA, C., BEMBOW, M., TRONCOSO, R. & CUSTODIO, E. 2009. Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco. Región de Atacama, Chile. XII Congreso Geológico Chileno Santiago. 22-26.
- ÁVALOS, P., H. FERNÁNDEZ, R. RETAMAL, C. HERRERA, M. BEMBOW, R. TRONCOSO & CUSTODIO, E. 2009. Antecedentes sobre la Hidrogeología de la Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama, Chile. XII Congreso Geológico Chileno Santiago. 22-26.
- AZEVEDO, H.; H. MONKEN, V. MELO (1988) Study of Heavy Metal Pollution in the Tributary Rivers of the Jacarepagua Lagoon, Rio de Janeiro State, Brazil, Through Sediment Analysis. En: U. Seeliger, L. De Lacerda, S. Patchineelam (Eds) *Metals in Coastal Environments of Latin America*. Strynger – Verlag. 21 – 29.
- AZEVEDO, H.; MONKEN, H.; MELO, V. 1988. Study of Heavy Metal Pollution in the Tributary Rivers of the Jacarepagua Lagoon, Rio de Janeiro State, Brazil, Through Sediment Analysis. En: U. Seeliger, L. De Lacerda, S. Patchineelam (Eds) *Metals in Coastal Environments of Latin America*. Strynger – Verlag. 21 – 29.
- BAHAMONDE N., A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M. RETAMAL, E. RUDOLPH (1998) Categorías de conservación de decapados nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*. 47:91-100.
- BAHAMONDE, N, A. CARVACHO, C. JARA, M. LÓPEZ, F. PONCE, M. RETAMAL, E. RUDOLPH. 1998. Categorías de conservación de decapados nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*. 47:91-100.
- BELMONTE, E., L. FAÚNDEZ, J. FLORES, A. HOFFMANN, M. MUÑOZ & S. TEILLIER (1998). Categorías de Conservación de Cactáceas nativas de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 47: 69 - 89.
- BENOIT, I. (Ed.) (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre en Chile (Primera Parte). CONAF, Santiago, Chile. 157 pp.

- BILDSTEIN, K.L., G.T. BANCROFT, D.H. DUGAN, R.M. GORDON, R.M. EDWIN, E. NOEL, L.X. PAYNE & S.E. SENNER (1991) Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. *Wilson Bulletin*. 103(2): 218-254.
- BLANCO, D. E. & P. CANEVARI (1993) Censo Neotropical de Aves Acuáticas 1992. Humedales para las Américas, Buenos Aires.
- BLANCO, D. E. & P. Canevari (1993) Censo Neotropical de Aves Acuáticas 1992. Humedales para las Américas, Buenos Aires.
- BOLUND, P. & S. HUNHAMMAR. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*. 29: 293-301.
- BRAUN-BLANQUET J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. España. 820 pp.
- BRICKER, S.B., C.G. CLEMENT, D.E. PIHALLA, S.P. ORLANO AND D.R.G. FARROW. 1999. National Estuarine Eutrophication Assessment: Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries. NOAA, NOS, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD: 71 pp.
- CAMPOS, H. 1979. Avances en el estudio sistemático de la familia Galaxiidae (Osteichthys: Salmoniformes). *Arch. Biología Med. Exper.* 12:107-118.
- CAMPOS, H. 1996. Mamíferos terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Corporación Nacional Forestal, Santiago.
- CAMPOS, H., V. RUIZ; J. F. GAVILÁN; F. ALAY. 1993. Pesci del fiume Biobío. Pubblicazione di divulgazione. (5):7-100.
- CANEVARI, P., D. E. BLANCO & E. H. BUCHER. 1999. Los Beneficios de los Humedales de la Argentina. Amenazas y propuestas de soluciones. *Wetlands International*. Buenos Aires.
- CASTRO, C. 1966. El camarón del Norte *Cryphiops caementarius* (Molina). *Est. Oceanol. Chile*. 2:11-19.
- CEI J.M. (1962) Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIOAMBIENTE (CONAMA) y GEONOVA. 2008. Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama.
- CONAMA. 2008. Caracterización físico-química del humedal de la desembocadura del río Huasco, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad de la región de Atacama. Informe elaborado por GEONOVA.
- CONSERVATION MEASURES PARTNERSHIP (CMP) (2007) URL://  
<http://www.conservationmeasures.org/>
- CONTRERAS LC., 2000. Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile, en: Muñoz-Pedreros & Yáñez (eds.) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia: 241-249.
- CONTRERAS M. Y A. DE LA FUENTE. 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. SAG. Santiago. Chile. 81 pp
- CONTRERAS, L.C. 2000. Biogeografía de Mamíferos Terrestres de Chile, en: Muñoz-Pedreros & Yáñez (eds.) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. 241-249.
- DECRETO FUERZA DE LEY N° 640 de 1960 de Concesiones Marítimas.

DECRETO SUPREMO 19. 2012. MMA. Octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo N° 19 (26 de junio de 2012). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Lunes 11 de Febrero de 2013.

DECRETO SUPREMO 51. 2008. MINSEGPRES. Tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo N° 51 (24 abril 2008). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Lunes 30 de Junio de 2008.

DECRETO SUPREMO 52. 2014. MMA. Decimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Decreto Supremo N° 52 (26 marzo 2014). Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Viernes 29 de Agosto de 2014.

Decreto Supremo N° 13/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 25 de julio de 2013).

Decreto supremo N° 151/2007. Oficializa la primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 24 de marzo de 2007).

Decreto Supremo N° 16/2016. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (30 de septiembre de 2016).

Decreto Supremo N° 19/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de febrero de 2013).

Decreto Supremo N° 23/2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). 2009. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 7 de mayo de 2009).

Decreto Supremo N° 33/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 27 de febrero de 2012).

Decreto Supremo N° 38/2015. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (4 de diciembre de 2015).

Decreto Supremo N° 41/2011. CHILE. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).

Decreto Supremo N° 42/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).

Decreto Supremo N° 50/2008. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).

Decreto Supremo N° 51/2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).

Decreto Supremo N° 52/2014. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (29 de agosto de 2014).

DECRETO SUPREMO N° 609 del Ministerio de Bienes Nacionales de 1977.

DGA. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco. Informe elaborado por CADE-IDEPE.

DGA., 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivo de calidad. Cuenca del río Huasco. Informe elaborado por CADE-IDEPE.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y CADE IDEPE. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad – Cuenca del Río Huasco. Estudio desarrollado por Cade-Idepe Consultores.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y DSS AMBIENTE. 2009. Análisis de impacto económico y social del Anteproyecto de Normas secundaria de calidad ambiental - Cuenca del río Huasco.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA) y UNIVERSIDAD DE CHILE. (2009). Análisis metodológico para determinar caudales de dilución en zonas estuarinas.

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

EIGENMANN, C. 1909. The freshwater fishes of patagonia and examination of the archiplata-archhelonis theory. Princeton expeditions patagonia III 2 zoology. 225-374.

ELÍAS-GUTIÉRREZ, M., E. SUÁREZ, M. GUTIÉRREZ, M. SILVA, J. GRANADOS Y T. GARFIA (2008) Cladóceros y Copépodos de las aguas continentales de México. UNAM, México D.F. 323 pp.

ETIENNE, M. & C. PRADO (1982). Descripción de la vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras (COT). Conceptos y Manual de uso práctico. Publicaciones Misceláneas N° 10. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 117 pp.

FAIRBRIDGE, R. W. (1980). The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Chemistry and Biochemistry of Estuaries, eds. E. Olausson and I. Cato, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 1-16.

FAULKNER, S. P., W. H. PATRICK, JR., AND R. P. GAMBRELL (1989) Field techniques for measuring wetland soil parameters. Soil Sci. Soc. Am. J. 53(3): 883-890.

FIGUEROA, R., M.L. SUAREZ, A. ANDREU, V. RUIZ & M.R. VIDAL-ABARCA (2009). Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana (Concepción), 73(1), 76-94.

GAJARDO, R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

GALAZ, J.L. & J. YÁNEZ. 2006. Los Murciélagos de Chile: guía para su reconocimiento. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada. Santiago, Chile. 80 pp.

GARCÍA, N. & C. ORMAZABAL. (2008). Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 pp.

GAUTHIER, G., J.F. OISGIROUX, A. REED, A. BE'CHET & L. LANGER (2005) Interactions between land use, habitat use, and population increase in greater snow geese: what are the consequences for natural wetlands? Global Change Biology. 11(6):856-868.

GESAM CONSULTORES, FIP. 1999. Caracterización de la Actividad de Recolección de Camarón de Río del Norte en la III y IV Regiones. 198 pp.

GMA (Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores) (2006). Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para la implementación de un programa integral de seguimiento del estado de la flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en el Sitio prioritario de conservación de biodiversidad estuario del río Huasco, Región de Atacama. 106 pp.

GRACE, J. B. (1993). The adaptive significance of clonal reproduction in angiosperms: an aquatic perspective. *Aquatic Botany*, 44(2-3), 159-180.

GRANIZO, T., MOLINA, M. E., SECAIRA, E., HERRERA, B., BENÍTEZ, S., MALDONADO, O. & CASTRO, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: TNC y USAID, 203.

GREENE, H.W. & F.M. JAKSIC.1992. The feeding behavior and natural history of two Chilean snakes, *Philodryas chamissonis* and *Tachymenis chilensis* (Colubridae). *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 485-493.

HECKY, R.E., KILHAM, P. 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnology and Oceanography*, 33: 796-822.

HOWARTH, R.W., 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 898-910.

[http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos\\_historicos/Paginas/default.aspx](http://www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx).

INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE. (1987). Norma Chilena Oficial 1333. Of 78. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, España. 420 pp.

JAKSIC F.M (1996) *Ecología de los Vertebrados de Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

JARA, C.1994. Camarones dulceacuícolas en Chile Informe técnico-científico. Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile. 15 pp.

JARAMILLO A (2005) *Aves de Chile*. Lynx Ediciones, Barcelona, 240 pp.

JARAMILLO, A. 2005. *Aves de Chile*. Lynx Ediciones, Barcelona, 240 pp.

KADLEC, R. H., AND R. L. KNIGHT (1996) *Treatment Wetlands*. Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers.

KENNISH, M.J. & H.W. PAERL (2010). Coastal lagoons critical habitats of environmental change. 1-16 pp. in: *Coastal lagoons: critical habitats of environmental change*. M. J. Kennish and H. W. Paerl (eds.). USA: Marine science series, CRC Press.

LAMBERS, H., CHAPIN S. & PONS T. (2008). *Plant physiological ecology*. Springer. New York. 604 pp.

LANCELLOTTI D.A & J.A VASQUEZ (1999) Biogeographical patterns of benthic macroinvertebrates in the Southeastern Pacific littoral. *Journal of Biogeography*. 26:1001-1006.

LANCELLOTTI, D.A. & J.A. VASQUEZ. 1999. Biogeographical patterns of benthic macroinvertebrates in the Southeastern Pacific littoral. *Journal of Biogeography* 26:1001-1006.

LANDGRAVE R. & P. MORENO – CASASOLA. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de Humedales en México. *Investigación Ambiental*. 4(1):19-35.

LEY N° 19.300 de 1994, Bases Generales del Medio Ambiente.

LYNCH, J. & POOLE, N. (1979) *Microbial Ecology, A Conceptual Approach*. New York: John Wiley & Sons.

- MANN G. 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Instituto de Investigaciones Veterinarias y Universidad de Chile, Santiago. 343 pp.
- MARAMBIO-ALFARO, Y. & D. HIRIART-LAMAS. 2013. Reptiles de la Región de Atacama. 115 pp.
- MARGOLUIS, R., & SALAFSKY, N. (1998). Medidas de éxito: Diseño, manejo y monitoreo de proyectos de conservación y desarrollo. Island, Washington, DC, USA.
- MARTICORENA, C. & QUEZADA, M (1985) Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42: 5-157.
- MARTICORENA, C. (1990). Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana Bot. 47 (3-4): 85-14.
- MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2005) Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620. pp.
- MARTÍNEZ, D. & G. GONZÁLEZ. 2005. Las aves de Chile. Nueva Guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago. 620. pp.
- MASSERA, C. (2012). Zonificación en el Área Protegida Marino Costera de la Provincia de Chubut empleando Sistemas de Información Geográfica para Intervenir en Conflictos de Uso. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG), Lujan, 4(4), 239-264.
- MELLA J (2005) Guía de campo de reptiles de Chile: Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada, Santiago, 165 pp.
- MELLA, J. 2005. Guía de campo de reptiles de Chile: Zona Central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada, Santiago, 165 pp.
- MORRISON, M. L. (1986) Bird populations as indicators of environmental change. Pp. 429-451. In: Johnston R. J. (Ed.). Current Ornithology, Vol. 3. Plenum Publ. Corporation.
- MUELLER-DUMBOIS, D. & H ELLENBERG (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons Inc, New York.
- MUÑOZ-PEDREROS A & J YAÑEZ (EDS) (2009) Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. Segunda edición. 571 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS, A & J YAÑEZ (EDS). 2009. Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia. Segunda edición. 571 pp.
- NORDSTROM & WILD F.D (2005). Reduction Oxidation Potential - Electrode Method: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, book 9, chap. A6, sec. 6.5, September 2005. [http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5\\_v\\_1.2.pdf](http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.5_v_1.2.pdf).
- NÚÑEZ H, J. SCHULTE Y C. GARÍN., 2001. Liolaemus josephorum, nueva especie de lagartija para el norte de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. (50): 91-107.
- NÜRENBERG, G.K. 1996. Trophic state of clear and colored, soft- and hard-water lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. Lakes and Reservoir Management, 12:432-447.
- OLIVARES, M. (2000). Estudio analítico-numérico y experimental de la cuña salina en estuarios. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.
- OLIVER, S. C.1943. Catálogo de los Peces Marinos del Litoral de Concepción y Arauco. Boletín Sociedad de Biología de Concepción. 17: 75-126.
- ORTIZ, J.C.1980. Revisión taxonómica del género Tropicurus en Chile. Reunión Iberoam. Zool. Vertebr. 1: 355- 377pp.



- PATRICK, W. H., JR., D. S. MIKKELSEN, AND B. R. WELLS (1985) Plant nutrient behavior in flooded soil. In *Fertilizer Technology and Use*, 3rd ed., 197-228. Madison, Wis.: SSSA.
- PEREIRA, D., J. OLIVEIRA ARRUDA, R. MENEGAT, M.L. PORTO, A. SCHWARZBOLD Y S.M. HARTZ (2011) Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. *Biotemas*. 24(1): 21–36.
- PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). *Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*. (59): 7-486.
- Plano Regulador Metropolitano de Santiago - <http://zonificacionipt.minvu.cl/>.
- PRITCHARD, D. W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint, in: Lauff, G.H. (Ed.) *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science Publication, 83: pág: 3-5.
- RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN (2006). Diversidad de Macrófitos chilenos. En: Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R., Ramírez, C. *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria. 21-60 pp.
- RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN. (2006). Flora acuática. En: Saball, P., M Arroyo, J.C. Castilla, C. Estades, J.M. Ladrón de Guevara, S. Larraín, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta (eds.). *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos*. pp. 364-369 Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.
- RAMSAR. 1999. Programa de Promoción 1999-2002. Propuesta N° 9, Proyecto de Resolución. Ramsar COP7 DOC.15.9.
- Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Freirina. <http://www.cnr.gob.cl/Paginas/Home.aspx>.
- “Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres” (RCE).
- SAN MARTÍN, C, PÉREZ, Y, MONTENEGRO, D, & ÁLVAREZ, M. (2011). Diversidad, hábito y hábitat de Macrófitos acuáticos en la Patagonia occidental (Región de Aisén, Chile). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 39(1), 23-41.
- SAN MARTIN, C., C. RAMIREZ & M. ALVAREZ. (2003). Macrófitos como bioindicadores: Una propuesta metodológica para caracterizar ambientes dulceacuícolas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 34: 243-253.
- SEREMI Medio Ambiente (2005). Solicitud para la creación de Santuario de la Naturaleza “Humedal Estuario del Río Huasco”. Región de Atacama. 49 pp.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG) y CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA (CEA) (2006) Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales. 81 pp
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2012. La Ley de caza y su reglamento, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 96 pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO., 2012. La Ley de caza y su reglamento, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 96 pp.
- SMITH, V.H. 1998. Cultural eutrophication of inland, estuarine, and coastal waters. In: Pace, M.L, Gro€man, P.M. (Eds.), *Successes, Limitations and Frontiers in Ecosystem Science*. Springer, New York, pp. 7-49.
- STEINBERG, S.L., AND S.H. COONROD (1994) Oxidation of the root zone by aquatic plants growing in gravelnutrient solution culture. *J. Environ. Qual.* 23:907-913.
- STUARDO, J. Y VALDOVINOS, C. (1989). Estuarios y lagunas costeras: ecosistemas importantes del Chile central. *Ambiente y Desarrollo*, V:107–115 pp.

- TALA F, M EDDING & J VÁSQUEZ. 2004. Aspect of the reproductive phenology of *Lessonia trabeculata* (Laminariales: Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 38: 255-266.
- TESAM S.A. (1998). Estudio de impacto Ambiental del proyecto Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento. Capítulo 5 Línea de Base. EIA preparado para Cementos de Chile.
- TESAM, S.A. 1998. Estudio de impacto Ambiental del proyecto Explotación Minera y Producción de Clinker y Cemento. Capítulo 5 Línea de Base. EIA preparado para Cementos de Chile.
- The Plant List (2013). <http://www.theplantlist.org/> Real Jardín Botánico y Jardín Botánico de Missouri.
- TORRES-MURA, J.C., G.E. GONZÁLEZ & D.E. MARTÍNEZ.2011. Fauna de Chile: vertebrados de la zona mediterránea. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile. 186 pp.
- TRONCOSO, J. & C. GARIN. 2013. On the identity of *Liolaemus nigromaculatus* Wiegmann, 1834 (Iguania, Liolaemidae) and correction of its type locality. *ZooKeys*. 294: 37–56.
- TRONCOSO, J. & Y. MARAMBIO.2011. Lista comentada de los Reptiles de Atacama. *Boletín del Museo Regional de Atacama*. Año 2 (Chile). 2: 60-71pp.
- UICN, S. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN.
- VALLADARES, P. 2011. Análisis, síntesis y evaluación de la literatura de lagartos de la Región de Atacama, Chile. *Gayana* 75: 81-98pp.
- VÁSQUEZ, J.A. & B. SANTELICES. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 57: 131-154.
- VÁSQUEZ, J.A. & J.M.A. VEGA. 2004. El Niño 1997-1998 en el norte de Chile: efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas pardas: 119-135. In: Avaria S, J Carrasco, J Rutland & E Yáñez (eds) *El Niño-La Niña 1997-2000 sus efectos en Chile*. CONA, Valparaíso, Chile.
- VÁSQUEZ, J.A., E. FONCK & J.M.A VEGA. 2001a). Diversidad, abundancia y variabilidad temporal de ensamblajes de macroalgas del submareal rocoso del norte de Chile. En: K Alveal & T Antezana (eds) *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas*. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción (CHILE). 351-366.
- VÁSQUEZ, J.A.1992. *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case study for a structural and geographical comparisons. In: U Seeliger (ed), *Coastal Plants of Latin America*. Academic Press, San Diego. 77-89.
- VEGA, J.M, J.A. VÁSQUEZ & A.H. BUSCHMANN.2005. Biología poblacional de huirales submareales de *Macrocystis integrifolia* y *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) en un ecosistema de surgencia del norte de Chile: variabilidad interanual y El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 33-50.
- VELOSO, A. 2006. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile: origen, diversidad y estado de conservación. En: Vila, I., A. Veloso & C. Ramírez (eds.). *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago. 103-140.
- VIDAL M & A LABRA., 2008. *Herpetología de Chile*. Science Verlag. 593 pp.
- VIDAL, M. & A. LABRA. 2008. *Herpetología de Chile*. Science Verlag. 593 pp.
- VILA, I., VELOSO, A., SCHLATTER, R. & RAMIREZ, C. (EDS.). 2006. *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

VILA, I.; A. VELOSO, R. SCHLATTER. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Colección: Biodiversidad. Santiago de Chile: Editorial Universitaria; Universidad de Chile; Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad (PIEB): 186p.

VOLLENWEIDER, R.A. 1969. Möglichkeiten und grenzen elementarer modelle der stoffbilanz von seen. Archiv für Hydrobiologie, 66:1-36.

WELLER, M. W. (1999) Wetlands birds: habitat resources and conservation implications. Cambridge University Press, Cambridge.

ZULOAGA, F., O MORRONE, M BELGRANO (Eds.) (2009). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107, 1–3348.

Zuloaga, F.O., Morrone O. & Belgrano, M.J. (eds.) (2008c) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 3. Dicotyledonae: Fabaceae - Zygophyllaceae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 2287-3348.

ZULOAGA, F.O., MORRONE, O. & BELGRANO, M.J. (eds.) (2008) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 1. Pteridophyta, Gymnospermae y Monocotyledonae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 1-983.

ZULOAGA, F.O., MORRONE, O. & BELGRANO, M.J. (eds.) (2008b) Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Volumen 2. Dicotyledonae: Acanthaceae - Fabaceae. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 107: 985-2286.

ZULOAGA, F.O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO (2008) Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Missouri Botanical Garden Press. Saint Louis. [Documento en línea]. <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>, (consulta: septiembre de 2016).

## 14 ANEXOS

### 14.1 Permiso de pesca



AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA  
LTDA. PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN  
QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 28 DIC. 2015

R. EX: N° 3529

**VISTO:** Lo solicitado por Centro de Ecología Aplicada Ltda., mediante carta, C.I. SUBPESCA N° 13.664, de fecha 18 de noviembre de 2015; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Informe Técnico N° 244/2015, contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) N° 244/2015, de fecha 2 de diciembre de 2015; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en la Ley N° 19.880; lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983 y el D.S. N° 461 de 1995 y el Decreto Exento N° 878 de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y la Resolución Exenta N° 332 de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

#### CONSIDERANDO:

Que Centro de Ecología Aplicada Ltda., ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) N° 244/2015, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo definido en el artículo 2° número 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario el país.

Que el interés del estudio, son todas las especies de peces de agua dulce (nativas e introducidas), Fitobentos, Zoobentos, Zooplancton y Fitoplancton, presentes en los cuerpos de aguas continentales e insulares del territorio nacional; en particular, en aquellas zonas donde se requiera ejecutar estudios de línea base o seguimientos ambientales.

Que las evidencias científicas apuntan a que los problemas de conservación de las especies ícticas de aguas continentales chilenas van en aumento; lo que se asocia a múltiples factores, siendo el más relevante el deterioro y fragmentación de su hábitat.

Que por lo anterior, es de especial interés para la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura contar con el mayor número de antecedentes que permitan diseñar medidas de administración que promuevan objetivos de conservación para este grupo de especies de peces nativos y asilvestrados de importancia para la pesca recreativa.

Que el uso controlado de las artes de pesca descritos en el informe técnico citado en Visto, permite disminuir la mortalidad no deseada y por tanto no resulta en un incremento de los riesgos de conservación de las especies señaladas.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

#### RESUELVO:

1.- Autorízase a Ecología Aplicada Ltda., R.U.T. N° 78.294.470-3, con domicilio en Avenida Príncipe de Gales 6465, La Reina, Región Metropolitana, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría, y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo consiste en el estudio de flora y fauna acuática en cursos y cuerpos de agua de las principales cuencas del país, enmarcados dentro de estudios de línea de base de ecosistemas acuáticos continentales de Chile.

3.- La pesca de investigación, que por la presente resolución se autoriza, se efectuará por el término de 12 meses contados desde la fecha de la presente resolución, en los cursos y cuerpos de agua continentales e insulares del territorio nacional.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación exploratoria, el peticionario podrá realizar el muestreo no letal de las siguientes especies ícticas, según se indica:

Especies nativas	Nombre común
<i>Geotria australis</i>	Lamprea de bolsa
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea de agua dulce
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha de los Lagos
<i>Cheirodon pisciculatus</i>	Pocha
<i>Cheirodon australe</i>	Pocha del sur
<i>Cheirodon killiani</i>	Pocha
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Bagre /Tollo
<i>Diplomystes chilensis</i>	Bagre /Tollo
<i>Diplomystes camposensis</i>	Bagre /Tollo
<i>Hatcheria macraei</i>	Bagre
<i>Trichomycterus areolatus</i>	Bagrecito
<i>Trichomycterus chiltoni</i>	Bagrecito
<i>Trichomycterus rivolatus</i>	Bagrecito
<i>Trichomycterus chungaraensis</i>	Bagrecito
<i>Trichomycterus laucaensis</i>	Bagrecito
<i>Bullockia maldonadoi</i>	Bagrecito
<i>Nematogenys inermis</i>	Bagre grande
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye/Truchita/Coltrao
<i>Galaxias platei</i>	Puye
<i>Galaxias globiceps</i>	Puye
<i>Brachygalaxias gothei</i>	Puye
<i>Brachygalaxias bullocki</i>	Puye
<i>Aplochiton marinus</i>	Petadilla
<i>Aplochiton taeniatus</i>	Farionela / Petadilla
<i>Aplochiton zebra</i>	Farionela listada
<i>Orestias agassizi</i>	Karachi/corvinilla
<i>Orestias chungarensis</i>	Karachi/corvinilla
<i>Orestias laucaensis</i>	Karachi/corvinilla
<i>Orestias ascotanensis</i>	Karachi/corvinilla
<i>Orestias parinacotensis</i>	Karachi/corvinilla
<i>Odontesthes mauleanum</i>	Cauque /pejerrey
<i>Odontesthes debueni</i>	Pirihuelo
<i>Odontesthes wiebrichi</i>	Cauque de valdivia
<i>Odontesthes brevianalis</i>	Cauque del norte
<i>Odontesthes molinae</i>	Cauque de molina
<i>Odontesthes itatanum</i>	Cauque de itata
<i>Odontesthes hatcheri</i>	Cauque patagonico
<i>Basilichthys australis</i>	Pejerrey chileno
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey del norte
<i>Basilichthys semotilus</i>	Pejerrey
<i>Percichthys trucha</i>	Perca trucha o trucha criolla
<i>Percichthys melanops</i>	Trucha negra o trucha criolla
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita o coloradita
<i>Percilia irwini</i>	Carmelita de Concepción
Especies introducidas	Nombre común
<i>Basilichthys bonaerensis</i>	Pejerrey argentino
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusia
<i>Carasius carasius</i>	dorado
<i>Cnesterodon decemaculatus</i>	10 manchas

<i>Ameiurus nebulosus</i>	Cat fish
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón coho o plateado
<i>Oncorhynchus masou</i>	Salmón cereza
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoiris
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Salmón Rey o Chinook
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico
<i>Salmo trutta</i>	Trucha fario
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Trucha de arroyo
<i>Carassius sp</i>	Dorado

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
Ictiofauna	Equipo de pesca eléctrica	Marca COFFELT Modelo EX 350. Número Serie ECC-1176435. Voltaje 240V 50 Hz, Potencia max. 350 VA.
	Espineles	Equipados con anzuelos N° 6.
	Redes agalleras	Las redes están constituidas por hilos de monofilamento. Las mallas varían de 1/2" a 4" de distancia entre nudos como máximo. Los paños son de 25 m de longitud. Estos paños de 25 m pueden agregarse longitudinalmente hasta alcanzar una longitud máxima de 125 m.
	Redes Nasa	Red Nasa de 3 m de longitud y 50cm de diámetro.
Zoobentos	Red Surber	Red Surber de 0,09 (m <sup>2</sup> ) y con una apertura de malla de 250 μm.
Zoobentos	Corer	Corer de 0,0037 (m <sup>2</sup> ).
Fitobentos	Perifitómetro	De acuerdo a Davies y Gee (1993).
	Core	Jeringa-core de 10 ml.
Fitoplancton	Red de fitoplancton	Red de arrastre de 60 μm de apertura de malla y 30 cm de diámetro de boca.
	Botella oceanográfica	Botella Van Dorn
	Red de salar	Red de plancton de 60 μm de trama de malla, con una apertura de boca de 10x15 cm.
Zooplancton	Red zooplancton	Red de arrastre de 110 μm de apertura de malla y 30 cm de diámetro de boca.
	Red de salar	Red con malla N 10 (110 μm) y 6 cm de diámetro.
Macrófitas	Cuadrante	Cuadrante de 1(m <sup>2</sup> ) Reticulado 100 retículas de 4 (cm <sup>2</sup> ).
Didymo	Mismos elementos utilizados para muestreo de fitoplancton y fitobentos	

Las especies de *Australoheros facetum* ("chanchito"), *Gambusia spp* ("gambusia"), *Carassius carassius* ("doradito"), *Cnesterodon decemmaculatus* ("10 manchas"), *Ameiurus nebulosus* ("pez gato"), *Jenynsia multidentata* (overito o morraja) y *Cheirodon interruptus* (pocha o morrajita) *Ctenopharyngodon idella* (carpa china) y *Cyprinus carpio* (carpa), podrán ser sacrificados en su totalidad, en consideración a su potencial invasividad y riesgo para la conservación de las especies nativas amenazadas.

Para la captura de peces se podrá utilizar un equipo de pesca eléctrica especializada para dichos fines, el uso de chinguillos auxiliares y redes de cerco orilleras. De la misma manera y para zonas de mayor profundidad, podrá utilizar trampas de peces, espineles y redes. Respecto del uso de espineles, estos no deberán superar un número máximo de 10 anzuelos, todos sin "rebarba". Los que deberán ser operados con tiempos de reposo inferiores a 12 horas. Las redes utilizadas no deben superar los 25 metros de longitud y nunca cubrir todo el curso de agua. En lagos, las redes podrán alcanzar un máximo de 125 metros de longitud y no más de tres unidades por cuerpo de agua. El tamaño de malla deberá corresponder al adecuado a cada especie objetivo del estudio, evitando la captura incidental de otras especies. El periodo de captura de la red no debe superar las 12 horas continuas. Durante este periodo, se deberá revisar regularmente la red a objeto de evitar la sobre captura, la captura de especies no objetivo, la mortalidad de los organismos atrapados.

Las especies nativas deberán ser devueltas una vez clasificadas a su medio en el mismo sitio de su captura, y en buenas condiciones para su sobrevivencia. Sin perjuicio de lo anterior, el consultor podrá reservar una muestra, o ejemplares de las especies ícticas que presenten signos de enfermedades o daños evidentes, para su posterior análisis patológico.

5.- El peticionario deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, con a lo menos 2 días hábiles de anticipación, las fechas y lugares específicos en que se realizarán las jornadas de muestro, para su control y fiscalización.

6.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, se exceptúa del cumplimiento de las normas de administración establecidas mediante Decreto Exento N° 878 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Para efectos de dar cumplimiento a las medidas establecidas en el programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (Didymo), el peticionario deberá:

a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; tanto al comienzo y término de cada muestreo, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta 332 de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e Identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata* de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras 24 horas, una vez terminadas las campañas de muestreo en terreno, a la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, en caso que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso al Servicio dentro del mismo tiempo indicado en el párrafo precedente.



8.- El solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: Localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, el cual deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

9.- Designase a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

10.- En los estudios asociados a programas de monitoreo medioambiental o planes de vigilancia ambientales, las metodologías utilizadas deberán ser aquellas señaladas en las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).

11.- El peticionario designa como persona responsable de esta pesca de investigación, a su representante legal don Manuel Contreras Leiva, R.U.T. N° 8.990.546-K, con el mismo domicilio.

12.- El peticionario deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995, citado en Visto. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- Transcribese copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

**ANÓTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**



**PAOLO TREJO CARMONA**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

NLI/css

Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.



**ROBINSON QUIERO ZARATE**  
Jefe Departamento Administrativo S

REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
CASILLA 100 - V



AUTORIZA A CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA LTDA.  
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta Nº **3529**  
de esta Subsecretaría, autorizase a Centro de Ecología Aplicada Ltda., para efectuar una pesca de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto **"Solicitud de Pesca de Investigación para Flora y Fauna Acuática en Cuerpos y Cursos de Aguas Continentales e Insulares del Territorio Nacional"**.

La pesca de investigación, que por la presente resolución se autoriza, se efectuará por el término de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, en los cursos y cuerpos de agua continentales e insulares del territorio nacional, en los términos establecidos en la resolución extractada.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



**PAOLO TREJO CARMONA**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

VALPARAÍSO, **28 DIC. 2015**

## 14.2 Coordenadas de todos los puntos de muestreo

**Tabla 14-1. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de Fauna del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.**

Estación	N	E	m.s.n.m.
FAUNA 1	6851541	284258	6
FAUNA 2	6851227	284712	6
FAUNA 3	6850627	284057	12
FAUNA 4	6849884	283525	5
FAUNA 5	6850903	285125	6
FAUNA 6	6850406	286072	13
FAUNA 7	6849879	285588	7
FAUNA 8	6848720	286915	14
FAUNA7DUNA	6852048	284971	10

### 14.3 Biota acuática

Tabla 14-2. Riqueza, abundancia e índices de diversidad (H') y equidad (J') de zooplancton expresado en Ind/L, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco.

Datos obtenidos durante la campaña de invierno-primavera 2016. Donde Inv= Invertebrata, Vert= Vertebrata, Artr= Arthropoda, Arac= Arachnida, Ostr= Ostracoda, Malac= Malacostraca, Branch= Branchiopoda, Maxil= Maxilopoda, Hydr= Hydrozoa, Ling= Lingulata, Gast= Gasteropoda, Bry= Bryozoa, Mon= Monogonta, For= Foraminifera, Entog= Entognata, Eurot= Eurotatoria, Clit= Clitellata.

Campaña	Invierno						Primavera						
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
<b>CHORDATA</b>													
Huevo indet. (Invert.)	0,017	0,068	0,029	0,038	0,355	0,042	0	0	0	0	0	0	0
Larva pez indet. (Vert.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ARTHROPODA</b>													
Protozoa indet. (Artr.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trombidiformes</b>													
Halacaridae indet. (Arac.)	0,043	0,017	0,028	0,030	0,056	0,110	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ostracoda</b>													
Ostracoda indet. (Ostr.)	0,820	0,021	0,237	0,130	0,218	0,145	0	0	0,374	0,133	0,214	0,819	
<b>Amphipoda</b>													
Gammaridae indet. (Malac.)	0	0	0,003	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0
<b>Decapoda</b>													
Zoea Bellidae indet. (Malac.)	0	0	0,013	0	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Pinnotheridae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Majidae indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0

Campaña	Invierno						Primavera						
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
Zoea indet. (Malac.)	0	0	0	0	0,000	0	0,653	0	0	0	0	0	0
<b>Cladocera</b>													
<i>Neobosmina chilensis</i> (Branch.)	1,560	0,034	0,074	0,097	0,021	0,011	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diplostraca</b>													
<i>Chydorus sphaericus</i> (Branch.)	0,009	0,021	0,154	0,410	0,026	0,003	0	0,585	1,621	0,916	1,452	4,548	
<i>Leydigia leydigi</i> (Branch.)	2,024	0,030	0	0,009	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alona</i> sp. (Branch.)	0,158	0,004	0,013	0		0	0	0	0,109	0,042	0,220	1,029	
<b>Diptera</b>													
Chironomidae indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0,382	0,374	0,805	0,265	1,212	2,943	
Trichoptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0,410	
<b>Ephemeroptera</b>													
Ephemeroptera indet. (Insect.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,046	0	0,210	
<b>Copepoda</b>													
Nauplii copepoda (Maxil.)	0,099	0,026	0,004	0,043	0,060	0,313	3,031	0,179	0,938	0,491	0,788	2,324	
Metanauplii copepoda (Maxil.)	0	0,004	0	0,017	0,017	0,005	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cirripedia</b>													
Nauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,021	0	0,200	0	0	0	0	0	0
Metanauplii cirripedia (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Calanoida</b>													
<i>Acartia tonsa</i> (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0	0

Campaña	Invierno						Primavera						
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
<i>Calanus</i> sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoida indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,471	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromamma gracilis</i> (Maxil.)	0	0	0,004	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clausocalanus</i> sp. (Maxil.)	0	0	0,009	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia</i> sp. (Maxil.)	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus indicus</i> (Maxil.)	0	0,013	0	0	0,043	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cyclopoida</b>													
Cyclopoida indet. (Maxil.)	0,915	0,060	0,013	0,051	0,103	0,114	0	0	0,480	0,221	0,675	1,467	
<b>Harpacticoida</b>													
Harpacticoida indet. (Maxil.)	0,615	0,055	0,017	0,021	0,064	0,051	0,300	0	0	0	0	0	0
Canthocamptidae indet. (Maxil.)	0	0	0	0	0	0	0,089	0	0,219	0,044	0,223	0,414	
<b>Acari</b>													
Acari indet. (Arach.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,086	0,116	0,424	
<b>Collembola</b>													
Collembola indet. (Entog.)	0	0	0	0	0	0	0,742	0	0	0	0	0	0
<b>CNIDARIA</b>													
<b>Anthoathecatae</b>													
Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0	0	0,004	0	0,376	0	0	0	0	0	0
Pólipo Hydromedusae indet. (Hydr.)	0	0	0,004	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Anthomedusae</b>													

Campaña	Invierno						Primavera						
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
<i>Hydra</i> sp. (Hydr.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,106	0,090	0,220	1,033
<b>BRACHIOPODA</b>													
<b>Lingulida</b>													
Larva lingula indet. (Ling.)	0	0,017	0	0	0,026	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>MOLLUSCA</b>													
<b>Gasteropoda</b>													
Gasteropoda indet. (Gast.)	0,078	0,013	0,014	0,055	0,017	0,053	0	0	0	0	0	0	0
Larva Gasteropoda indet. (Gast.)	0,017	0,004	0,017	0,013	0,021	0,033	0	0	0	0	0	0	0
Physidae indet. (Gast.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,210
<b>BRYOZOA</b>													
Larva cifonauta indet. (Bry.)	0	0	0	0	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ROTIFERA</b>													
<b>Ploima</b>													
<i>Lepadella ovalis</i> (Mon.)	0	0,017	0	0,009	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Keratella</i> sp. (Mon.)	0	0	0	0	0,004	0,011	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platylas quadricornis</i> (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,429
<i>Euchlanis dilatata</i> (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,103	0,566	0,441	0,814
<i>Lecane luna</i> (Mon.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0
<b>Flosculariaceae</b>													
<i>Testudinella</i> sp. (Eurot.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055	0	0	0



Campaña	Invierno						Primavera						
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
<b>FORAMINIFERA</b>													
Foraminifera indet. (For.)	0,064	0	0,004	0	0,013	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NEMATODA</b>													
Nematoda indet.	0	0	0	0	0	0	0,100	0,179	0,056	0	0	0	0,619
<b>ANNELIDA</b>													
<b>Oligochaeta</b>													
Oligochaeta indet. (Clit.)	0	0	0	0	0	0	0,658	0,179	0,480	0,133	1,020	0,819	
<b>Polychaeta</b>													
Polychaeta indet.	0	0	0	0	0	0	2,136	0	0	0	0	0	0
<b>TARDIGRADES</b>													
Tardigrada indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,116	0
<b>Riqueza</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>15</b>
<b>Abundancia</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>17</b>
<b>Diversidad (H')</b>	<b>2,6</b>	<b>3,6</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,5</b>
<b>Equidad (J')</b>	<b>0,70</b>	<b>0,90</b>	<b>0,69</b>	<b>0,73</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>	<b>0,80</b>	<b>0,82</b>	<b>0,88</b>	<b>0,88</b>	<b>0,86</b>

**Tabla 14-3 Riqueza y Abundancia de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm) expresadas en ind/m<sup>2</sup>, en el Humedal Costero Estuario del río Huasco. Donde Ins = Insecta, Ost= Ostracoda, Gast = Gastrópoda, Tur= Turbellaria, Nemat= Nematoda, Hiru=Hirudinea, Oligo=Oligochaeta.**

Taxa / Punto de muestreo	Invierno						Primavera					
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6
<b>Decapoda</b>												
<i>Cryphiops caementarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0	0	0
<b>Coleoptera</b>												
Hydrophilidae indet. (Ins.)	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haliplidae indet. (Ins)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
<b>Diptera</b>												
Chironomidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	1346,80	252,53
Ceratopogonidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,35
<b>Odonata</b>												
Libellulidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae indet.(Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18
Coenagrionidae indet. (Ins.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,18	0	0
<b>Trichoptera</b>												
<i>Oxyethira</i> sp. (Ins.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
<b>Basommatophora</b>												
<i>Physa</i> sp. (Gast.)	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria</i> sp. (Gast.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0

Campana	Invierno						Primavera					
	Taxa / Punto de muestreo	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5
<b>Littorinimorpha</b>												
<i>Heleobia</i> sp. (Gast.)	1.725,49	196,08	39,22	39,22	274,51	509,80	0	0	0	0	0	0
<b>Hirudinea</b>												
Hirudinea indet. (Hiru.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nematoda</b>												
Nematoda indet. (Nemat.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
<b>Haplotaxida</b>												
Naididae indet. (Oligo.)	0	0	0	0	0	980,39	0	0	0	0	0	0
<i>Nais</i> sp. (Oligo.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ostracoda</b>												
Ostracoda indet. (Ostr.)	0	0	0	0	0	6.823,53	0	0	0	0	0	0
<b>Seriata</b>												
<i>Dugesia</i> sp. (Platy.)	0	0	0	0	39,22	0	0	0	0	0	0	0
<b>Riqueza</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Abundancia</b>	<b>1.765</b>	<b>196</b>	<b>78</b>	<b>39</b>	<b>588</b>	<b>8.314</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>168</b>	<b>1.347</b>	<b>505</b>
<b>Diversidad (H')</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,5</b>
<b>Equidad (J')</b>	<b>0,15</b>	<b>***</b>	<b>1,00</b>	<b>***</b>	<b>0,82</b>	<b>0,53</b>	<b>***</b>	<b>****</b>	<b>***</b>	<b>1,00</b>	<b>***</b>	<b>0,92</b>

Tabla 14-4 Abundancia de especies de ictiofauna registradas en el área de estudio durante la campaña de invierno-primavera 2016.

Campaña	Punto de muestreo	Especie	Abundancia
Invierno	H-1	-	0
	H-2	-	0
	H-3	-	0
	H-4	-	0
	H-5	<i>Mugil cephalus</i>	10
	H-6	<i>Mugil cephalus</i>	8
Primavera	H-1	<i>Gambusia affinis</i>	1
	H-2	<i>Mugil cephalus</i>	1
	H-3	<i>Gambusia affinis</i>	3
	H-4	<i>Gambusia affinis</i>	11
	H-5	<i>Gambusia affinis</i>	20
	H-6	<i>Gambusia affinis</i>	8

Tabla 14-5. Factor de condición de ejemplares de Lisa capturados en puntos de muestreo.

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H1	<i>Gambusia affinis</i>	-	-	-
H2	<i>Mugil cephalus</i>	12,5	21,3	10,9
H3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,2	8,2
H3	<i>Gambusia affinis</i>	3,1	0,3	10,1
H3	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,2	4,7
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,4	9,3
H4	<i>Gambusia affinis</i>	4,7	1	9,6
H4	<i>Gambusia affinis</i>	4,3	0,4	5,0
H4	<i>Gambusia affinis</i>	4,6	0,8	8,2
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,3	7,0
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,2	4,7
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,4	9,3
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,6	0,7	15,0
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3,6	0,7	15,0
H4	<i>Gambusia affinis</i>	4,4	1	11,7
H4	<i>Gambusia affinis</i>	3	0,4	14,8
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,7	0,9	8,7

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,5	0,7	7,7
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,3	0,5	8,8
H5	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,4	11,7
H5	<i>Gambusia affinis</i>	5	1,2	3,2
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4	0,6	18,8
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,1	0,6	8,7
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,4	0,7	7,0
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,1	0,7	10,2
H5	<i>Gambusia affinis</i>	3,6	0,2	15,0
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,6	0,9	2,1
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,2	0,5	12,1
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,5	0,7	5,5
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,4	0,8	8,2
H5	<i>Gambusia affinis</i>	5	1,4	6,4
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4	0,6	21,9
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4	0,5	9,4
H5	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,1	11,7
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,3	0,7	1,3

Punto de Muestreo	Especie	L.T (cm)	P.T (g)	K
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,7	1,2	6,7
H5	<i>Gambusia affinis</i>	4,3	0,7	15,1
H6	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,1	28,7
H6	<i>Gambusia affinis</i>	3,6	0,5	2,1
H6	<i>Gambusia affinis</i>	3,8	0,3	9,1
H6	<i>Gambusia affinis</i>	3,3	0,4	8,3
H6	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,7	9,3
H6	<i>Gambusia affinis</i>	3,9	0,5	11,8
H6	<i>Gambusia affinis</i>	4,7	1	4,8
H6	<i>Gambusia affinis</i>	5	0,7	8,0

#### 14.4 Fichas de especies de aves en categoría de conservación

	<p><b>Taxonomía</b></p> <p><b>Nombre científico:</b> <i>Coscoroba coscoroba</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Cisne coscoroba</p> <p><b>Orden:</b> Anseriformes</p> <p><b>Familia:</b> Anatidae</p>	<p><b>Distribución en Humedal</b></p> 
<p><b>Categoría de conservación</b></p>		
<p><b>En Peligro (EN)</b></p>		
<p><b>Ecología</b></p>		
<p><b>Origen biogeográfico:</b> Nativa</p>		
<p><b>Distribución en Chile:</b> Entre Puerto Montt y Cabo de Hornos (X a XII región). Migración hasta Huasco (IV región)</p>		
<p><b>Hábitat:</b> Lagos, lagunas, canales</p>		
<p><b>Alimentación:</b> Invertebrados acuáticos, huevos de pescados y material vegetal</p>		
<p><b>Abundancia 2016:</b> 44 ejemplares</p>		

Figura 14-1 Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Coscoroba coscoroba*.





Figura 14-2. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Plegadis chihi*.



Figura 14-3. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Larus modestus*.

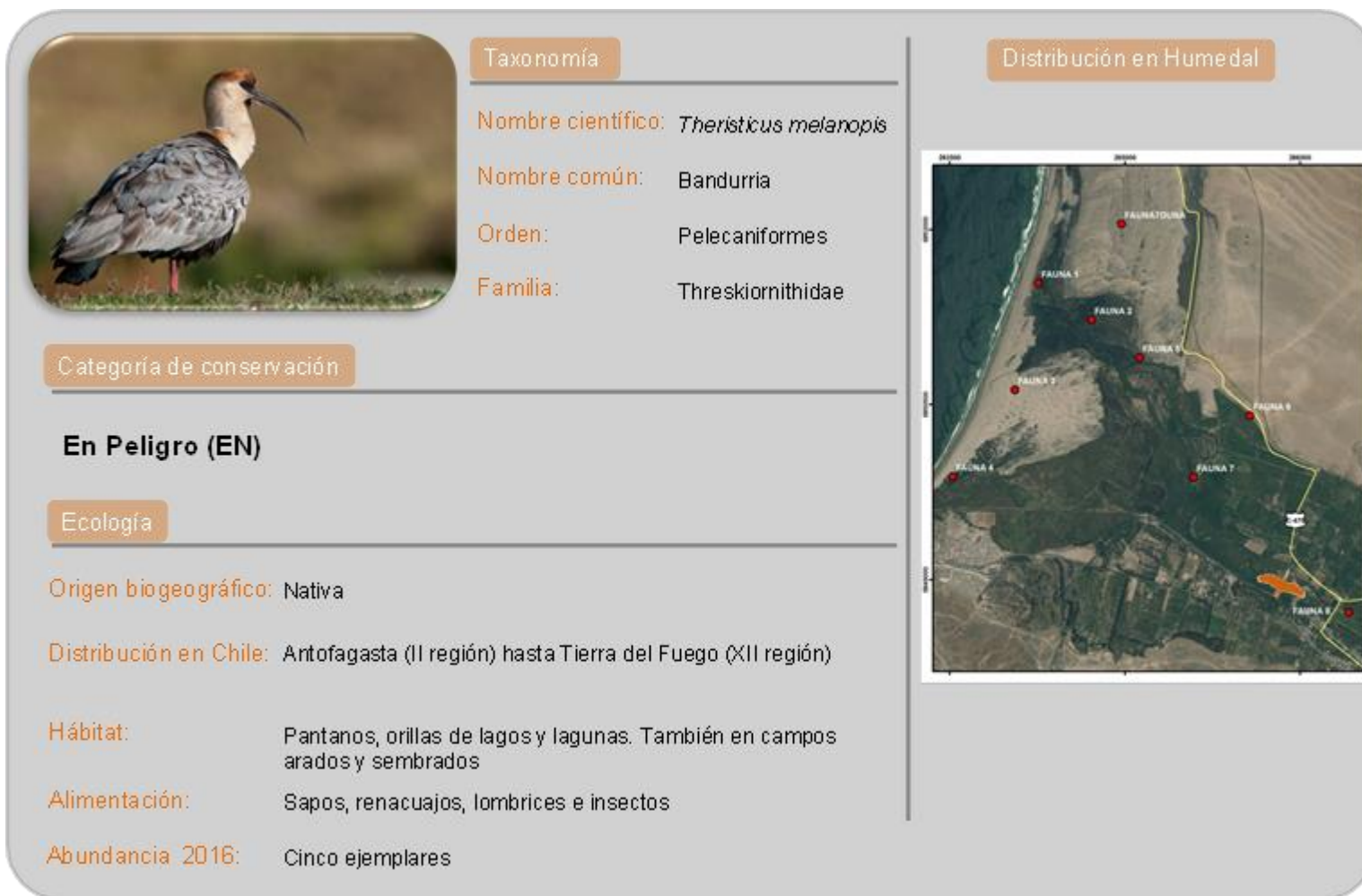


Figura 14-4. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Theristicus melanopis*.



Figura 14-5. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Gallinago paraguaiae*.



Figura 14-6. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Ardea cocoi*.



Figura 14-7. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas bahamensis*.



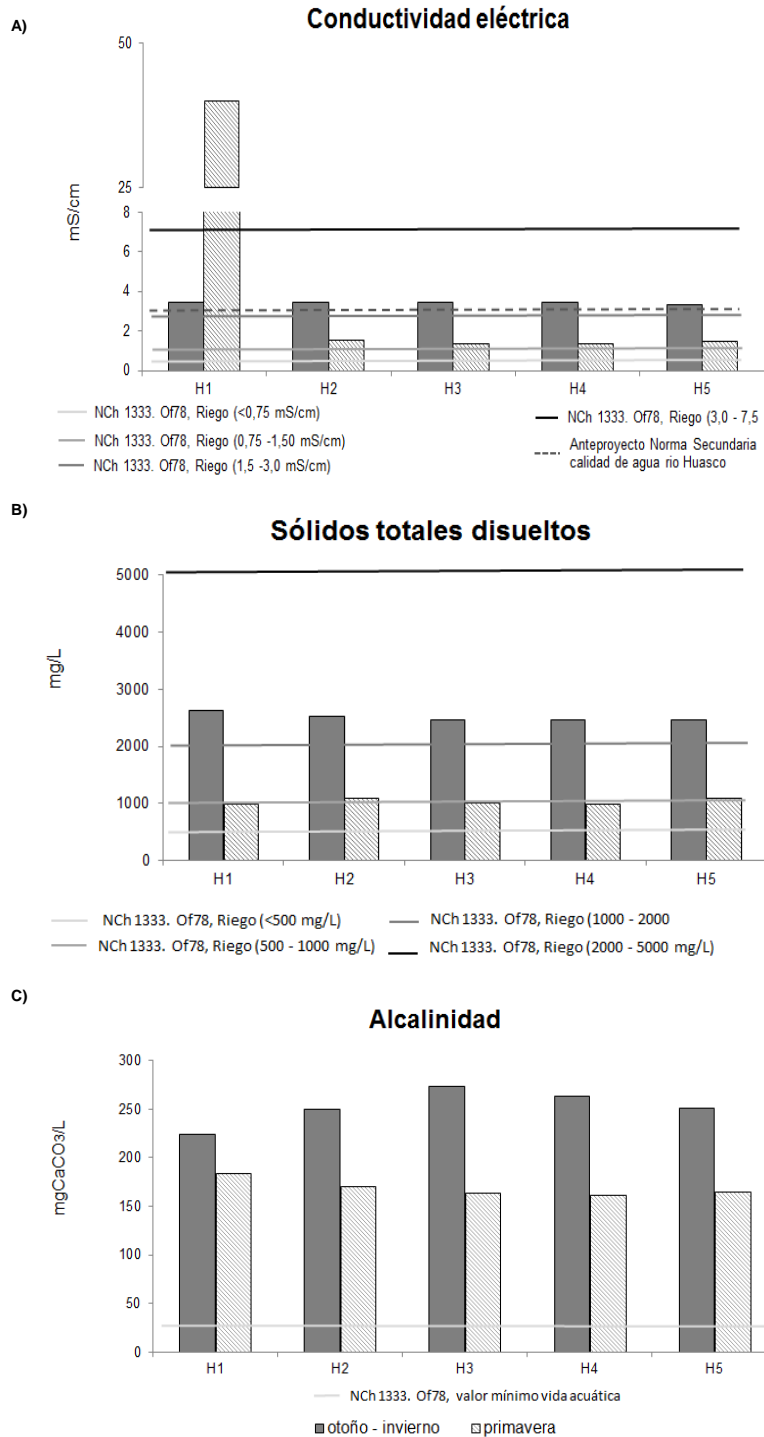
Figura 14-8. Ficha descriptiva y distribución de la especie de ave *Anas platalea*.

## **14.5 Calidad de agua**

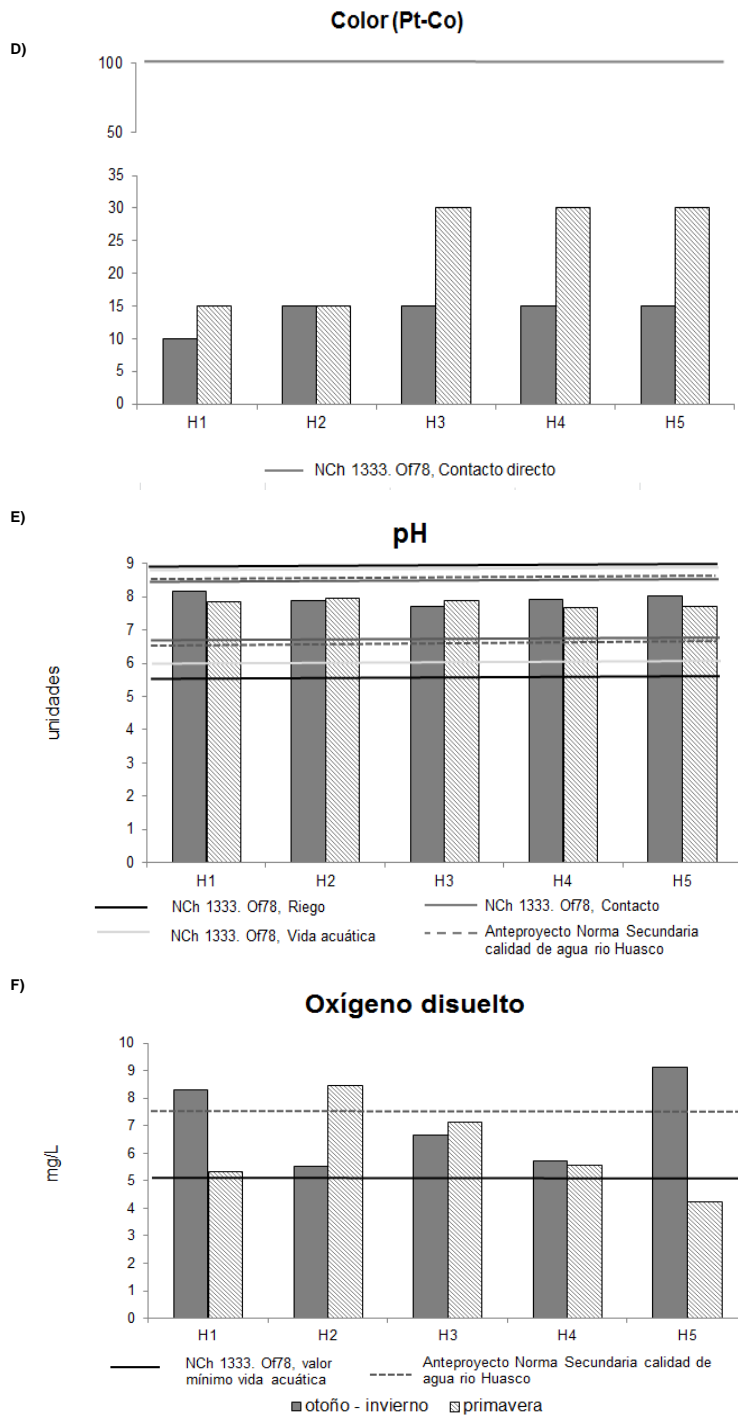
### **14.5.1 Columna de agua**

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante las campañas agosto 2016 y noviembre 2016, se comparan con valores del Anteproyecto de norma secundaria de calidad de agua (Ávalo *et al*, 2009).

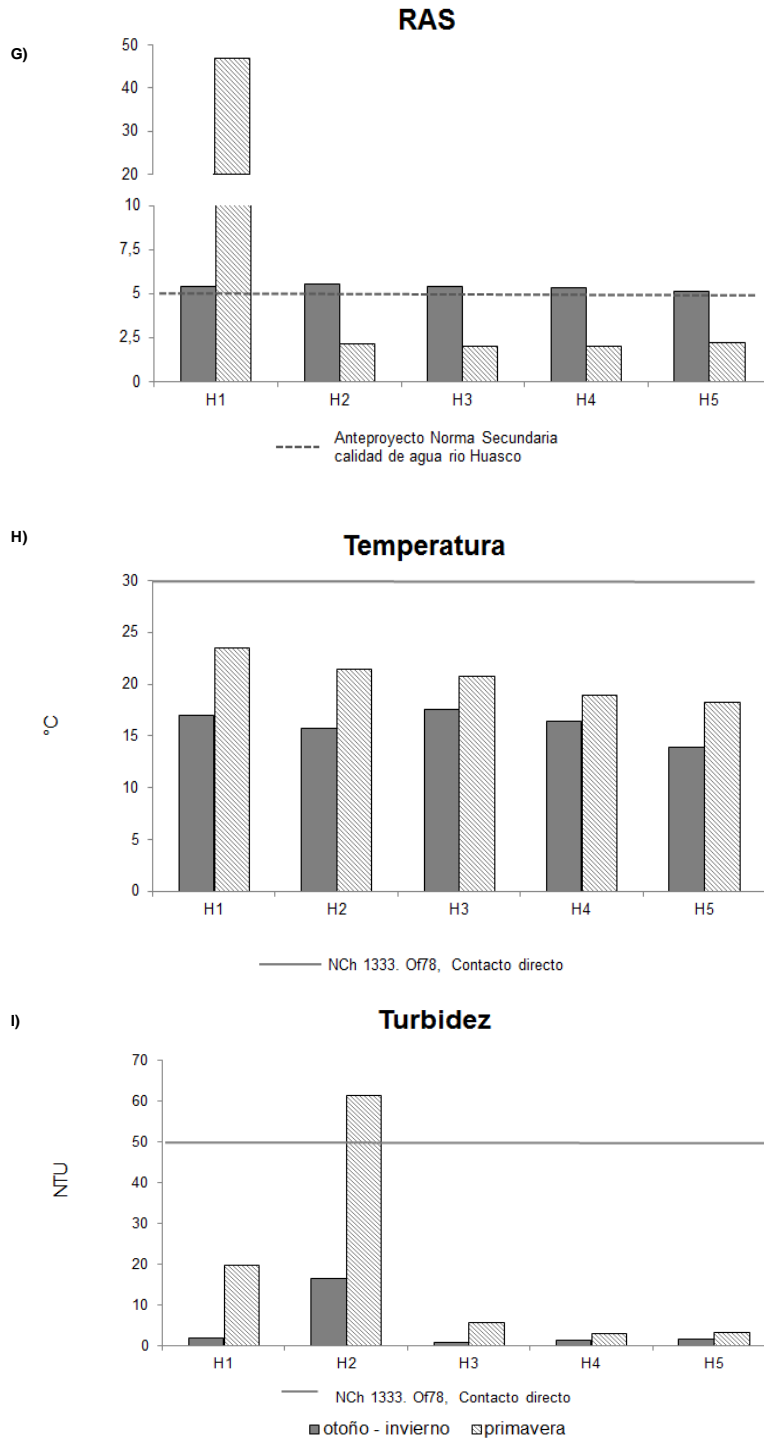




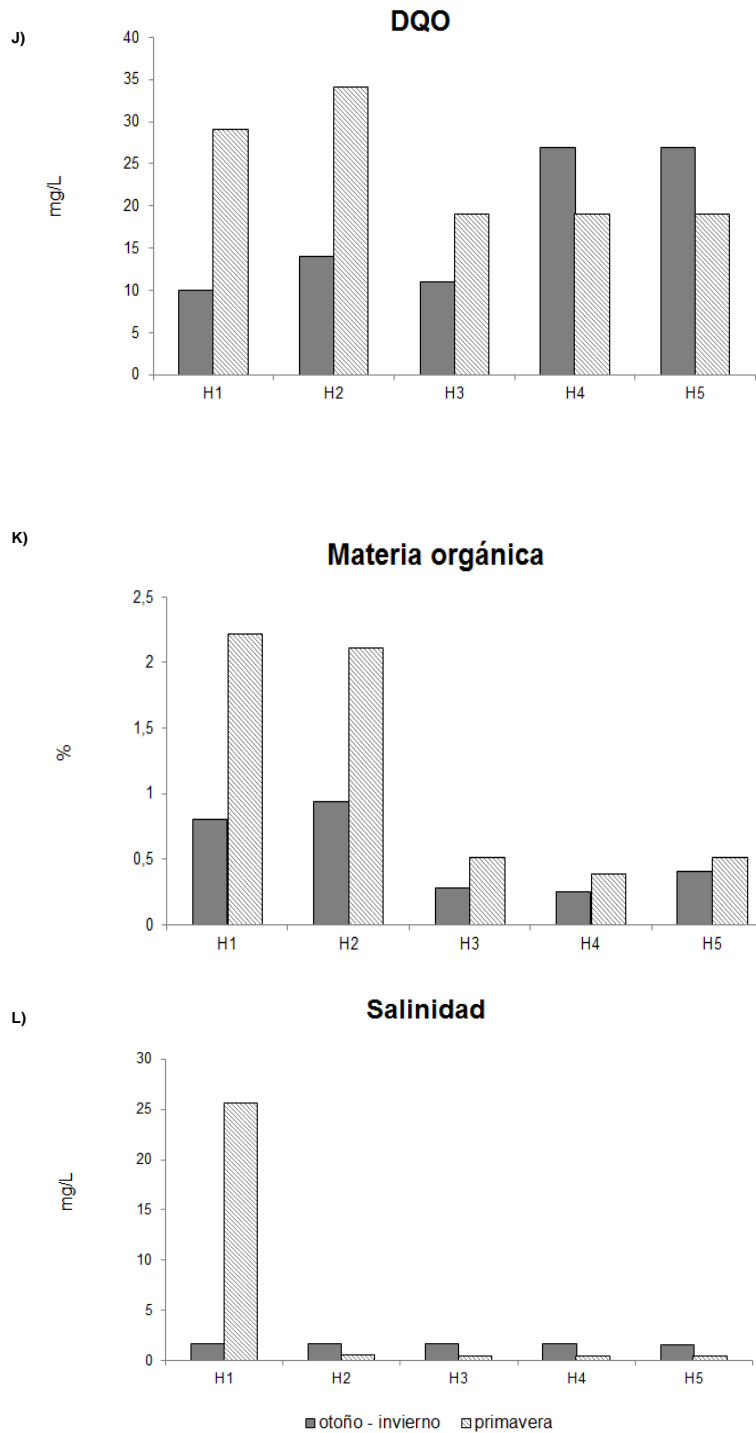
**Figura 14-9. Valores de parámetros físico-químicos A) conductividad eléctrica, B) sólidos totales disueltos, y C) alcalinidad, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparado con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



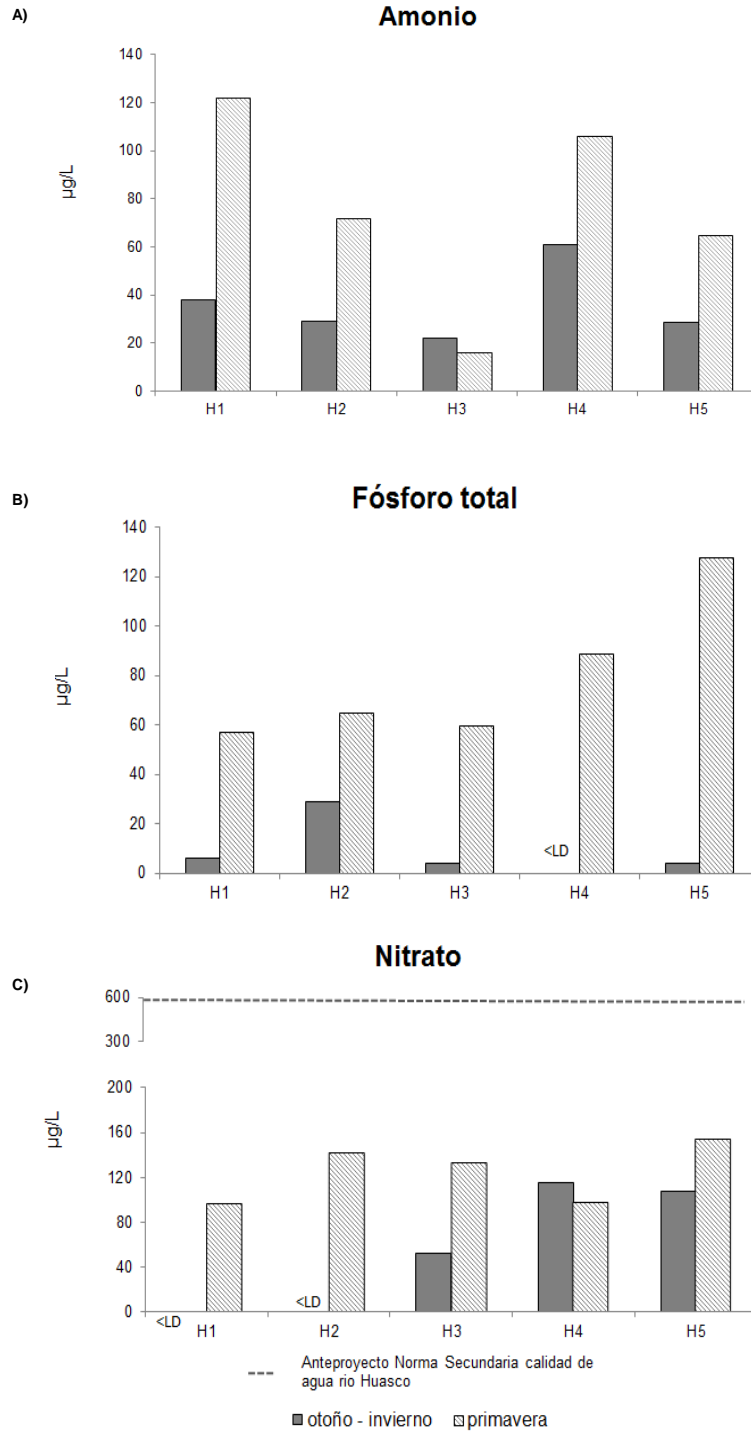
**Figura 14-10. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos D) color, E) pH, y F) oxígeno disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



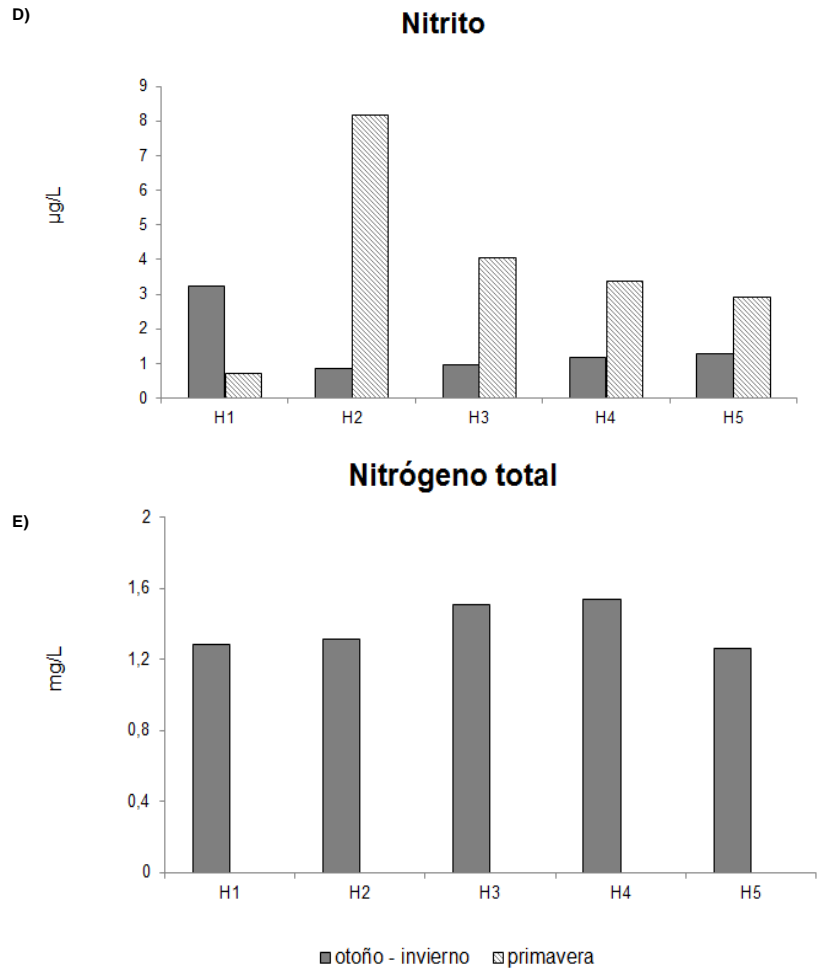
**Figura 14-11. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos Valores de G) RAS H) temperatura, y I) turbidez, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



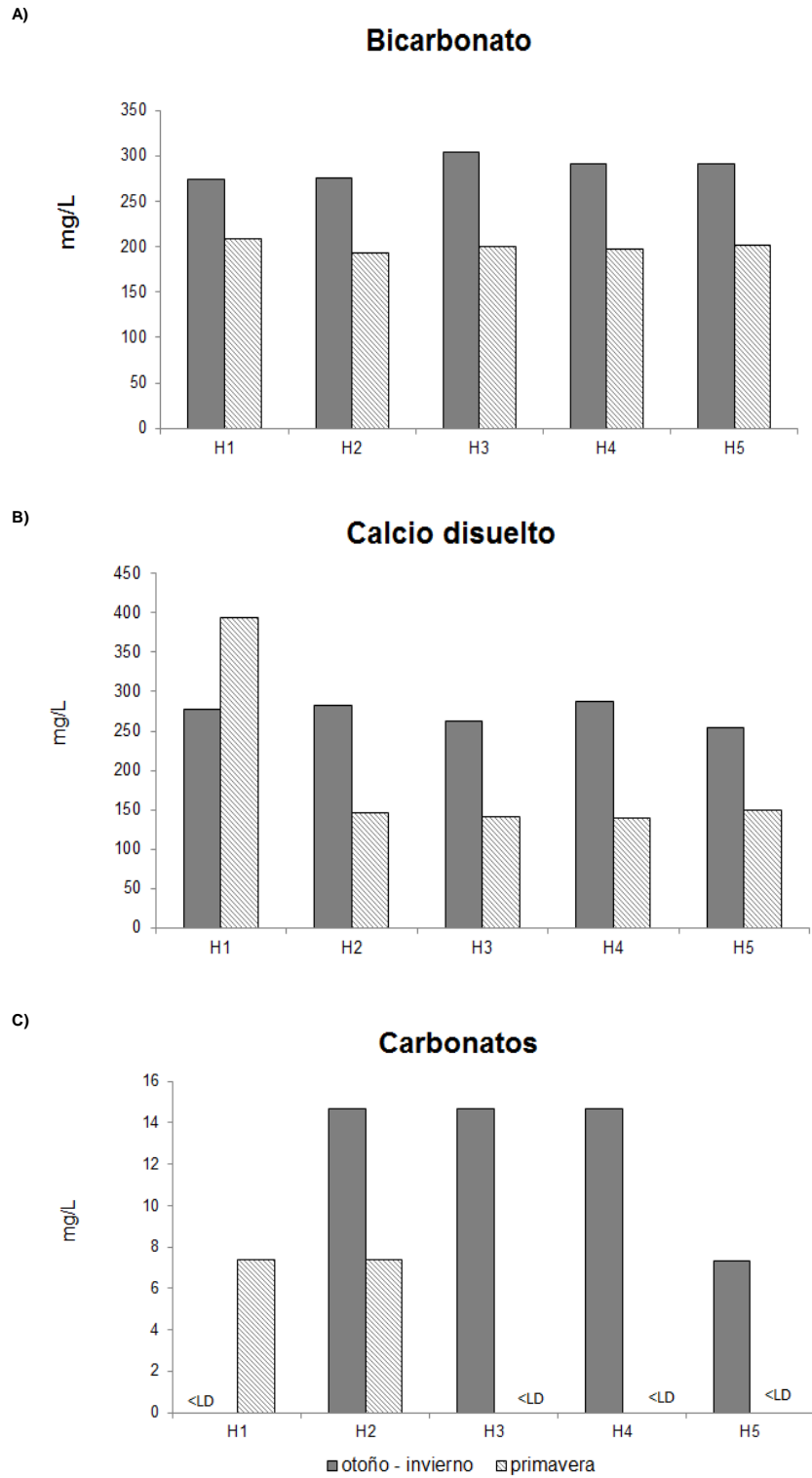
**Figura 14-12. Continuación. Valores de parámetros físico-químicos J) DQO, y K) materia orgánica, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**



**Figura 14-13. Valores de parámetros inorgánicos A) amonio, B) fósforo total, y C) nitrato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.**



**Figura 14-14. Continuación. Valores de parámetros inorgánicos A) nitrito, y B) nitrógeno total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**



**Figura 14-15. Valores de iones mayoritarios A) bicarbonato, B) calcio disuelto, y C) carbonato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**

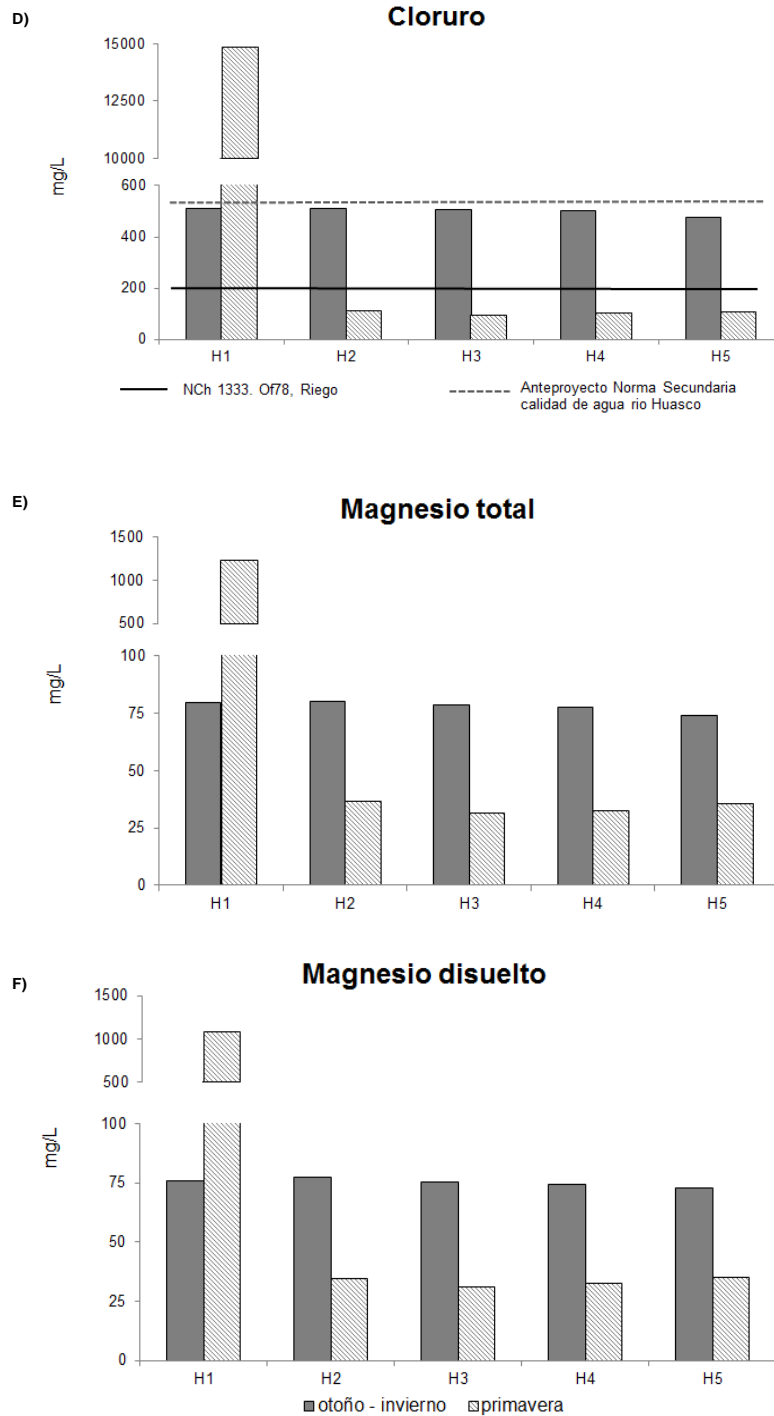
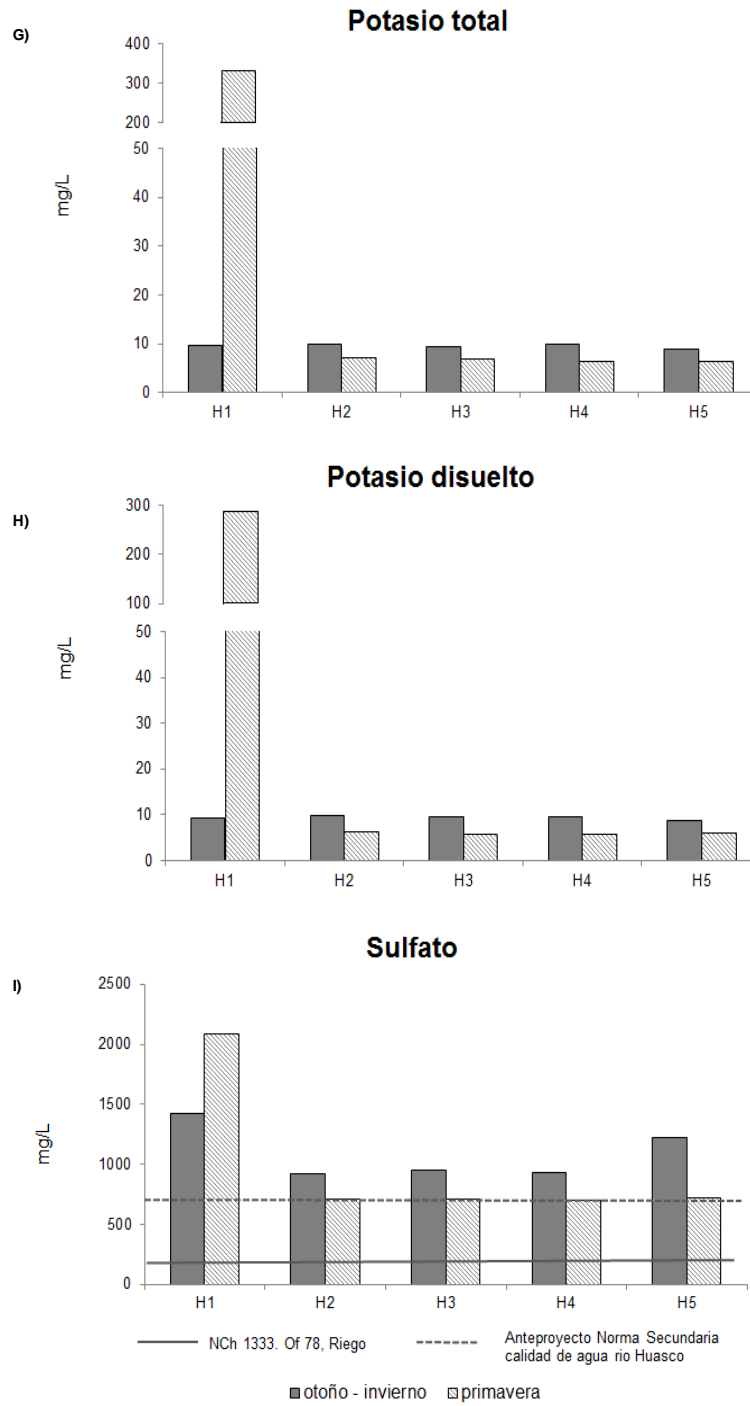
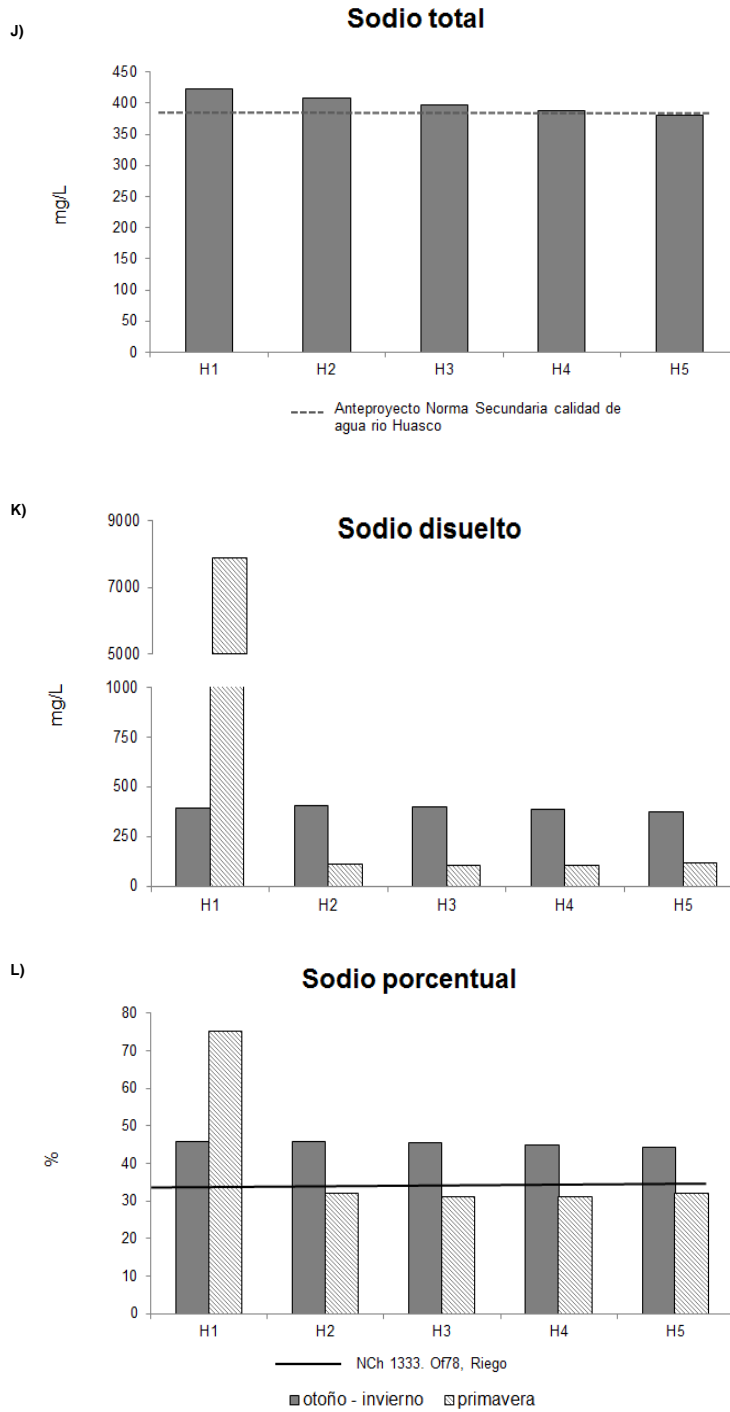


Figura 14-16. Continuación. Valores de iones mayoritarios D) cloruro, E) manganeso total, y C) manganeso disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.

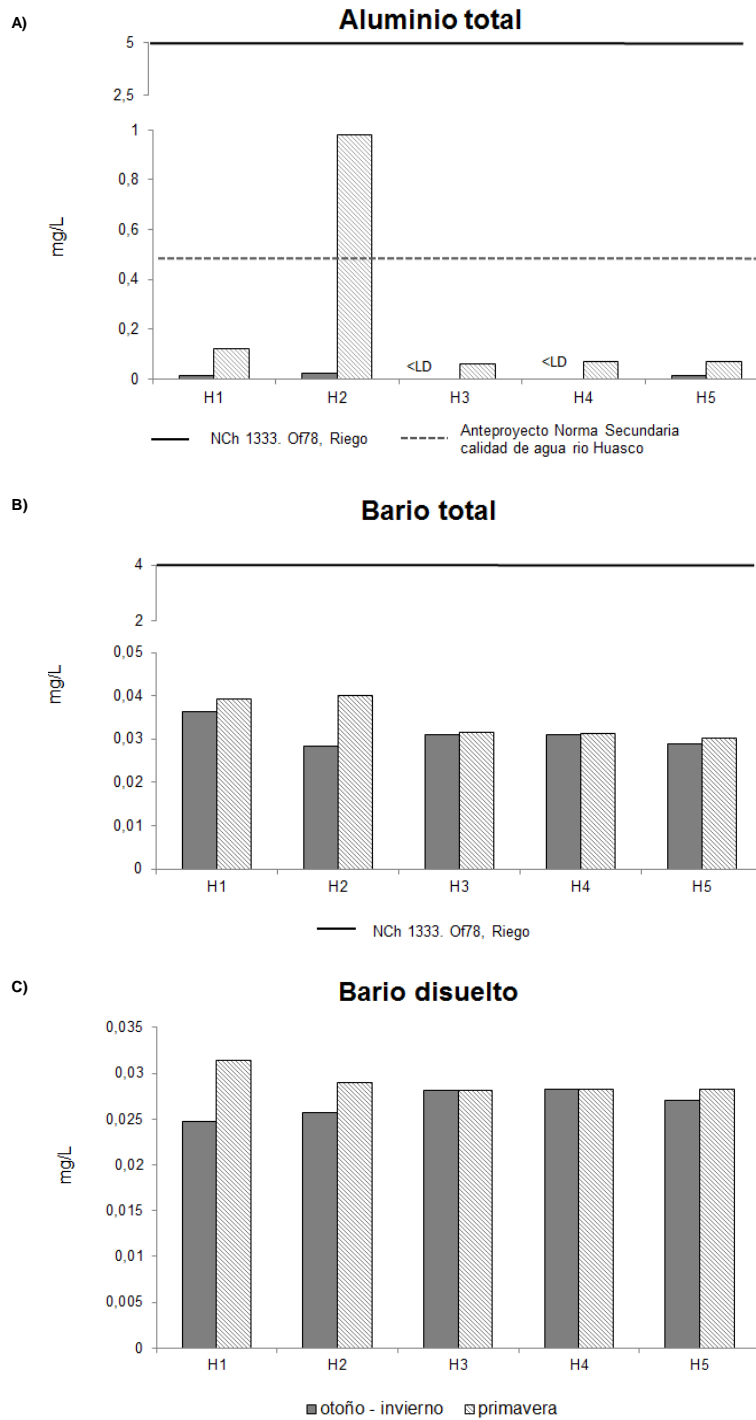




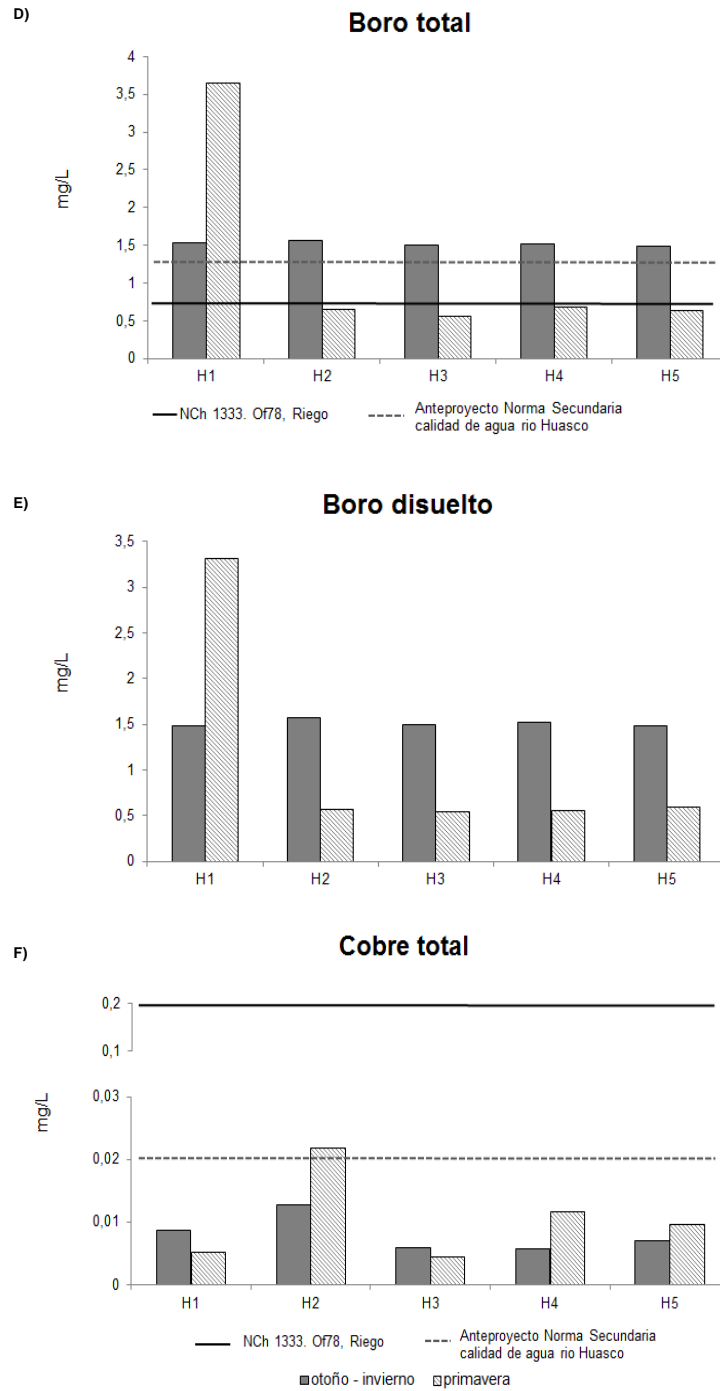
**Figura 14-17. Continuación. Valores de iones mayoritarios G) potasio total, H) potasio disuelto, y I) sulfato, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.**



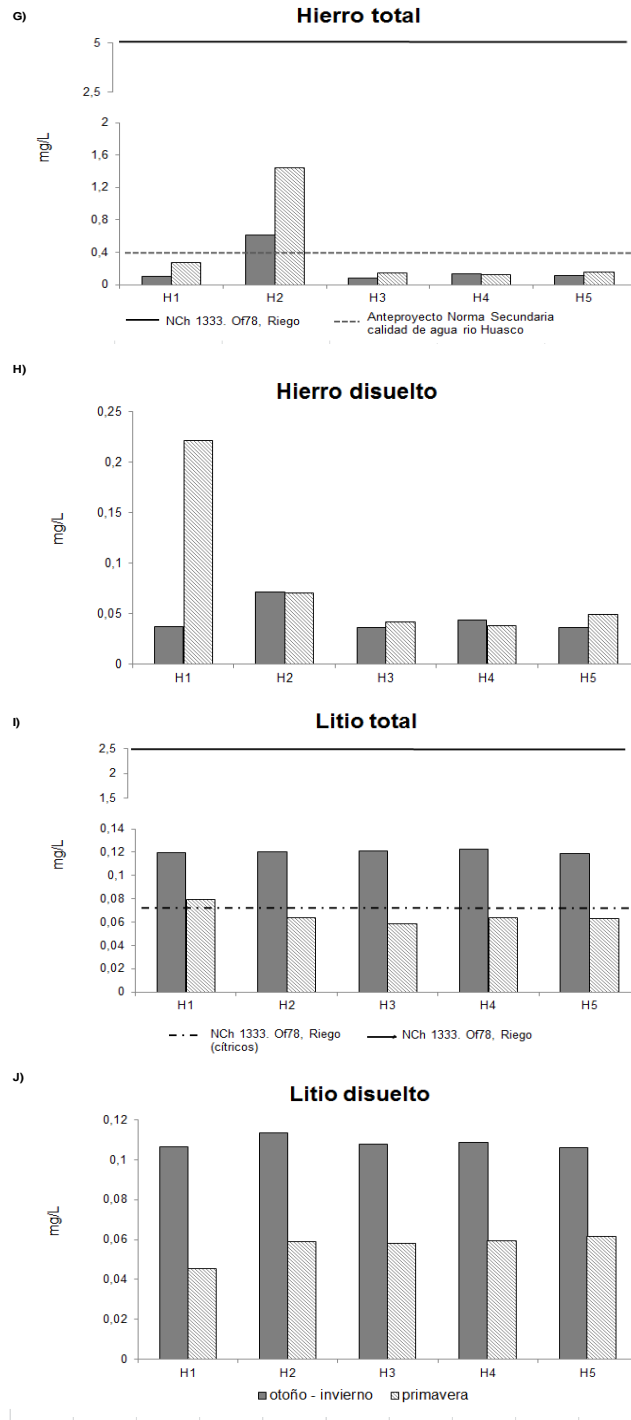
**Figura 14-18. Continuación. Valores de iones mayoritarios J) sodio total, K) sodio disuelto, y L) sodio porcentual, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009.**



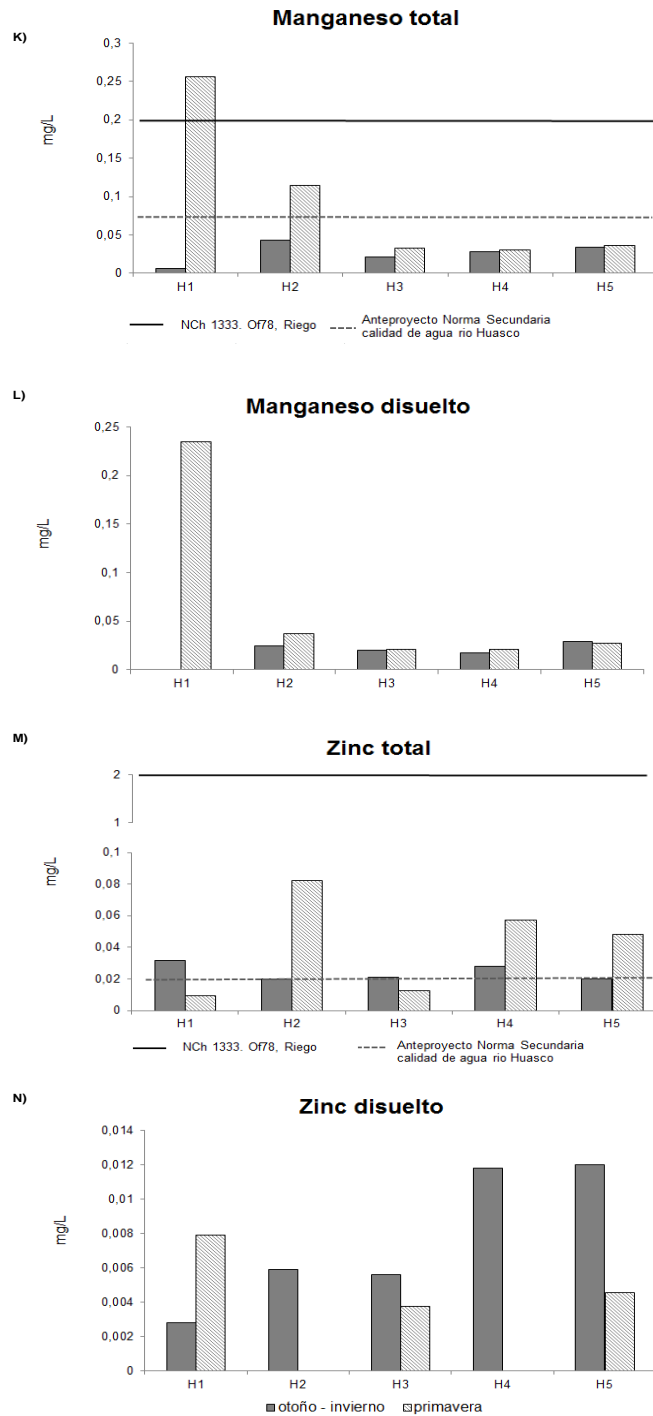
**Figura 14-19. Valores de metales esenciales y no esenciales A) aluminio total, B) bario total, y C) bario disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



**Figura 14-20. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales D) boro total, B) boro disuelto, y C) cobre total, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



**Figura 14-21. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales G) hierro total, H) hierro disuelto, I) litio total, y J) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**



**Figura 14-22. Continuación. Valores de metales esenciales y no esenciales K) hierro total, L) hierro disuelto, M) litio total, y N) litio disuelto, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con los resultados obtenidos en el Anteproyecto NSCA río Huasco 2009 y normativas chilenas.**

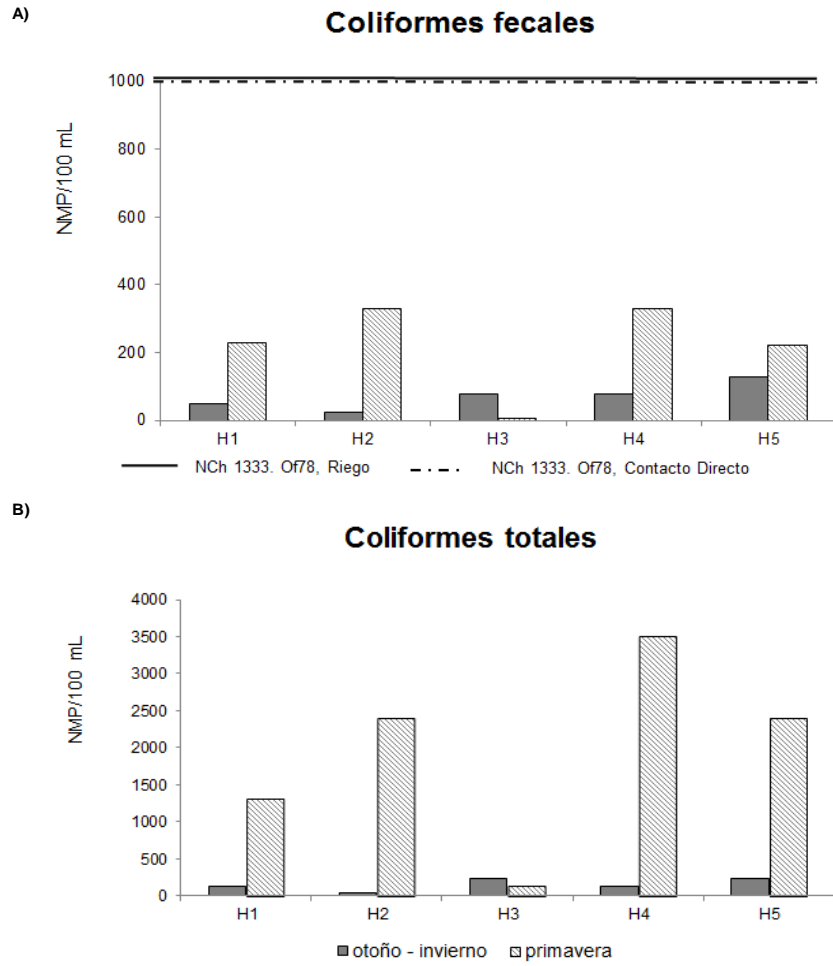
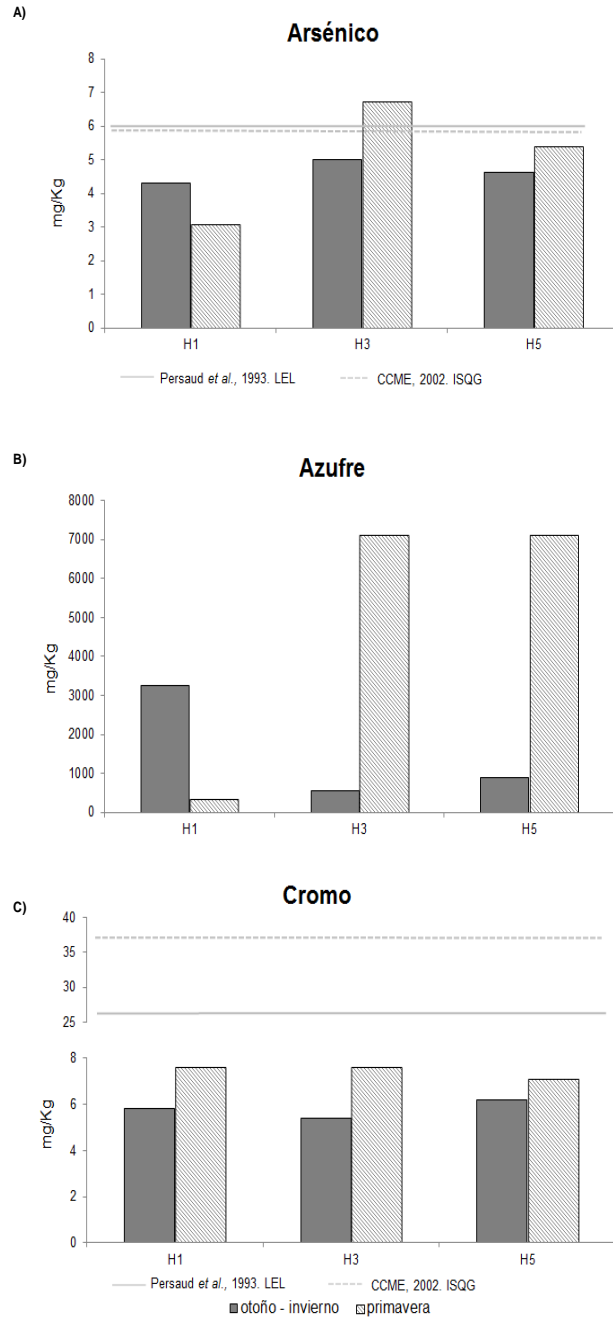


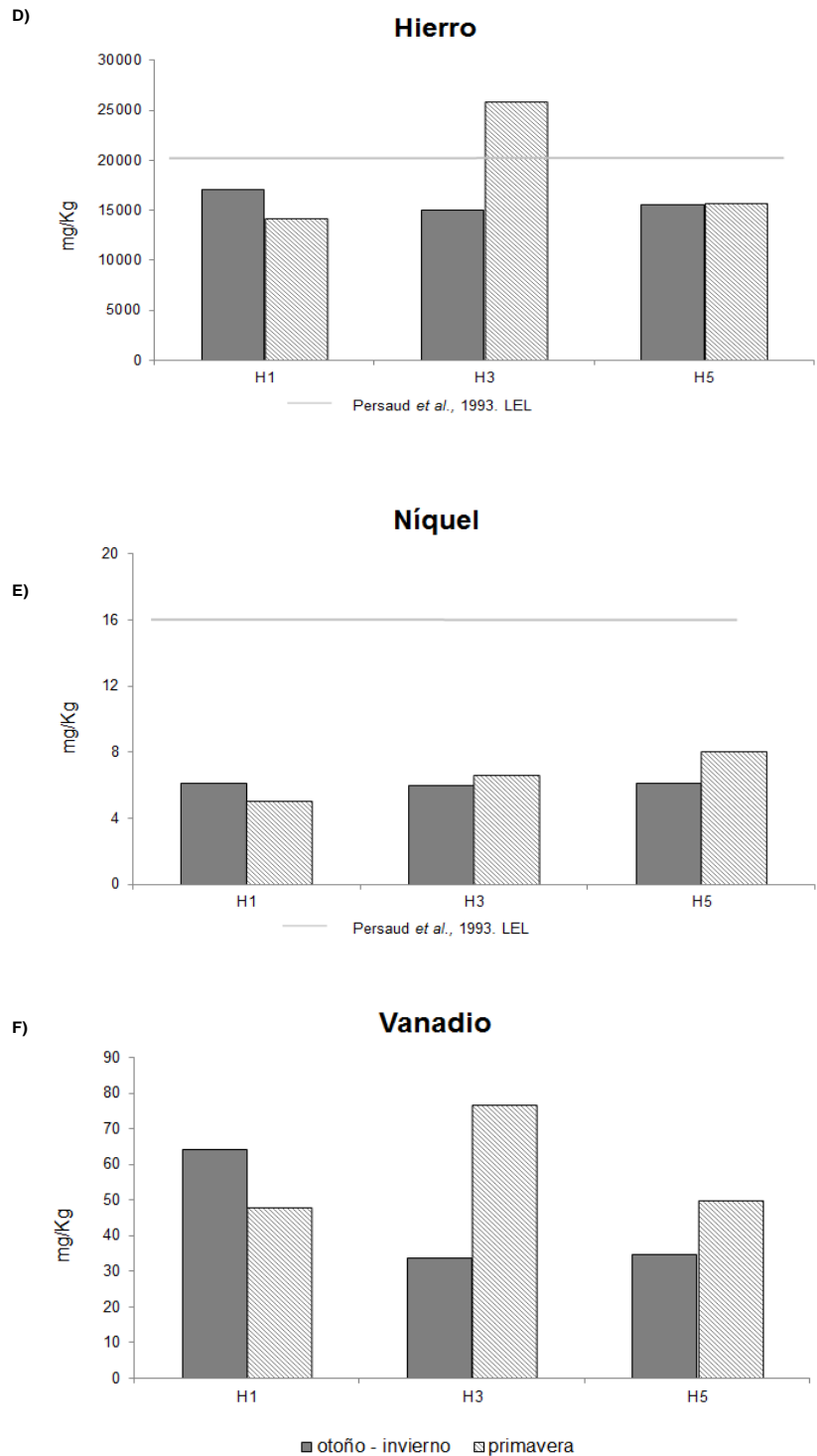
Figura 14-23. Valores de indicadores microbiológicos A) coliformes fecales, y B) coliformes totales, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016, comparadas con normativas chilenas de calidad de agua.

**14.5.2 Sedimentos**

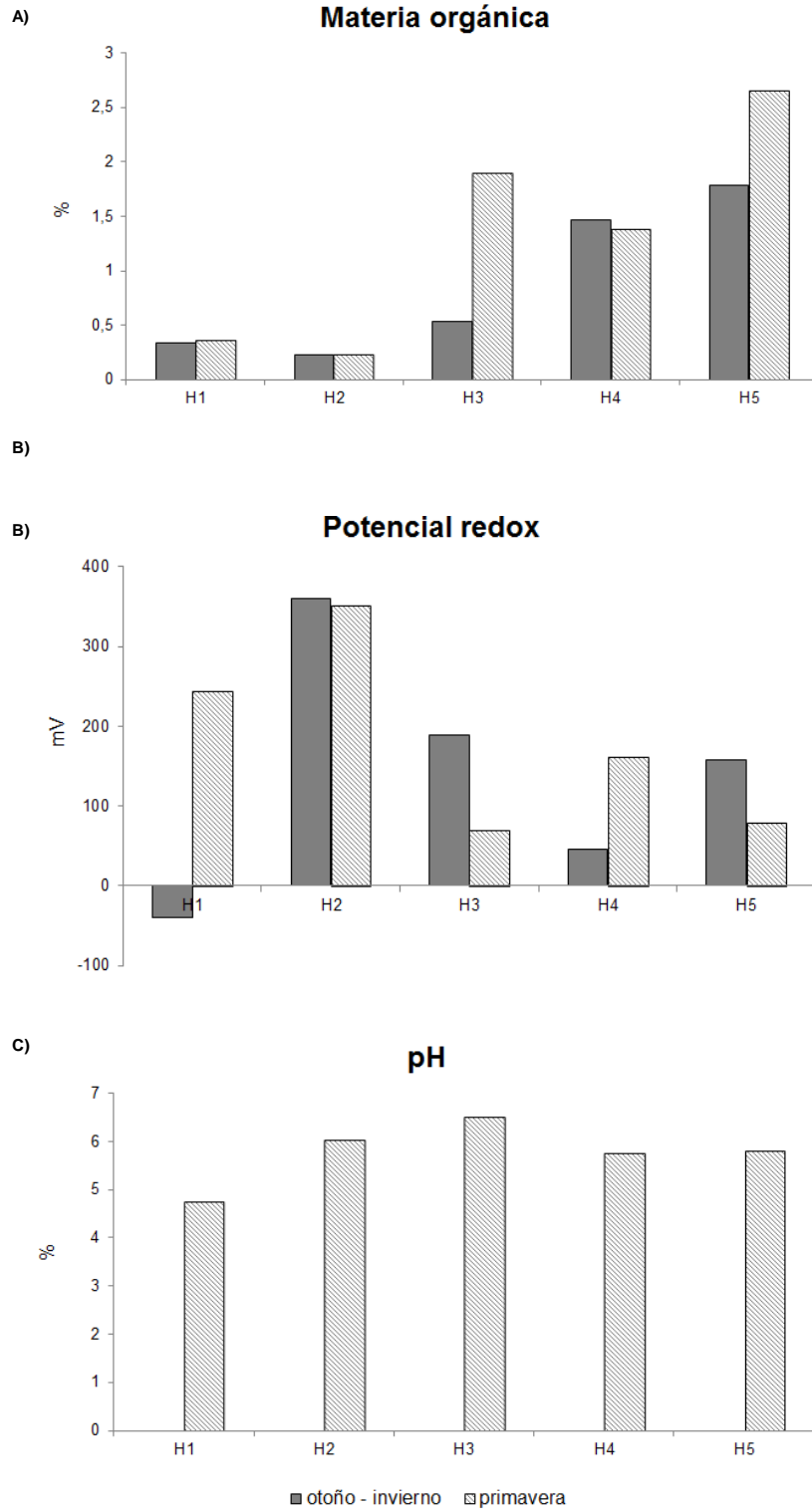


**Figura 14-24. Metales en sedimentos A) aluminio, B) arsénico, y C) cromo, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**

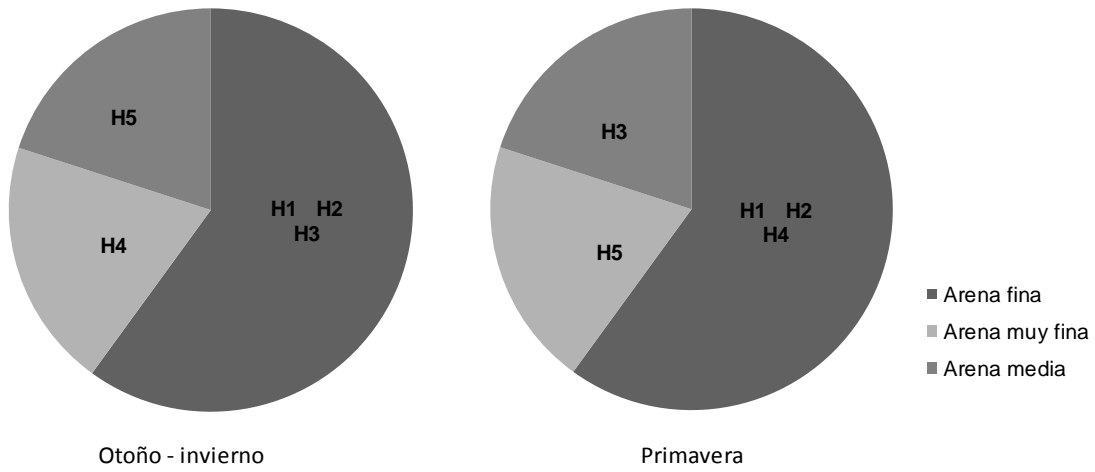




**Figura 14-25. Continuación. Metales en sedimentos D) hierro, E) níquel, y F) vanadio, en el humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**



**Figura 14-26. A) Materia orgánica, y B) potencial redox, en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**



**Figura 14-27. Clasificación granulométrica en sedimentos del humedal Huasco. Campañas agosto y noviembre 2016.**

Tabla 14-6 Valores de parámetros de la columna de agua campaña agosto 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
2,4-D	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	10	-
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	2,7	224,5	250,0	273,5	263,3	251,0	-	>20	-	-
Aluminio disuelto	mg/L	<0,01 0	<0,01 0	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-
Aluminio total	mg/L	<0,01 0	0,016	0,025	<0,010	<0,010	0,012	5	-	-	0,5
Amonio	µg/L	10	38	29	22	61	29	-	-	-	-
Arsénico disuelto	mg/L	0,005	<0,00 5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	0,005	<0,00 5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	-	-	0,007
Bario disuelto	mg/L	0,001	0,025	0,026	0,028	0,028	0,027	-	-	-	-
Bario total	mg/L	0,001	0,036	0,028	0,031	0,031	0,029	4	-	-	-
Berilio disuelto	mg/L	<0,00 05	<0,00 05	<0,000 5	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Berilio total	mg/L	<0,00 05	<0,00 05	<0,000 5	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1	-	-	-
Bicarbonato	mg/L	5	274	275	304	291	291	-	-	-	-
Boro disuelto	mg/L	0,007	1,48	1,571	1,502	1,524	1,490	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,007	<b>1,53</b>	<b>1,571</b>	<b>1,502</b>	<b>1,524</b>	<b>1,490</b>	0,75	-	-	1,25
Cadmio disuelto	mg/L	0,001	<0,00 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cadmio total	mg/L	0,001	<0,00 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-	0,02
Calcio disuelto	mg/L	0,001	277	283	263	287	254	-	-	-	-
Calcio total	mg/L	0,013	293	285	283	287	273	-	-	-	-
Carbonato	mg/L	5	<5	15	15	15	7	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	<0,02 0	<0,02 0	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2	-	-	-
Clorofila	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
Cloruro	mg/L	1	<b>512</b>	<b>513</b>	<b>507</b>	<b>503</b>	<b>477</b>	200	-	-	540
Cobalto disuelto	mg/L	0,001	<0,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
			1								-
Cobalto total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	-
Cobre disuelto	mg/L	0,003	0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-
Cobre total	mg/L	0,003	0,009	0,013	0,006	0,006	0,007	0,2	-	-	0,02
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	49	23	79	79	130	1000	-	1000	-
Coliformes totales	NMP/100 ml	1,8	130	49	240	130	240	-	-	-	-
Color	Pt-Co	-	10	15	15	15	15	-	-	100	-
								<0,75 <sup>(1)</sup>	-	-	
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	3,45	3,46	3,44	3,44	3,33	0,75 - 1,5 <sup>(2)</sup>	-	-	3,38
								1,5 - 3,0 <sup>(3)</sup>	-	-	
								3,0 - 7,5 <sup>(4)</sup>	-	-	
Cromo disuelto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Cromo total	mg/L	0,002	<0,00 2	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-	0,02
DBO5	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	-	-
DDT+DDD+DDE	µg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	-	-	-	-
Detergentes	mg SAAM/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	-	-	-	-
Disco secci	m	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	1,2	-
DQO	mg/L	2	10	14	11	27	27	-	-	-	-
Fluoruro	mg/L	-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	-	-	-
Fósforo total	µg/L	3	6	29	4	<3	4	-	-	-	-
Hidrocarburos totales	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-
Hierro disuelto	mg/L	0,002	0,037	0,071	0,036	0,044	0,036	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,104	<b>0,611</b>	0,079	0,130	0,112	5	-	-	0,4
Lindano	µg/L		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-
Litio disuelto	mg/L	0,004	0,107	0,113	0,108	0,109	0,106	-	-	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,119	0,121	0,121	0,122	0,119	0,075 <sup>(5)</sup>	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Magnesio disuelto	mg/L	0,004	76	77	75	74	73	2,5	-	-	-
Magnesio total	mg/L	0,004	80	80	79	78	74	-	-	-	-
Manganeso disuelto	mg/L	0,004	<0,00 4	0,025	0,021	0,018	0,029	-	-	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	0,006	0,043	0,022	0,028	0,033	0,2	-	-	0,07
Materia orgánica	mg/L	-	0,81	0,94	0,28	0,25	0,41	-	-	-	-
Mercurio disuelto	mg/L	<0,00 1	<0,00 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Mercurio total	mg/L	<0,00 1	<0,00 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	-	-	0,002
Metoxicloro	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-	-
Molibdeno disuelto	mg/L	0,003	0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	-	-	-	-
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	0,01	-	-	0,02
Níquel disuelto	mg/L	0,003	<0,00 3	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-



Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Níquel total	mg/L	0,003	<0,00 <sub>3</sub>	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,2	-	-	0,02
Nitrato	µg/L	46	<46	<46	52	116	108	-	-	-	600
Nitrito	µg/L	0,2	3,2	0,9	1,0	1,2	1,3	-	-	-	-
Nitrógeno total	mg/L		1,28	1,31	1,51	1,54	1,26	-	-	-	-
Ortofosfato	µg/L	10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	8,30	<b>5,54</b>	<b>6,66</b>	<b>5,70</b>	9,14	-	>5,0	-	>7,5
Pentaclorofenol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-
pH	-	-	8,16	7,90	7,71	7,92	8,02	5,5 - 9,0	6,0 - 9,0	6,8 - 8,3	6,5 - 8,5
Plata total	mg/L	<0,00 <sub>2</sub>	<0,00 <sub>2</sub>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	-	-	-
Plata disuelto	mg/L	<0,00 <sub>2</sub>	<0,00 <sub>2</sub>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Plomo disuelto	mg/L	0,008	<0,00 <sub>8</sub>	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Plomo total	mg/L	0,008	<0,00 <sub>8</sub>	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	5	-	-	0,02

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-
Potasio disuelto	mg/L	0,093	9	10	9	10	9	-	-	-	-
Potasio total	mg/L	0,093	10	10	9	10	9	-	-	-	-
RAS	-	-	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>	<b>5,4</b>	<b>5,3</b>	<b>5,1</b>	-	-	-	4,9
Salinidad	g/L	-	1,70	1,70	1,70	1,70	1,60	-	-	-	-
Selenio disuelto	mg/L	<0,00 5	<0,00 5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	<0,00 5	<0,00 5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	-	-	0,002
Sodio disuelto	mg/L	0,04	394	404	396	388	374	-	-	-	-
Sodio porcentual	%	-	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	35	-	-	-
Sodio total	mg/L	0,04	<b>421,8 8</b>	<b>408,39</b>	<b>396,50</b>	<b>387,99</b>	<b>381,11</b>	-	-	-	380
Sólidos disueltos totales	mg/L	3	2625	2530	2455	2455	2455	<500 <sup>(1)</sup>	-	-	-
								500 -1000 <sup>(2)</sup>	-	-	-
								1000 - 2000 <sup>(3)</sup>	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Sólidos flotantes	-	-	presente	ausente	ausente	ausente	ausente	-	ausente	ausente	-
Sólidos sedimentables	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Sulfato	mg/L	5	1426	918	948	926	1219	250	-	-	790
Temperatura	° C	-	17,00	15,70	17,60	16,40	13,90	-	-	30	-
Transparencia	-	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	-	-
Turbiedad	NTU	0,02	2,00	16,42	0,86	1,35	1,65	-	VN+30	50	-
Vanadio disuelto	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Vanadio total	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	-	-	-
Zinc disuelto	mg/L	0,002	0,003	0,006	0,006	0,012	0,012	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	0,002	0,032	0,020	0,021	0,028	0,020	2	-	-	0,02

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria de Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU-30	
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	-	
(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles												
(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos												
(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos												
(5) Cítricos												

N/M: No muestreado. N/A: No Analizado.

Tabla 14-7 Valores de parámetros de la columna de agua campaña noviembre 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
2,4-D	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	10	-
Alcalinidad total	mgCaC O <sup>3</sup> /L	2,7	183,7	170,2	163,8	161,2	165,3	-	>20	-	-
Aluminio disuelto	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-
Aluminio total	mg/L	<0,010	0,121	<b>0,979</b>	0,057	0,067	0,069	5	-	-	0,5
Amonio	µg/L	10	122	72	16	106	65	-	-	-	-
Arsénico disuelto	mg/L	<b>0,005</b>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	<b>0,005</b>	0,006	0,006	0,005	<0,005	0,006	0,1	-	-	0,007
Bario disuelto	mg/L	<b>0,001</b>	0,031	0,029	0,028	0,028	0,028	-	-	-	-
Bario total	mg/L	<b>0,001</b>	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	4	-	-	-
Berilio disuelto	mg/L	<b>&lt;0,0005</b>	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-
Berilio total	mg/L	<b>&lt;0,0005</b>	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Bicarbonato	mg/L	5	209,1	192,6	199,7	196,6	201,6	-	-	-	-
Boro disuelto	mg/L	0,007	3,32	0,57	0,54	0,56	0,59	-	-	-	-
Boro total	mg/L	0,007	3,65	0,64	0,56	0,68	0,62	0,75	-	-	1,25
Cadmio disuelto	mg/L	0,001	0,00006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cadmio total	mg/L	0,001	0,00028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	-	-	0,02
Calcio disuelto	mg/L	0,001	393,8	145,9	141,7	139,2	150,0	-	-	-	-
Calcio total	mg/L	0,013	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	-	-	-	-
Carbonato	mg/L	5	7,3	7,3	<5	<5	<5	-	-	-	-
Cianuro total	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,2	-	-	-
Clorofila	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
Cloruro	mg/L	1	14854	113,5	93,8	101,0	108,3	200	-	-	540
Cobalto disuelto	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Cobalto total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	-	-	-
Cobre disuelto	mg/L	0,003	0,0044	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Cobre total	mg/L	0,003	0,0051	0,022	0,004	0,012	0,010	0,2	-	-	0,02
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1,8	230	330	7,8	330	220	1000	-	1000	-
Coliformes totales	NMP/100 ml	1,8	1300	2400	130	3500	2400	-	-	-	-
Color	Pt-Co	-	15	15	30	30	30	-	-	100	-
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	40,10	1,53	1,35	1,37	1,48	<0,75 <sup>(1)</sup>	-	-	3,38
								0,75 - 1,5 <sup>(2)</sup>	-	-	
								1,5 - 3,0 <sup>(3)</sup>	-	-	
								3,0 - 7,5 <sup>(4)</sup>	-	-	
								>7,5 <sup>(5)</sup>	-	-	
Cromo disuelto	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Cromo total	mg/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	-	-	0,02
DBO5	mg/L	<2	2	2	4	2	<2	-	-	-	-
DDT+DDD+DDE	µg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Detergentes	mg SAAM/L	<0,10	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13	-	-	-	-
DQO	mg/L	2	29	34	19	19	19	-	-	-	-
Fluoruro	mg/L	-	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	1	-	-	-
Fósforo total	µg/L	3	57	65	60	89	128	-	-	-	-
Hidrocarburos totales	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-	-	-
Hierro disuelto	mg/L	0,002	0,2208	0,070	0,041	0,037	0,048	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,002	0,2734	1,443	0,138	0,125	0,158	5	-	-	0,4
Lindano	µg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-	-
Litio disuelto	mg/L	0,004	0,046	0,059	0,058	0,060	0,062	-	-	-	-
Litio total	mg/L	0,004	0,079	0,063	0,059	0,063	0,063	0,075 <sup>(6)</sup>	-	-	-
Magnesio disuelto	mg/L	0,004	1078,8	34,6	30,9	32,5	35,3	2,5	-	-	-
Magnesio total	mg/L	0,004	1236,7	36,5	31,3	32,7	35,3	-	-	-	-



Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Manganeso disuelto	mg/L	0,004	0,235	0,037	0,022	0,021	0,028	-	-	-	-
Manganeso total	mg/L	0,004	0,257	0,115	0,034	0,030	0,036	0,2			0,07
Materia orgánica	mg/L	-	2,21	2,11	0,51	0,38	0,51	-	-	-	-
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
Mercurio total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001			0,002
Metoxicloro	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-	-
Molibdeno disuelto	mg/L	0,003	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006	-	-	-	-
Molibdeno total	mg/L	0,003	0,010	0,006	0,006	0,006	0,007	0,01	-	-	0,02
Níquel disuelto	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-
Níquel total	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,2	-	-	0,02
Nitrato	µg/L	46	96	142	133	98	155	-	-	-	600
Nitrito	µg/L	0,2	0,7	8,2	4,0	3,4	2,9	-	-	-	-
Nitrógeno total	mg/L	-	S/l	S/l	S/l	S/l	S/l	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Ortofosfato	µg/L	10	27	45	36	35	33	-	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L	-	5,32	8,47	7,12	5,55	4,23	-	>5,0	-	>7,5
Pentaclorofenol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-
pH	-	-	7,85	7,97	7,88	7,67	7,73	5,5 - 9,0	6,0 - 9,0	6,8 - 8,3	6,5 - 8,5
Plata total	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,2	-	-	-
Plata disuelta	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-
Plomo disuelto	mg/L	0,008	0,0008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-
Plomo total	mg/L	0,008	0,0010	0,011	<0,008	<0,008	<0,008	5	-	-	0,02
Potasio disuelto	mg/L	0,093	286,2	6,1	5,5	5,6	6,0	-	-	-	-
Potasio total	mg/L	0,093	330,4	7,1	6,9	6,2	6,4	-	-	-	-
RAS	-	-	46,7	2,2	2,0	2,0	2,2	-	-	-	4,9
Salinidad	g/L	-	25,6	0,6	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
Selenio disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	-	-	0,002

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Sodio disuelto	mg/L	0,04	7904,7	111,7	101,1	101,3	113,9	-	-	-	-
Sodio porcentual	%	-	75	32	31	31	32	35	-	-	-
Sólidos disueltos totales	mg/L	3	988	1092	1010	988	1086	<500 (1)	-	-	-
								500 -1000 (2)	-	-	-
								1000 - 2000 (3)	-	-	-
								2000 - 5000 (4)	-	-	-
Sólidos flotantes	-	-	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	-	ausente	ausente	-
Sólidos sedimentables	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-
Sulfato	mg/L	5	2081,4	707,2	711,3	696,6	721,5	250	-	-	790
Temperatura	° C	-	23,4	21,40	20,70	18,90	18,20	-	-	30	-
Transparencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbiedad	NTU	0,02	19,92	61,56	5,78	3,06	3,31	-	VN+30	50	-
Vanadio disuelto	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-

Parámetro	Unidad	LD	H1	H2	H3	H4	H5	NCh 1333. Of 78			Anteproyecto Norma Secundaria Calidad de Agua. Cuenca río Huasco. Punto HU30
								Riego	Vida acuática	Recreación, con contacto directo	
Vanadio total	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,1	-	-	-
Zinc disuelto	mg/L	0,002	0,0079	<0,002	0,004	<0,002	0,005	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	0,002	0,0090	0,082	0,012	0,057	0,048	2	-	-	0,02

(1) Agua con la general no se observarán efectos perjudiciales

(2) Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles

(3) Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos

(4) Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos

(5) Fuera de la clasificación

(6) Cítricos

S/D: Sin dato

Tabla 14-8 Valores de parámetros de sedimento campaña agosto 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud <i>et al.</i> , 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	4,3	-	5	-	4,64	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	3266	-	563,4	-	901,2	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	5,8	-	5,4	-	6,2	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	17097	-	15020	-	15567	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	6,1	-	6	-	6,1	16	75	-	-
Vanadio	mg/kg	64,2	-	33,6	-	34,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,34	0,23	0,53	1,47	1,78	-	-	-	-
pH	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	-39,6	360	189,4	46	157,4	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	2,3	0	13,07	4,23	24,23	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,26	0,01	2,42	0,38	2,6	-	-	-	-
arena gruesa	%	1,92	1,77	5,28	1,86	4,24	-	-	-	-
arena media	%	33,61	27,93	21,11	9,49	13,83	-	-	-	-
arena fina	%	54,45	69,02	48,16	47,49	41,28	-	-	-	-

arena muy fina	%	6,55	1,24	9,11	33,47	12,79	-	-	-	-
fango	%	0,92	0,04	0,83	3,07	1,03	-	-	-	-
Clasificación granulometría		Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena muy fina	Arena media	-	-	-	-

N/M: No muestreado

Tabla 14-9 Valores de parámetros de sedimento campaña noviembre 2016, Humedal Huasco.

Parámetro	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	Persaud <i>et al.</i> , 1993		CCME, 2002	
							LEL	SEL	ISQG	PEL
Arsénico	mg/kg	3,08	-	<b>6,73</b>	-	5,39	6	33	5,9	17
Azufre	mg/kg	336	-	7121	-	7105	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	7,6	-	7,6	-	7,1	26	110	37,3	90
Hierro	mg/kg	14225	-	<b>25798</b>	-	15694	20000	40000	-	-
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	0,03	-	0,05	0,2	2	0,17	0,49
Níquel	mg/kg	5	-	6,6	-	8	16	75	-	-
Vanadio	mg/kg	47,6	-	76,3	-	49,6	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,36	0,23	1,9	1,38	2,66	-	-	-	-
pH	-	4,74	6,02	6,5	5,76	5,8	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	243	350	69	161	79	-	-	-	-
Granulometría										
Grava	%	0,01	0,00	37,21	1,95	2,11	-	-	-	-
Arena muy gruesa	%	0,01	0,00	3,58	0,6	0,72	-	-	-	-
arena gruesa	%	0,24	0,18	4,29	2,62	1,62	-	-	-	-
arena media	%	24,36	29,05	12,06	15,76	8,87	-	-	-	-
arena fina	%	71,63	68,13	32,71	59,56	51,51	-	-	-	-

arena muy fina	%	3,65	2,61	9,13	17,16	31,68	-	-	-	-
fango	%	0,09	0,03	1,02	2,35	3,49	-	-	-	-
Clasificación granulometría	-	Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	-	-	-	-



**Tabla 14-10 Coordenadas de puntos de muestreo limnológico. Campaña CEA, 2016 y CONAMA, 2008.**

<b>Punto (CEA)</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
H1	284376	6851867
H2	284181	6851268
H3	284871	6850996
H4	285159	6850865
H5	285440	6850607
<b>Punto (CONAMA)</b>	<b>Sur</b>	<b>Este</b>
M1	6 851008	19 284822
M2	6 851243	19 284269
M3	6 851328	19 284502
M4	6 851409	19 284232
M5	6 851919	19 284332

**Tabla 14-11. Ubicación geográfica (WGS 84, Zona 19S) de las estaciones de monitoreo del Humedal Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.**

<b>Estación</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>m.s.n.m.</b>
FAUNA 1	6851541	284258	6
FAUNA 2	6851227	284712	6
FAUNA 3	6850627	284057	12
FAUNA 4	6849884	283525	5
FAUNA 5	6850903	285125	6
FAUNA 6	6850406	286072	13
FAUNA 7	6849879	285588	7
FAUNA 8	6848720	286915	14
FAUNA7DUNA	6852048	284971	10

Tabla 14-12 Resumen de concentración de nutrientes en las distintas campañas realizadas en el humedal costero del estuario del río Huasco. Se presenta además el resultado del nivel trófico estimado para cada campaña según las escalas que aplican.

Monitoreo			Fósforo total			Nitrógeno total				
Autor	Año	Estación	[ $\mu\text{g} \times \text{L}^{-1}$ ]	Promedio	DS	Nivel trófico	[ $\mu\text{g} \times \text{L}^{-1}$ ]	Promedio	DS	Nivel trófico
CONAMA - Geonova	2008	Primavera	1,0	<b>1,8</b>	0,6	Oligotrófico (Nüremberg, 1998)	2700	<b>4580</b>	2592	Hipereutrófico (Nüremberg, 1998)
			1,8				3600			
			2,7				8900			
			1,5				2700			
			1,8				5000			
CEA	2016	Invierno	6,0	<b>9,2</b>	11,1	Mesotrófico (Nüremberg, 1998)	1280	<b>1380</b>	134	Hipereutrófico (Nüremberg, 1998)
			29,0				1310			
			4,0				1510			
			3,0				1540			
			4,0				1260			
	2016	Primavera	57,0	<b>79,8</b>	29,7	Medio - Alto (Bricker y col., 1999)	-	-	-	-
			65,0				-			
			60,0				-			
			89,0				-			
			128,0				-			

Tabla 14-13 Listado de riqueza y abundancia para las especies registradas en las estaciones de monitoreo del Humedal del Río Huasco durante invierno y primavera de 2016.

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA 7DUNA	
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I	
<b>Aves acuáticas</b>																
<i>Anas bahamensis</i>				1												
<i>Anas cyanoptera</i>	32		38	3					4	4						
<i>Anas georgica</i>	22		32	12					6				9	2		
<i>Anas platalea</i>	6															
<i>Anas sibilatrix</i>	54			4					16	48			3	8		
<i>Ardea alba</i>		6	1	1					2				4			
<i>Ardea cocoi</i>	1	1	2										1			
<i>Charadrius alexandrinus</i>	2	15														
<i>Charadrius modestus</i>	2															
<i>Cinclodes nigrofumosus</i>			1									1				
<i>Coscoroba coscoroba</i>	17		15	8						4						
<i>Egretta caerulea</i>	1													1		
<i>Egretta thula</i>	1		1						7					2		
<i>Fulica armillata</i>	22	16	149	39					4	45						

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7		FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I	
<i>Fulica leucoptera</i>	12	22	8	12						105						
<i>Fulica rufifrons</i>	24		32	6						12	2					
<i>Gallinula galatea</i>	1															
<i>Gallinula melanops</i>	2															
<i>Plegadis chihi</i>	2			1												
<i>Podiceps major</i>	1		2							3						
<i>Podilymbus podiceps</i>	1		2	2												
<i>Rollandia rolland</i>			2													
<b>Aves marinas</b>																
<i>Haematopus ater</i>	3															
<i>Haematopus palliatus</i>	24	17	28	3	13	13										
<i>Larus dominicanus</i>	43	24			17					2						
<i>Larus modestus</i>	67	24			28											
<i>Larus pipixcan</i>		2		7						5						
<i>Pelecanus thagus</i>	12	16	3													
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	7	8	15	6											1	
<i>Rynchops niger</i>				14												

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I
<b>Aves ribereñas</b>															
<i>Agelaius thilius</i>	2		6				2		3	1	4			4	
<i>Calidris alba</i>	9														
<i>Gallinago paraguaiaie</i>							1							1	
<i>Himantopus melanurus</i>	6	1	2	4											
<i>Hymenops perspicillata</i>				3			1				2				
<i>Limosa haemastica</i>	1														
<i>Numenius phaeopus</i>	70	15	36	8											
<i>Nycticorax nycticorax</i>			1						1						
<i>Phleocryptes melanops</i>	1		2				2				2			1	
<i>Tachuris rubrigastra</i>	2			3			3							1	
<i>Theristicus melanopis</i>														5	
<i>Tringa flavipes</i>				16						9					
<i>Tringa melanoleuca</i>				4						26					
<b>Aves terrestres</b>															
<i>Anairetes parulus</i>												2			
<i>Anthus correndera</i>				1											

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA	
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I	
<i>Buteo polyosoma</i>																1
<i>Carduelis barbatus</i>																5
<i>Cathartes aura</i>		14		4						6						
<i>Circus cinereus</i>		1		1				1								
<i>Cistothorus platensis</i>											1					
<i>Colorhamphus parvirostris</i>													1			
<i>Coragyps atratus</i>				3												
<i>Curaeus curaeus</i>											3				6	
<i>Diuca diuca</i>													2		1	
<i>Geositta cunicularia</i>																7
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>											1					3
<i>Lessonia rufa</i>	1		4	2			2	2								1
<i>Milvago chimango</i>										1						
<i>Muscisaxicola maclovianus</i>							1									
<i>Parabuteo unicinctus</i>														2		
<i>Patagona gigas</i>				1												
<i>Phrygilus fruticeti</i>																1

Nombre científico	FAUNA 1		FAUNA 2		FAUNA 3		FAUNA 4		FAUNA 5		FAUNA 6	FAUNA 7	FAUNA 8		FAUNA7DUNA	
	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	P	I	I	P	I	
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	3		4													
<i>Rhodopsis vesper</i>											1				2	
<i>Scytalopus fuscus</i>														2		
<i>Sephanoides sephanioides</i>											2	2				
<i>Sicalis luteola</i>															32	
<i>Sturnella loyca</i>															2	
<i>Tachycineta meyeri</i>	100		16	11					5					16	4	
<i>Troglodytes musculus</i>							1				2	2		3		
<i>Vanellus chilensis</i>	7			1				3		8					18	
<i>Xolmis pyrope</i>															3	
<i>Zenaida auriculata</i>											4					
<i>Zenaida meloda</i>							4		3		5				27	
<i>Zonotrichia capensis</i>											5		2	8		2



Tabla 14-14 Caudal medio mensual registrado en la estación DGA “río Huasco bajo”. Los datos se presentan en m<sup>3</sup>/s. Prom., se refiere al promedio y DS a desviación estándar. Se agrega información de la presencia del ciclo Niño-Niña y se presentan valores promedios

Periodo climático	AÑO	Meses												Caudal Medio Anual	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom.	DS
Niño++	1987	-	-	-	-	-	-	-	17,8	11,9	20,1	60,5	127,9	<b>47,6</b>	48,8
	1988	-	-	-	-	-	-	11,8	10,4	4,5	2,1	1,8	0,3	<b>5,2</b>	4,8
Niña++	1989	0,3	0,5	1,1	1,5	3,1	3,4	4,6	4,8	1,9	0,8	0,4	0,1	<b>1,9</b>	1,7
	1990	0,3	0,2	1,0	1,3	2,0	1,8	2,3	1,4	0,6	0,4	0,1	0,1	<b>1,0</b>	0,8
Neutro	1991	0,1	0,3	1,3	4,9	0,8	8,1	3,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7	<b>1,8</b>	2,5
Niño+	1992	0,4	0,4	3,0	8,3	5,1	9,2	2,6	3,8	3,2	2,5	4,9	14,6	<b>4,8</b>	4,1
	1993	18,7	14,3	7,4	8,7	6,0	5,7	4,8	4,1	2,3	0,8	0,4	0,3	<b>6,1</b>	5,6
Neutro	1994	0,3	0,2	0,2	0,5	0,8	1,1	1,3	1,5	1,4	1,0	0,3	0,3	<b>0,7</b>	0,5
	1995	0,2	0,0	0,0	0,1	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,3	0,0	0,0	<b>0,3</b>	0,3
Niña+	1996	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>	0,0
Niño+++	1997	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	3,2	0,4	6,8	-	-	-	-	<b>1,4</b>	2,4
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neutro	1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	-	-	-	<b>4,7</b>	-
<b>Caudal Medio Mensual</b>	<b>Prom.</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>2,9</b>	<b>2,1</b>	<b>4,1</b>	<b>3,6</b>	<b>4,7</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>6,9</b>	<b>14,4</b>		

Periodo climático	AÑO	Meses												Caudal Medio Anual	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom.	DS
	DS	6,2	4,7	2,4	3,5	2,2	3,2	3,5	5,3	3,4	6,1	18,9	40,1		
Caudal Medio Mensual (sin 1987)	Prom.	2,3	1,8	1,6	2,9	2,1	4,1	3,6	3,4	2,0	0,9	0,9	1,8		
	DS	6,2	4,7	2,4	3,5	2,2	3,2	3,5	3,3	1,7	0,8	1,6	4,8		

Tabla 14-15 Resultados parámetros en la columna de agua, campañas agosto 2016, noviembre 2016 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
2,4-D	µg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Aceites y grasas	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	224,5	250	273,5	263,3	251	183,7	170,2	163,8	161,2	165,3	57	60	68	62	52
Aluminio disuelto	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-	-
Aluminio total	mg/L	0,016	0,025	<0,010	<0,010	0,012	0,121	0,979	0,057	0,067	0,069	0,02	0,08	0,25	0,12	0,08
Amonio	µg/L	38	29	22	61	29	122	72	16	106	65	<10	<10	<10	<10	<10
Arsénico disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-
Arsénico total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,006	0,005	<0,005	0,006	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Bario disuelto</b>	mg/L	0,025	0,026	0,028	0,028	0,027	0,031	0,029	0,028	0,028	0,028	-	-	-	-	-
<b>Bario total</b>	mg/L	0,036	0,028	0,031	0,031	0,029	0,039	0,04	0,031	0,031	0,03	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<b>Berilio disuelto</b>	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	-	-	-	-	-
<b>Berilio total</b>	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<b>Bicarbonato</b>	mg/L	274	275	304	291	291	209,1	192,6	199,7	196,6	201,6	58,6	57,2	62,4	71,2	0,2
<b>Boro disuelto</b>	mg/L	1,48	1,571	1,502	1,524	1,49	3,32	0,57	0,54	0,56	0,59	-	-	-	-	-
<b>Boro total</b>	mg/L	1,53	1,571	1,502	1,524	1,49	3,65	0,64	0,56	0,68	0,62	0,6	0,2	0,32	0,61	0,8
<b>Cadmio disuelto</b>	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
<b>Cadmio total</b>	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,00028	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
<b>Calcio disuelto</b>	mg/L	277	283	263	287	254	393,8	145,9	141,7	139,2	150	196	201	188	209	194
<b>Calcio total</b>	mg/L	293	285	283	287	273	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Carbonato</b>	mg/L	<5	15	15	15	7	7,3	7,3	<5	<5	<5	28,8	27,8	31,2	33,8	37
<b>Cianuro total</b>	mg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Clorofila</b>	µg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
<b>Cloruro</b>	mg/L	512	513	507	503	477	14854	113,5	93,8	101	108,3	347,4	391	438	408	474
<b>Cobalto disuelto</b>	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
<b>Cobalto total</b>	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
<b>Cobre disuelto</b>	mg/L	0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	0,0044	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-	-	-	-
<b>Cobre total</b>	mg/L	0,009	0,013	0,006	0,006	0,007	0,0051	0,022	0,004	0,012	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Coliformes fecales	NMP/100 ml	49	23	79	79	130	230	330	7,8	330	220	36	22	48	32	21
Coliformes totales	NMP/100 ml	130	49	240	130	240	1300	2400	130	3500	2400	120	160	180	120	160
Color	Pt-Co	10	15	15	15	15	15	15	30	30	30	5	5	7	5	7
Conductividad eléctrica	mS/cm	3,45	3,46	3,44	3,44	3,33	40,1	1,53	1,35	1,37	1,48	2,306	2,42	2,527	2,232	2,199
Cromo disuelto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-
Cromo total	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
DBO5	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	2	2	4	2	<2	<1,0	2	2,5	1,5	1,5
DDT+DDD+DDE	µg/L	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Detergentes	mg SAAM/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,15	0,19	0,13	0,18	0,13	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
DQO	mg/L	10	14	11	27	27	29	34	19	19	19	12	10	15	10	14
Fluoruro	mg/L	SD	SD	SD	SD	SD	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Fósforo total	µg/L	6	29	4	<3	4	57	65	60	89	128	1000	1800	2700	1500	1800
Hidrocarburos totales	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hierro disuelto	mg/L	0,037	0,071	0,036	0,044	0,036	0,2208	0,07	0,041	0,037	0,048	-	-	-	-	-
Hierro total	mg/L	0,104	0,611	0,079	0,13	0,112	0,2734	1,443	0,138	0,125	0,158	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01
Lindano	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Litio disuelto	mg/L	0,107	0,113	0,108	0,109	0,106	0,046	0,059	0,058	0,06	0,062	-	-	-	-	-

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Litio total	mg/L	0,119	0,121	0,121	0,122	0,119	0,079	0,063	0,059	0,063	0,063	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Magnesio disuelto	mg/L	76	77	75	74	73	1078,8	34,6	30,9	32,5	35,3	-	-	-	-	-
Magnesio total	mg/L	80	80	79	78	74	1236,7	36,5	31,3	32,7	35,3	60	62	68	71	65
Manganeso disuelto	mg/L	<0,004	0,025	0,021	0,018	0,029	0,235	0,037	0,022	0,021	0,028	-	-	-	-	-
Manganeso total	mg/L	0,006	0,043	0,022	0,028	0,033	0,257	0,115	0,034	0,03	0,036	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02
Materia orgánica	mg/L	0,81	0,94	0,28	0,25	0,41	2,21	2,11	0,51	0,38	0,51	1,5	1,2	3	1,8	2
Mercurio disuelto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-	-
Mercurio total	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Metoxicloro	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Molibdeno disuelto	mg/L	0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	0,008	0,005	0,005	0,005	0,006	-	-	-	-	-
Molibdeno total	mg/L	0,004	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	0,01	0,006	0,006	0,006	0,007	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Níquel disuelto	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
Níquel total	mg/L	<0,003	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,004	<0,003	-	-	-	-	-
Nitrato	µg/L	<46	<46	52	116	108	96	142	133	98	155	1100	1800	3000	2200	3700
Nitrito	µg/L	3,2	0,9	1	1,2	1,3	0,7	8,2	4	3,4	2,9	6	10	10	10	10
Nitrógeno total	mg/L	1,28	1,31	1,51	1,54	1,26	SD	SD	SD	SD	SD	2,7	3,6	8,9	2,7	5
Ortofosfato	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	27	45	36	35	33	400	600	1300	800	2300

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
Oxígeno disuelto	mg/L	8,3	5,54	6,66	5,7	9,14	5,32	8,47	7,12	5,55	4,23	9,4	8,8	7,5	8,2	8,5
Pentaclorofenol	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
pH	-	8,16	7,9	7,71	7,92	8,02	7,85	7,97	7,88	7,67	7,73	7,96	8,05	8,1	8,02	8,1
Plata total	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Plata disuelto	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-	-	-	-
Plomo disuelto	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,0008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-	-
Plomo total	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,001	0,011	<0,008	<0,008	<0,008	0,02	<0,02	0,02	0,02	<0,02
Potasio disuelto	mg/L	9	10	9	10	9	286,2	6,1	5,5	5,6	6	-	-	-	-	-
Potasio total	mg/L	10	10	9	10	9	330,4	7,1	6,9	6,2	6,4	8	8	8,7	9,2	10,5
RAS	-	5,4	5,5	5,4	5,3	5,1	46,7	2,2	2	2	2,2	4,19	4,16	4,26	4,09	4,61
Salinidad	g/L	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	25,6	0,6	0,5	0,5	0,5	<10	<10	<10	<10	<10
Selenio disuelto	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-
Selenio total	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sodio disuelto	mg/L	394	404	396	388	374	7904,7	111,7	101,1	101,3	113,9	354	362	367	383	399
Sodio porcentual	%	46	46	45	45	44	75	32	31	31	32	79,87	79,8	80,08	79,45	81,15
Sodio total	mg/L	421,88	408,39	396,5	387,99	381,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos disueltos totales	mg/L	2625	2530	2455	2455	2455	988	1092	1010	988	1086	840	901	872	936	985
Sólidos flotantes	-	presente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente

Parámetro	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña Noviembre (CEA)					Campaña Diciembre 2008 (CONAMA)					
	Unidad	H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5	M1	M2	M3	M4	M5
<b>Sólidos sedimentables</b>	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
<b>Sulfato</b>	mg/L	1426	918	948	926	1219	2081,4	707,2	711,3	696,6	721,5	458	486	504	430	456
<b>Temperatura</b>	° C	17	15,7	17,6	16,4	13,9	23,4	21,4	20,7	18,9	18,2	18,5	19	19,2	19,8	20,5
<b>Transparencia</b>	-	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M						0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
<b>Turbiedad</b>	NTU	2	16,42	0,86	1,35	1,65	19,92	61,56	5,78	3,06	3,31	0,02	0,72	1,3	0,9	2
<b>Vanadio disuelto</b>	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	-	-	-	-	-
<b>Vanadio total</b>	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<b>Zinc disuelto</b>	mg/L	0,003	0,006	0,006	0,012	0,012	0,0079	<0,002	0,004	<0,002	0,005	-	-	-	-	-
<b>Zinc total</b>	mg/L	0,032	0,02	0,021	0,028	0,02	0,009	0,082	0,012	0,057	0,048	0,07	0,06	0,12	0,2	0,13

NM: No muestreado; SD: Sin dato

**Tabla 14-16 Resultados parámetros sedimentos, en la actual campaña agosto 2016, noviembre 2008 y la campaña diciembre 2008 (CONAMA-Geonova).**

Parámetro	Unidad	Campaña Agosto 2016 (CEA)					Campaña noviembre 2016 (CEA)					M1	M2	M3	M4	M5
		H1	H2	H3	H4	H5	H1	H2	H3	H4	H5					
Arsénico	mg/kg	4,3	-	5	-	4,64	3,08		6,73		5,39	-	-	-	-	-
Azufre	mg/kg	3266	-	563,4	-	901,2	336		7121		7105	-	-	-	-	-
Cromo	mg/kg	5,8	-	5,4	-	6,2	7,6		7,6		7,1	-	-	-	-	-
Hierro	mg/kg	17097	-	15020	-	15567	14225		25798		15694	-	-	-	-	-
Materia orgánica	%	0,34	0,23	0,53	1,47	1,78	0,36	0,23	1,9	1,38	2,66	0,33	3,29	17,8	10,54	12,55
Mercurio	mg/kg	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	<0,01		0,03		0,05	-	-	-	-	-
Níquel	mg/kg	6,1	-	6	-	6,1	5		6,6		8	-	-	-	-	-
pH	-	NM	NM	NM	NM	-	4,74	6,02	6,5	5,76	5,8	-	-	-	-	-
Potencial Redox (Eh)	mV	-39,6	360	189,4	46	157,4	243	350	69	161	79	-	-	-	-	-
Vanadio	mg/kg	64,2		33,6	-	34,6	47,6		76,3		49,6	-	-	-	-	-
Clasificación granulométrica	-	Arena fina	Arena fina	Arena fina	Arena muy fina	Arena media	Arena fina	Arena fina	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Arena	Arenoso franco	franco arenoso	franco arenoso	franco arenoso



**Tabla 14-17 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Agosto 2016.**

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores físico-químico	Alcalinidad total	NCh1333. Of78	SI acuática) (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)
		Anteproyecto secundaria norma	NA	NA	NA	NA	NA
	Color	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria norma	NA	NA	NA	NA	NA
	Conductividad eléctrica	NCh1333. Of78	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>
		Anteproyecto secundaria norma	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>
Oxígeno disuelto	NCh1333. Of78	SI acuática) (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma SI	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	SI
	pH	NCh1333. Of78	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
	RAS	Nch1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto secundaria	norma <b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
	Sólidos totales disueltos	NCh1333. Of78	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	Temperatura	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
	Turbidez	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
Indicadores Microbiológicos	Coliformes fecales	NCh1333. Of78	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
Inorgánico	Cianuro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
	Nitrato	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Aluminio total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Arsénico total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
Metales		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Bario total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Berilio total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
	Boro total	NCh1333. Of78	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma <b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Cadmio total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Cobalto total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Cobre total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Cromo total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Mercurio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Níquel total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plata total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Selenio total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Vanadio total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Hierro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma SI	NO	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	<b>NO cítricos)</b>	<b>(riego, NO cítricos)</b>	<b>(riego, NO cítricos)</b>	<b>(riego, NO cítricos)</b>	<b>(riego, NO cítricos)</b>
	Litio total	Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Manganeso total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Molibdeno total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plomo total	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Zinc total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto secundaria	norma <b>NO</b>	SI	<b>NO</b>	<b>NO</b>	SI
Orgánicos y Orgánicos Plaguicida	Aceites y grasas	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
		NCh1333. Of78	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>
	Cloruro	Anteproyecto secundaria	norma SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>
Iones mayoritarios	Sodio porcentual	Anteproyecto secundaria	norma NA	NA	NA	NA	NA
		NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
	Sodio	Anteproyecto secundaria	norma <b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>



Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		NCh1333. Of78	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>	<b>NO (riego)</b>
	Sulfato	Anteproyecto secundaria	norma <b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>

NA: No aplica

**Tabla 14-18 Cumplimiento de la normativa ambiental nacional para parámetros en la columna de agua del humedal Huasco. Campaña Noviembre 2016.**

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores químico	Alcalinidad total	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Color	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Conductividad eléctrica	NCh1333. Of78	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>
		Anteproyecto norma secundaria	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>
	Oxígeno disuelto	NCh1333. Of78	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	SI (vida acuática)	No (vida acuática)
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	SI	<b>NO</b>	<b>NO</b>

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
	pH	NCh1333. Of78	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)	SI (riego, vida acuática y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	RAS	Nch1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	SI	SI	SI
	Sólidos disueltos totales	NCh1333. Of78	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>	<b>No (supera valor máximo establecido en el primer rango riego)</b>
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Temperatura	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Indicadores Microbiológicos	Turbidez	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	<b>NO (recreación con contacto directo)</b>	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Coliformes fecales	NCh1333. Of78	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)	SI (riego y recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
Inorgánico	Cianuro total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Nitrato	NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Metales	Aluminio total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	<b>NO</b>	SI	SI	SI
	Arsénico total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
Bario total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Berilio total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Boro total		NCh1333. Of78	NO (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	SI	SI	SI
Cadmio total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Cobalto total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Cobre total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	<b>NO</b>	SI	SI	SI
Cromo total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
Mercurio total		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Níquel total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Plata total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Selenio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Vanadio total	Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
	Hierro total	Anteproyecto norma secundaria	SI	<b>NO</b>	SI	SI	SI
		NCh1333. Of78	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)	NO (riego, cítricos)
	litio total	Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	manganeso total	NCh1333. Of78	No (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	<b>NO</b>	SI	SI	SI
	molibdeno total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	plomo total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	SI	SI	SI	SI	SI
	Zinc total	NCh1333. Of78	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	<b>NO</b>	<b>NO</b>	SI
Orgánicos y Orgánicos Plaguicida	Aceites y grasas	NCh1333. Of78	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)	SI (recreación con contacto directo)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA
	Cloruro	NCh1333. Of78	NO (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)	SI (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	SI	SI	SI
Iones mayoritarios	Sodio porcentual	NCh1333. Of78	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)
		Anteproyecto norma secundaria	NA	NA	NA	NA	NA

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H2	H3	H4	H5
		NCh1333. Of78	NA	NA	NA	NA	NA
	Sodio	Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
		NCh1333. Of78	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)	NO (riego)
	Sulfato	Anteproyecto norma secundaria	<b>NO</b>	SI	SI	SI	SI

NA: No aplica

**Tabla 14-19 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña agosto 2016.**

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
		Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
	Arsénico	CCME (2002)	SI	SI	SI
Metales		Persaud <i>et al.</i> ,1993	NA	NA	NA
	Azufre	CCME (2002)	NA	NA	NA



Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
Cromo		Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	SI	SI	SI
Hierro		Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
Níquel		Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
Vanadio		Persaud <i>et al.</i> ,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA

N/A: No aplica

**Tabla 14-20 Cumplimiento de la normativa ambiental internacional para parámetros en sedimentos del humedal Huasco. Campaña noviembre 2016.**

Grupo	Parámetro	Normativa	H1	H3	H5
Metales	Arsénico	Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	<b>NO</b>	SI
		CCME (2002)	SI	<b>NO</b>	SI
	Azufre	Persaud <i>et al.</i> ,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Cromo	Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	SI	SI	SI
	Hierro	Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	<b>NO</b>	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Níquel	Persaud <i>et al.</i> ,1993	SI	SI	SI
		CCME (2002)	NA	NA	NA
	Vanadio	Persaud <i>et al.</i> ,1993	NA	NA	NA
		CCME (2002)	NA	NA	NA

N/A: No aplica

## 14.6 Plan Regulador de Santiago

### **“CAPITULO 8.3. AREAS DE VALOR NATURAL Y/O DE INTERES SILVOAGROPECUARIO.**

Corresponde al territorio emplazado fuera de las áreas urbanizadas y urbanizables, que **comprende las áreas de interés natural o paisajístico y/o que presentan vegetación y fauna silvestre, cursos o vertientes naturales de agua y que constituyen un patrimonio natural o cultural que debe ser protegido o preservado.** Se incluyen asimismo en esta categoría aquellos territorios que presentan suelos arables clase I, II y III de capacidad de uso, algunos suelos de clase IV y suelos de aptitud ganadera y/o forestal.

En estas áreas **se permitirá la construcción de instalaciones de apoyo a su destino de recurso agrícola y las mínimas para su valoración paisajística.**

Se consideran en esta categoría las siguientes áreas:

- Áreas de Valor Natural
- Áreas de Interés Silvoagropecuario
- Área Restringida por Cordones Montañosos

#### **Artículo 8.3.1. Áreas de Valor Natural**

Para la aplicación de las normas específicas del presente Plan se establecen las siguientes:

- Áreas de Preservación Ecológica
- Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado
- Áreas de Rehabilitación Ecológica

##### **Artículo 8.3.1.1. Áreas de Preservación Ecológica**

Corresponden a aquellas áreas que serán mantenidas en estado natural, para **asegurar y contribuir al equilibrio y calidad del medio ambiente, como asimismo preservar el patrimonio paisajístico.**

Son parte integrante de estas zonas, los sectores altos de las cuencas y microcuencas hidrográficas; los **reservorios de agua y cauces naturales**; las áreas de preservación del recurso nieve, tanto para su preservación como fuente de agua potable, como para evitar el emplazamiento de construcciones dentro de las canchas de esquí; las cumbres y los farellones; **los enclaves de flora y refugios de fauna; como asimismo, los componentes paisajísticos destacados.**

Quedarán integradas en esta zona, con sus correspondientes legislaciones, las diversas áreas que tengan características de Áreas Silvestres Protegidas, como los Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Las Áreas Complementarias a las Áreas Silvestres Protegidas y que corresponden a los Santuarios de la Naturaleza y Lugares de Interés

*Científico y en general todas aquellas áreas que conforman Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Áreas de Protección Existentes.*

***En estas Áreas se permitirá el desarrollo de actividades que aseguren la permanencia de los valores naturales, restringiéndose su uso a los fines: científico, cultural, educativo, recreacional, deportivo y turístico, con las instalaciones y/o edificaciones mínimas e indispensables para su habilitación.***

*Las normas que regirán estas actividades y asimismo las de los usos complementarios a ellas como: equipamiento de seguridad, comunicaciones, salud, comercio y estacionamientos de uso público, serán definidas por la Secretaría Regional Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo en cada caso, atendiendo a sus características específicas y a los estudios pertinentes aprobados por los organismos competentes que corresponda.*

***La aprobación de proyectos quedará condicionada en todos los casos a la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, realizado por el interesado, evaluado e informado favorablemente por los organismos que corresponda.”***

## 14.7 Solicitud DGA

4/11/2016 Correo de DOMEYKO, ANDRADE, GILBERT, VARELA & CIA - Informa reclasificación de  
solicitud N° 66654

file:///C:/Users/Alfonso/Documents/CEA%20-/Informe%20entrega%20CEA/Correo%20de%20DO  
MEYKO,%20ANDRADE,%20GILBERT,%20VARELA%20&%... 1/2

Alfonso Domeyko <adomeyko@dagv.cl>

Informa reclasificación de solicitud N° 66654

1 mensaje

dga.atencionciudadana@mop.gov.cl <dga.atencionciudadana@mop.gov.cl> 24 de octubre de  
2016, 15:02

Para: adomeyko@dvycia.cl

Cc: atencion.ciudadana@mop.gov.cl

Sr (a).

Alfonso Domeyko Letelier

Presente

Respecto a la solicitud N° 66654 , recepcionada con fecha 19/10/2016, a través del Sistema de  
Atención Ciudadana del

MOP, en la que Ud. nos ha planteado:

Fermo parte de equipo que se adjudicado informe sobre situación Humedal Rio Huasco para  
declaración Santuario de la Naturaleza, de acuerdo a Bases de Licitación del Ministerio de Medio  
Ambiente aprobadas por Resolución N° 279 de 2016.

En virtud de dicho estudio, requerimos tengan a bien informar sobre los registros que mantengan  
sobre derechos de agua subterráneos y superficiales ubicado en la desembocadura del río Huasco,  
Atacama, que se encuentren en la siguiente ubicación

Coordenadas ( UTM DATUM WGS 84 19S) :

VERTICE ESTE NORTE

1 287.022 6.848.333

2 283.049 6.848.333

3 283.049 6.854.971

4 287.022 6.854.971

## 14.8 Contacto Propietarios




Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto



Tabla 14-21 Tabla resumen Estado contacto con propietarios del polígono propuesto

Predio	Propietario	Estado
<b>Predio 2</b>	ILUSTRE HUASCO MUNICIPALIDAD DE	Contactado Alcalde, Encargados de Medio ambiente, Turismo y Secplac. Proclive al proyecto.
<b>Predio 3</b>	ILUSTRE HUASCO MUNICIPALIDAD DE	Contactada.
<b>Predio 4</b>	ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano, Sebastian Callejas, quien sería propietario de uno de los sitios. Viven en Huasco ambos. Re-contactarlos para realizar reunión.
<b>LOTE N°1</b>	JEANICE GILBERT CONCHA Y MARÍA CAROLINA YANQUEZ MERY	<b>No contactado</b>
<b>Predio 6</b>	ILUSTRE FREIRINA MUNICIPALIDAD DE	Contactado Encargado de comunicaciones y de turismo. Participa de reunión de Servicios Públicos, realizada en Municipalidad de Huasco. Mariana Farías.
<b>LOTE 2-A</b>	ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano, Sebastian Callejas.
<b>Predio 8</b>	ILUSTRE FREIRINA MUNICIPALIDAD DE	Contactado.
<b>Predio 9</b>	CATHERINNE SCHASUSS STONE. LUIS LEONEL HERACLIO POBLETE (FALLECIDO), LO SUCEDEN UBE LAURA ROSAS ENRIQUE Y LEONEL ARTURO POBLETE CODUTTI	Contactada viuda legal (fono y correo electrónico), quien sería dueña de 50% del predio junto con sus hijos. Proclive al proyecto. Contactada Catherine Schauss, no proclive, nos contactará con su abogada (lo que no ha ocurrido).
<b>Predio 10</b>	GONZALO PÉREZ APARECE REGISTRADO COMO PRESUNTO DUEÑO DE ACUERDO A LO QUE SEÑALA INFORME DE PROPIETARIOS GAC 2007.	<b>No contactado</b>
<b>ESTANCIA AVALOS.</b>	<b>ZULETA</b> VIRGINIA OTTO DE VICH VÁSQUEZ Y SUCESIÓN GREZ ZULOAGA	<b>No contactados</b>
<b>FUNDO EL PORVENIR</b>	LUIS HERNÁN CALLEJAS	Sucesión de 10 hermanos. Realizada

<b>O LA CACHINA</b>		reunión con 2 de ellos (Hernán y Elba Callejas).  Contactada hermana que vive en Santiago (Liliana Callejas) quien coordinará reunión con el resto de sus hermanos. Propone reunión para la segunda semana de enero, sin embargo, no se realizó.
<b>Predio 13</b>	ELBA CALLEJAS MOLINA	Contactado hermano.
<b>PARCELA BELLAVISTA</b>	1 RENE DEL CARMEN ROJO ROJO	<b>No contactado.</b>
<b>Predio 15</b>	JULIO TAMBLAY ALVAREZ	Contactado Juan Carlos Tamblay, proclive al proyecto.

## 14.9 Gráficos de Encuestas Realizadas a la Comunidad








	Actividades que relaciona con el Humedal	Porcentaje
Recreación		60,00%
Educación		25,00%
Turismo		15,00%

	Respecto a qué debería ser el humedal	Porcentaje
Un área recreativa		14,30%
Un área protegida		85,70%

### En cuanto a conservar como Santuario de la Naturaleza el Humedal costero estuario del río Huasco

Esta de acuerdo		100%
Un área protegida aumenta valor turístico		100%

	Conocimiento de la biodiversidad	Porcentaje
Aves		97,00%
Peces		77%
Anfibios y reptiles		48%
mamíferos		37%

	Reconocimiento de amenazas en el humedal	N° personas
microbasurales		26
Quemas		15
Contam. del agua		14
Perdida Fauna		13
Perdida de suelo		9
Satur. Visitantes		8
Caza		8
Alt. Del paisaje		6